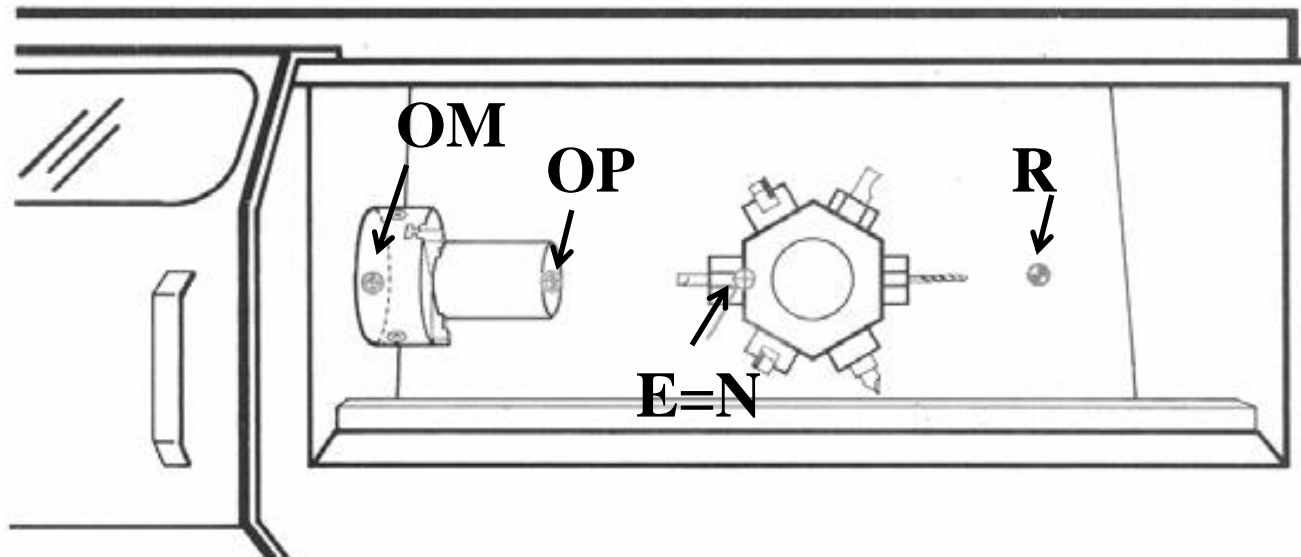


# RIFERIMENTI: ORIGINI

Nel programma si scrivono le coordinate dei punti che la punta dell'utensile deve raggiungere in ogni suo spostamento. Come sistema di coordinate si utilizzano gli assi controllati della macchina CNC (X, Y, Z, A, B, C, U, V, W..) Per poter calcolare le coordinate di programmazione occorre definire **alcuni punti di riferimento** sulla macchina, sul pezzo e sull'utensile.



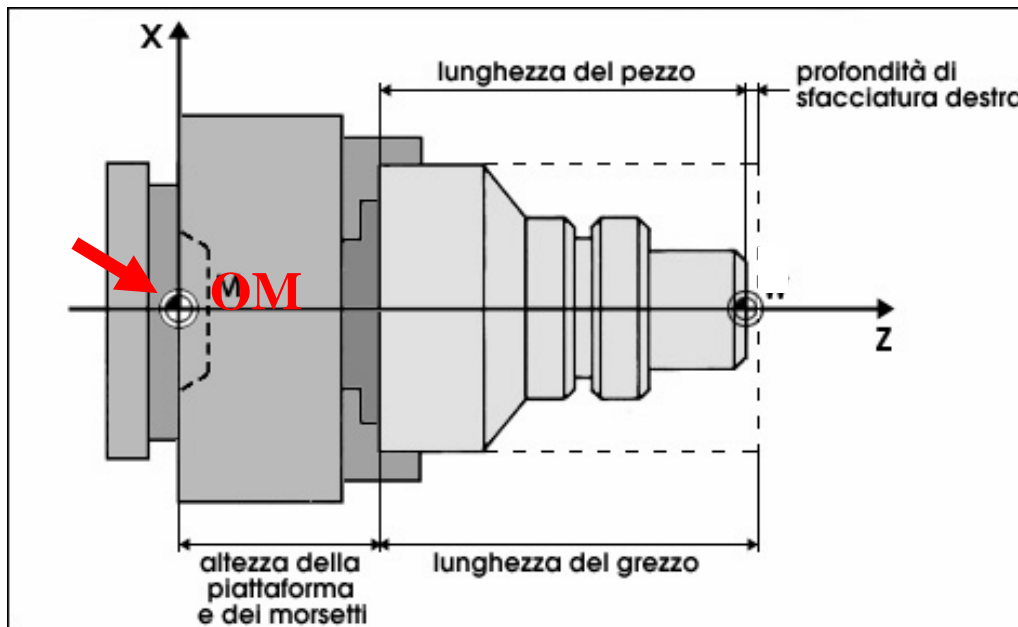
- zero macchina OM
- punto di riferimento R
- zero pezzo OP
- zero utensile E
- zero innesto N

# ZERO MACCHINA

Il controllo numerico è dotato di un proprio sistema di riferimento Oxyz con una propria origine O, detta **ZERO MACCHINA OM**, da cui parte a **misurare le coordinate**.

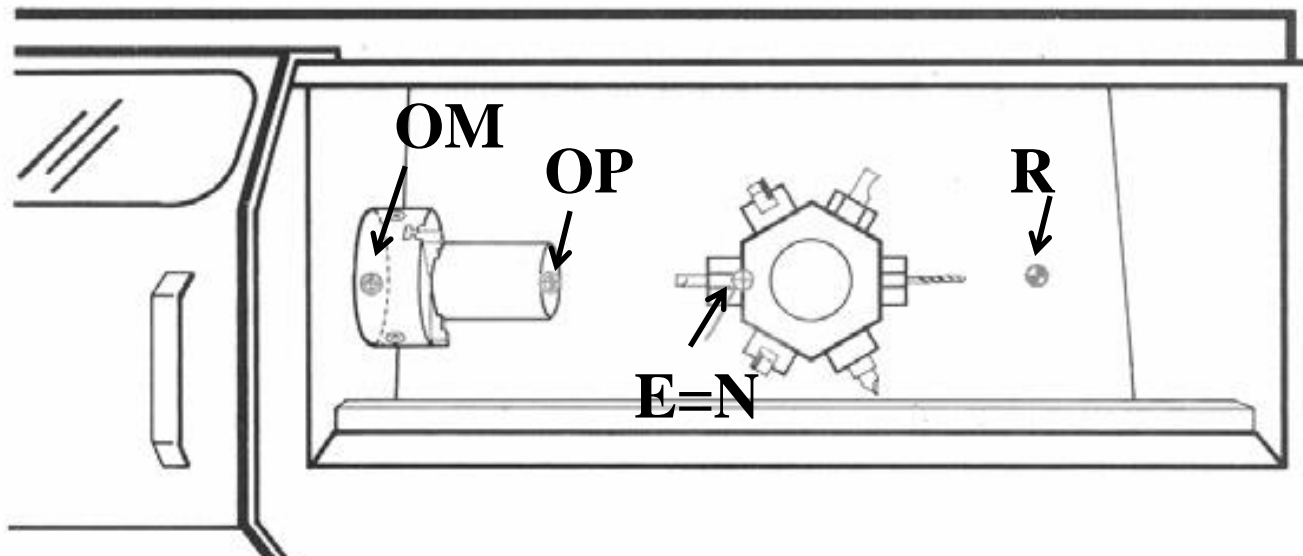
La posizione del punto OM è definita **dal costruttore**.

OM è l'unica origine conosciuta dal CN, e quella a cui i trasduttori di posizione riferiscono le proprie misure effettuate.



Nel tornio OM si trova **sul naso del mandrino**, dove si fissa l'autocentrante (in Z) e in corrispondenza dell'asse del mandrino (in X)

# PUNTO DI RIFERIMENTO R

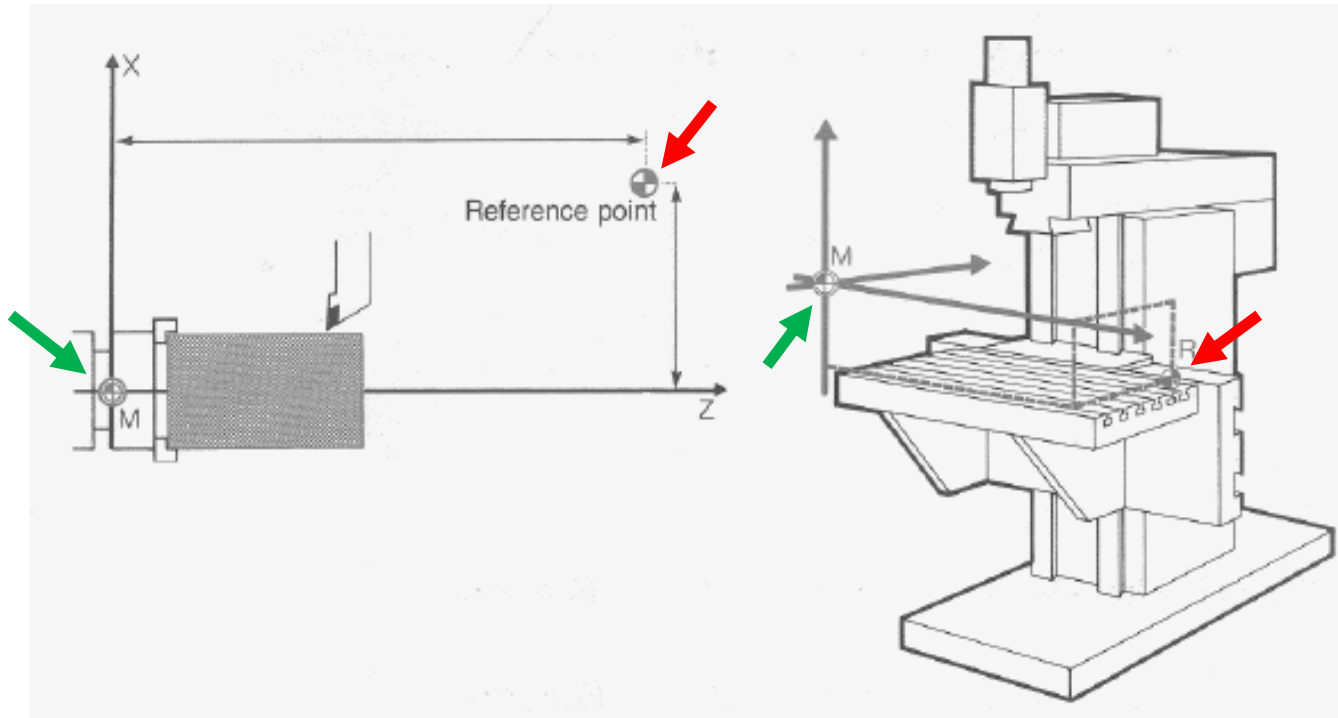


**R è il punto in cui si portano gli assi all'accensione della MUCNC** con l'operazione di zero home (se MUCNC ha **trasduttori incrementali**)

**R è predefinito sulla MUCNC** e si trova lontano dalla zona di lavoro per facilitare il montaggio/smontaggio degli utensili e del pezzo.

**R e OM non coincidono**, quindi all'accensione gli assi vengono portati in un punto di coordinate diverse da zero (R).

# RIFERIMENTO R E ZERO MACCHINA OM



**Il CNC effettua l'azzeramento automatico sul punto fisso di riferimento R (origine di riferimento fissa per ogni asse)**

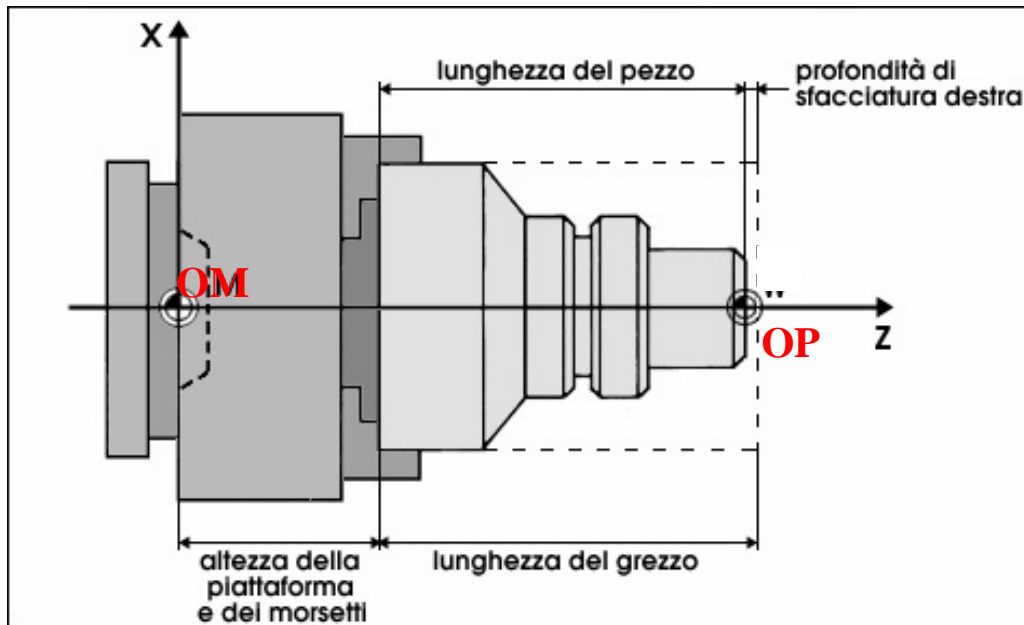
# ZERO PEZZO

**Il programmatore** fissa una nuova origine **OP** sul pezzo, a piacimento.

**Tutte le coordinate del programma saranno riferite a OP (non a OM).**

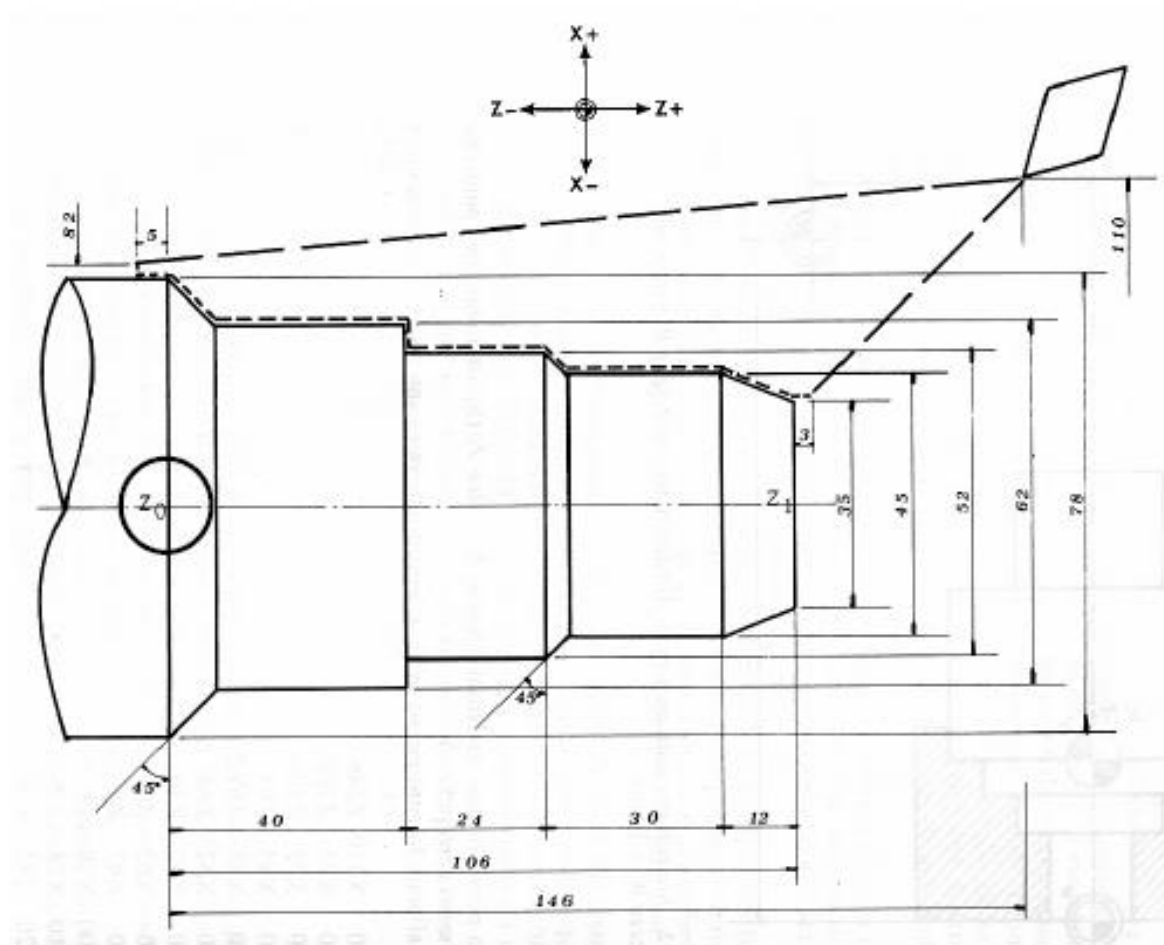
Spostando l'origine da **OM** a **OP**, il programmatore fa in modo che **le coordinate di programmazione coincidano con le quote del disegno.**

