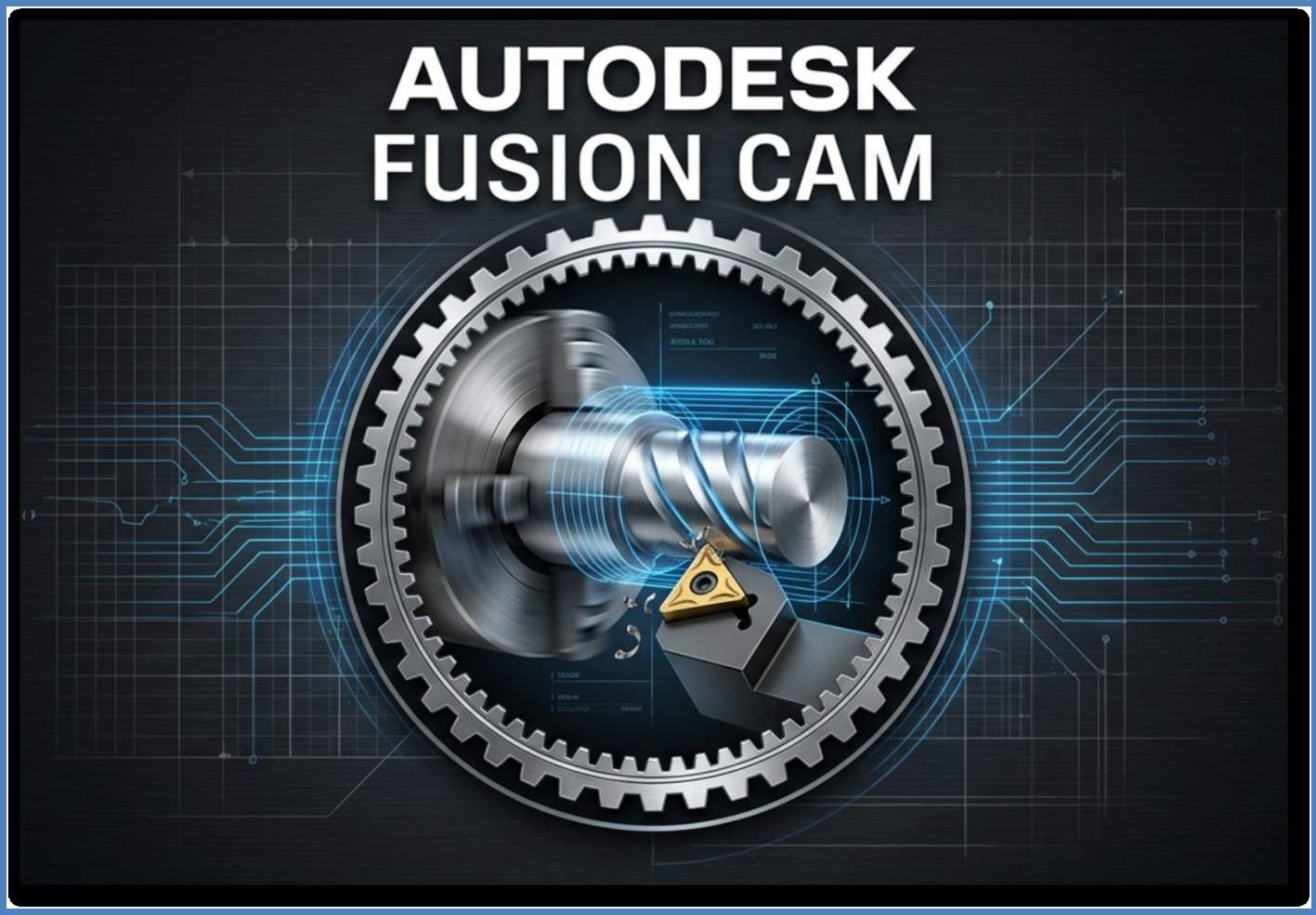
ESERCIZIO

CNC

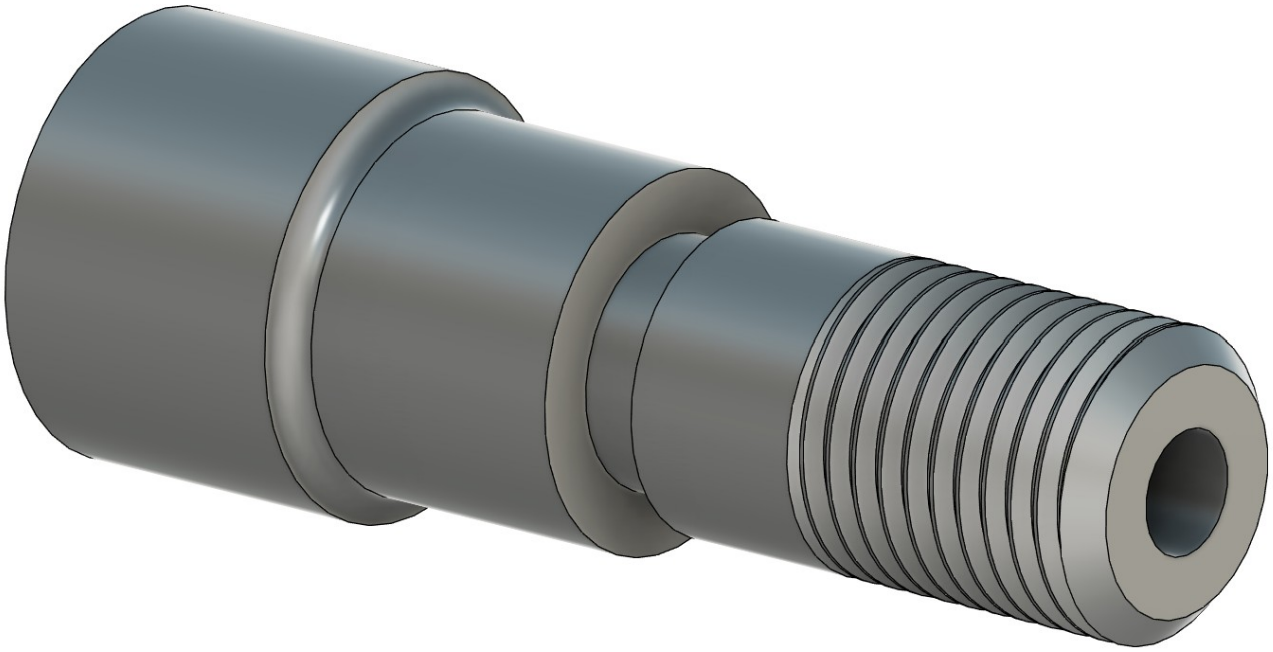
TORNITURA

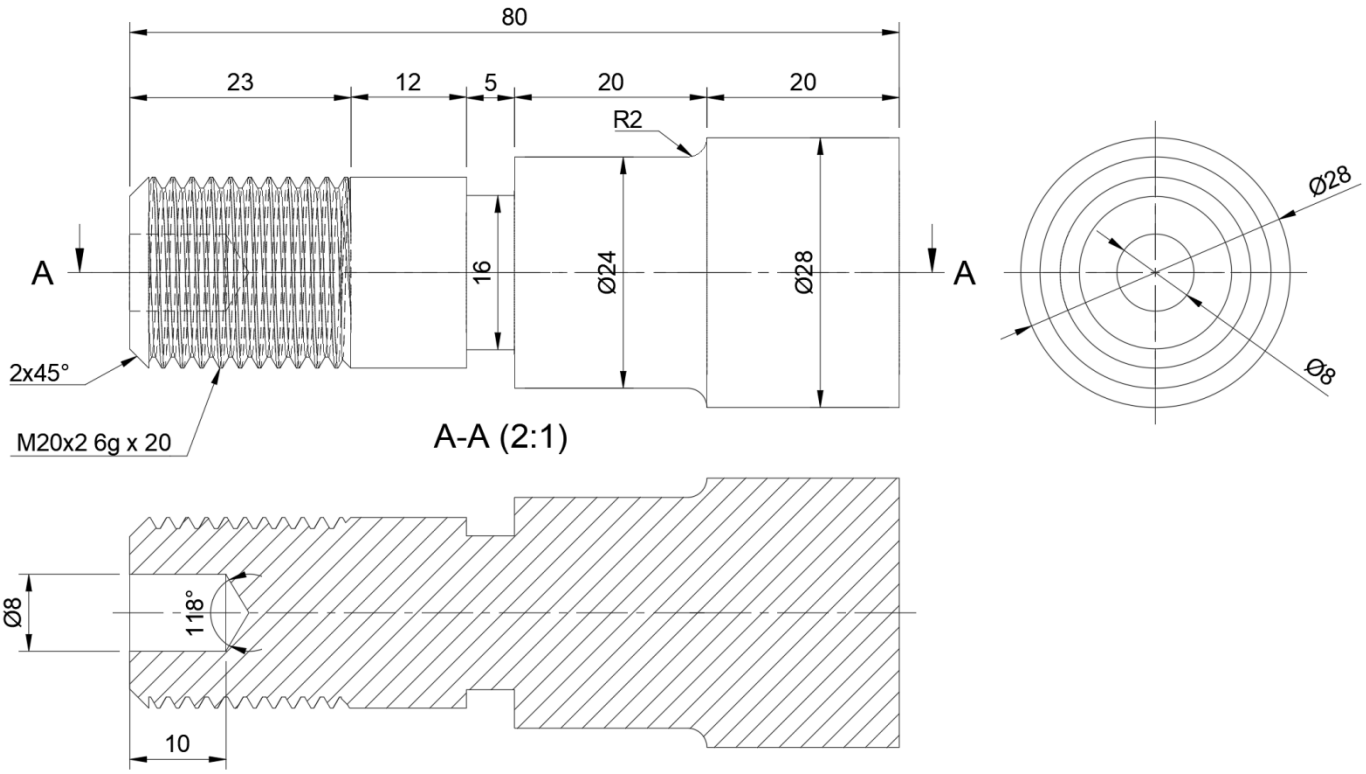


v. 091126

EX1

Materiale C45





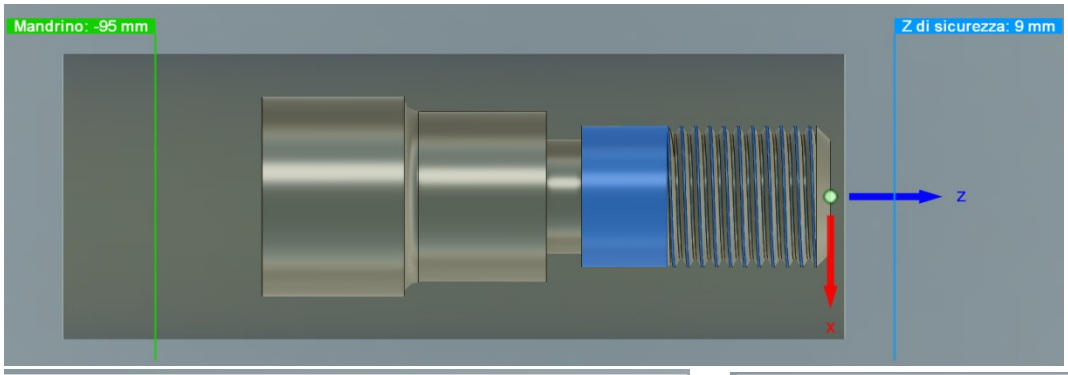
SETUP TORNITURA

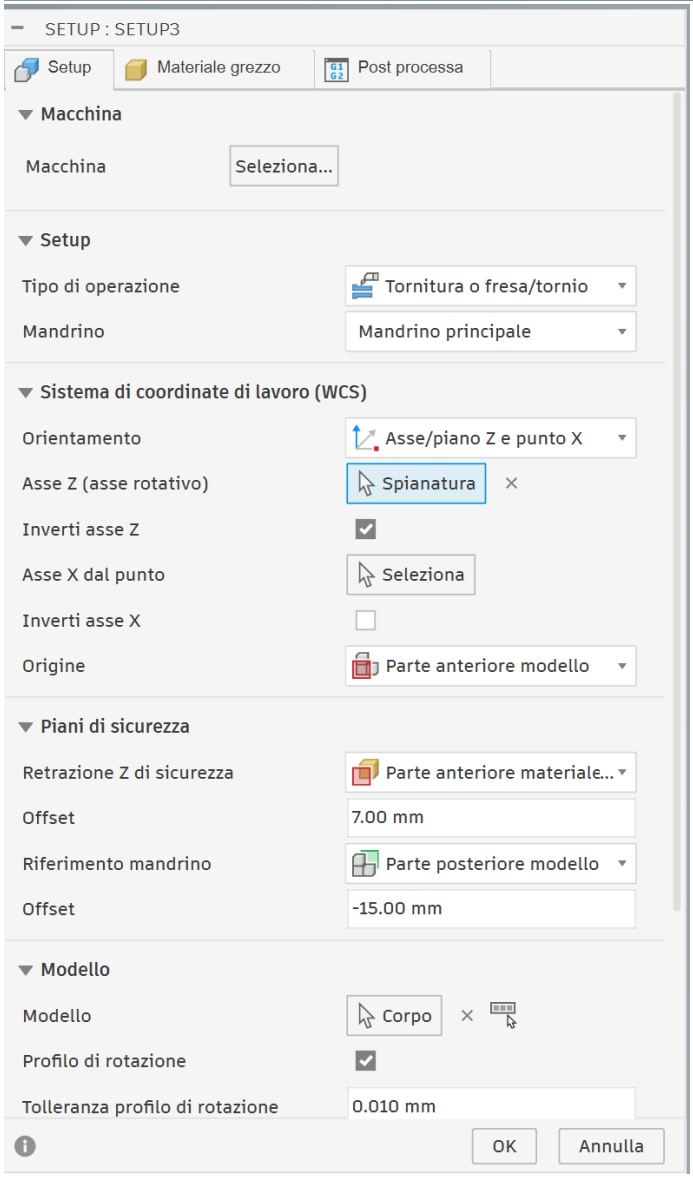
Nella tornitura CNC lo Zero Pezzo (punto di origine pezzo, generalmente identificato con W nei diagrammi e associato a G54 o altri registri di offset lavoro) si posiziona convenzionalmente all'intersezione tra l'asse di rotazione del mandrino e la faccia frontale finita del pezzo.

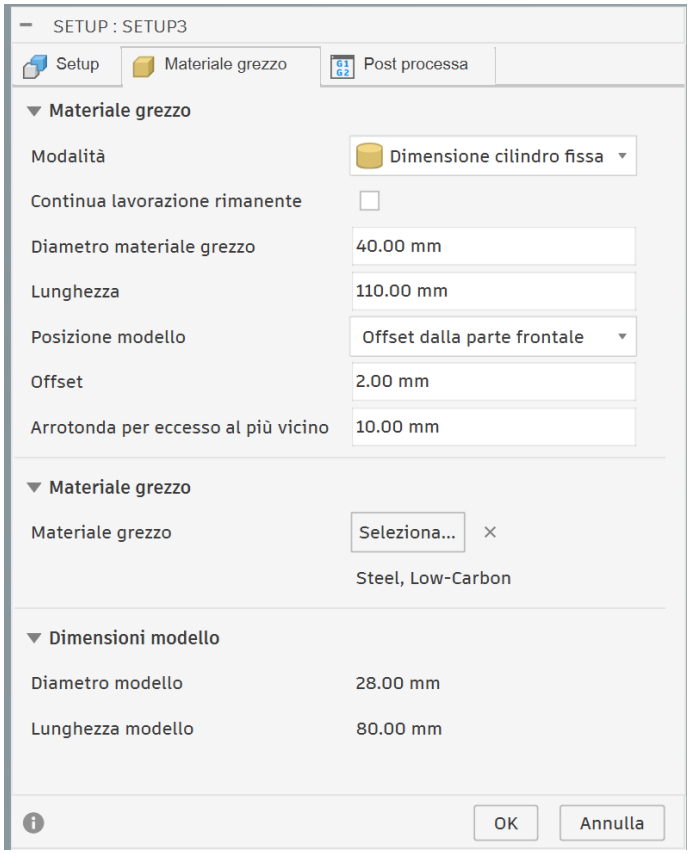
- Asse X (X0.0): Sull'asse di rotazione / mezzeria del mandrino.
- Asse Z (Z0.0): Sulla superficie frontale del pezzo finito (dopo l'operazione di sfacciatura).

Nei torni paralleli convenzionali o nei torni CNC a banco piano con torretta/utensile frontale (posta davanti al pezzo, tra il pezzo e l'operatore), l'asse X+ è rivolto verso l'operatore (verso il basso/avanti), allontanandosi dal centro del pezzo.