Nel tornio: **OP** in **X** viene lasciato in corrispondenza dell'asse del pezzo, **in Z viene invece spostato sulla superficie finita in testa al pezzo.**



**Con le quote Z positive l'utensile è fuori dal pezzo.**

# Coordinate riferite a OM



**X110 Z146**

**X35 Z109**

**X35 Z106**

**X45 Z94**

**X45 Z67.5**

**X52 Z64**

**X52 Z40**

**X62 Z40**

**X62 Z8**

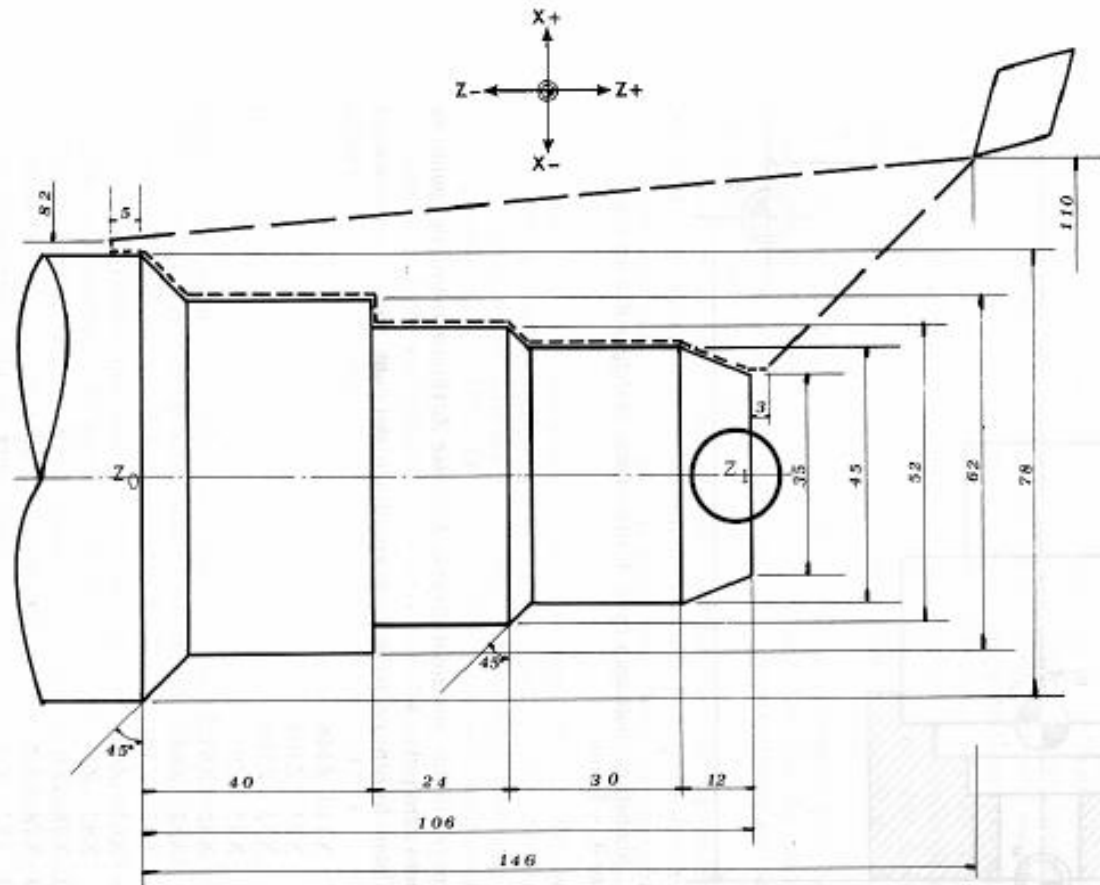
**X78 Z0**

**X78 Z-5**

**X82 Z-5**

**X110 Z146**

# Coordinate dello stesso pezzo riferite a OP

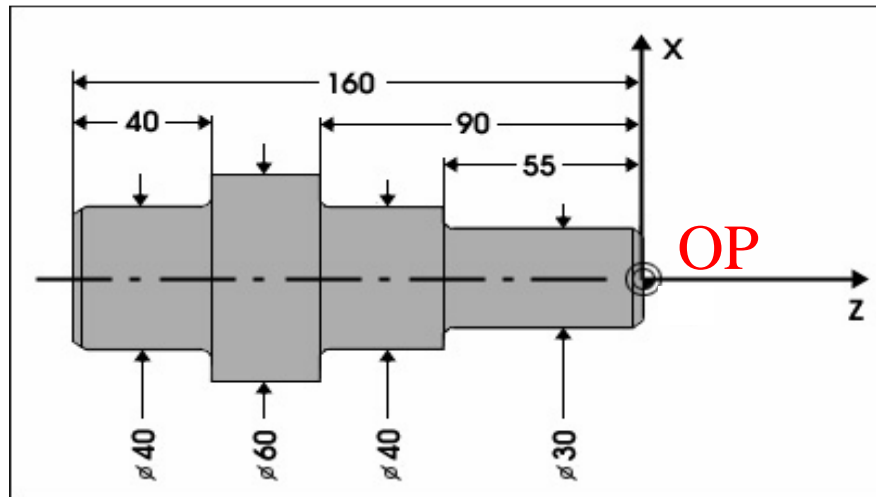


- X110 Z40
- X35 Z3
- X35 Z0
- X45 Z-12
- X45 Z-38.5
- X52 Z-42
- X52 Z-66
- X62 Z-66
- X62 Z-98
- X78 Z-106
- X78 Z-111
- X82 Z-111
- X110 Z40

**Scrivere il programma rispetto OM sarebbe scomodo perché le coordinate Z di uno stesso pezzo cambiano al cambiare del suo piazzamento.**

Introdurre un'origine per la programmazione OP sul pezzo rende invece il programma indipendente dal piazzamento del pezzo:

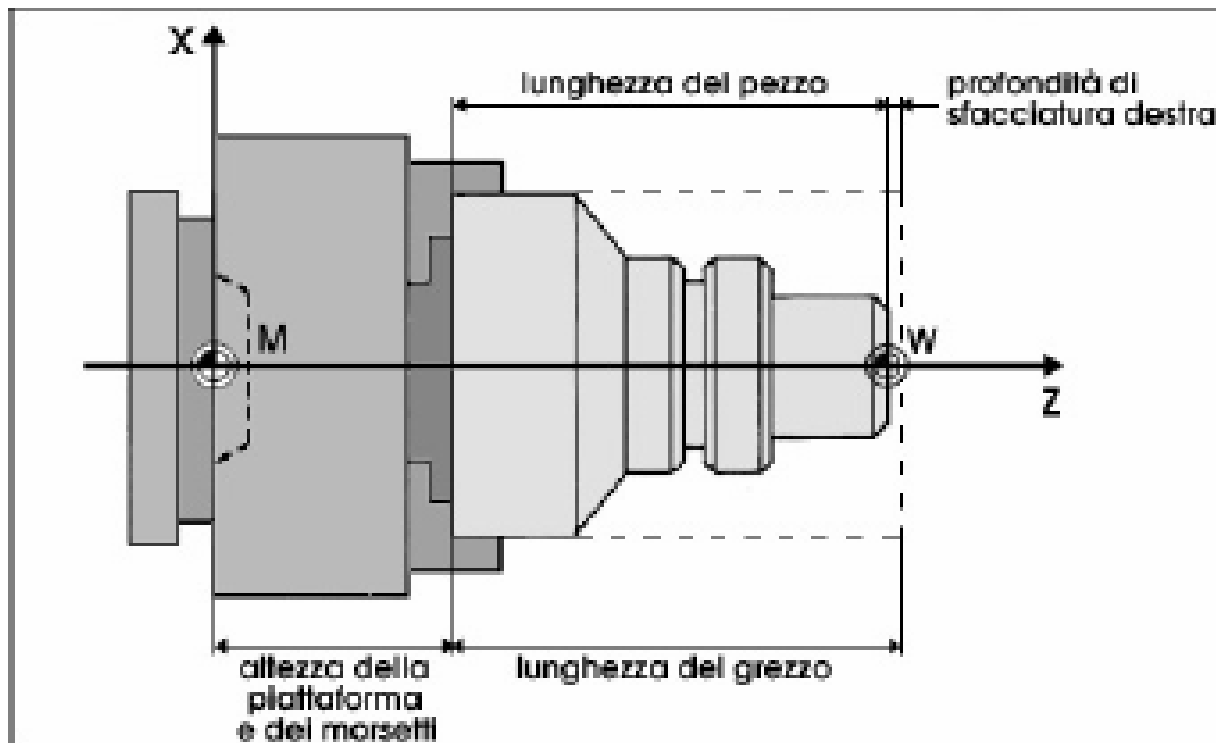
- il programmatore compila il programma prescindendo dal fissaggio del pezzo
- il programma può essere ripreso a distanza di tempo per il lancio di un nuovo lotto di pezzi, per il quale sarebbe impossibile ripetere lo stesso posizionamento del pezzo



**Naturalmente all'inizio del programma occorre comunicare al CN la nuova posizione di OP** (rispetto a OM). Ciò viene fatto non dal programmatore, ma **dall'operatore** addetto alla MUCNC: dopo che ha montato il grezzo misura lo sbalzo dello OP e lo inserisce nell'UdG. Tale procedura è detta **definizione dello zero pezzo**.



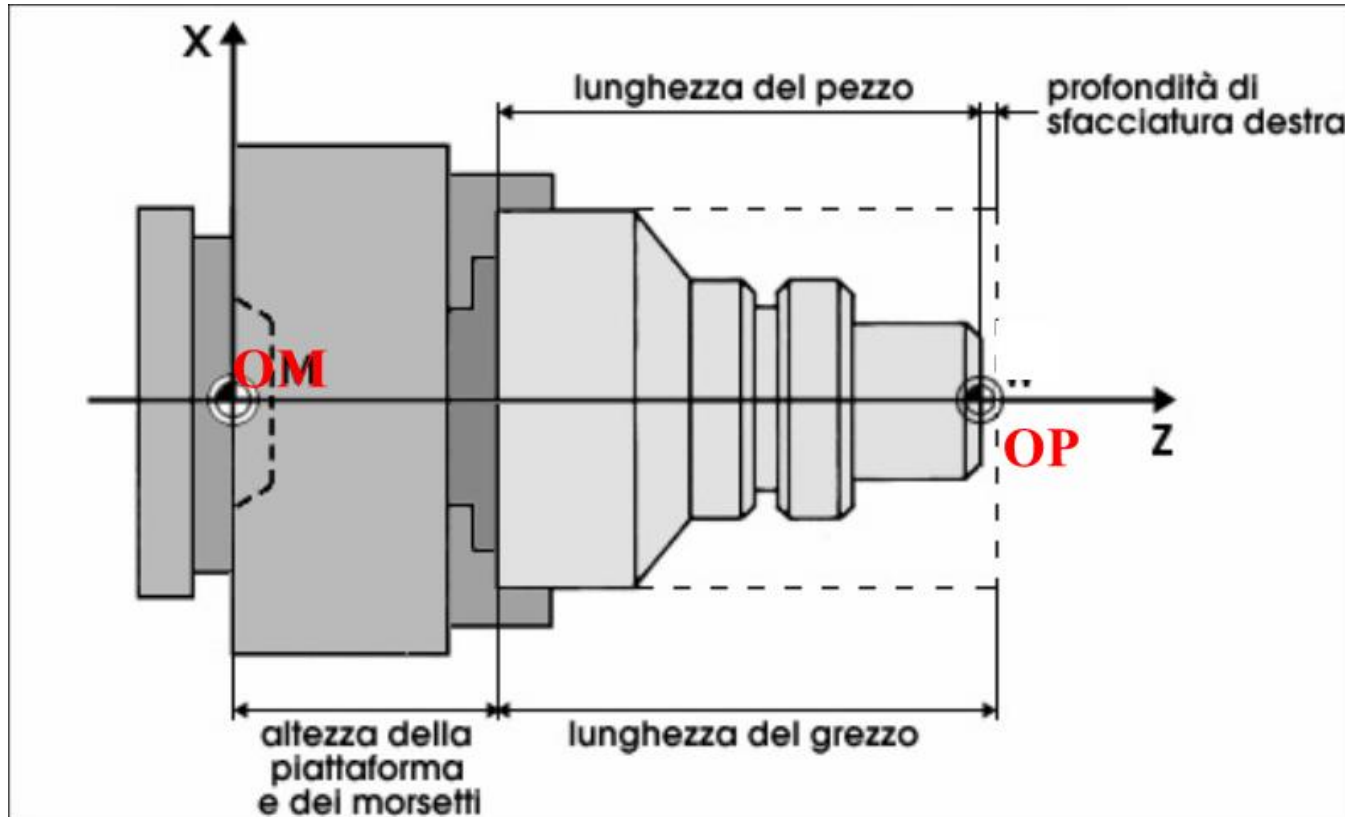
Il programmatore comunica all'operatore in quale punto ha spostato lo OP.  
L'operatore misura col calibro la posizione di OP e la inserisce nell'UdG



L'operatore però monta non il pezzo finito, ma il grezzo e quindi misura col calibro lo sbalzo del grezzo.

**Se il programma prevede che il pezzo vada intestato, allora lo OP sarà arretrato rispetto allo sbalzo del grezzo** di una quantità pari al sovrametallo d'intestatura.

Se invece non serve l'intestatura, OP è proprio pari allo sbalzo del grezzo montato.

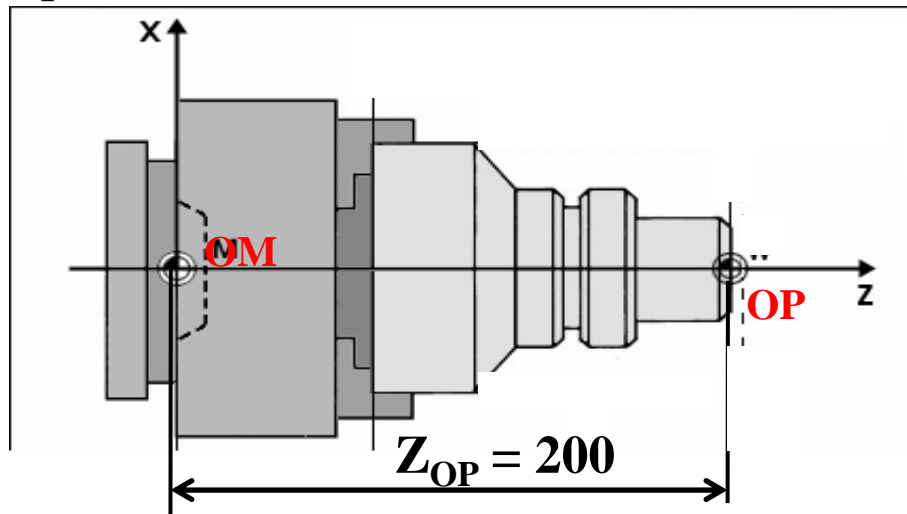


# Traslazione origine (G59) e definizione dello zero pezzo

Il CN ragiona sullo OM. La programmazione è riferita allo zero pezzo OP.

Perché il CN sposti l'utensile sul percorso programmato (con coordinate riferite a OP), all'inizio del programma si deve comunicare al CN che si è effettuata una traslazione dell'origine da OM a OP (cioè che le coordinate del programma si riferiscono a OP).

Per fare ciò si usa la funzione G59 in cui si scrivono le coordinate  $X_{OP}$  e  $Z_{OP}$  dello OP rispetto a OM.



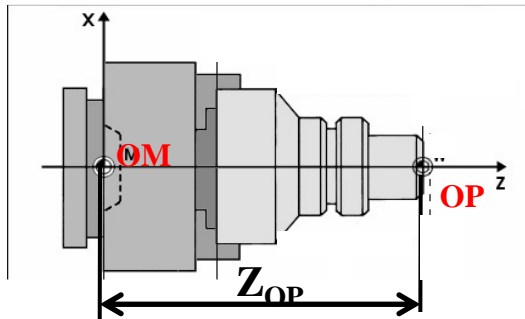
Sia OP sia OM si trovano in X sull'asse del mandrino, quindi in X lo zero non viene spostato:  $X_{OP} = 0$ .  
In Z supponiamo  $Z_{OP} = 200$  (misurato col calibro)

## N30 G59 Z200

A partire da questo blocco tutte le coordinate del programma saranno riferite a OP. Fino al blocco N29 il punto di coordinate X0 e Z0 sarà lo OM; dal blocco N31 in poi il punto di coordinate X0 e Z0 sarà diventato lo OP.

# Traslazione origine (G59)

Non è il programmatore che deve scrivere le coordinate  $X_{OP}$   $Y_{OP}$   $Z_{OP}$  nel blocco con G59, ma l'operatore. Il programmatore informa l'operatore su dove ha scelto di posizionare OP sul pezzo; l'operatore alla macchina attraverso la procedura di definizione zero pezzo, dopo aver fissato il grezzo, misura sperimentalmente le coordinate da inserire nel G59 e le inserisce da console.



**Il programma è scritto riferendosi a OP, ma il CN ragiona sempre sulle coordinate del sistema di riferimento macchina OM.**

Anche i trasduttori forniscono misure di posizione riferite a OM.

**E' il CN che legge le coordinate del programma (riferite a OP) e se le riporta automaticamente riferite a OM eseguendo una somma:**

$$X_M = X_P + X_{OP}$$

$$Y_M = Y_P + Y_{OP}$$

$$Z_M = Z_P + Z_{OP}$$

# PUNTI E, N

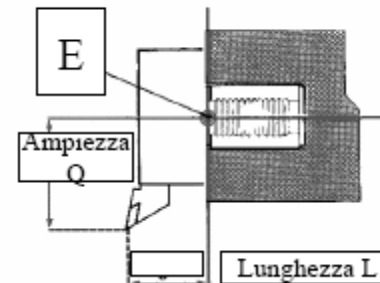
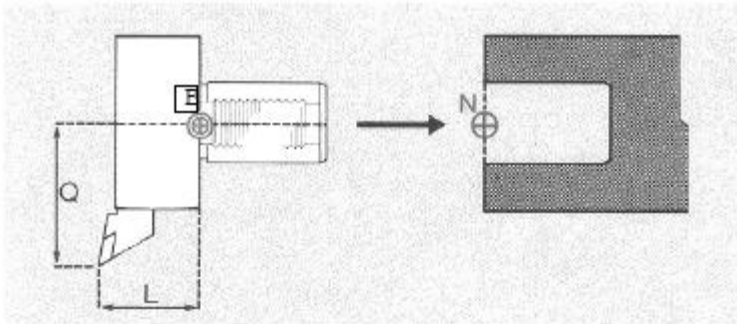
**Nel programma si scrivono gli spostamenti della punta dell'utensile, ma il CN comanda e controlla un punto N della torretta (tornio).**

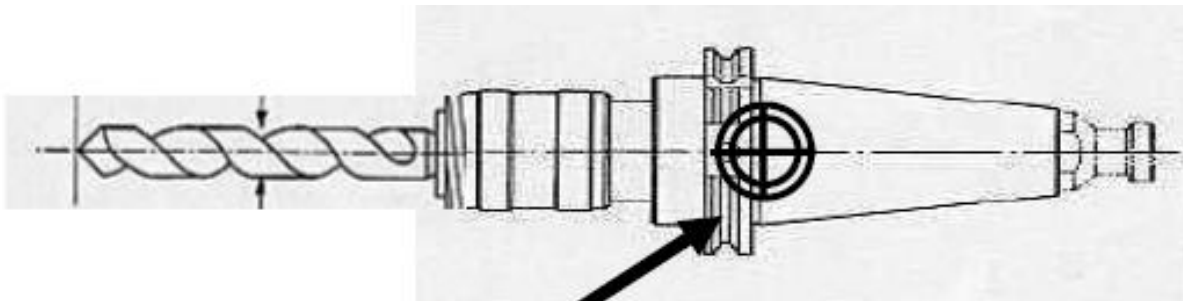
**Il CN deve quindi conoscere lo sbalzo dell'utensile dal punto N per adeguare la posizione della torretta a seconda di quanto è lungo l'utensile. Se l'utensile è più lungo deve tenere la torretta più lontana dal pezzo, se è più corto la tiene più vicina. **Le dimensioni dell'utensile sono memorizzate** in una tabella esterna al programma, in indirizzi di memoria detti **correttori utensili**.**

Ad ogni utensile è associato il suo correttore. In pratica attivando il correttore il CN esegue una traslazione dalla punta dell'utensile a N.

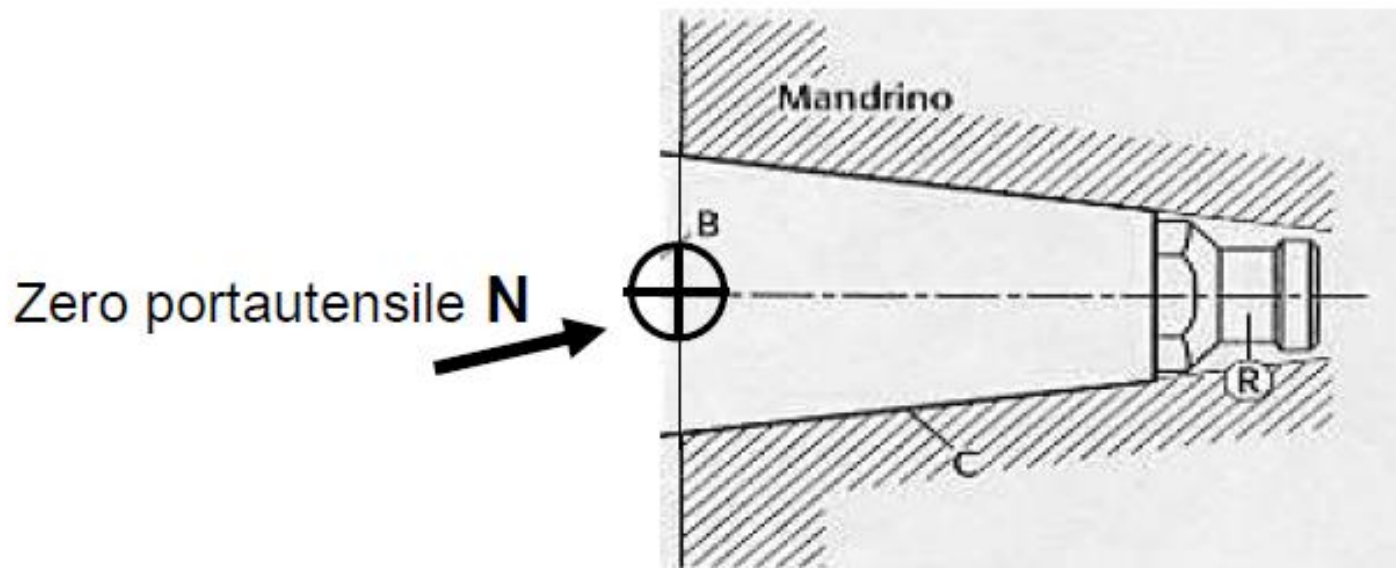
**E (zero utensile) è il punto sul portautensile rispetto al quale si misurano le sporgenze dell'utensile nel presetting.**

**All'innesto  $E \equiv N$ .**





Zero utensile **E**



Zero portautensile **N**

Differenze tra programma/CN	CN	Programma	Soluzione
<b>ORIGINE ASSI</b>	OM	OP	<b>G59</b>
<b>PUNTO CONTROLLATO</b>	E=N su torretta(tornio) E=N su mandrino (fresa)	Punta di utensile (tornio) Faccia sotto della fresa	<b>CORRETTORI UTENSILI</b>


Il CN riporta le coordinate scritte nel programma (della punta di ut. misurate da OP) al suo sistema di riferimento (coordinate del punto N rispetto OM) eseguendo una somma

**Coordinate CN = coordinate programma + valore registrato in G59 + valore registrato nel correttore utensile**

# **Programmazione ISO/EIA**



Il programma è un **listato** (sequenza di tante righe) di istruzioni scritto in apposito linguaggio alfanumerico ISO/EIA

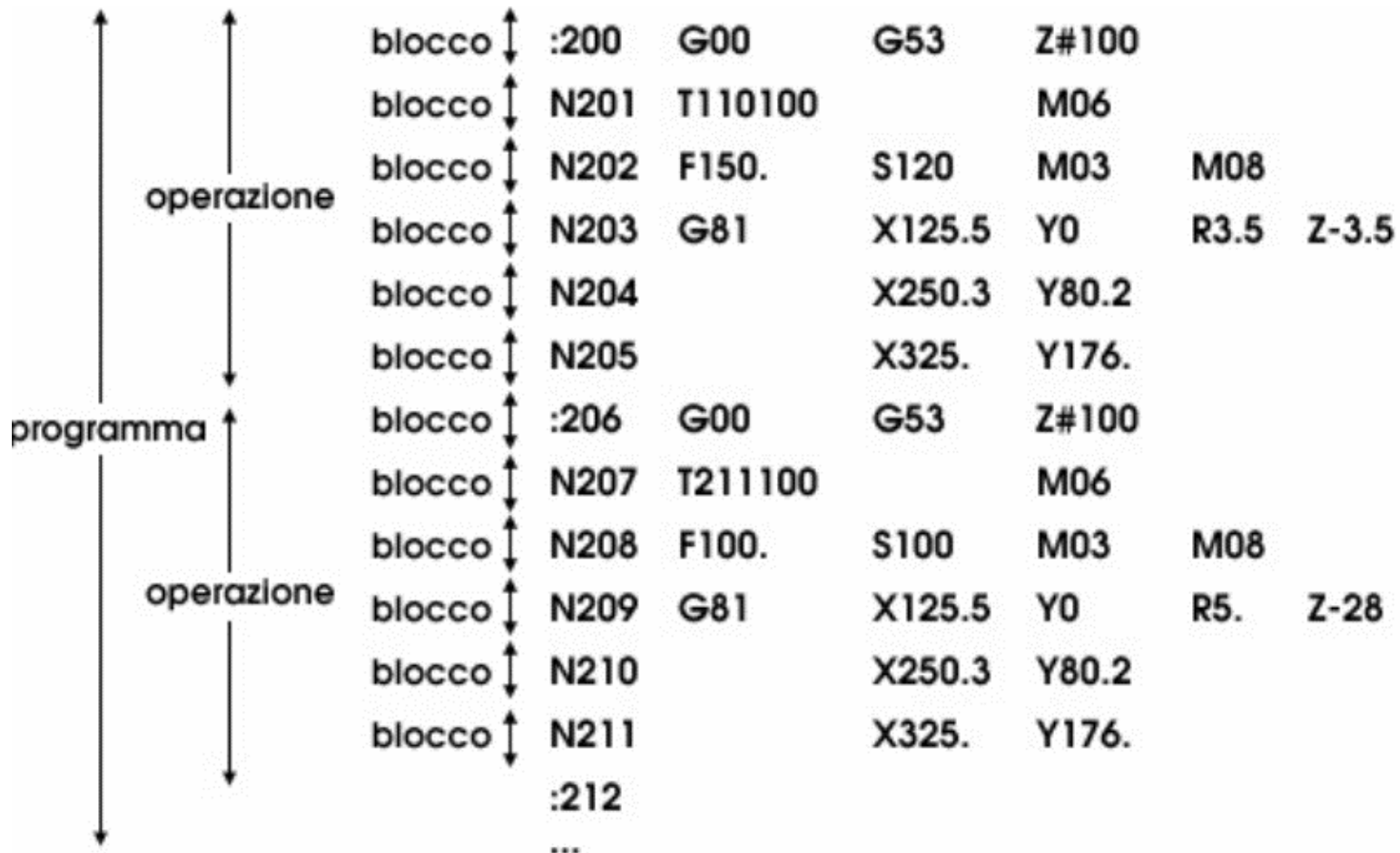


```
:200 G00 G53 Z#100
N201 T110100 M06
N202 F150. S120 M03 M08
N203 G81 X125.5 Y0 R3.5 Z-3.5
N204 X250.3 Y80.2
N205 X325. Y176.
:206 G00 G53 Z#100
N207 T211100 M06
N208 F100. S100 M03 M08
N209 G81 X125.5 Y0 R5. Z-28
N210 X250.3 Y80.2
N211 X325. Y176.
:212
...
```

Ogni riga del programma si chiama **blocco** di programmazione

Ogni blocco contiene una o più istruzioni elementari che la macchina deve eseguire prima di passare al blocco successivo.