L'orientamento degli assi nel tornio segue la norma internazionale ISO 841 e la regola della mano destra, basata su un principio fisso: il verso positivo di un asse corrisponde sempre all'allontanamento dell'utensile dal pezzo.

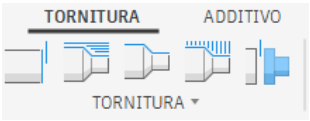




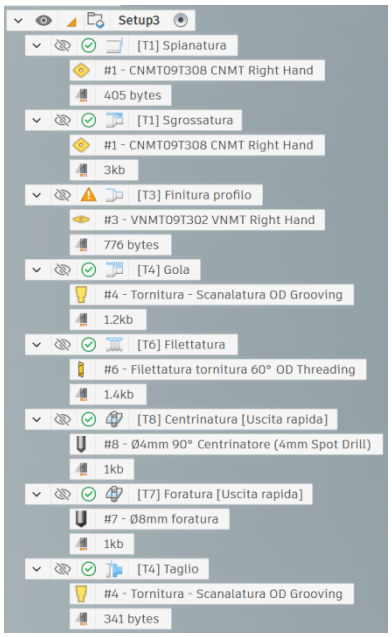


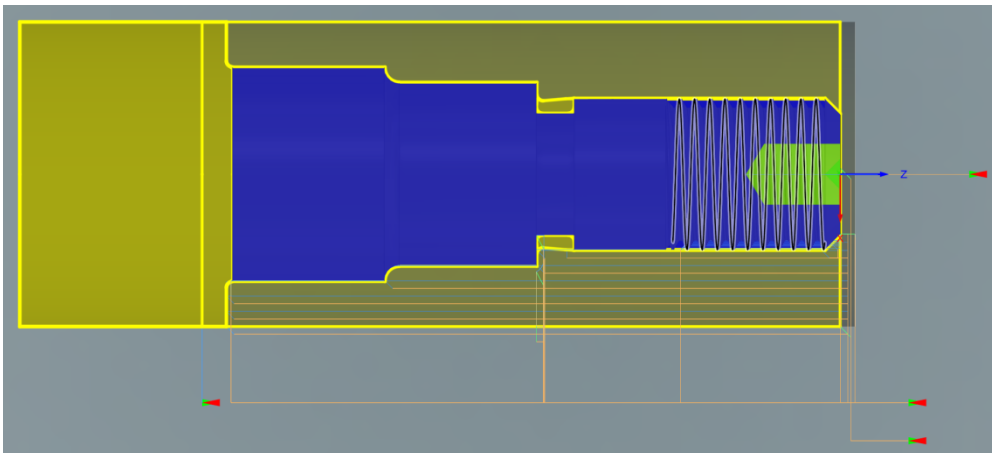
LISTA LAVORAZIONI E UTENSILI

Dopo aver impostato il SETUP si può procedere all'inserimento delle lavorazioni da effettuare.



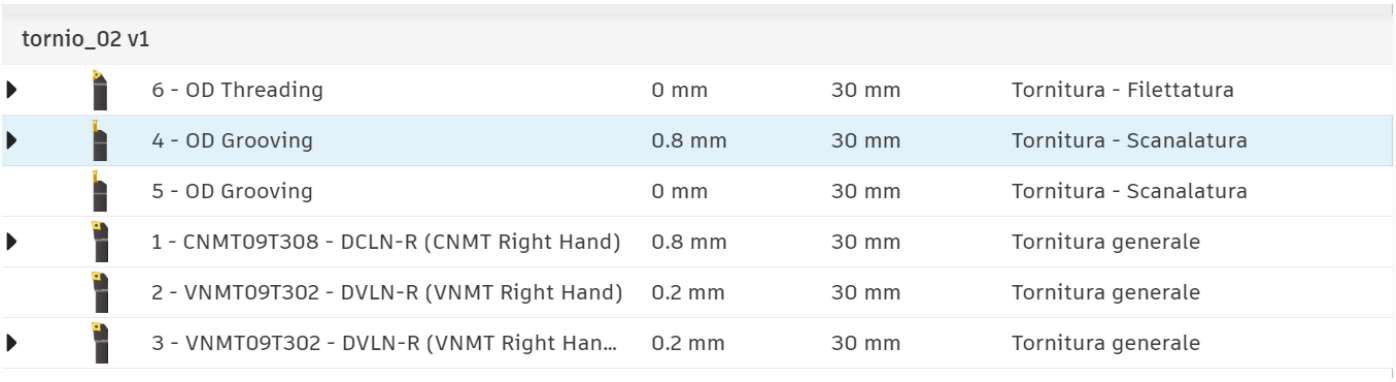
L'ordine delle lavorazioni può essere modificato in qualsiasi momento.





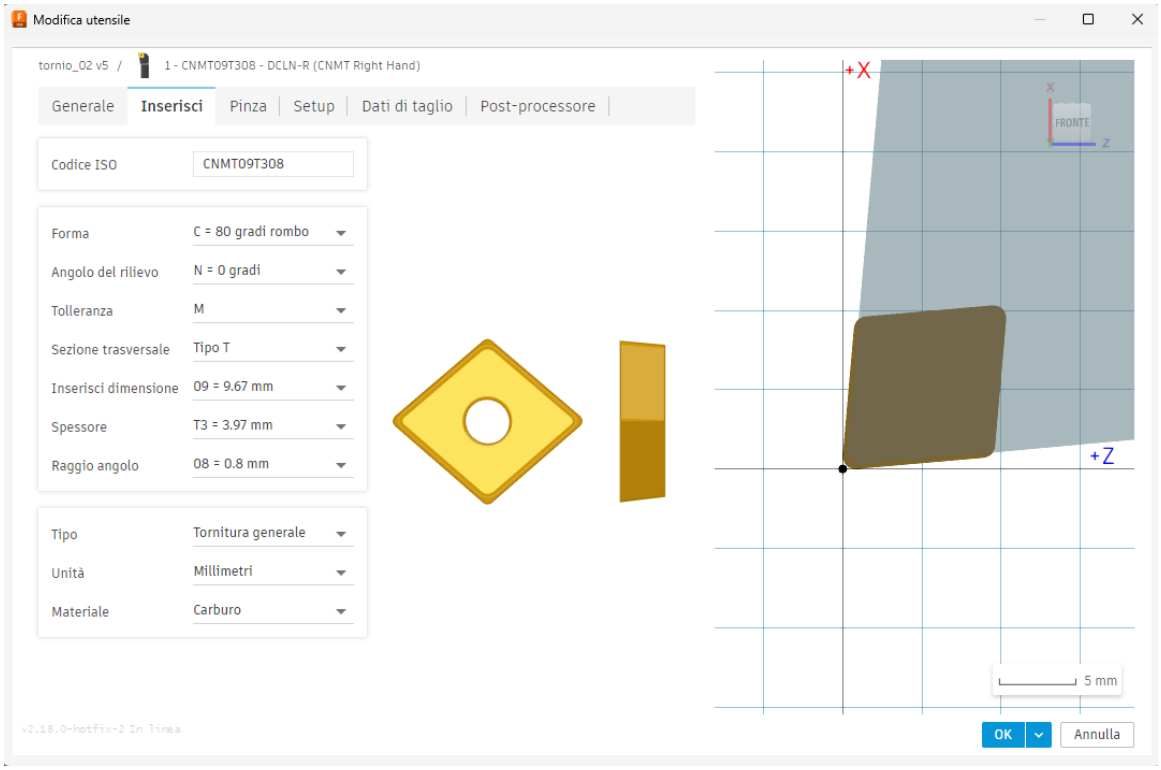
Utilizziamo gli utensili STANDARD di Fusion

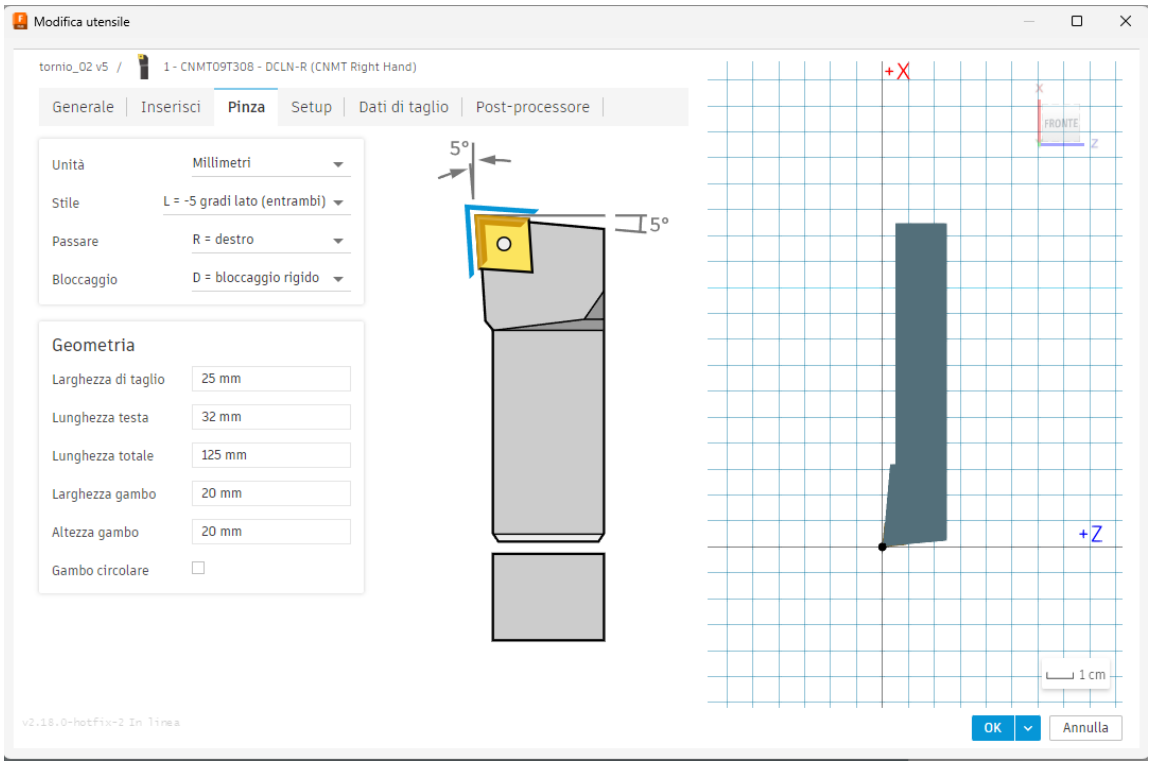
In una lavorazione vera si devono utilizzare gli utensile del fornitore selezionato che in genere mette a disposizione anche dei "preset" per la tiplogia di materiale da lavorare e il tipo di lavorazione.
In caso contrario è necessario impostare "a mano" I parametri di taglio!



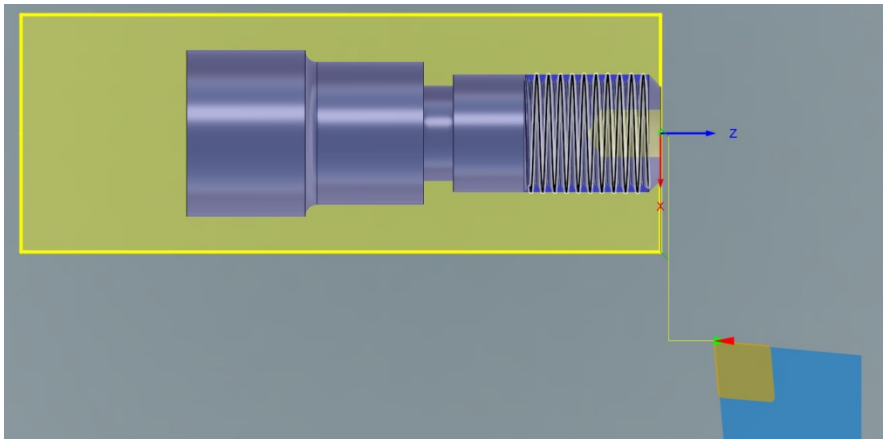
Ogni utensile può essere modificato e adattato alle caratteristiche degli utensili a disposizione.

Esempio scheda utensile generico per sgrossatura



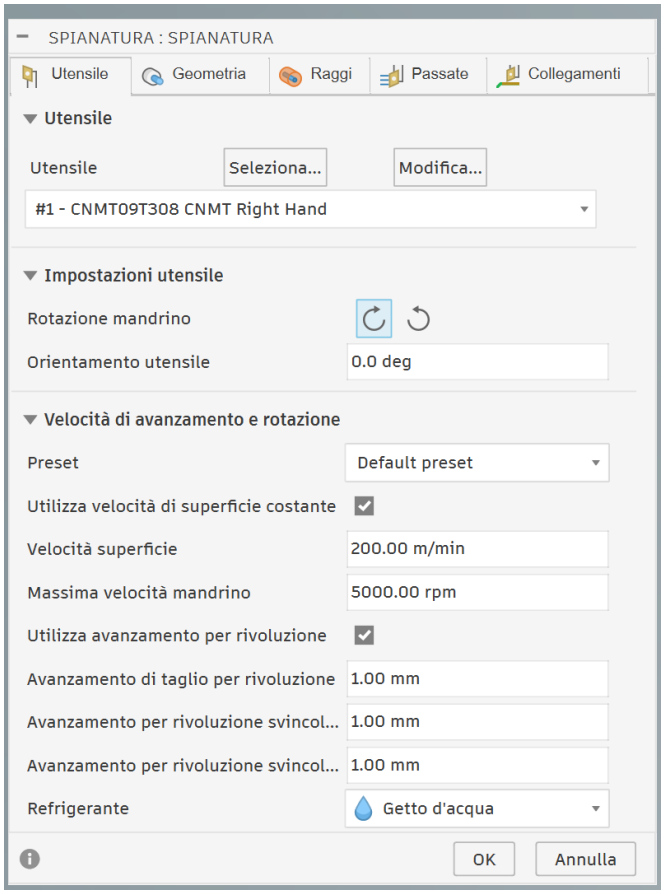


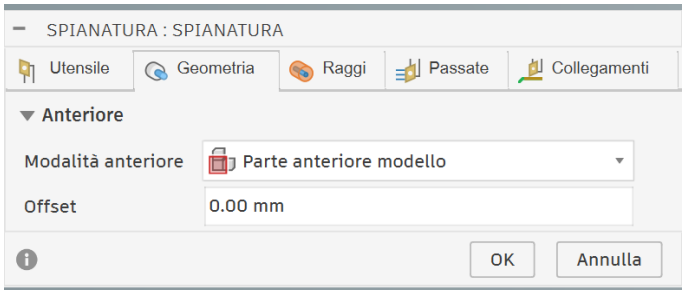
1° SPIANATURA



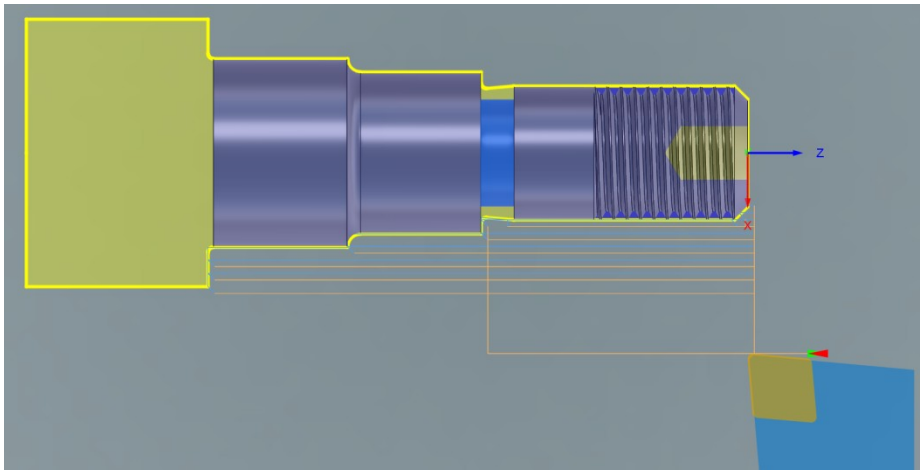
Selezioniamo utensile destro per tornitura generale

1 - CNMT09T308 - DCLN-R (CNMT Right Hand)	0.8 mm	30 mm	Tornitura generale



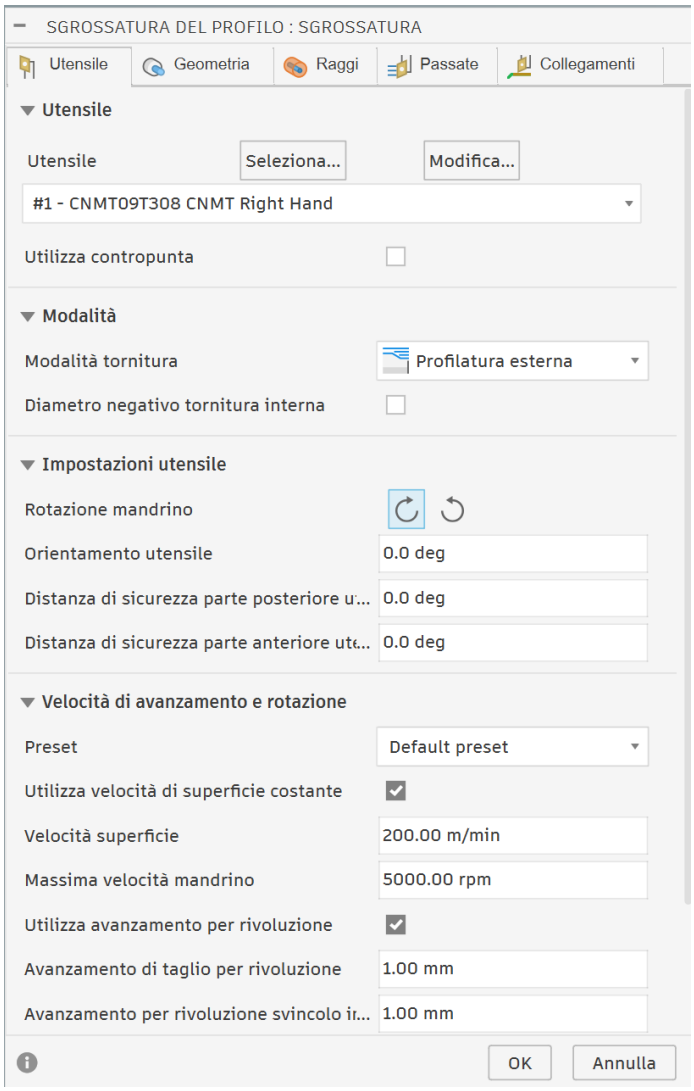


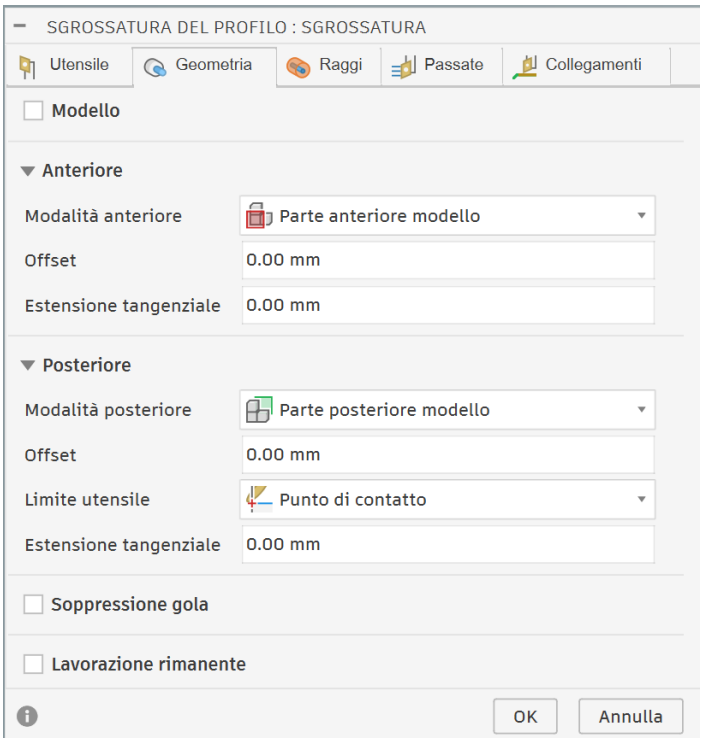
SGROSSATURA



Selezioniamo utensile destro per tornitura generale

▶	1 - CNMT09T308 - DCLN-R (CNMT Right Hand)	0.8 mm	30 mm	Tornitura generale



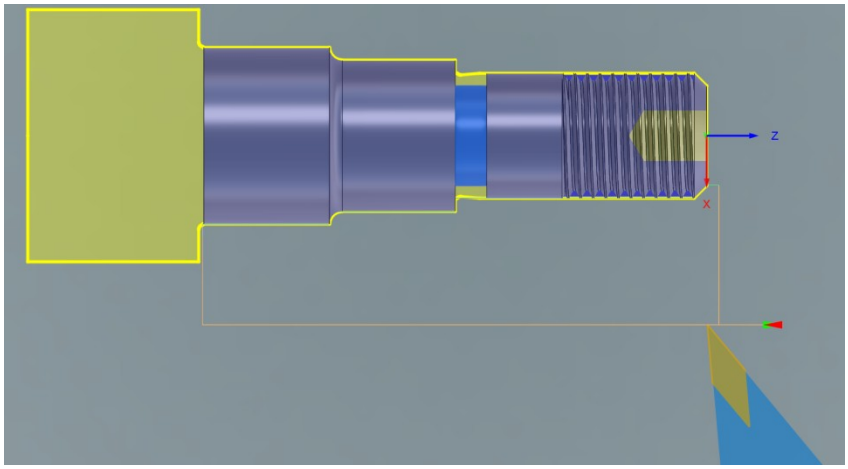


Nella scheda “Passate”

Scanalatura	Non permettere scanalatura

Sovrametallo 0,1mm

FINITURA



Selezioniamo utensile destro per tornitura generale

▶	3 - VNMT09T302 - DVLN-R (VNMT Right Han…	0.2 mm	30 mm	Tornitura generale

FINITURA PROFILO : FINITURA PROFILO

Utensile | Geometria | Raggi | Passate | Collegamenti

Utensile

Utensile: Seleziona... | Modifica...

#3 - VNMT09T302 VNMT Right Hand

Utilizza contropunta: ☐

Modalità

Modalità tornitura: Profilatura esterna

Diametro negativo tornitura interna: ☐

Impostazioni utensile

Rotazione mandrino

Orientamento utensile: 0.0 deg

Distanza di sicurezza parte posteriore u…: 0.0 deg

Distanza di sicurezza parte anteriore ute…: 0.0 deg

Velocità di avanzamento e rotazione

Preset: Default preset

Utilizza velocità di superficie costante: ☑

Velocità superficie: 200.00 m/min

Massima velocità mandrino: 5000.00 rpm

Utilizza avanzamento per rivoluzione: ☑

Avanzamento di taglio per rivoluzione: 1.00 mm

Avanzamento per rivoluzione svincolo ir…: 1.00 mm

Avanzamento per rivoluzione svincolo ir…: 1.00 mm

Refrigerante: Getto d'acqua

OK | Annulla

”

FINITURA PROFILO : FINITURA PROFILO

Utensile | Geometria | Raggi | Passate | Collegamenti

Modello: ☐

Anteriore

Modalità anteriore: Parte anteriore modello

Offset: 0.00 mm

Estensione tangenziale: 0.00 mm

Posteriore

Modalità posteriore: Parte posteriore modello

Offset: 0.00 mm

Limite utensile: Punto di contatto

Estensione tangenziale: 0.00 mm

Soppressione gola: ☐

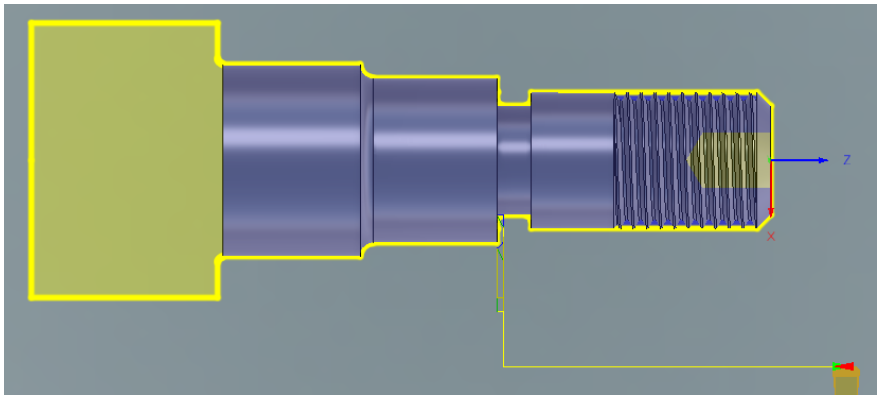
Lavorazione rimanente: ☐

OK | Annulla

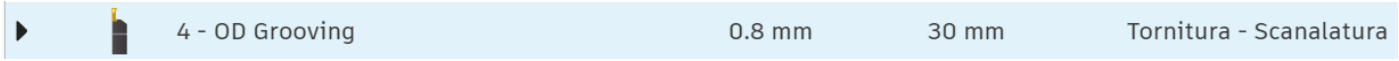
Nella scheda “Passate”