**Le istruzioni possono essere ordini di movimento o funzioni tecnologiche e ausiliarie** ( cambio utensile, impostazione delle velocità, attivazione refrigerante..).



Per eseguire **un'operazione** (intestatura, gola, sgrossatura, filettatura, smussi...) è necessaria una **sequenza di più blocchi**.

Ogni blocco, a sua volta, è costituito da un insieme di **parole (o istruzioni)** costituite da una lettera maiuscola (**indirizzo**) seguita da un **valore numerico**.

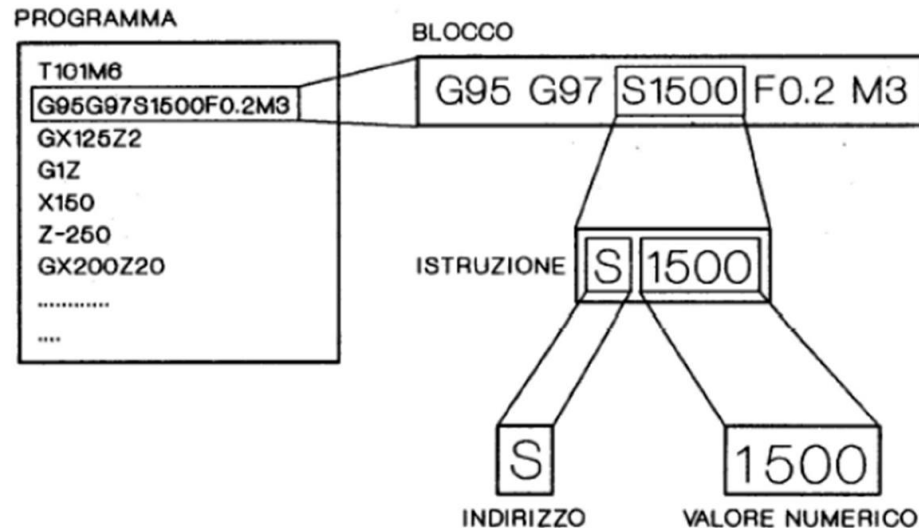
Es. di istruzioni: N10, G01, X35, M06, S200, T02 ...

Ogni elemento di una parola (lettera o numero) si dice **carattere**.

Es. N, G, 3, S, M, 9, %...

Oltre a lettere e numeri, esistono anche **caratteri speciali**, come ad es. %

% è il carattere di inizio programma



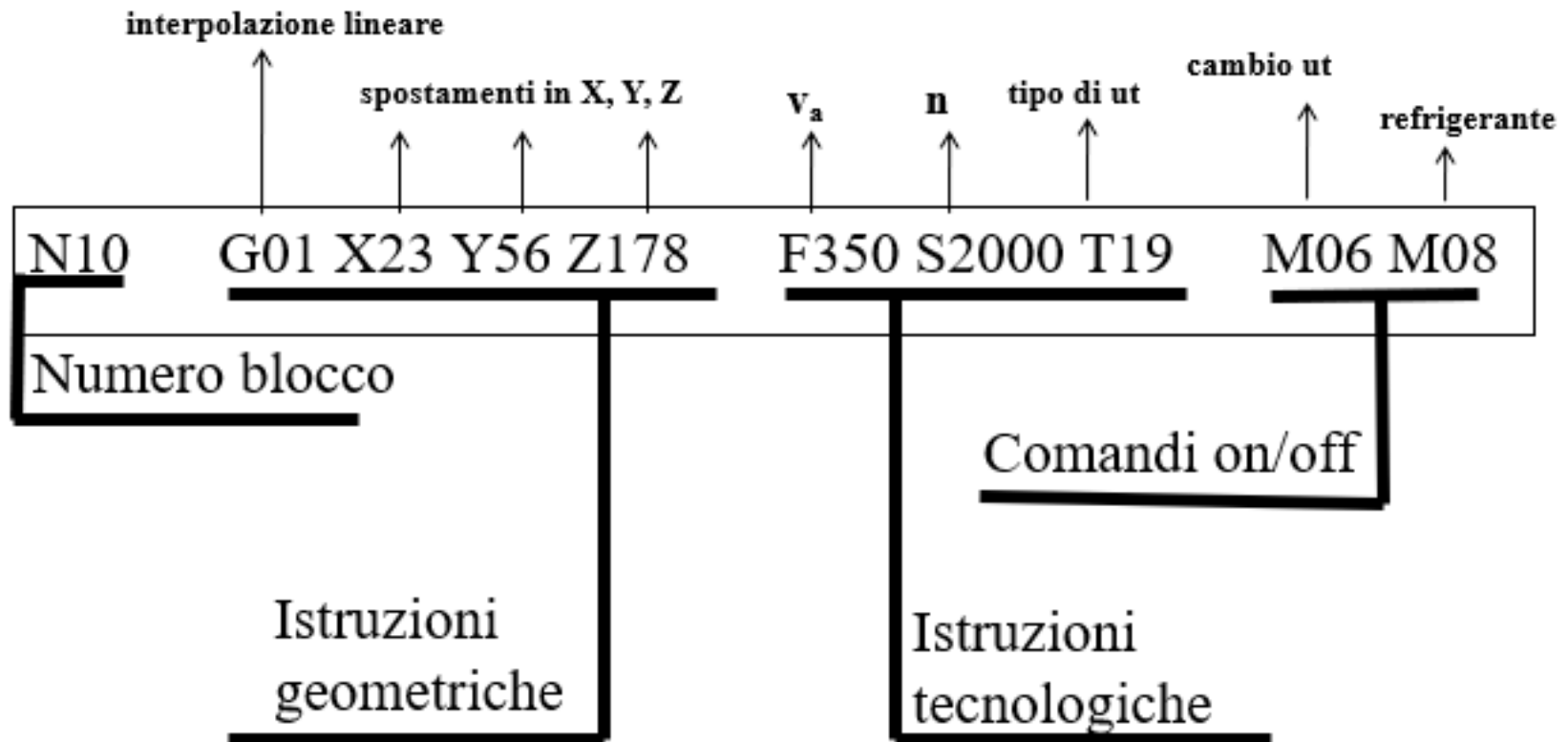
## Verifica sintattica

Il CN legge il listato e lo fa eseguire solo se le informazioni contenute nel blocco rispettano rigorosamente le regole di programmazione.

**Se ci sono errori di scrittura il CN dà un messaggio di errore e si arresta**

**Il programma pezzo è il ciclo di lavoro tradotto in linguaggio ISO, pertanto contiene:**

- informazioni geometriche (dimensioni pezzo, movimenti utensile/pezzo)
- informazioni tecnologiche (utensile e velocità)
- informazioni ausiliarie (senso di rotazione mandrino, lubrificante, cambio ut. ..)



# Lessico ISO: Indirizzi

L'indirizzo è una lettera *maiuscola* che identifica il tipo di istruzione, distinto in:

**Indirizzi di movimento:** X, Y, Z, U, V, W (assi lineari) A, B, C (assi di rotazione)

**Funzioni macchina:** F, G, M, N, S e T

Indirizzi											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N
O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

Le funzioni possono essere:

- **modali** (quasi tutte): **rimangono attive finché non vengono disattivate o sostituite in un blocco successivo** da un'altra funzione corrispondente .

Es. di funzioni modali: **G00** (spostamento in rapido), **G01** (spostamento rettilineo), **M03** (rotazione oraria del mandrino), **S** (velocità del mandrino), **G59** (zero pezzo)..

- **autocancellanti** : **rimangono attive solo nel blocco in cui compaiono**, dopodichè si disattivano automaticamente. Sono molto poche.

Es. **M06** (cambio utensile)..

# Funzione N: numero di blocco

%	123
N5	G91 G01 X50 F500 LF
N10	Z100 LF
N15	X-30 LF
N18	Z-5 LF
N20	Z-10 LF
N25	N25 M02 LF

Esprime la sequenza cronologica di esecuzione del programma

- ✓ identifica un blocco
- ✓ è in ordine crescente
- ✓ è bene lasciare dei vuoti nella serie per aggiunte o modifiche successive.  
Numerando i blocchi di 10 in 10, si possono aggiungere blocchi intermedi

Nei CN più moderni la numerazione è facoltativa

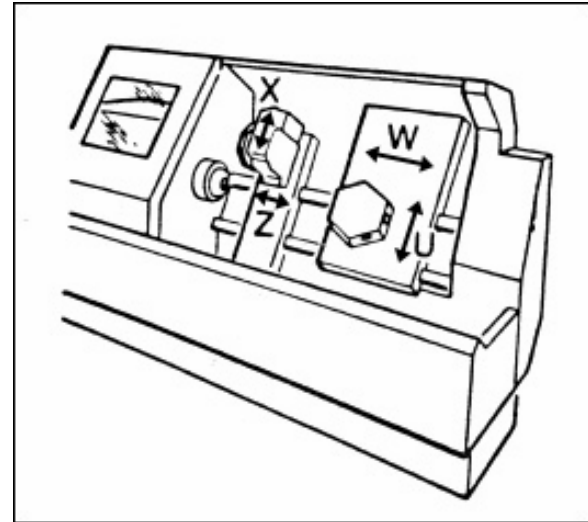
**Sintassi:** N142 (max 4 cifre) da 0 a 9999

E' detta editing l'operazione di inserimento o modifica dei blocchi di un programma

# Spostamento degli assi: X, Y, Z. A, B, C ....

## INDIRIZZI

- A coordinata angolare attorno all'asse X
- B coordinata angolare attorno all'asse Y
- C coordinata angolare attorno all'asse Z
- U movimento secondario parallelo all'asse X
- V movimento secondario parallelo all'asse Y
- W movimento secondario parallelo all'asse Z
- X movimento principale asse X
- Y movimento principale asse Y
- Z movimento principale asse Z



Sono rappresentati da una lettera (X, Z, A..) che seleziona l'asse di manovra e un numero che definisce le coordinate del **punto finale dello spostamento**

**Sintassi: X 98.456** (muovi l'asse X fino alla coordinata 98.456)

Per il valore numerico: 4 cifre intere più 3 decimali (dipende dal CN). Da 0 a 9999.999

Per le cifre decimali si deve usare il punto e non la virgola

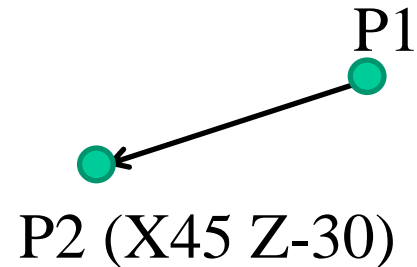
Per evitare il rischio che l'utensile urti il pezzo o le attrezzature, specie nella fase di spostamento in rapido, bisogna tener presente che **se nello stesso blocco si scrivono più assi, il movimento sarà obliquo.**

**Se invece gli assi vengono chiamati in due blocchi diversi, si azionerà prima lo spostamento di un asse e poi quello dell'altro in maniera separata (due spostamenti consecutivi rettilinei).**

Scrivendo nello stesso blocco

**N20 G01 X45 Z-30**

il movimento da P1 a P2 avverrà in diagonale perché gli assi X e Z si muovono insieme