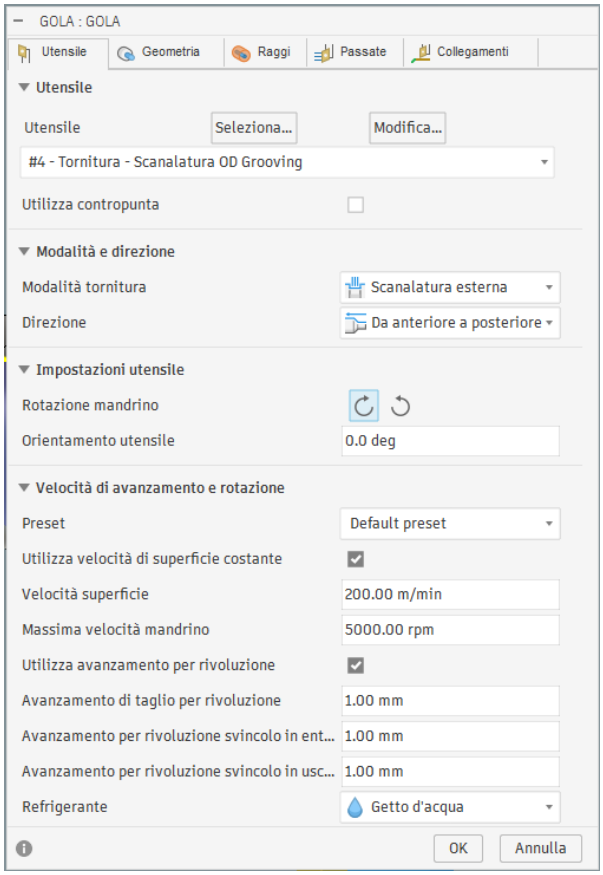
Scanalatura	Non permettere scanalatura

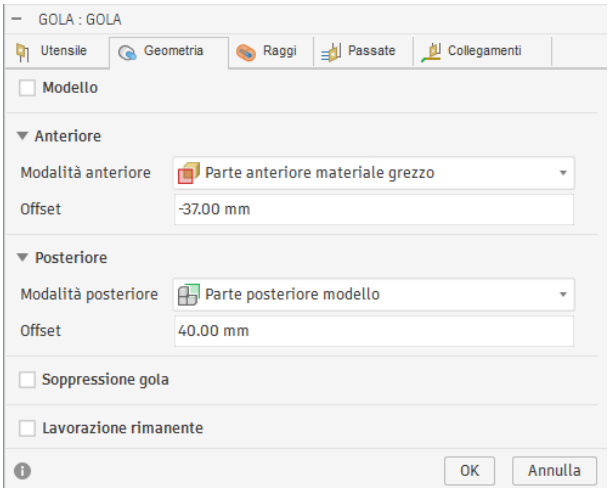
GOLA

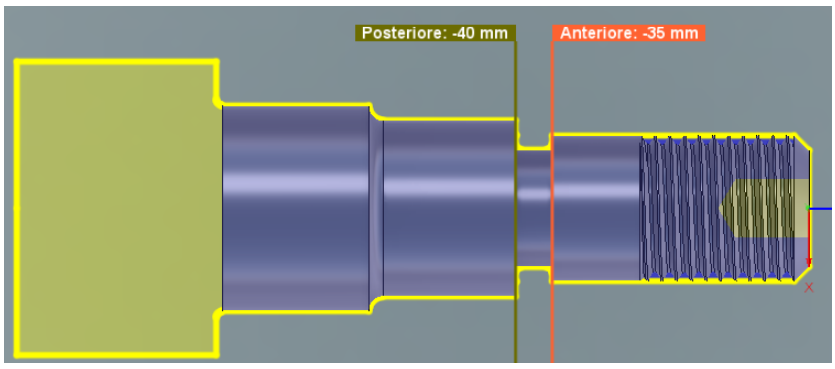


Selezioniamo utensile destro per gole

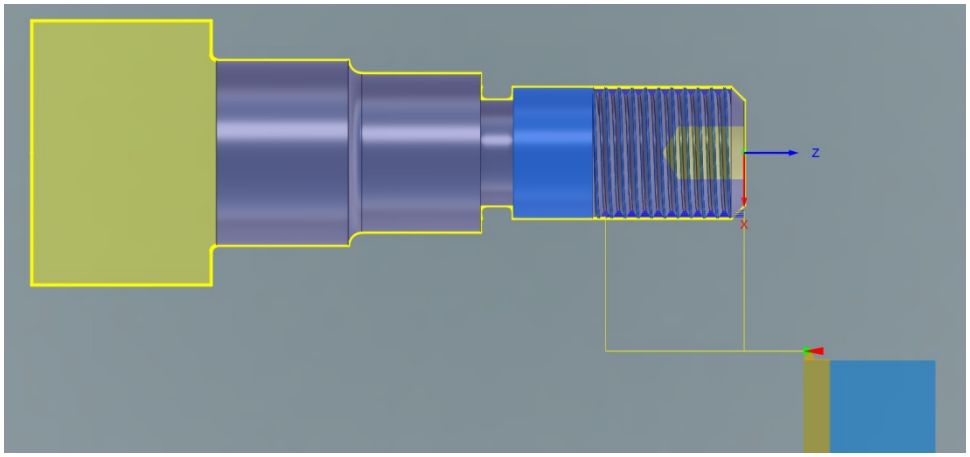




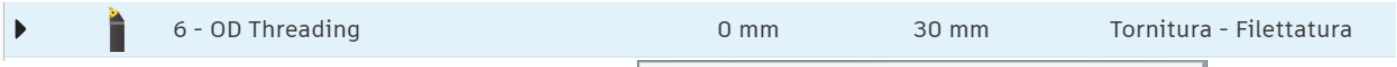


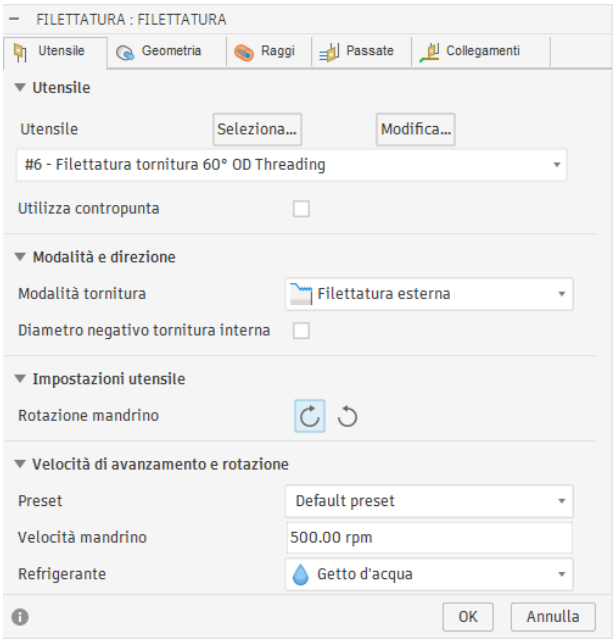


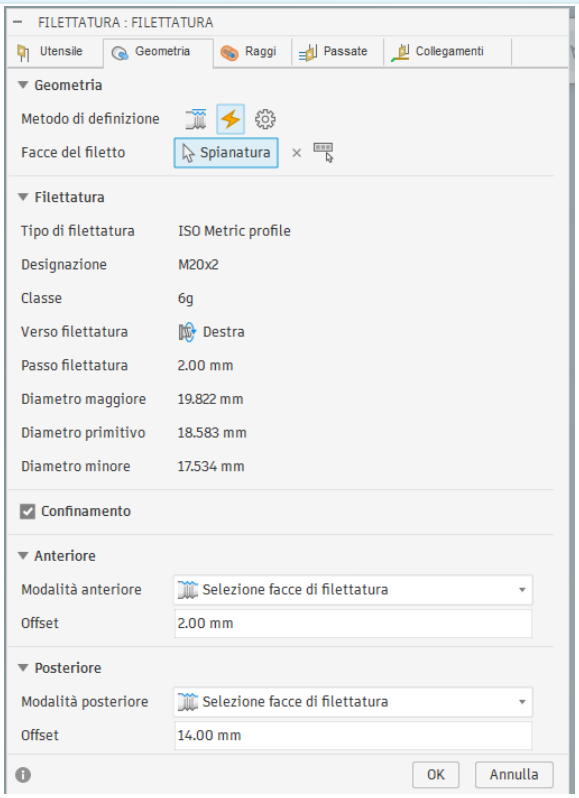
FILETTATURA

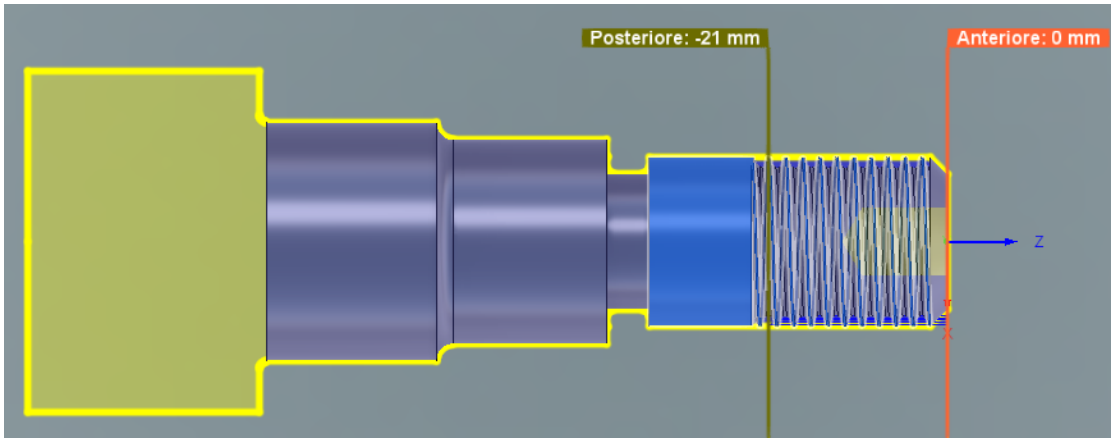


Selezioniamo utensile per filettatura esterna



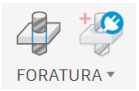


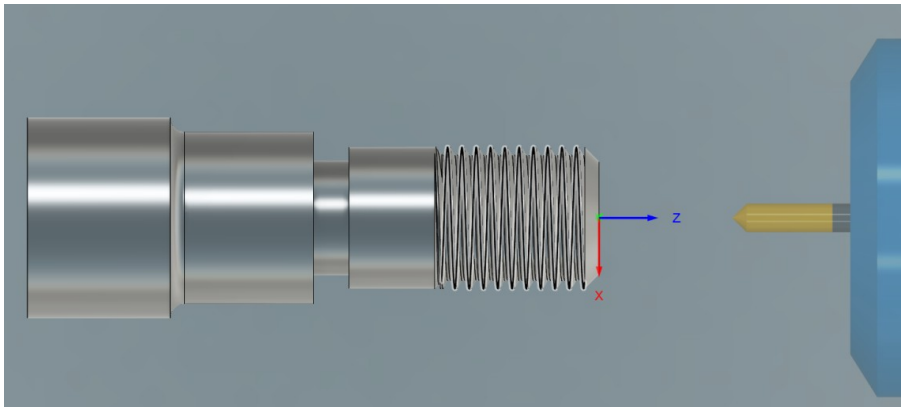




CENTRINATURA

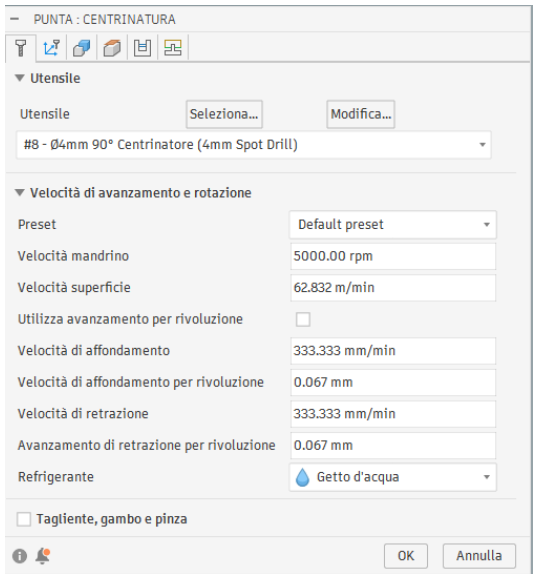
Selezioniamo lavorazione di foratura →

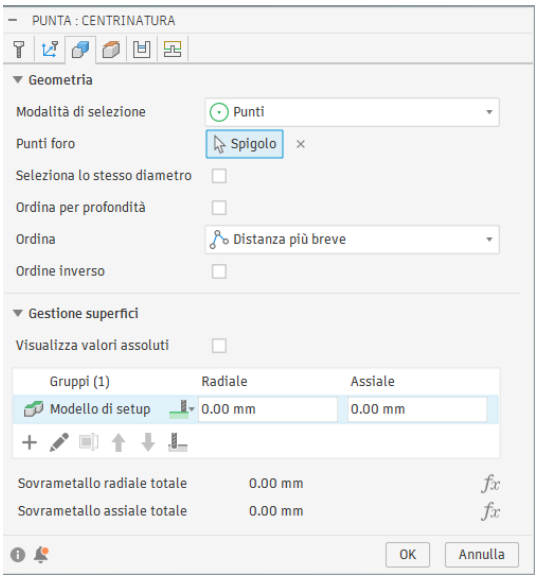


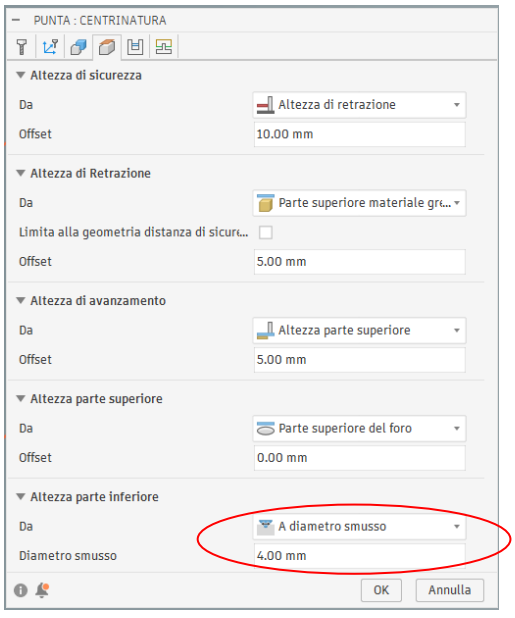


Selezioniamo utensile per centrinatura



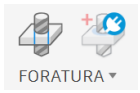


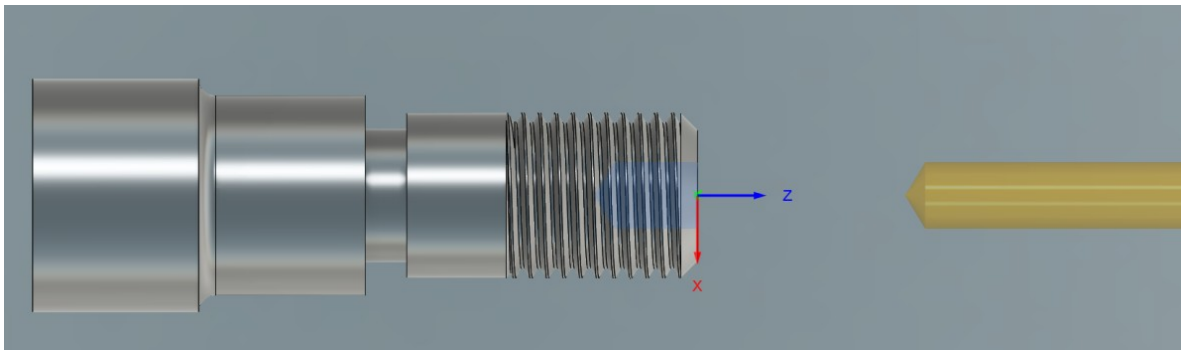




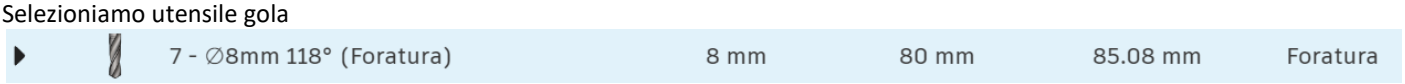
FORATURA

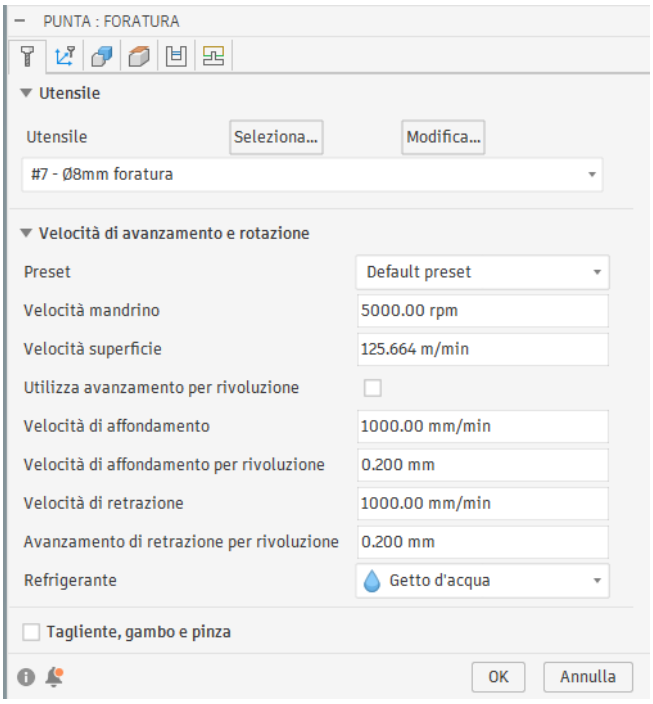
Selezioniamo lavorazione di foratura →

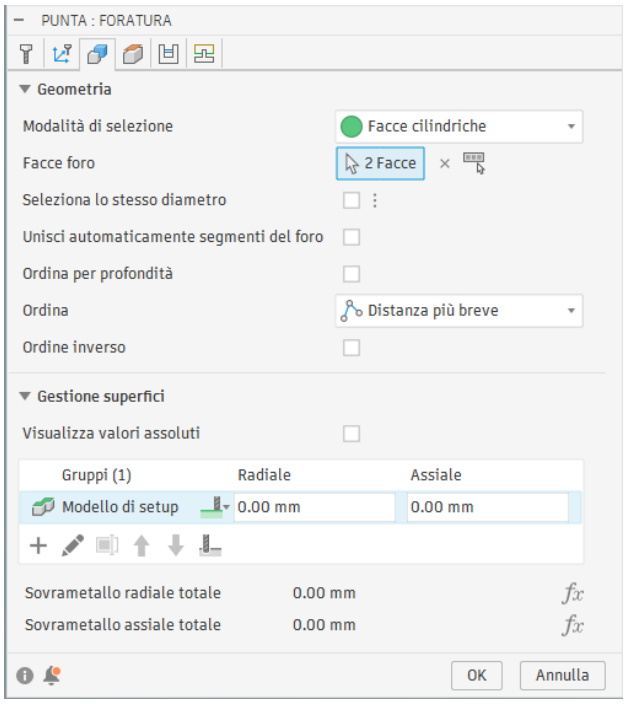


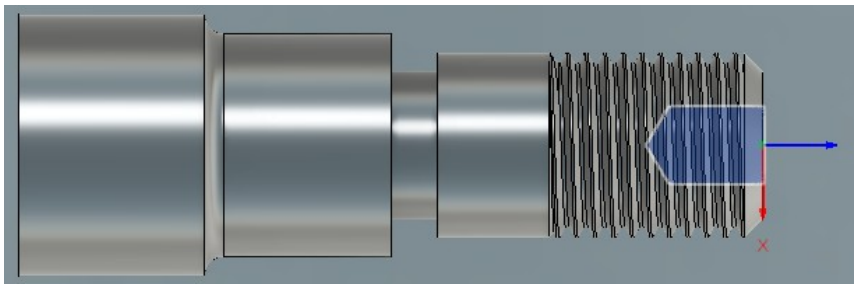


Selezioniamo utensile gola

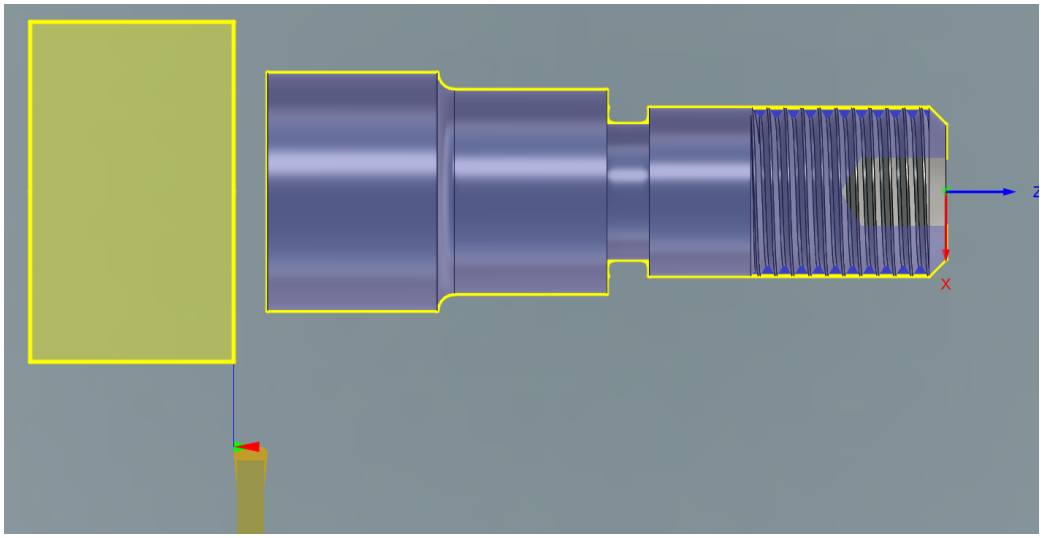




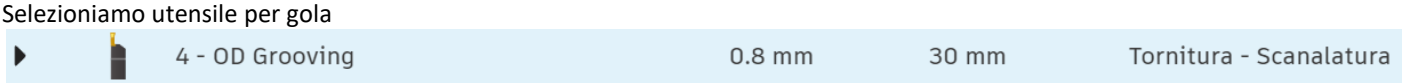


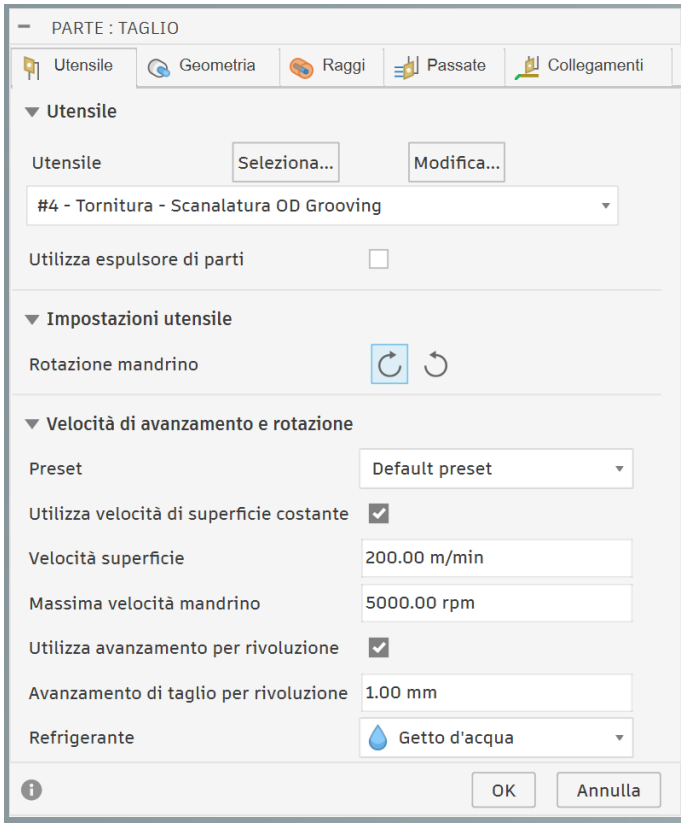


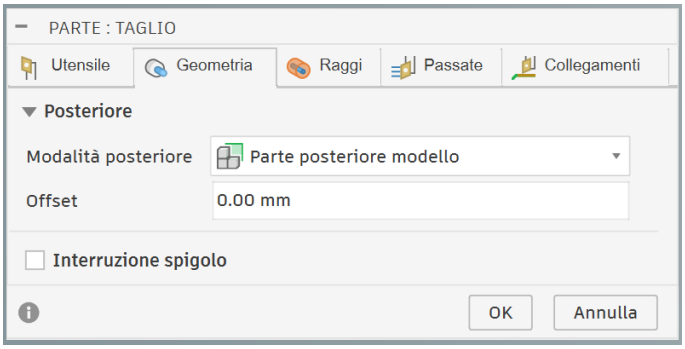
TAGLIO



Selezioniamo utensile per gola







GENERAZIONE GCODE

Per garantire la massima compatibilità con i torni CNC che supportano gli standard ISO più diffusi, il post processor generico da selezionare in Autodesk Fusion è il "Fanuc Turning" (o "Fanuc / fanuc turning").