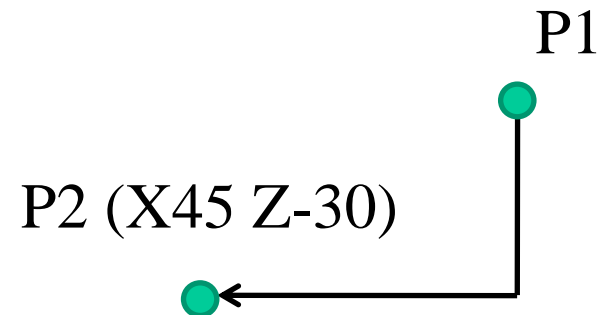


Scrivendo in due blocchi distinti

**N20 G01 X45**

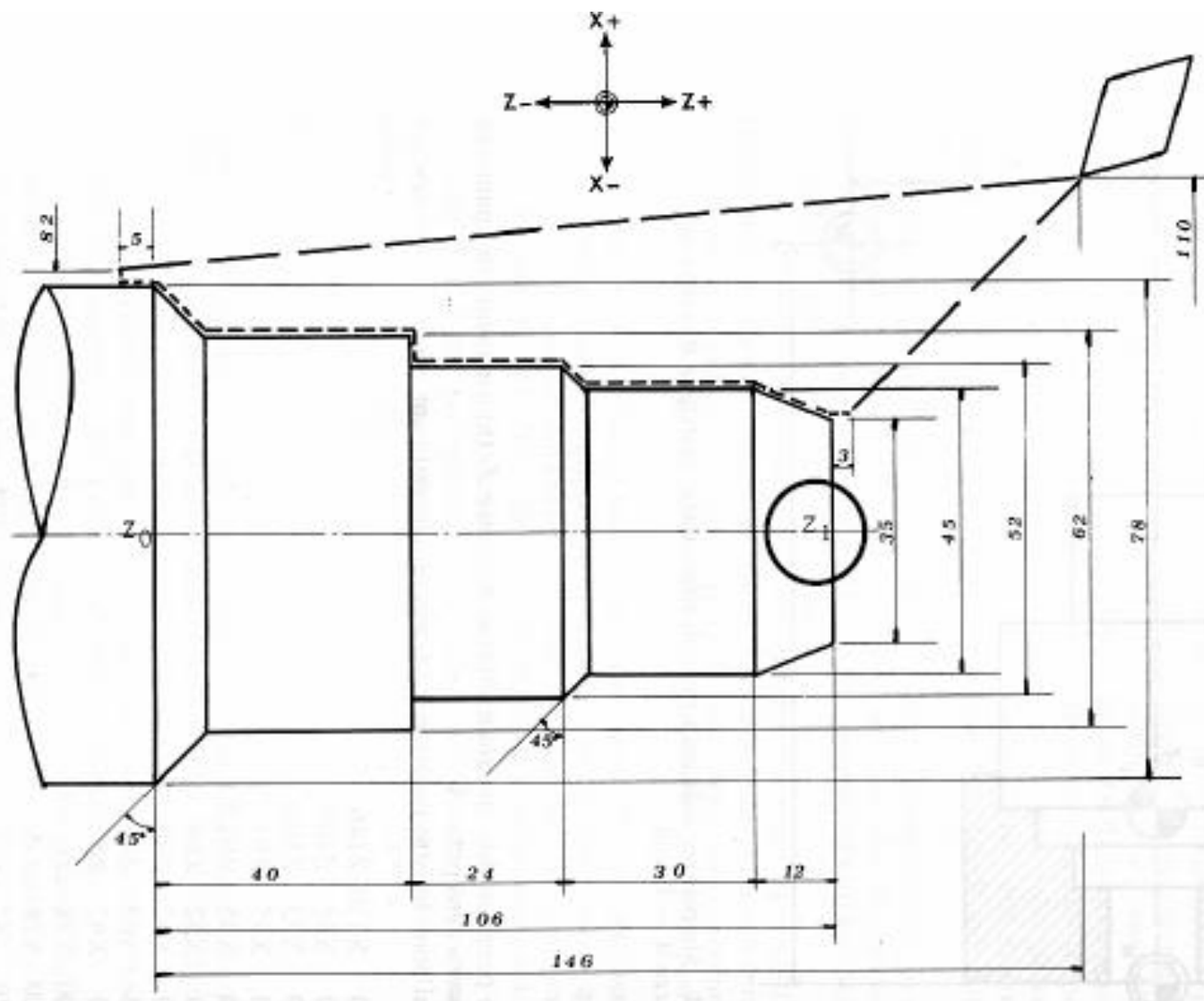
**N30 Z-30**

il percorso sarà prima in X e poi in Z



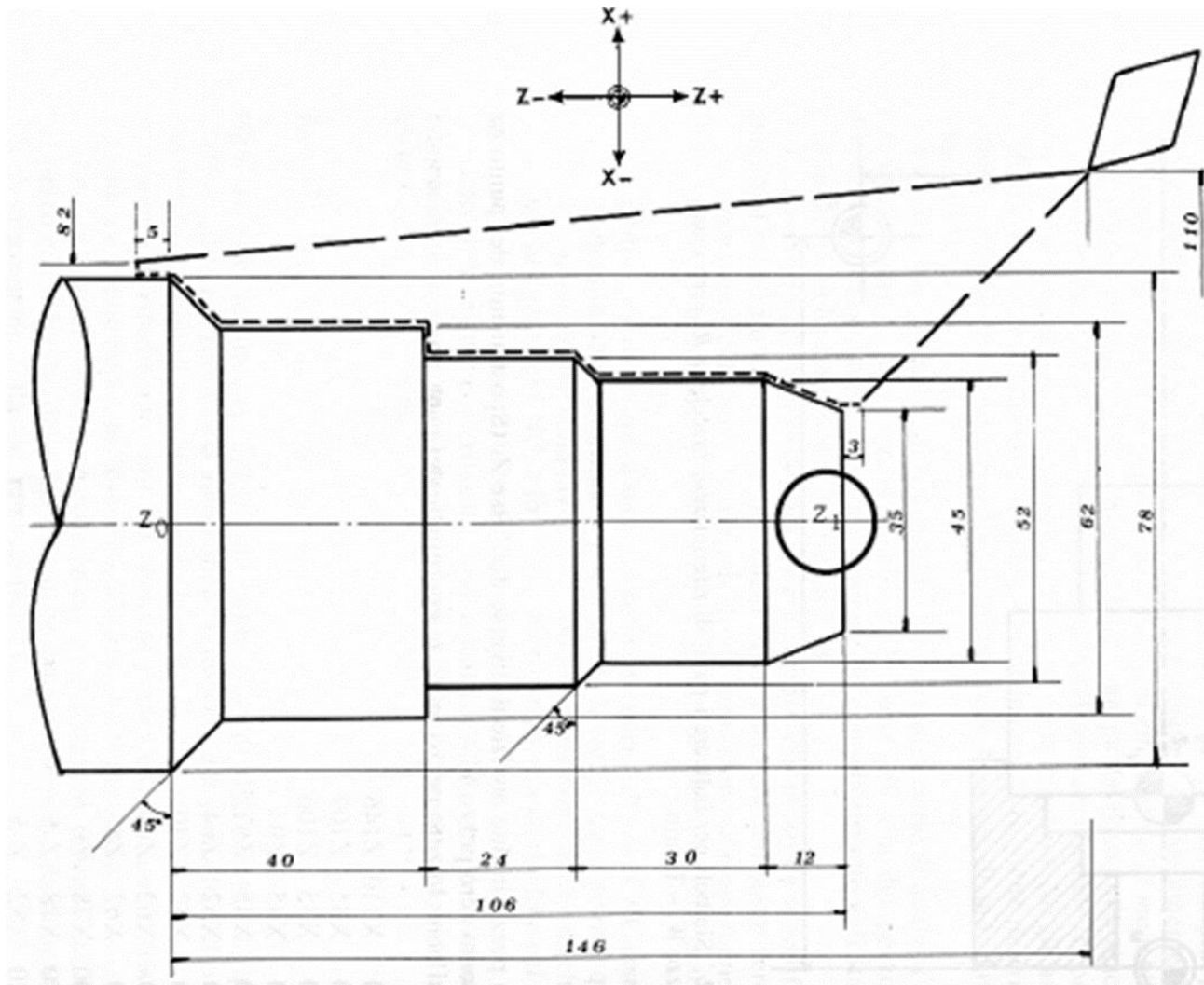


# Nel tornio: le coordinate X SONO DIAMETRALI (Doppie)



- X110 Z40
- X35 Z3
- X35 Z0
- X45 Z-12
- X45 Z-38.5
- X52 Z-42
- X52 Z-66
- X62 Z-66
- X62 Z-98
- X78 Z-106
- X78 Z-111
- X82 Z-111
- X110 Z40

Non è necessario (ma è comunque possibile) ripetere le coordinate che non cambiano da un blocco all'altro.



**X110 Z40**

**X35 Z3**

~~**X35 Z0**~~

**X45 Z-12**

~~**X45 Z-38.5**~~

**X52 Z-42**

~~**X52 Z-66**~~

**X62 Z-66**

~~**X62 Z-98**~~

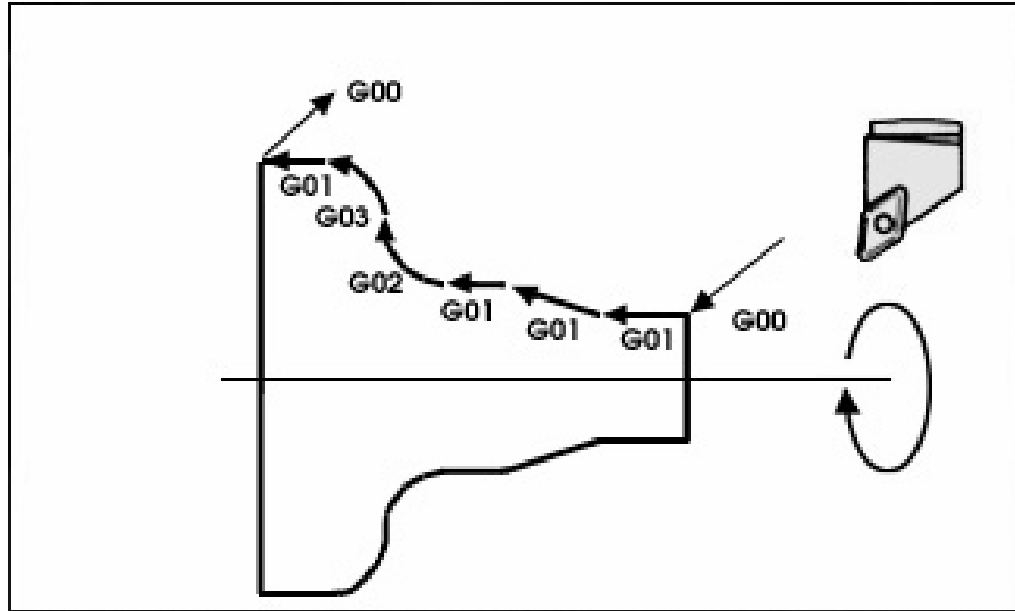
**X78 Z-106**

~~**X78 Z-111**~~

~~**X82 Z-111**~~

**X110 Z40**

# Funzioni G (general function)



Sono "**funzioni preparatorie**" perché predispongono la M.U. a un dato comportamento (es. spostamenti lineari o circolari, movimento in rapido..)

**Sintassi:** G40 (max 2 cifre) da 00 a 99

Le funzioni G sono definite in apposita tabella ISO

- G0** posizionamento in movimento rapido
- G1** interpolazione lineare (moto di lavoro)
- G2** interpolazione circolare oraria (moto di lavoro)
- G3** interpolazione circolare antioraria (moto di lavoro)

G4 tempo di sosta

G9 posizionamento esatto

G15 disattiva la programmazione in coordinate polari

G16 attiva la programmazione in coordinate polari

**G17** imposta il piano di lavoro XY per G02 e G03 e cicli fissi

**G18** imposta il piano di lavoro XZ per G02 e G03 e cicli fissi

**G19** imposta il piano di lavoro YZ per G02 e G03 e cicli fissi

G33 filettatura con passo costante

**G40** disattiva compensazione utensile (disattiva G41 e G42)

**G41** compensazione utensile a sinistra

**G42** compensazione utensile a destra

**G53** imposta origine in **zero macchina**

**G54** spostamento origine in altro punto

**G55** spostamento origine in altro punto

**G56** spostamento origine in altro punto

**G57** spostamento origine in altro punto

**G58** spostamento origine in altro punto

**G59** spostamento origine in altro punto

G68 rotazione sistema di coordinate INS (FANUC)  
G69 rotazione sistema coordinate DISINS (FANUC)  
G72 ciclo di tornitura di finitura (FANUC)  
G73 ciclo di tornitura in sgrossatura longitudinale (FANUC)  
G74 ciclo di sgrossatura trasversale o di stacciatura (FANUC)  
G75 ciclo di ripetizione del percorso (FANUC)  
G78 ciclo di filettatura multiplo (FANUC)

**G80** annulla l'esecuzione di ciclo fisso  
**G81** ciclo di foratura poco profonda  
**G82** ciclo di lamatura  
**G83** ciclo di foratura profonda  
**G84** ciclo di maschiatura  
**G85** ciclo di alesatura  
**G86** ciclo di barenatura

**G90** programmazione assoluta

**G91** programmazione incrementale

**G92** limitazione massimo numero di giri/min del mandrino

**G94** avanzamento in mm/min

**G95** avanzamento in mm/giro

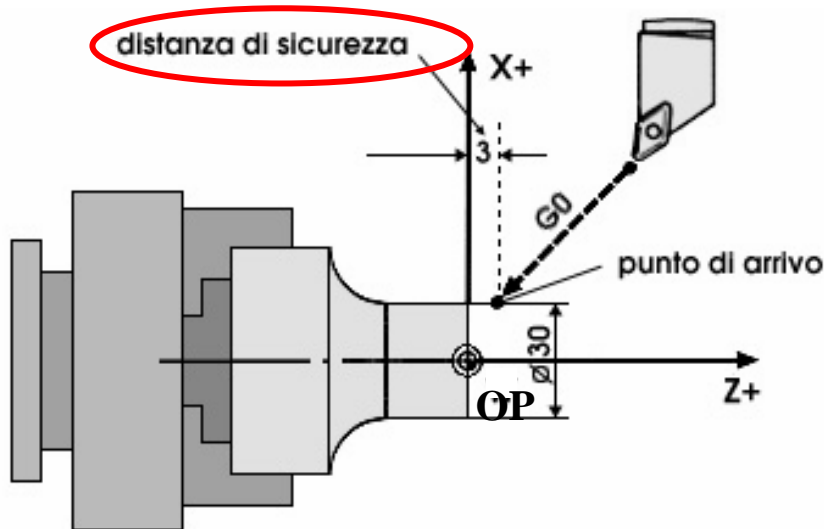
**G96** rotazione a velocità di taglio costante (m/min)

**G97** rotazione a giri costanti (rpm)

# G00: Posizionamento in rapido

- Si usa per movimenti in rapido (20 m/min) di **avvicinamento o allontanamento dal pezzo senza mai toccarlo** (prima di tagliarlo o dopo la lavorazione per riposizionarsi a inizio corsa prima di una nuova passata) o per cambi utensili.
- Nel blocco bisogna indicare le coordinate del punto finale.

**La traiettoria durante lo spostamento non è controllata!!**



N100 G00 X30 Z3

Non si deve andare mai in rapido sul pezzo, ma **fermarsi ad una distanza di sicurezza.**

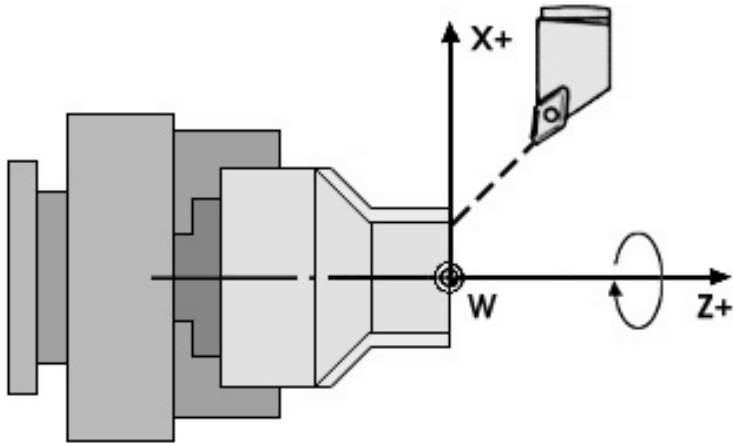


# G01 Interpolazione lineare

E' la funzione che attiva lo spostamento rettilineo tra due punti

G01 si usa per spostarsi **mentre l'utensile taglia**. Si usa anche per **“attaccare” il pezzo**, dopo essersi avvicinati in rapido.