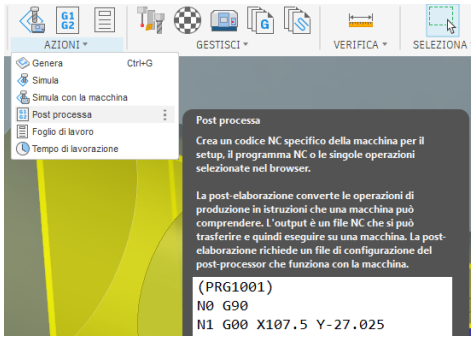
Il linguaggio Fanuc rappresenta lo standard de facto mondiale per la tornitura CNC. Quasi tutti i controlli numerici più diffusi (come Haas, Doosan/DN Solutions, Goodway, Biglia, e i vari controlli cinesi o taiwanesi come Syntec e GSK) leggono e interpretano il codice ISO Fanuc standard o utilizzano una sintassi quasi identica.

LE MIGLIORI OPZIONI DI POST PROCESSOR GENERICI PER TORNIO

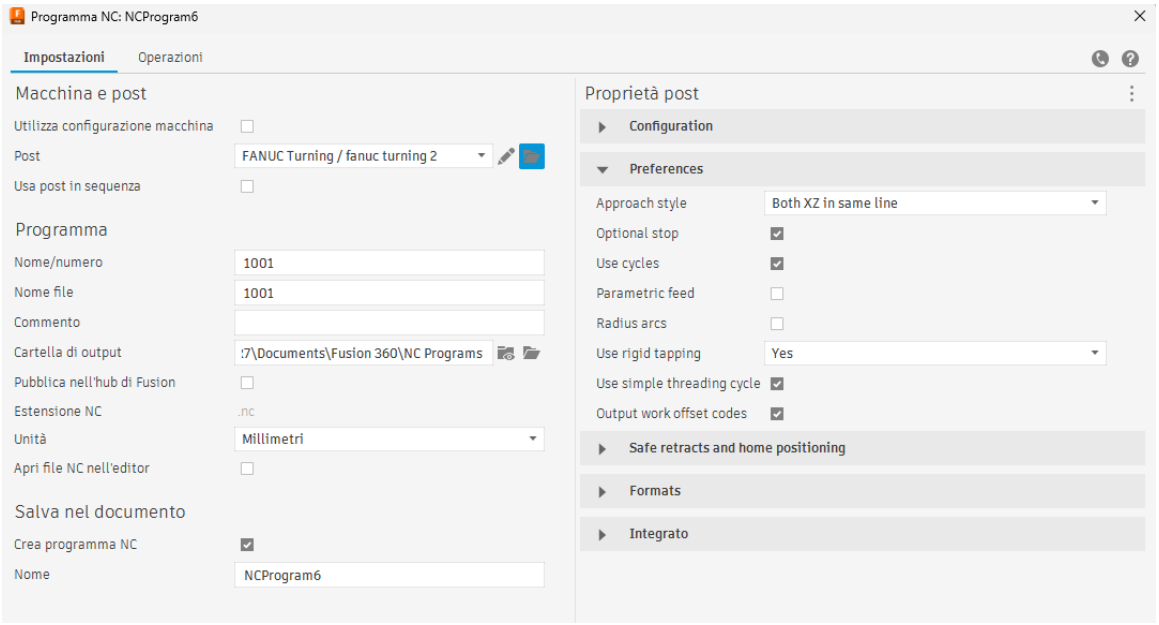
A seconda della configurazione del tuo tornio, puoi cercare e scaricare gratuitamente i seguenti post processor direttamente dalla Libreria Post di Autodesk Fusion:

- Fanuc Turning (Scelta principale)
  Genera un codice G standard (G-code ISO) estremamente pulito e privo di macro proprietarie.
  Compatibilità: Funziona direttamente (o con minime modifiche alle impostazioni del post) sulla stragrande maggioranza dei torni a 2 assi.
- Haas Turning
  Compatibilità: Segue fedelmente lo standard Fanuc, ma include già le ottimizzazioni specifiche per i cicli fissi Haas (come la sfacciatura, la sgrossatura G71 o la filettatura G76).

Nella schemata del “post processor” selezioniamo “Fanuc Turning”.



NB: abilitare filtro su “Tornitura” per la ricerca del post processor.



ESTRATTO DAL CODICE GCODE GENERATO

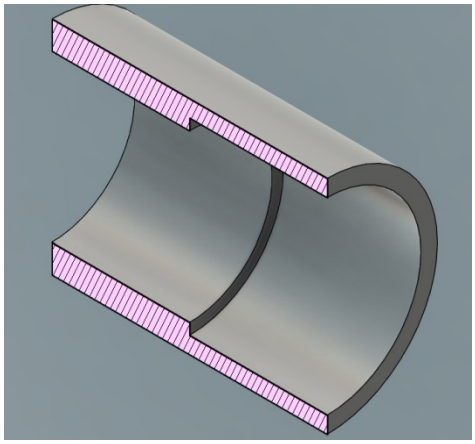
```
O1001                (Numero identificativo del programma)
N10 G98 G18          (Avanzamento in mm/min e selezione del piano di lavoro XZ)
N11 G21              (Impostazione delle unita di misura in millimetri)
N12 G50 S6000        (Limitazione dei giri massimi del mandrino a 6000 giri/min)
N13 G28 U0.          (Ritorno al punto di zero macchina sull'asse X - azzeramento incrementale)
N14 G28 W0.          (Ritorno al punto di zero macchina sull'asse Z - azzeramento incrementale)

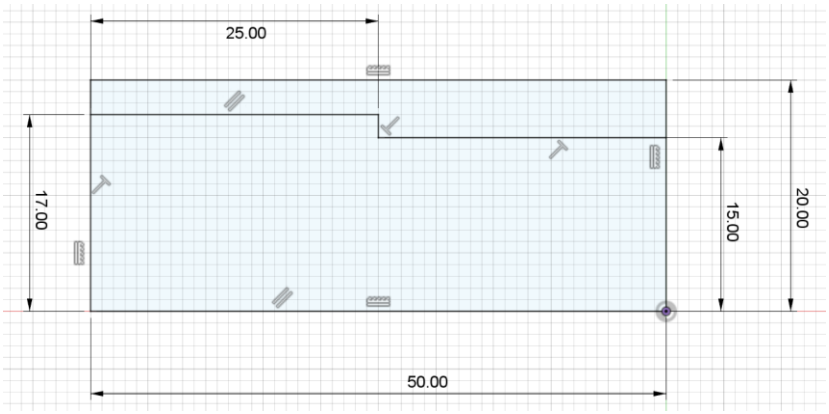
(SPIANATURA)         (Commento: Inizio dell'operazione di spianatura frontale)
N15 T0101            (Seleziona utensile numero 1 e attiva il correttore geometrico numero 1)
N16 G99 G18          (Avanzamento in mm/giro e conferma del piano di lavoro XZ)
N17 G54              (Attivazione dell'origine pezzo principale)
N18 M8               (Accensione del liquido refrigerante)
N19 G97 S909 M3      (Giri mandrino fissi a 909 giri/min e rotazione oraria del mandrino)
N20 G0 X70. Z9.      (Posizionamento rapido in sicurezza a diametro 70mm e quota Z 9mm dal pezzo)
N21 G50 S5000         (Nuova limitazione dei giri massimi a 5000 giri/min per questa operazione)
N22 G96 S200 M3      (Attivazione velocita di taglio costante a 200 metri al minuto, mandrino orario)
N23 G0 Z1.414        (Posizionamento rapido in quota Z alla prima passata di spianatura)
N24 X50.             (Posizionamento rapido in X a diametro 50mm vicino al pezzo)
N25 G1 X42.828 F1.   (Lavorazione in avanzamento programmato a F1.0 fino a diametro 42.828mm)
N26 X40. Z0.         (Lavorazione in interpolazione lineare per eseguire lo smusso o l'invito a Z0)
N27 X-1.6            (Spianatura frontale passando oltre il centro del pezzo a diametro -1.6mm)
N28 X1.228 Z1.414    (Disimpegno utensile in diagonale per staccarsi dalla faccia appena spianata)
N29 G0 X70.          (Allontanamento rapido in sicurezza a diametro 70mm)
N30 Z9.              (Allontanamento rapido in sicurezza a quota Z 9mm dal pezzo)
N31 G97 S909 M3      (Ritorno a giri fissi a 909 giri/min prima del cambio utensile o fine programma)
```

EX2

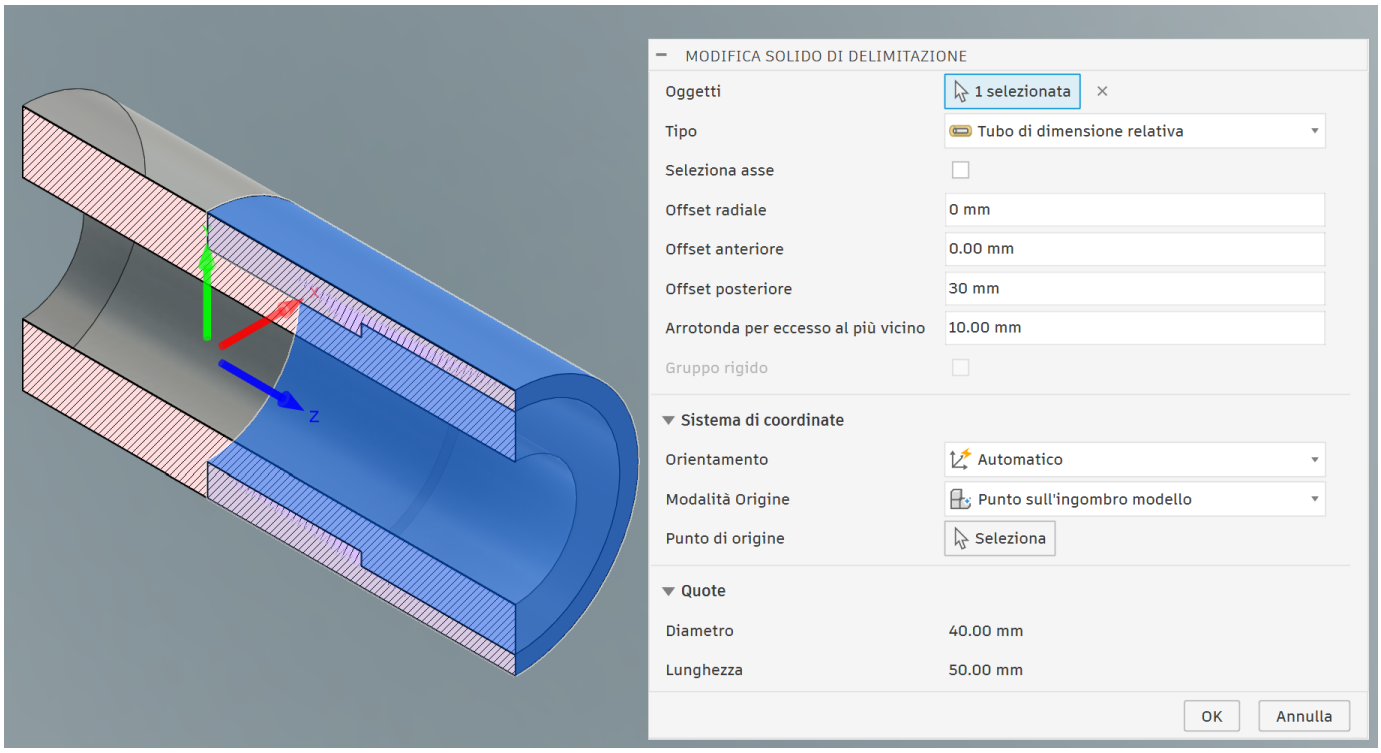
Materiale C45.

Partiamo da un grezzo già forato con diametro 20mm.



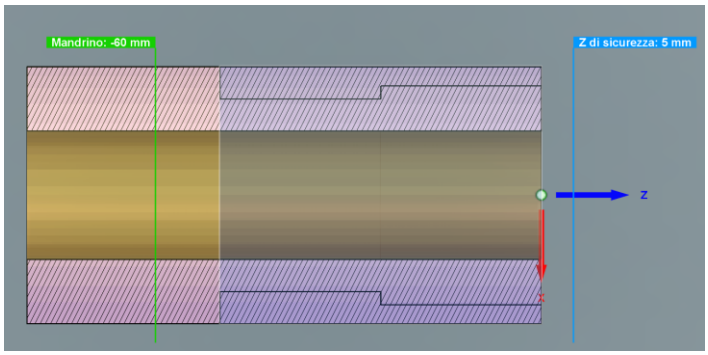


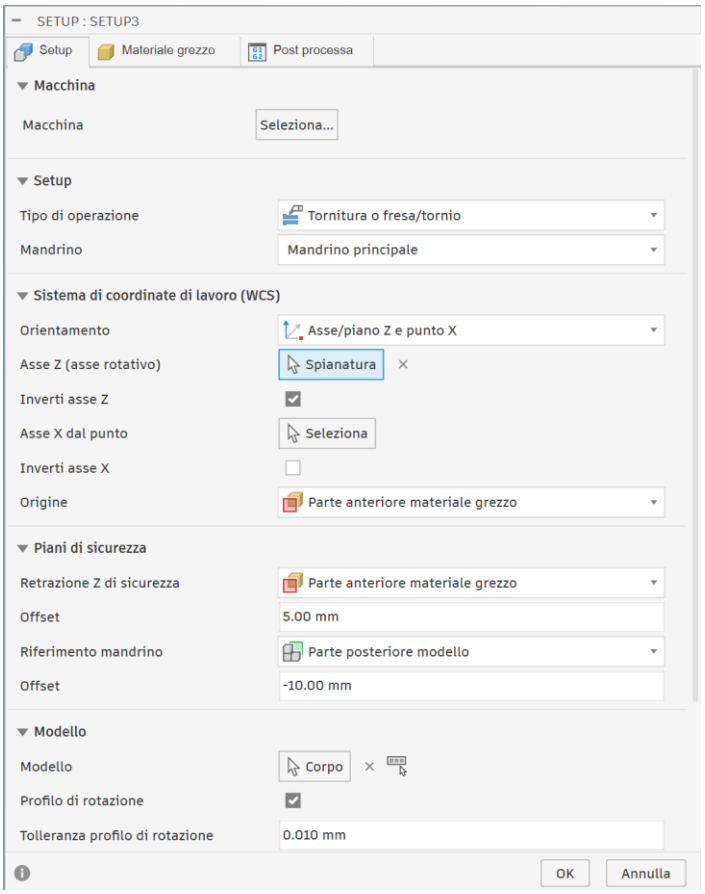
Aggiungiamo un solido di delimitazione forato che useremo come grezzo di partenza (nb: abilitare modellizzazione ibrida).



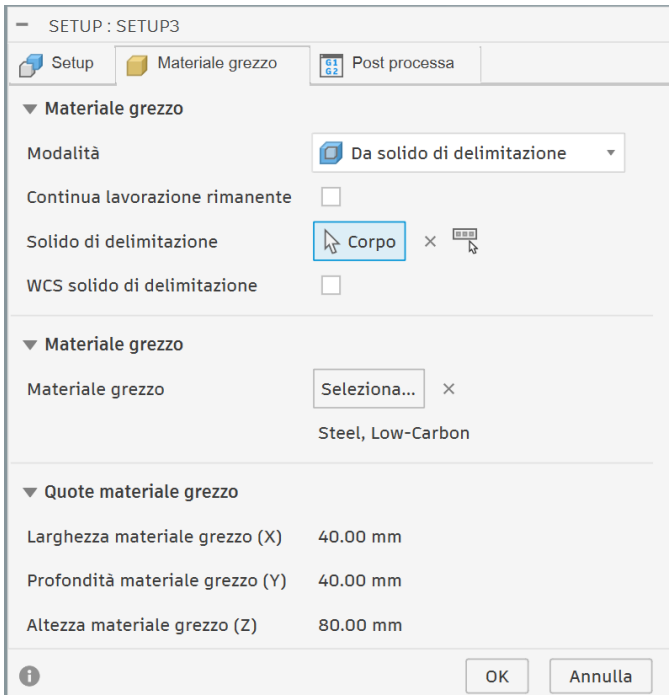
SETUP

Posizioniamo il punto di lavoro sulla faccia del pezzo finito sul punto più lontano dal mandrino.





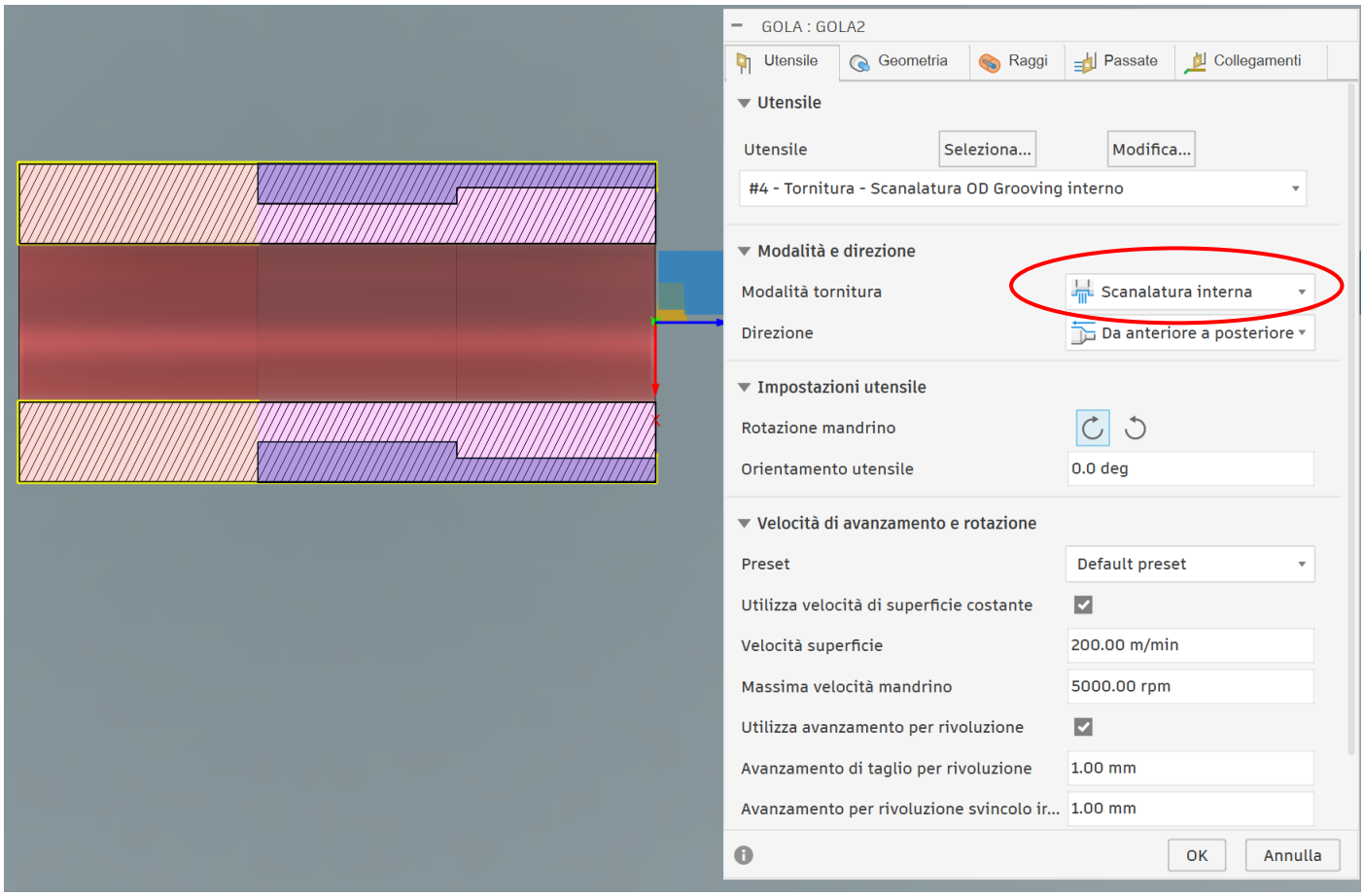
Sezioniamo il grezzo dal solido di delimitazione in modo da avere un grezzo di partenza forato.



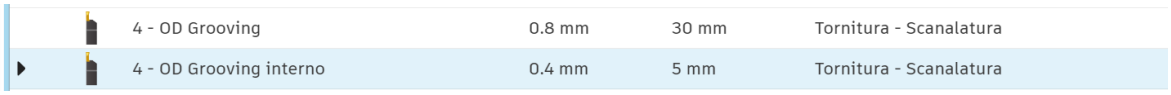
Per eseguire una gola interna usiamo un **utensile per gole (Turning Grooving)** che deve essere configurato opportunamente.



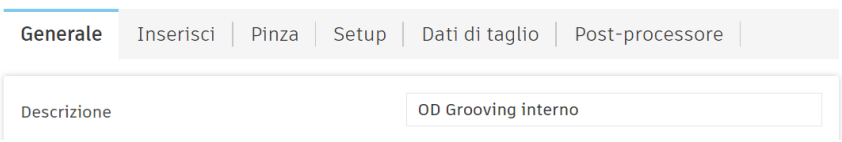
AGGIUNGIAMO LA FASE DI ESECUZIONE DELLA GOLA INTERNA.



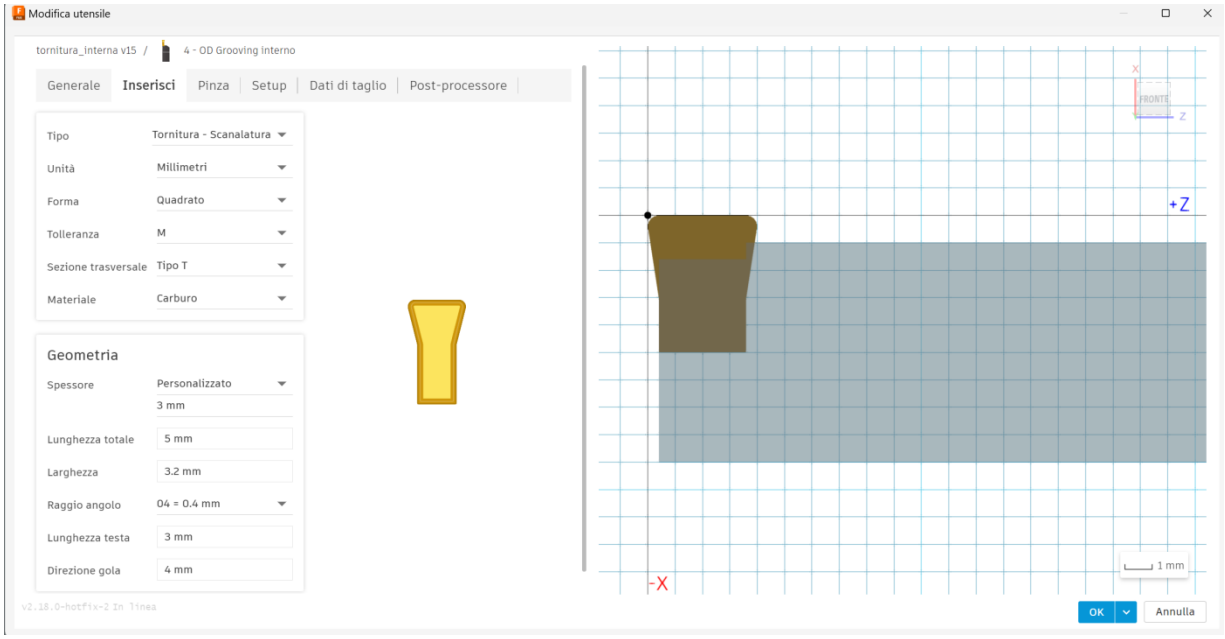
Cloniamo l'utensile per gole fornito da Fusion.



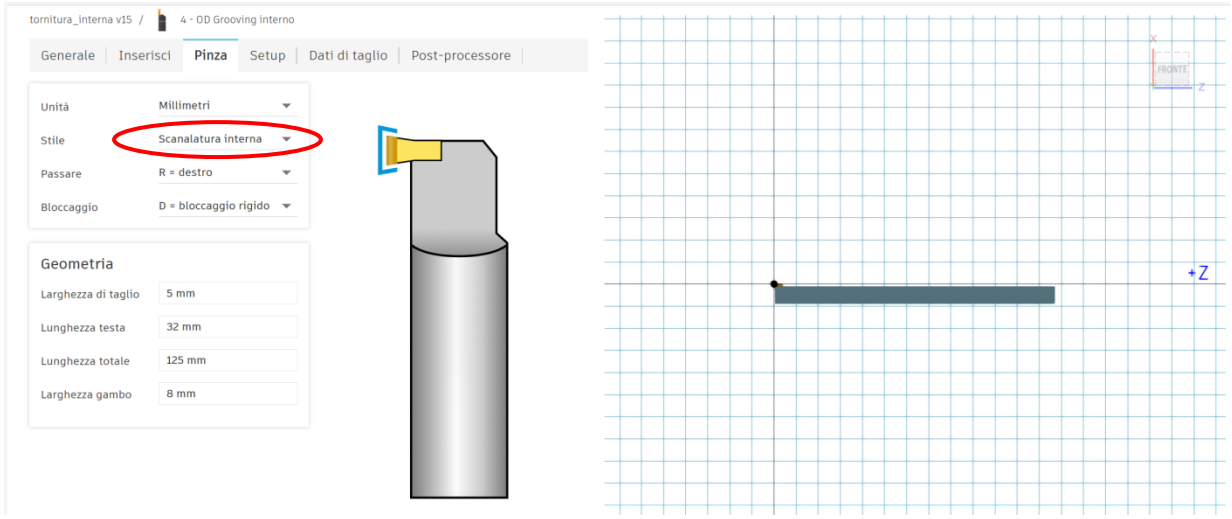
Lo chiamiamo "OD Groving interno".



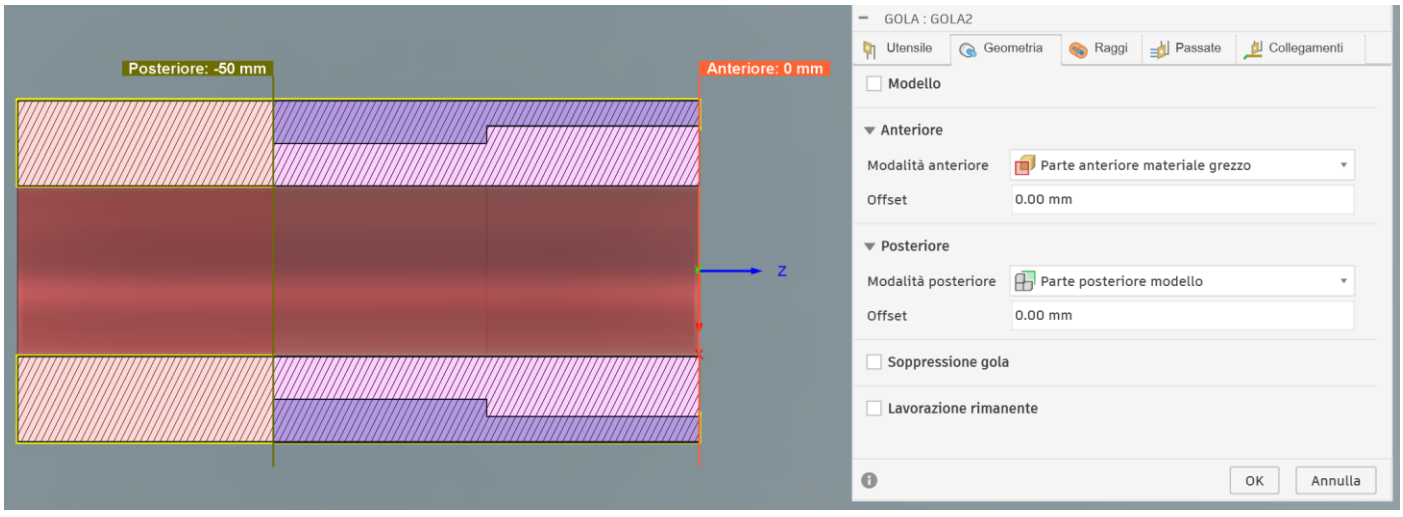
Modifichiamo i parametri dell'inserto affinché siano compatibili con il pezzo da lavorare.



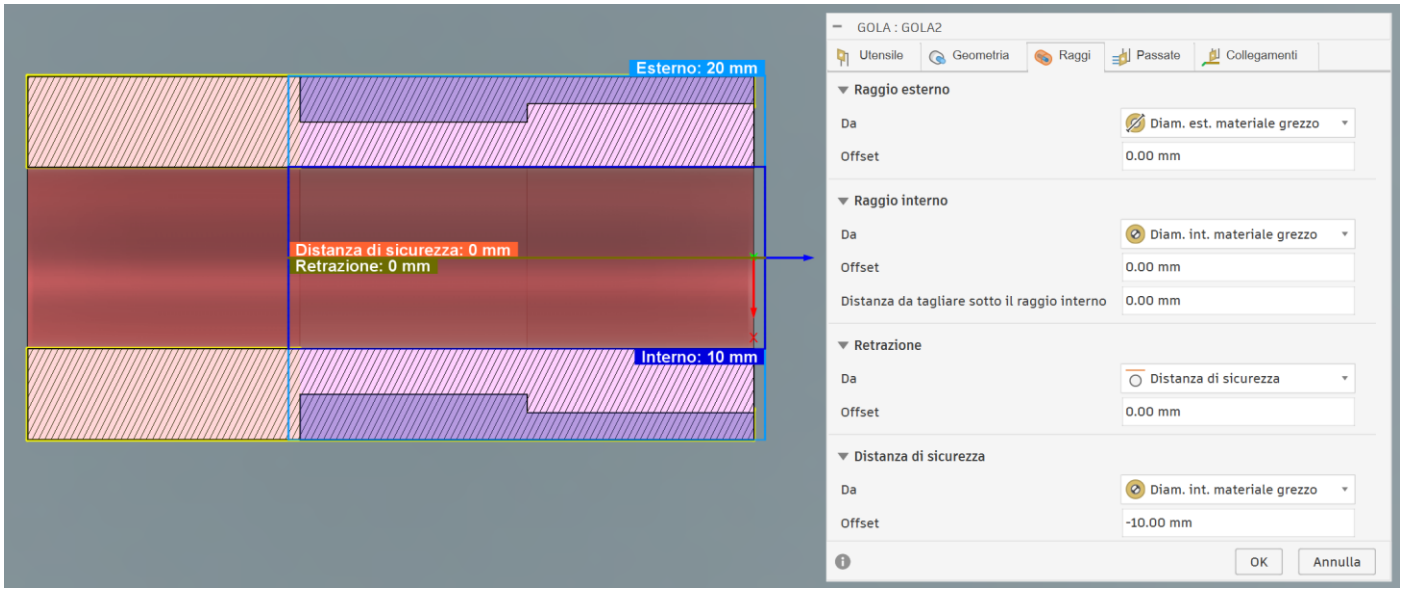
Modifichiamo i parametri della pinza affinché siano compatibili con il pezzo da lavorare.