**La velocità F con cui spostarsi in G01 va programmata** nello stesso blocco o in quelli precedenti.



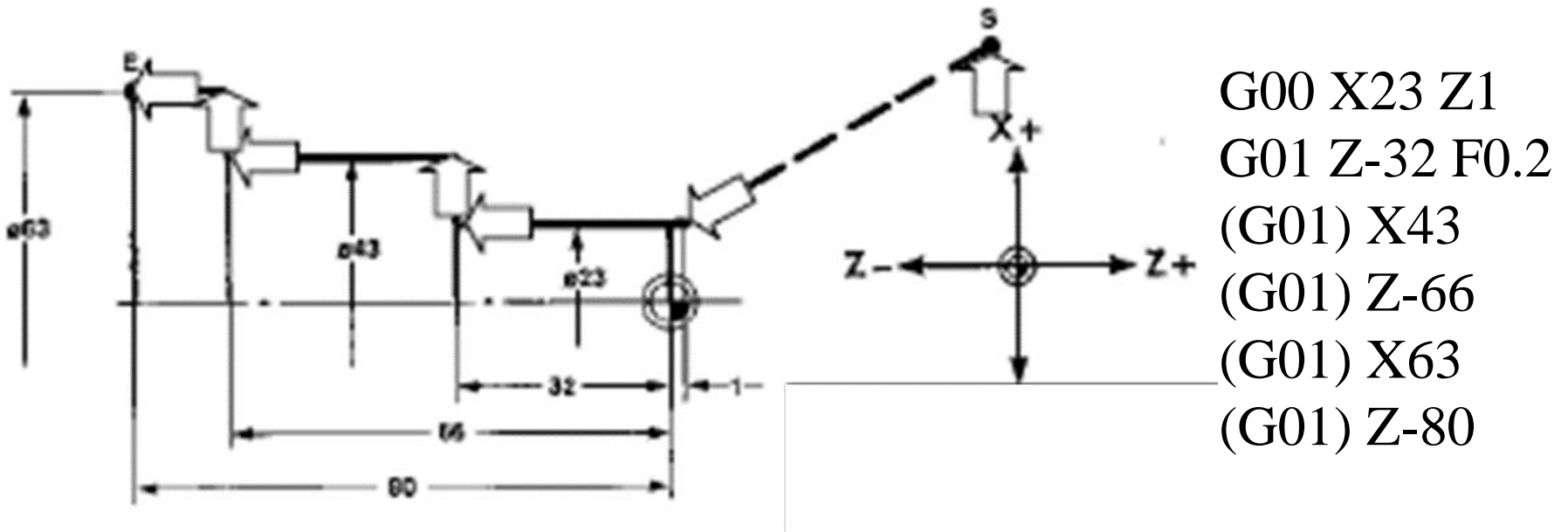
```
N180 G00 X20 Z2  
N190 G01 Z-15 F0.2  
N200 G01 X40 Z-25
```

Occorre programmare:

le coordinate del punto finale e la velocità di avanzamento F (mm/giro)

## Esempio 1 (finitura del profilo)

- Avvicinamento in rapido G00 a distanza di sicurezza (Z1)
- Finitura con interpolazione lineare G01



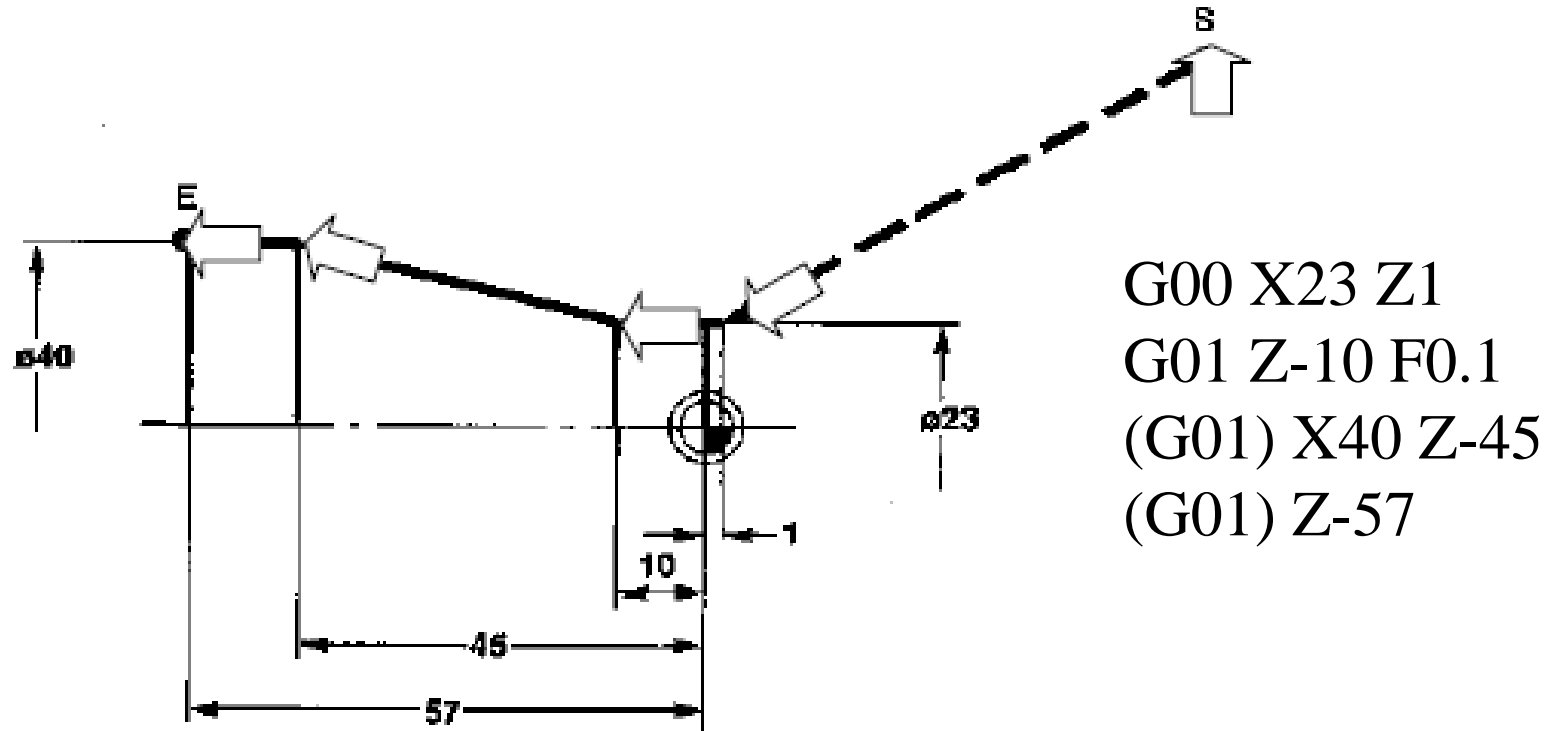
F0.2 : velocità di avanzamento pari a 0.2 mm/giro

Non è necessario ripetere G01 se è già attivo (funzione modale).

Gli spostamenti in G01 indicati a linea continua, quelli in G0 a linea tratteggiata

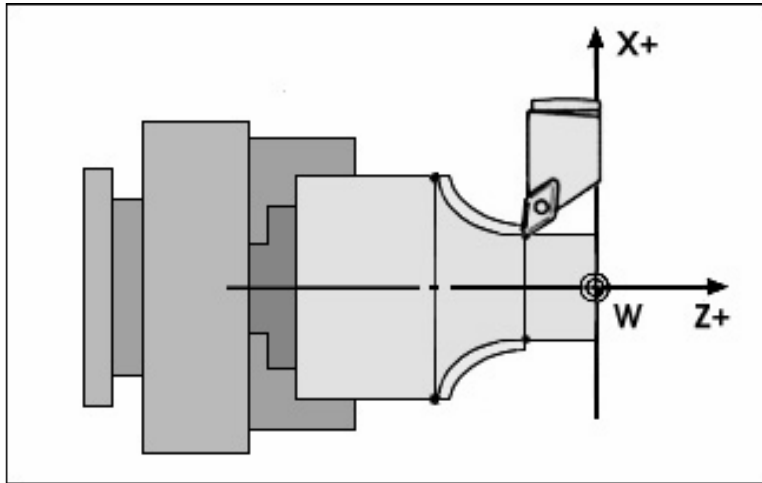
## Esempio 2 (finitura del profilo con conicità)

- Avvicinamento in rapido G00 a distanza di sicurezza
- Finitura con interpolazione lineare G01



F: velocità di avanzamento pari a 0.1 mm/giro

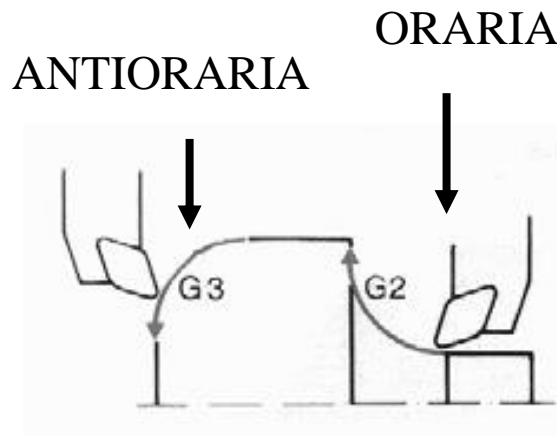
# G02-G03 Interpolazione circolare



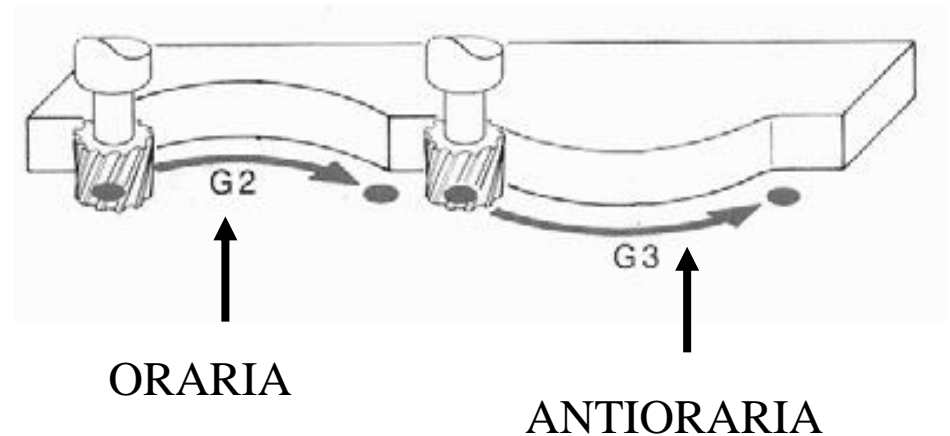
Interpolazione circolare

- G02 oraria
- G03 antioraria

## Al tornio



## Alla fresatrice

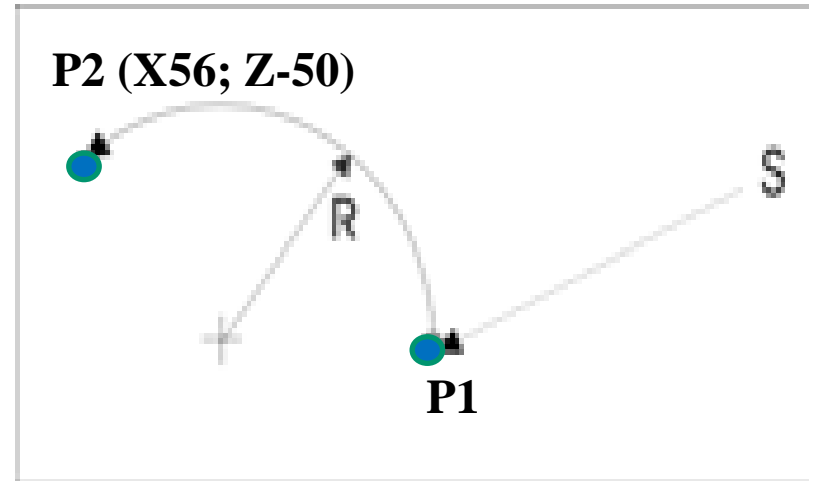


# G02-G03 Interpolazione circolare

Un arco di cerchio da P1 a P2 si può programmare in 2 modi diversi.

Col punto finale P2 e il raggio R:

```
N125 G03 X56 Z-50 R10 F0.2
```



Col punto finale e il centro:

```
N125 G03 X56 Z-50 I36 K-48 F0.2
```

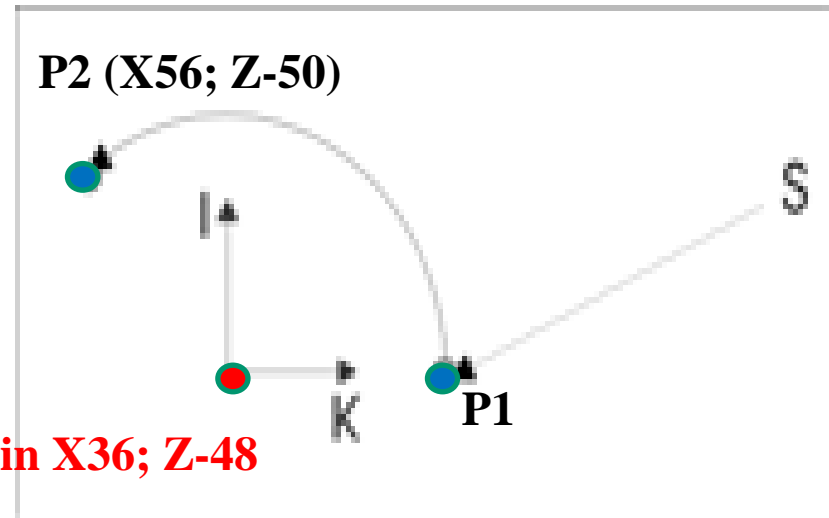
Le coordinate del centro si indicano:

**I** (coordinata X)

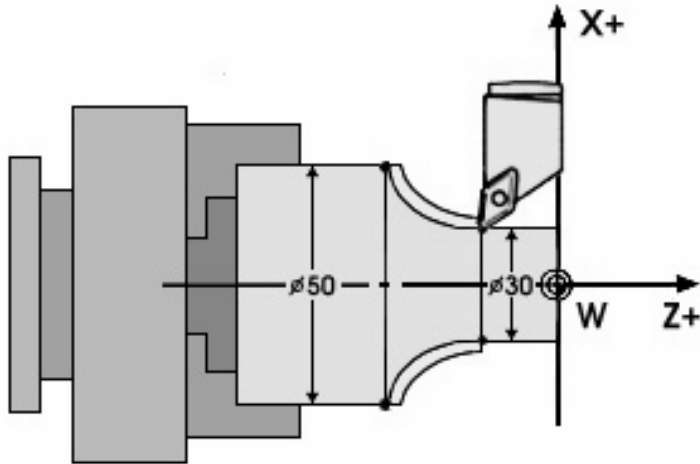
**J** (coordinata Y)

**K** (coordinata Z)

**Centro in X36; Z-48**

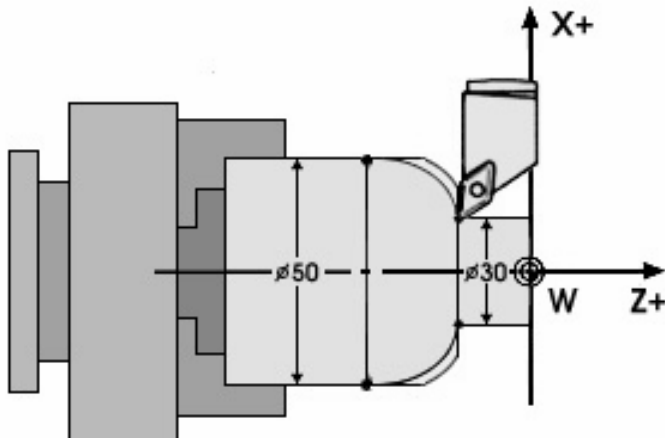


# G02-G03 programmazione col raggio



**G02**

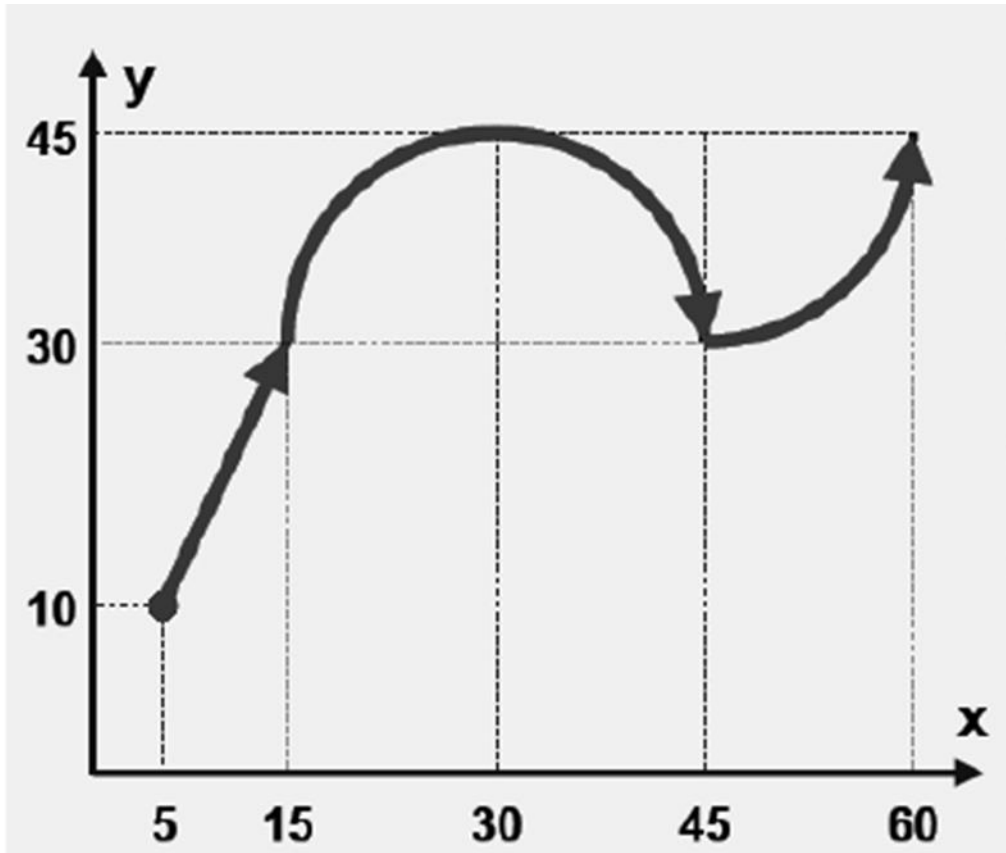
N100 G02 X50 Z-35 R10



**G03**

N100 G03 X50 Z-35 R10

## G02-G03 programmazione col centro



...

```
N100 G0 X5 Y10
```

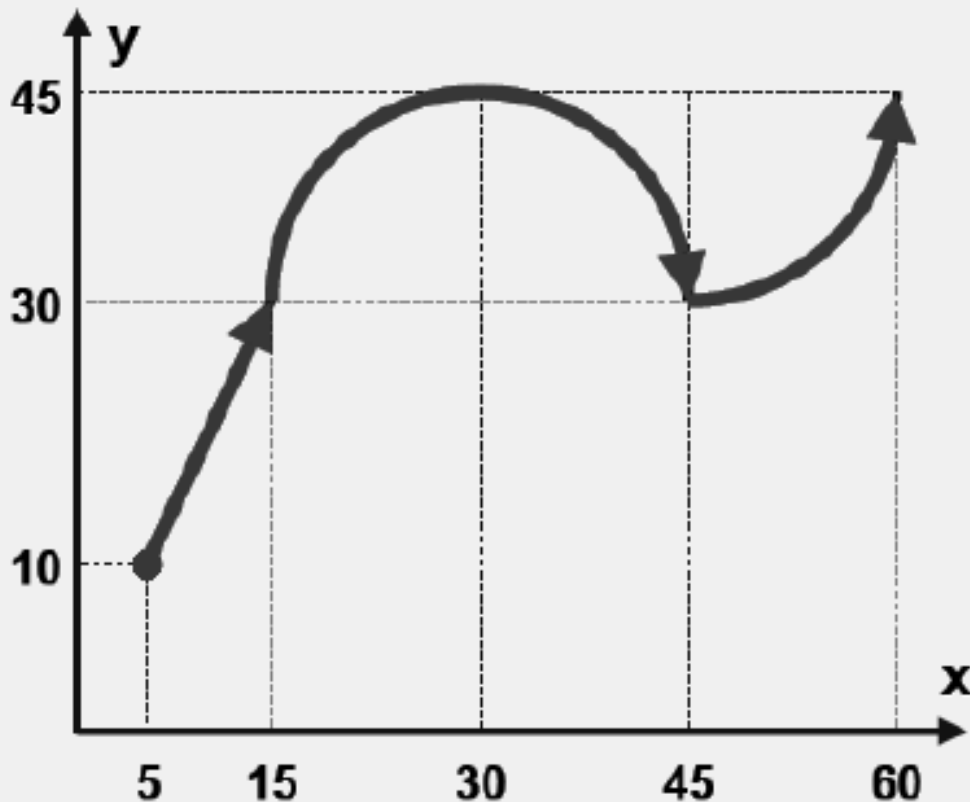
```
N110 G1 X15 Y30
```

```
N120 G2 X45 Y30 I30 J30
```

```
N130 G3 X60 Y45 I45 J30
```

## In alcuni CNC:

Quando si programmano G02 e G03 col centro dell'arco:  
**le coordinate del centro devono essere incrementali,**  
cioè riferite al punto P1 iniziale dell'arco



.....  
G0 X5 Y10

G1 X15 Y30

G2 X45 Y30 I15 J0

G3 X60 Y45 I 0 J15  
.....

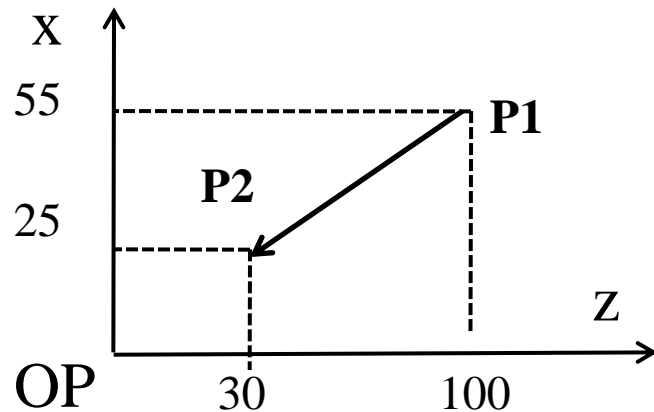


# G90 e G91 Coordinate assolute ed incrementali

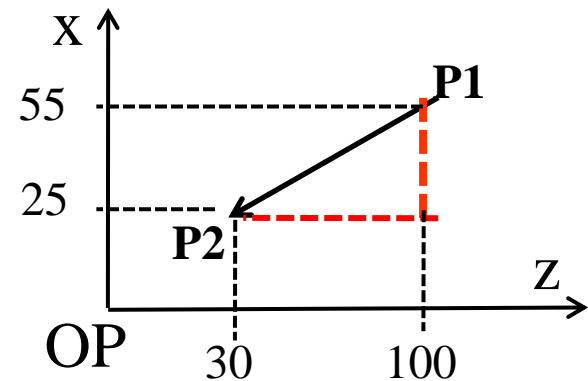
**G90** attiva le coordinate assolute (riferite a zero pezzo)

**G91** attiva le coordinate incrementali (riferite al punto precedente)

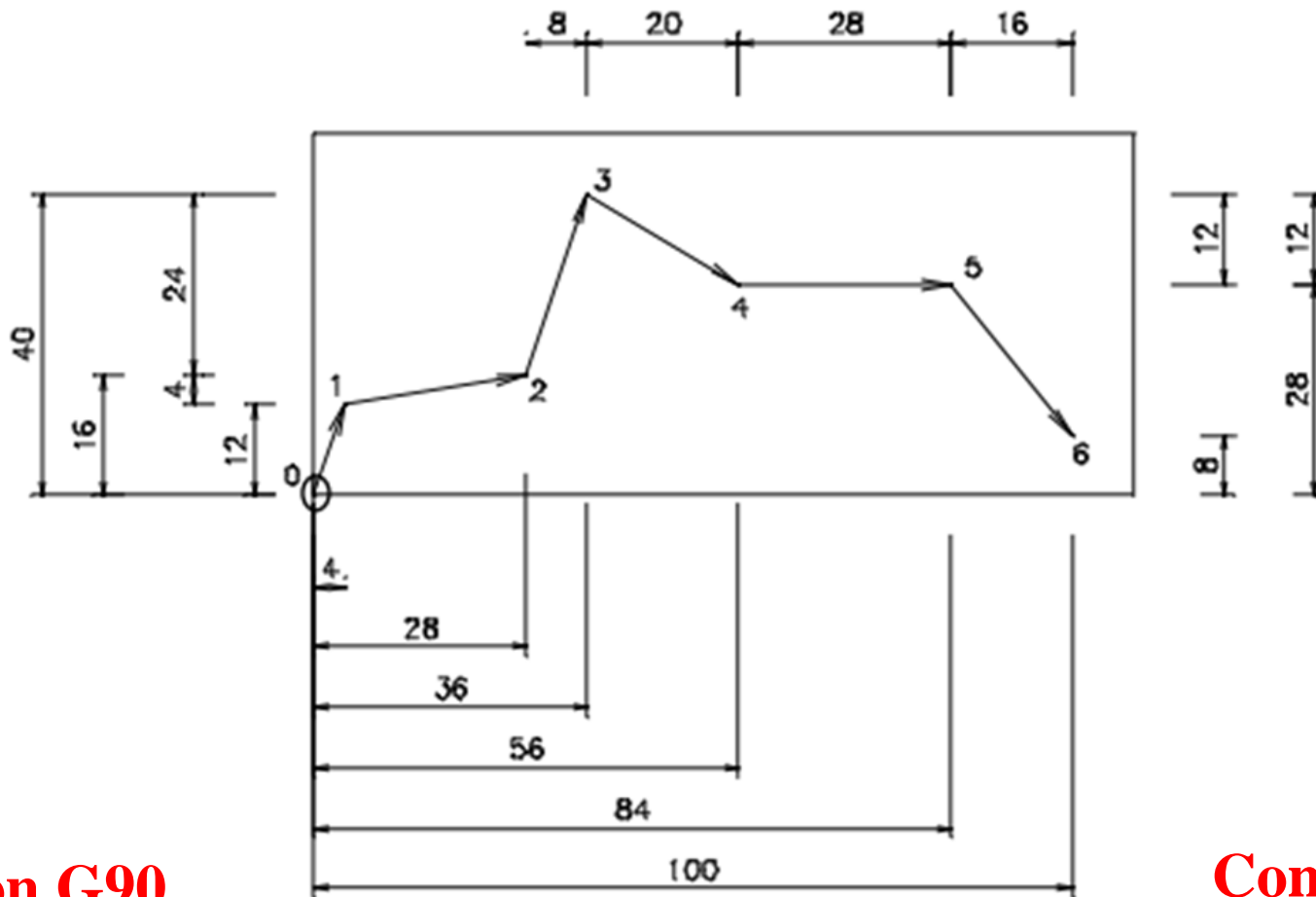
Es. programmare lo stesso spostamento da P1 a P2 sia in G90 sia in G91



**N100 G90 X25 Z30**



**N100 G91 X-30 Z-70**



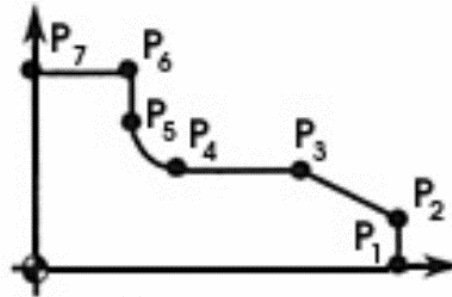
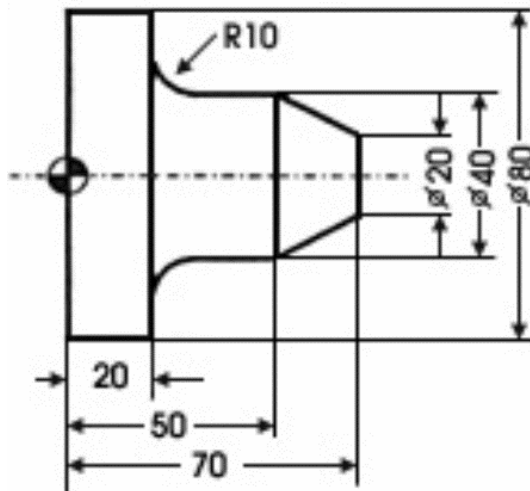
### Con G90

$X_1 4 \quad Y_1 12$   
 $X_2 28 \quad Y_2 16$   
 $X_3 36 \quad Y_3 40$   
 $X_4 56 \quad Y_4 28$   
 $X_5 84 \quad Y_5 28$   
 $X_6 100 \quad Y_6 8$

### Con G91

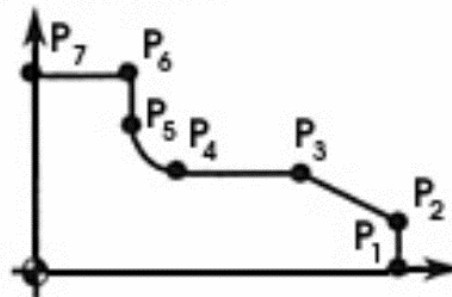
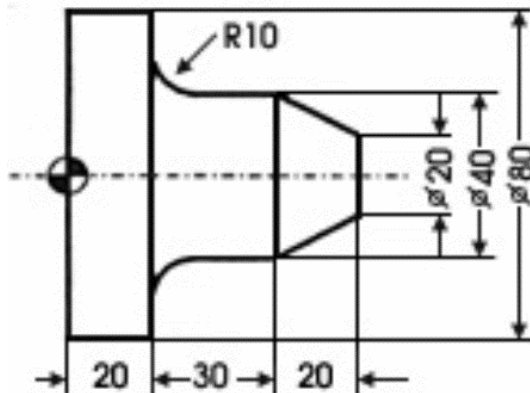
$X_1 4 \quad Y_1 12$   
 $X_2 24 \quad Y_2 4$   
 $X_3 8 \quad Y_3 24$   
 $X_4 20 \quad Y_4 -12$   
 $X_5 28 \quad Y_5 0$   
 $X_6 16 \quad Y_6 -28$

## G90 Quote assolute



	X	Z
P <sub>1</sub>	0	70
P <sub>2</sub>	20	70
P <sub>3</sub>	40	50
P <sub>4</sub>	40	30
P <sub>5</sub>	60	20
P <sub>6</sub>	80	20
P <sub>7</sub>	80	0

## G91 Quote incrementali



	X	Z
P <sub>1</sub>	0	0
P <sub>2</sub>	10	0
P <sub>3</sub>	10	-20
P <sub>4</sub>	0	-20
P <sub>5</sub>	10	-10
P <sub>6</sub>	10	0
P <sub>7</sub>	0	-20

**Di default all'accensione della macchina è attiva G90.**

Quasi sempre la programmazione è fatta con G90;  
G91 è più usata nei sottoprogrammi.