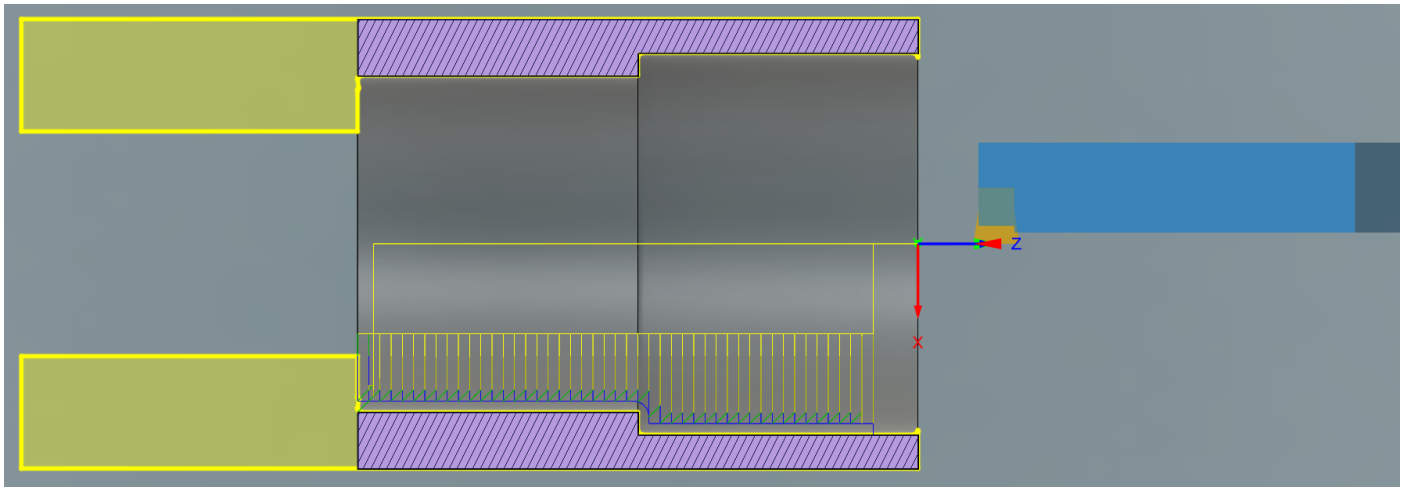
Controlliamo la geometria da lavorare



Controlliamo le distanze di lavoro e di sicurezza.



Verifichiamo le passate attraverso la simulazione.



ESERCIZIO

CNC

FRESATURA

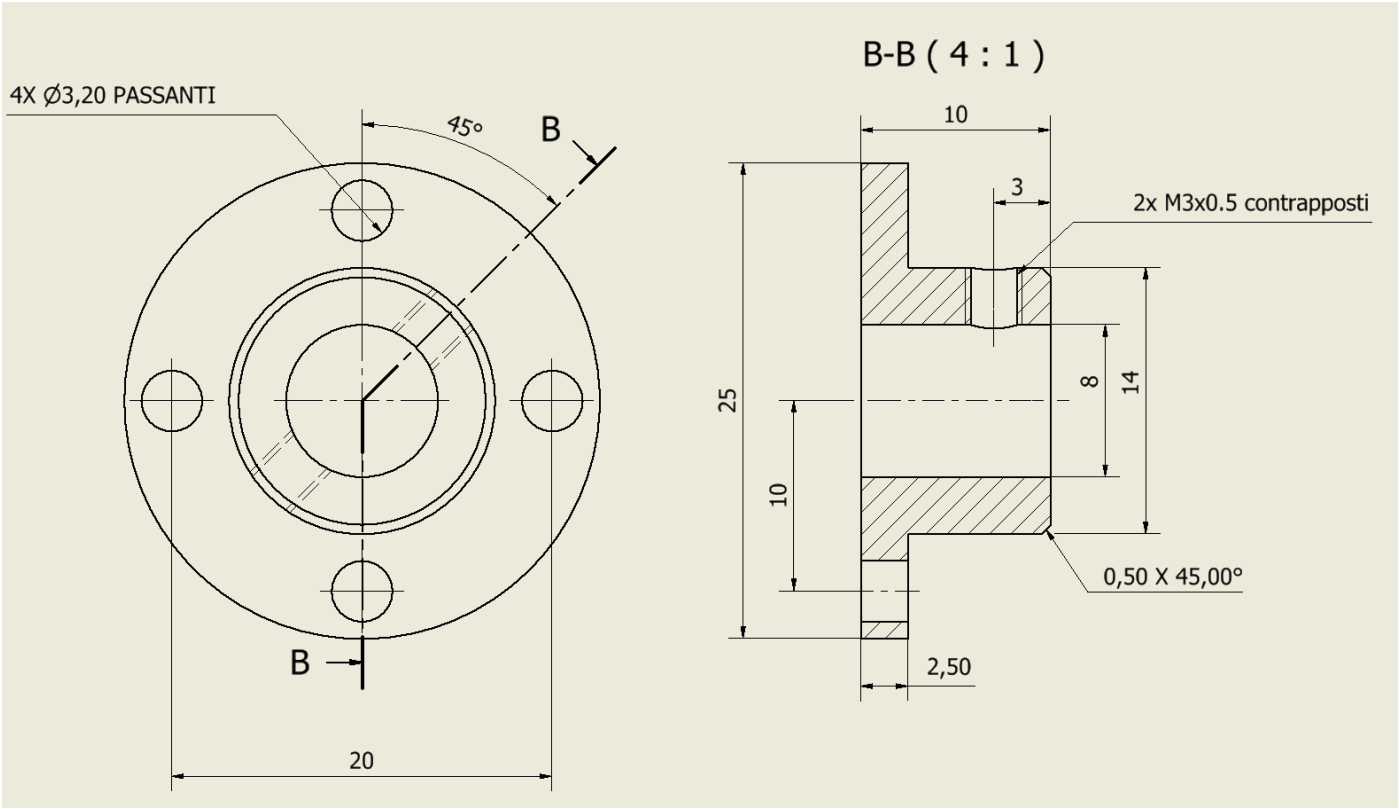


GIUNTO PER ALBERI DA 8MM

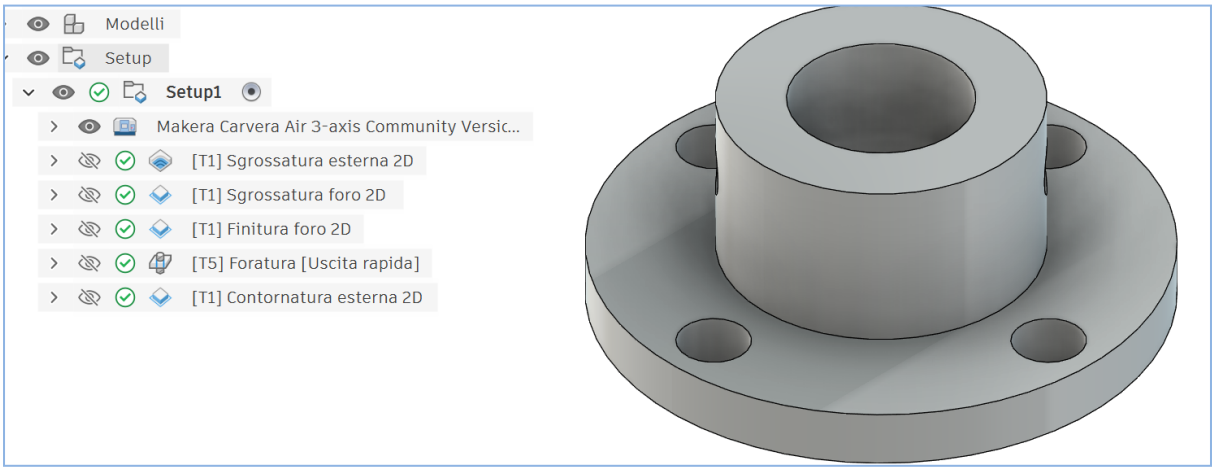
Per un albero da 8 mm accoppiato con un giunto a dischi, la tolleranza consigliata dipende dal sistema di fissaggio del mozzo. Assumendo come standard industriale che il foro del giunto sia lavorato in classe H7, si distinguono due configurazioni principali:

- *Giunto con bloccaggio a morsetto (Clamp) o calettatore*
  I giunti di precisione utilizzano mozzi a morsetto che stringono l'albero radialmente. L'albero deve entrare facilmente ma senza gioco eccessivo prima del serraggio.
  - Tolleranza dell'albero consigliata: h6 (o g6 per montaggi più liberi)
  - Tipo di accoppiamento (H7/h6): Gioco minimo 0 µm – Gioco massimo +24 µm
  - Dimensioni reali albero Ø 8mm h6: da 7,991 mm a 8,000 mm (0 / -9 µm)

- *Giunto con bloccaggio a chiavetta o accoppiamento fisso*
  Se la trasmissione avviene tramite chiavetta/linguetta, si sceglie un accoppiamento di transizione o leggera interferenza per evitare l'usura da micro-slittamenti (fretting).
  - Tolleranza dell'albero consigliata: k6 (o m6 per maggiore stabilità)
  - Tipo di accoppiamento (H7/k6): Accoppiamento incerto (da 6 µm di interferenza a 15 µm di gioco)
  - Dimensioni reali albero Ø 8mm k6: da 8,001 mm a 8,010 mm (+1 / +10 µm)

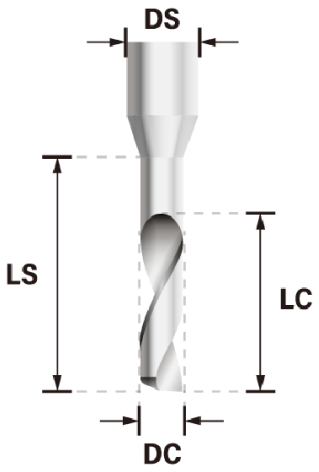


SEQUENZA DELLE LAVORAZIONI DA EFFETTUARE



Per realizzare il pezzo ci servono solo due utensili della MAKERA che hanno già dei *preset* per alluminio.

Nome	Diametro	Lunghezza tagliente	Lunghezza totale	Tipo
disco_8mm_v2 v2				
5 - ∅3mm 118° (3*12mm Drill)	3 mm	12 mm	38 mm	Foratura
1 - ∅3.175mm (Spiral O Metal 3.175*12mm)	3.175 mm	12 mm	38 mm	Fresa a candela



Name	3.175*1.5*6mm Flat End(Metal)
Number	4
Type	Flat End
Handle Diameter(DS)	3.175
Shoulder Length(LS)	6
Flute Length(LC)	6
Diameter(DC)	1.5

Parametri di taglio

- **Spindle Speed:** Velocità del mandrino
- **FeedRate:** Velocità di avanzamento
- **Plunge Rate:** Velocità di affondo / Velocità di penetrazione
- **Step Down:** Incremento in Z / Profondità di passata
- **Step Over:** Incremento laterale / Passo laterale

Material	Spindle Speed	FeedRate	Plunge Rate	Step Down	Step Over
7075 Aluminum	12000	500	200	0.1	0.94

Una fresa a candela a testa piatta monotagliente è l'utensile ideale per la lavorazione di materiali teneri e termoplastici.
La presenza di un solo tagliente permette di avere un'elica estremamente ampia, fondamentale per scaricare rapidamente il truciolo ed evitare che il materiale si fonda o si impasti sulla fresa.

La lavorazione più importante che deve garantire la tolleranza del foro interno è quella di finitura 2D.

Per la finitura di un foro su una piastra di alluminio da 4 mm con soli 0,1 mm di sovrametallo radiale sulla Carvera Air, la strategia ottimale è eseguire un'unica passata a tutta profondità (4 mm), o meglio 4,1 - 4,2 mm per garantire il superamento completo dello spessore inferiore ed evitare bave sul fondo.

Con un impegno radiale (a_e) di 0,1 mm, il carico di taglio laterale sul mandrino della Carvera Air è minimo.
Dividere la finitura in più passate in Z (es. stepdown da 1 mm) non porta vantaggi di rigidità e lascia inevitabilmente dei segni circonferenziali di "scalino" (witness marks) sulle pareti del foro a ogni livello di discesa.

Strategia CAM consigliata (Autodesk Fusion)

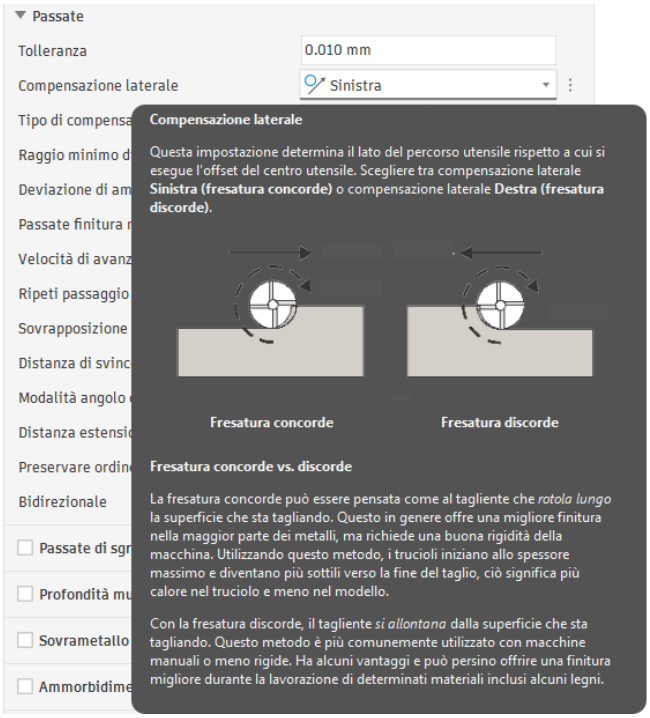
- *Utensile:*
  fresa codolo 1/8" / 3,175 mm
- *Operazione:*
  Contornatura 2D (2D Contour) invece di proseguire con una rampa elicoidale (Bore), così che la fresa lavori in modo puramente tangenziale a quota Z costante.
- *Profondità di passata (Stepdown):*
  Disattivare le "Passate multiple in profondità" (Multiple Depths), lavorando direttamente a Z = -4,2mm (se lo zero pezzo è sulla faccia superiore e sotto c'è un martire forabile).
- *Direzione di taglio:*
  Fresatura concorde (Climb milling) (in senso antiorario per un foro interno). Sull'alluminio garantisce una finitura nettamente migliore e spinge l'utensile leggermente fuori dalla parete anziché tirarlo dentro.
- *Ingresso e Uscita (Lead-In / Lead-Out):*
  Impostare un arco di ingresso tangenziale sul piano orizzontale (raggio circa 0,5 - 1 mm, angolo 90°) con rampa verticale disattivata, in modo che la fresa scenda in Z al centro del foro già sgrossato e si avvicini dolcemente alla parete a quota finale.
- *Sovrapposizione di finitura (Finishing Overlap):*
  Impostare 0,5 - 1,0 mm per evitare il segno verticale nel punto in cui l'utensile attacca e stacca dalla parete.
- Passata a vuoto (Repeat Pass / Spring Pass):
  Spuntare l'opzione "Ripeti passata di finitura" (Repeat Finishing Pass). La fresa percorrerà il profilo una seconda volta alla stessa identica quota: sulle macchine desktop questo elimina i pochi centesimi di conicità dovuti alla flessione elastica del codolo da 1/8".

Parametri di taglio di riferimento per frese a candela per metallo (Fresa 1 o 2 taglienti Ø 3,175 mm)

Parametro	Fresa 1 Tagliente (O-Flute)	Fresa 2 Taglienti (Carbide)	Note operative
Giri mandrino (n)	12.000 – 13.000 RPM	10.000 – 12.000 RPM	Evita il fondo scala se noti vibrazioni armoniche
Avanzamento al dente (f_z)	0,015 – 0,020 mm/dente	0,012 – 0,018 mm/dente	Leggermente ridotto rispetto alla sgrossatura per migliorare rugosità R_a
Avanzamento di taglio (V_f)	180 – 260 mm/min	240 – 400 mm/min	Ridurre del 20% se il diametro del foro è molto vicino a quello fresa
Impegno assiale (a_p)	4,2 mm (Tutta profondità)	4,2 mm (Tutta profondità)	Assicurarsi che il tagliente utile (LOC) sia >= 6mm
Impegno radiale (a_e)	0,1 mm	0,1 mm	Sovrametallo lasciato dalla sgrossatura

Attenzione in caso di fori piccoli (es. Ø 4 - 5 mm con fresa Ø 3,175 mm):
Quando il diametro della fresa si avvicina al diametro del foro, l'angolo di avvolgimento aumenta drasticamente e la velocità di avanzamento reale sul filo esterno del foro è molto più alta di quella calcolata sul centro fresa. In Fusion, attivare "Ottimizzazione avanzamento" (Feed Optimization) nella scheda Passate per rallentare automaticamente il movimento lungo gli archi interni stretti.

Scheda per impostare "*fresatura concorde*" *(Climb milling)*



Nota su Passate di Finitura multiple:

Se nella stessa scheda *Passate* attivi la spunta su **Passate di finitura** (*Roughing Passes* / *Finishing Passes*), assicurarsi che non sia spuntata la voce **"Entrambi i modi"** (*Both ways*), altrimenti Fusion alternerà concorde e discorde tra una passata e l'altra.

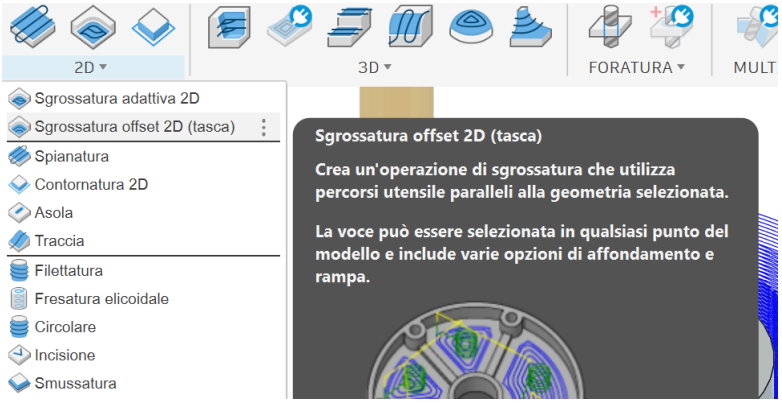
Modelli frese diametro gambo 3.175mm:

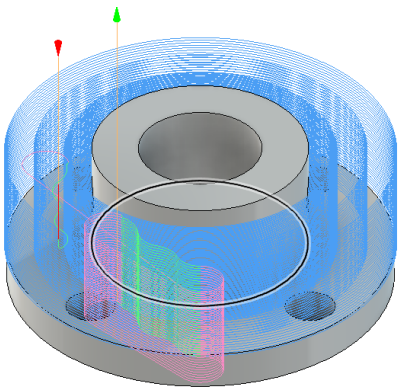


ITEM #	(D) Cutting Diameter	(D1) Shank Diameter	(L) Cutting Length	(L1) Overall Length	(Z) Flutes
3.175*1*3*38	1.0mm	3.175mm	3.0mm	38mm	1F
3.175*1*4*38	1.0mm	3.175mm	4.0mm	38mm	1F
3.175*1.5*3*38	1.5mm	3.175mm	3.0mm	38mm	1F
3.175*1.5*5*38	1.5mm	3.175mm	5.0mm	38mm	1F
3.175*1.5*6*38	1.5mm	3.175mm	6.0mm	38mm	1F
3.175*1.5*8*38	1.5mm	3.175mm	8.0mm	38mm	1F
3.175*1.5*12*38	1.5mm	3.175mm	12mm	38mm	1F
3.175*2*4*38	2.0mm	3.175mm	4.0mm	38mm	1F
3.175*2*6*38	2.0mm	3.175mm	6.0mm	38mm	1F
3.175*2*8*38	2.0mm	3.175mm	8.0mm	38mm	1F
3.175*2*10*38	2.0mm	3.175mm	10mm	38mm	1F
3.175*2*12*38	2.0mm	3.175mm	12mm	38mm	1F
3.175*2*15*38	2.0mm	3.175mm	15mm	38mm	1F
3.175*2*17*38	2.0mm	3.175mm	17mm	38mm	1F
3.175*2*22*38	2.0mm	3.175mm	22mm	38mm	1F
3.175*2.5*12*38	2.5mm	3.175mm	12mm	38mm	1F
3.175*2.5*17*38	2.5mm	3.175mm	17mm	38mm	1F
3.175*3.175*6*38	3.175mm	3.175mm	6.0mm	38mm	1F
3.175*3.175*8*38	3.175mm	3.175mm	8.0mm	38mm	1F
3.175*3.175*10*38	3.175mm	3.175mm	10mm	38mm	1F
3.175*3.175*12*38	3.175mm	3.175mm	12mm	38mm	1F
3.175*3.175*15*38	3.175mm	3.175mm	15mm	38mm	1F
3.175*3.175*17*38	3.175mm	3.175mm	17mm	38mm	1F
3.175*3.175*20*38	3.175mm	3.175mm	20mm	38mm	1F
3.175*3.175*22*38	3.175mm	3.175mm	22mm	38mm	1F
3.175*3.175*25*38	3.175mm	3.175mm	25mm	38mm	1F
3.175*3.175*28*38	3.175mm	3.175mm	28mm	38mm	1F

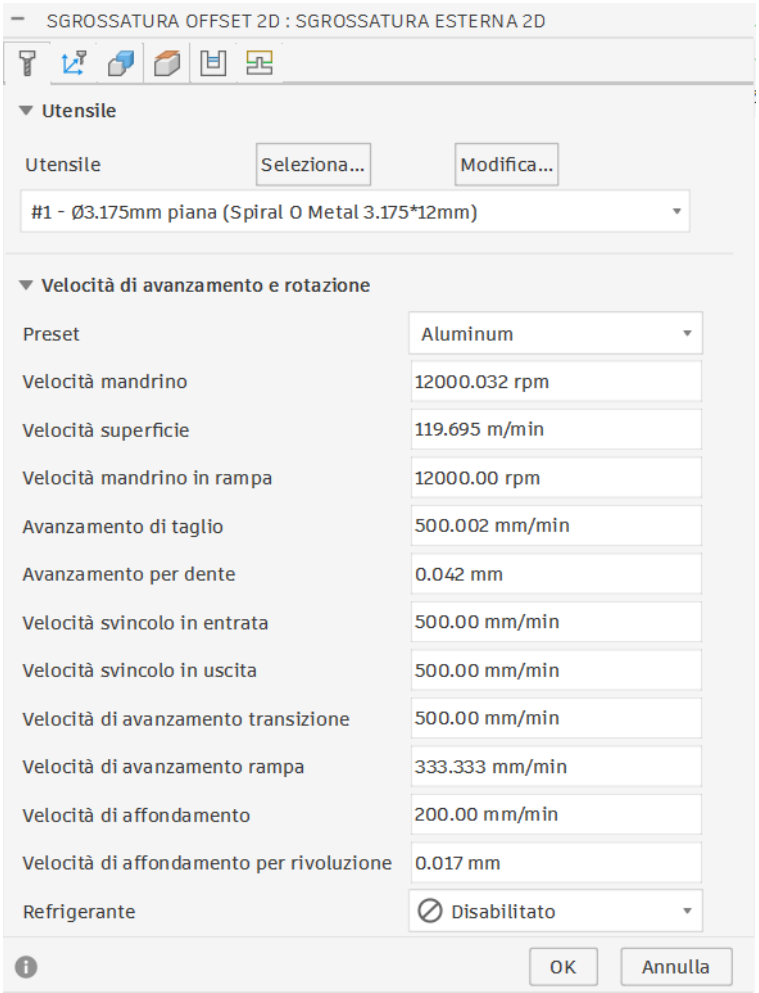
SGROSSATURA DEL FORO INTERNO

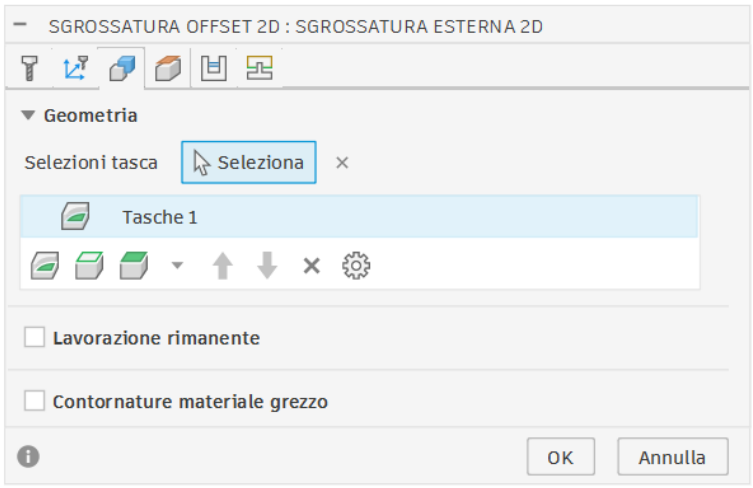
Iniziamo con una “sgrossatura tasche 2D” per eliminare il materiale intorno al cilindro.

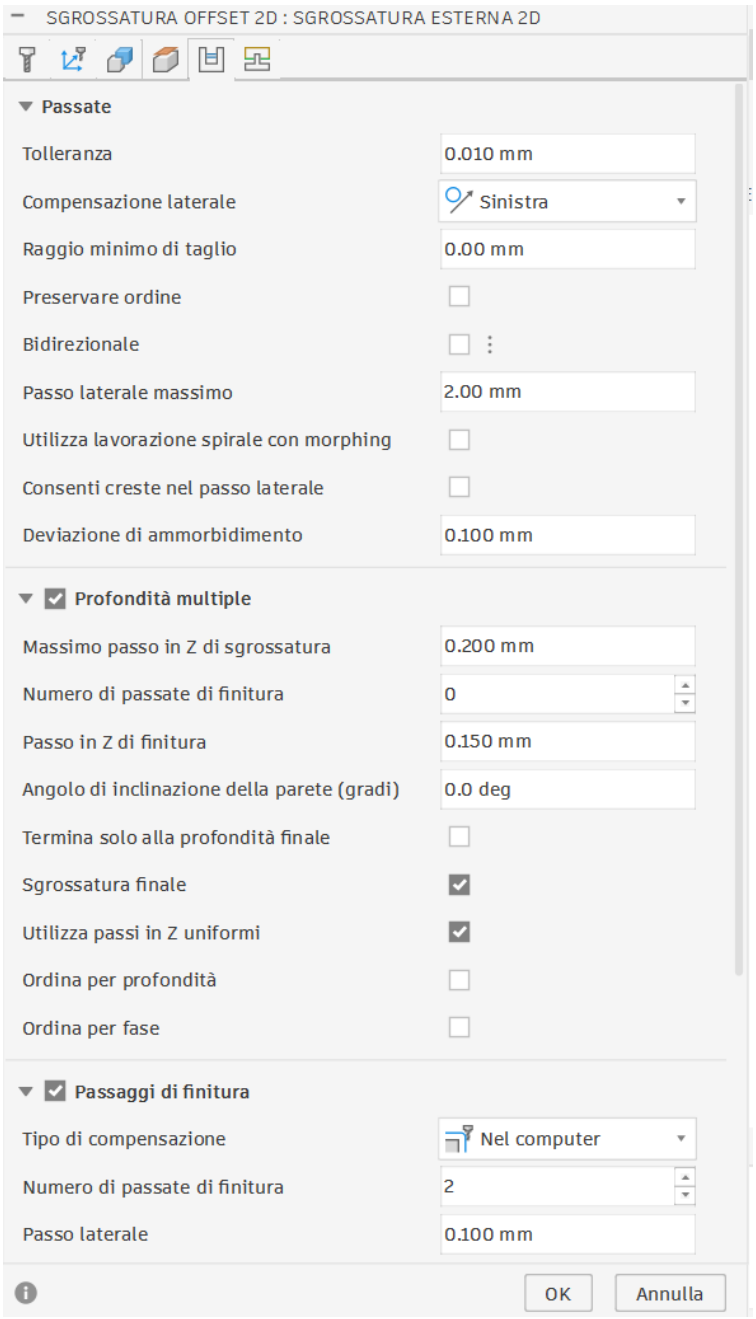


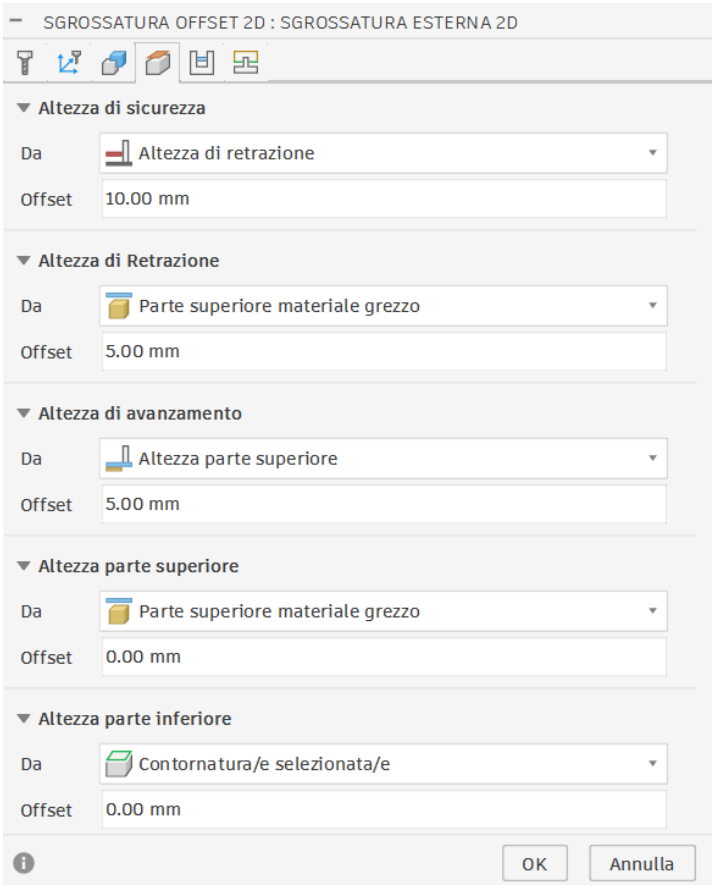


Selezioniamo *la fresa Ø 3,175 mm a un tagliente con tagliente lungo 12mm.*

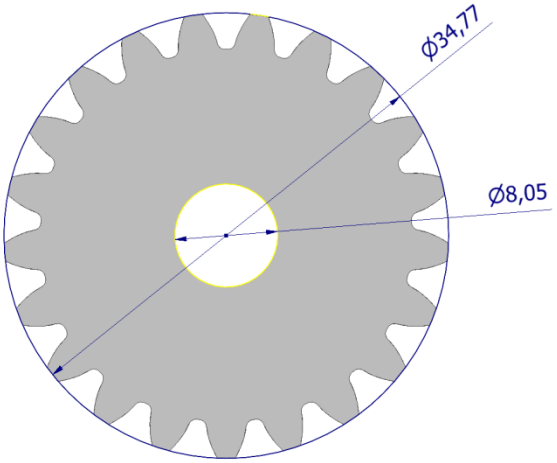



SGROSSATURA OFFSET 2D : SGROSSATURA ESTERNA 2D
Geometria
Selezioni tasca
Seleziona
Tasche 1
Lavorazione rimanente
Contornature materiale grezzo
OK
Annulla


SGROSSATURA OFFSET 2D : SGROSSATURA ESTERNA 2D
Passate
Tolleranza
0.010 mm
Compensazione laterale
Sinistra
Raggio minimo di taglio
0.00 mm
Preservare ordine
Bidirezionale
Passo laterale massimo
2.00 mm
Utilizza lavorazione spirale con morphing
Consenti creste nel passo laterale
Deviazione di ammorbidimento
0.100 mm
Profondità multiple
Massimo passo in Z di sgrossatura
0.200 mm
Numero di passate di finitura
0
Passo in Z di finitura
0.150 mm
Angolo di inclinazione della parete (gradi)
0.0 deg
Termina solo alla profondità finale
Sgrossatura finale
Utilizza passi in Z uniformi
Ordina per profondità
Ordina per fase
Passaggi di finitura
Tipo di compensazione
Nel computer
Numero di passate di finitura
2
Passo laterale
0.100 mm
OK
Annulla


SGROSSATURA OFFSET 2D : SGROSSATURA ESTERNA 2D
Altezza di sicurezza
Da
Altezza di retrazione
Offset
10.00 mm
Altezza di Retrazione
Da
Parte superiore materiale grezzo
Offset
5.00 mm
Altezza di avanzamento
Da
Altezza parte superiore
Offset
5.00 mm
Altezza parte superiore
Da
Parte superiore materiale grezzo
Offset
0.00 mm
Altezza parte inferiore
Da
Contornatura/e selezionata/e
Offset
0.00 mm
OK
Annulla

RUOTA DENTATA



Grezzo di partenza

Piatto Al 50x50x4mm