# Funzioni Tecnologiche S, F, T

**S** è la velocità di taglio del mandrino (Spindle)

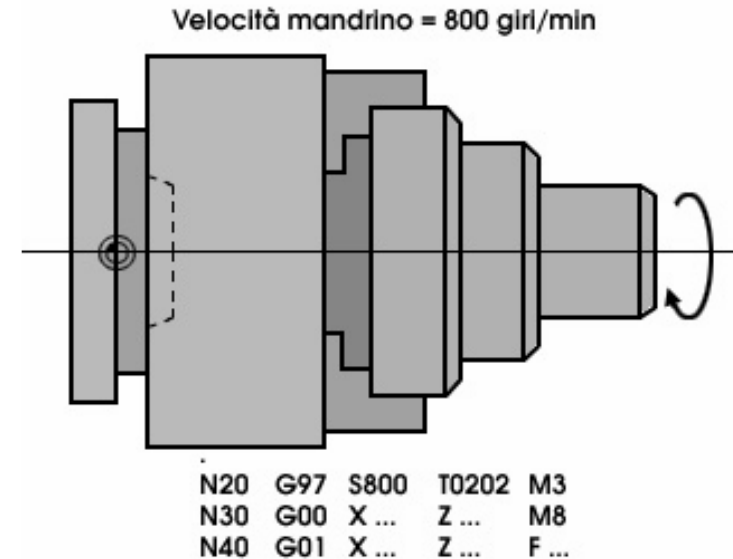
**F** (Feed) è la velocità di avanzamento

**T** (Tool) è la selezione dell'utensile.

La velocità **del mandrino** viene impostata facendo seguire alla lettera S il valore (max 4 cifre) della  $v_t$

Essa può essere espressa in:

- **m/min** ( $v_t$  da tabella) se preceduta da **G96**
- in **giri/min** se preceduta da **G97** (n al mandrino)



**G97 S1000** rotazione del mandrino a  $n = 1000$  rpm

**G96 S100** rotazione del mandrino a  $n$  tale da avere  $v_t = 100$  m/min

# G96: lavorazione a $v_t$ cost

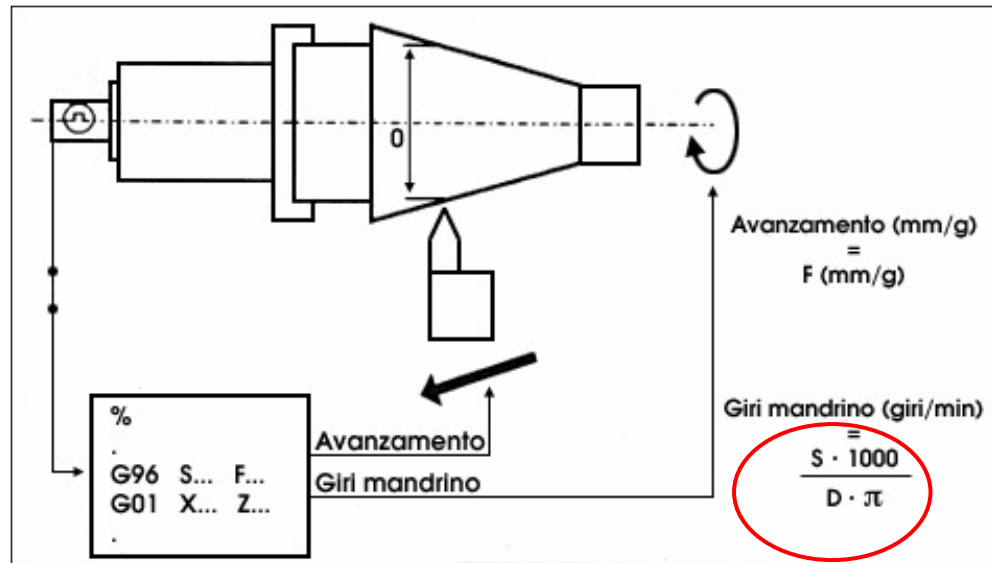
Al tornio durante alcune lavorazioni **il diametro di lavoro cambia** (es. conicità, smusso, sfacciatura..). Per poter lavorare in maniera ottimale, ossia con la velocità di taglio sempre ideale, il CN deve variare continuamente il numero di giri del mandrino: **più il diametro di lavoro cala e più il mandrino deve girare veloce.**

**La funzione G96 varia n al mandrino in modo da lavorare con la  $v_t$  programmata, calcolandolo continuamente con la formula  $n = v_t * 1000 / \pi D$**

Il CN conosce in ogni istante i valori del diametro **D** della formula **grazie ai trasduttori**, mentre quello di  $v_t$  lo inseriamo noi nel programma

## G96 S100

Al variare del diametro n viene cambiato in modo che  $v_t$  sia sempre di 100 m/min



**G96 si usa solo sul tornio, mai sulla fresatrice**

Ciò perché nella fresa il diametro  $D$  della formula è il  $D$  dell'utensile, che non cambia

# Velocità di avanzamento **F**

**F** è l'**avanzamento di lavoro** con cui si eseguono G01 G02 G03

L'avanzamento si imposta facendo seguire alla lettera **F** il valore della velocità

Essa può essere espressa in:

- **mm/min** se preceduta da **G94**
- in **mm/giro** se preceduta da **G95**

**G94 F100** avanzamento con  $v_a = 100$  mm/min

**G95 F 0.1** avanzamento con  $a = 0.1$  mm/giro

Solitamente **la tornitura usa G95 (mm/giro)**,  
mentre **fresatura e fori usano G94 (mm/min)**

Alla fresa per calcolare la velocità in mm/ in usare la formula  $V_a = z * a_z * n$   
dove  $z$  è il n° denti della fresa  $a_z$  l'avanzamento al dente,  $n$  il n° di giri del mandrino

# Istruzioni T

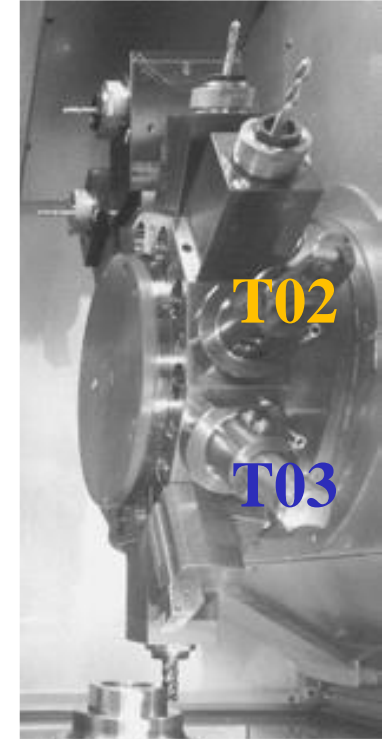
Sono le istruzioni per la **selezione dell'utensile**

**Sintassi al tornio: T02.02**

N20 .... T02.02

n° utensile

n° correttore abbinato



Il numero **02** prima del punto specifica l'utensile da usare, indicandone la posizione che occupa in magazzino (o in torretta)

Scrivendo **T02 la torretta ruota** in posizione 2 (alla fresa viene montato nel mandrino l'utensile n°2 del magazzino)

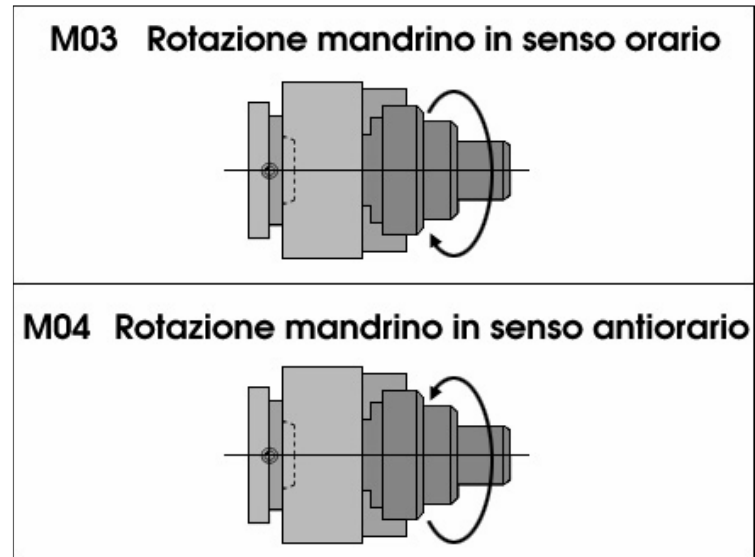
Il numero **.02** (dopo il punto) attiva il correttore utensile n° 2, dove sono memorizzate le dimensioni dell'utensile prese col presetting.

Scrivendo **T.02 il CN adegua gli spostamenti della torretta** (della testa motrice alla fresa) alle dimensioni registrate nel **correttore n°2**

# Funzioni M (miscellanee o ausiliarie)

Sono funzioni ausiliarie o miscellanee e servono ad impartire comandi di **tipo on-off** al controllo e alla macchina utensile

- **M00** stop programma (ad es. per smontare il pezzo prima di girarlo)
- **M02** fine programma
- **M03** rotazione oraria del mandrino
- **M04** rotazione antioraria del mandrino
- **M05** arresto mandrino
- **M06** cambio utensile
- M08 attiva lubrorefrigerante
- M09 esclude lubrorefrigerante
- M13 M03+M08
- M14 M04+M08
- M72 blocca la contropunta
- M10/11 blocca/sblocca il pezzo
- M60 cambio barra
- **M30** fine del programma e riavvolgimento nastro



**Il senso di rotazione va osservato da OM**



# Funzioni M (miscellanee o ausiliarie)

Possono formare un blocco a sé stante o in unione con istruzioni tipo G e tipo T

Se le funzioni M vengono programmate in un blocco contenente movimenti degli assi, esse sono attive prima del movimento

Possono essere assimilate ad interruttori ON-OFF che attivano processi

N00 G90 T01.01 **M06** (cambio utensile)

N10 G00 X-60 Y-30 S500 **M03 M08** (rotazione oraria, attiva lubrorefr.)

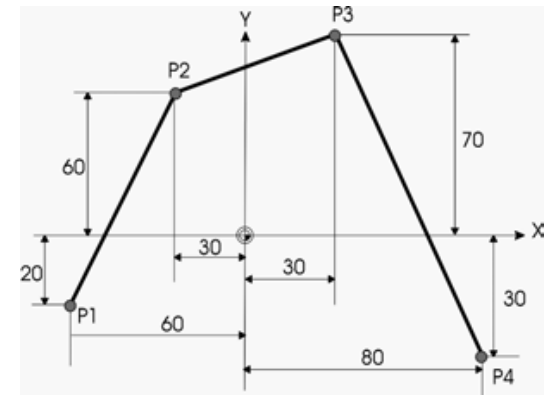
N20 G01 X-60 Y-20 F1000

N30 X-30 Y60

N40 X30 Y70

N50 X90 Y-30

N60 **M09 M30** (disattiva lubrorefr., fine programma)



M02	fine programma	
M03	rotaz. oraria mandrino	<i>modale</i>
M04	rotaz. antioraria mandrino	<i>modale</i>
M05	arresto mandrino	
M06	cambio utensile	
M08	inserzione pompa fluido luborefr.	<i>modale</i>
M09	fermata erogazione fluido	
M10	blocco assi non in ciclo	<i>modale</i>
M11	sblocco assi non in ciclo	<i>modale</i>

Una funzione si dice modale se resta attiva anche nei blocchi successivi a quello in cui è scritta, finchè non viene rimossa da un'altra funzione.

Es. G01, G00, M03, T01.01, G97.....

Una funzione si dice autocancellante se resta attiva solo nel blocco in cui è scritta, e si disattiva da sola nel blocco successivo.

Es. M05, M06

**Le funzioni M sono quasi tutte modali.**

## Ordine di inserimento delle parole (istruzioni) in un blocco

- Numero di sequenza N
- Funzioni Generali o preparatorie G
- Coordinate punto di arrivo X,Y,Z
- Coordinate ausiliarie di interpolazione I,J,K
- Velocità di avanzamento F
- Velocità di taglio S
- Funzioni di richiamo utensile T
- Funzioni ausiliarie o miscellanee M

**G90**

**G0 X23 Z1**

**G1 Z-32 F0.2**

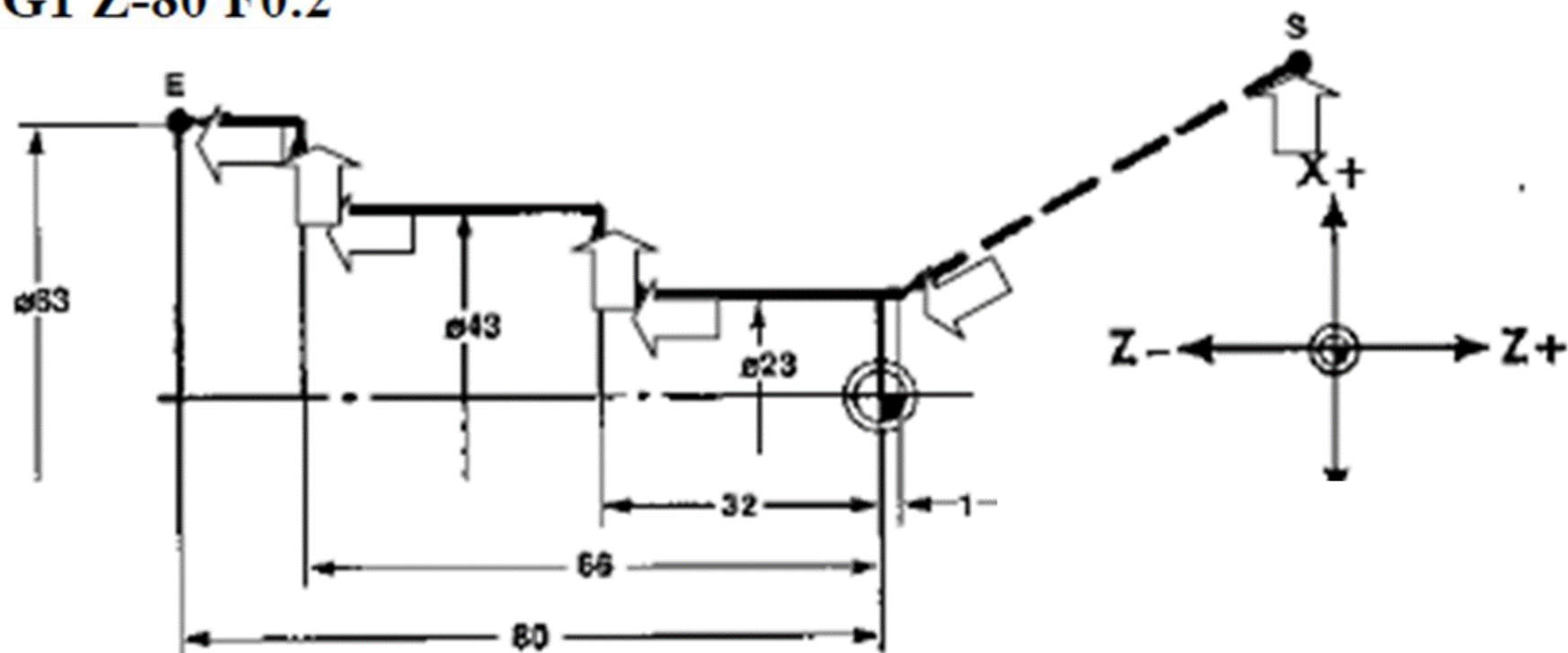
**G1 X43 F0.1**

**G1 Z-66 F0.2**

**G1 X63 F0.1**

**G1 Z-80 F0.2**

- Traslazione in rapido G0
- Interpolazione lineare G1
- Coordinate assolute X, Z



**GO X23 Z1**

**G91**

**G1 Z-33 F0.2**

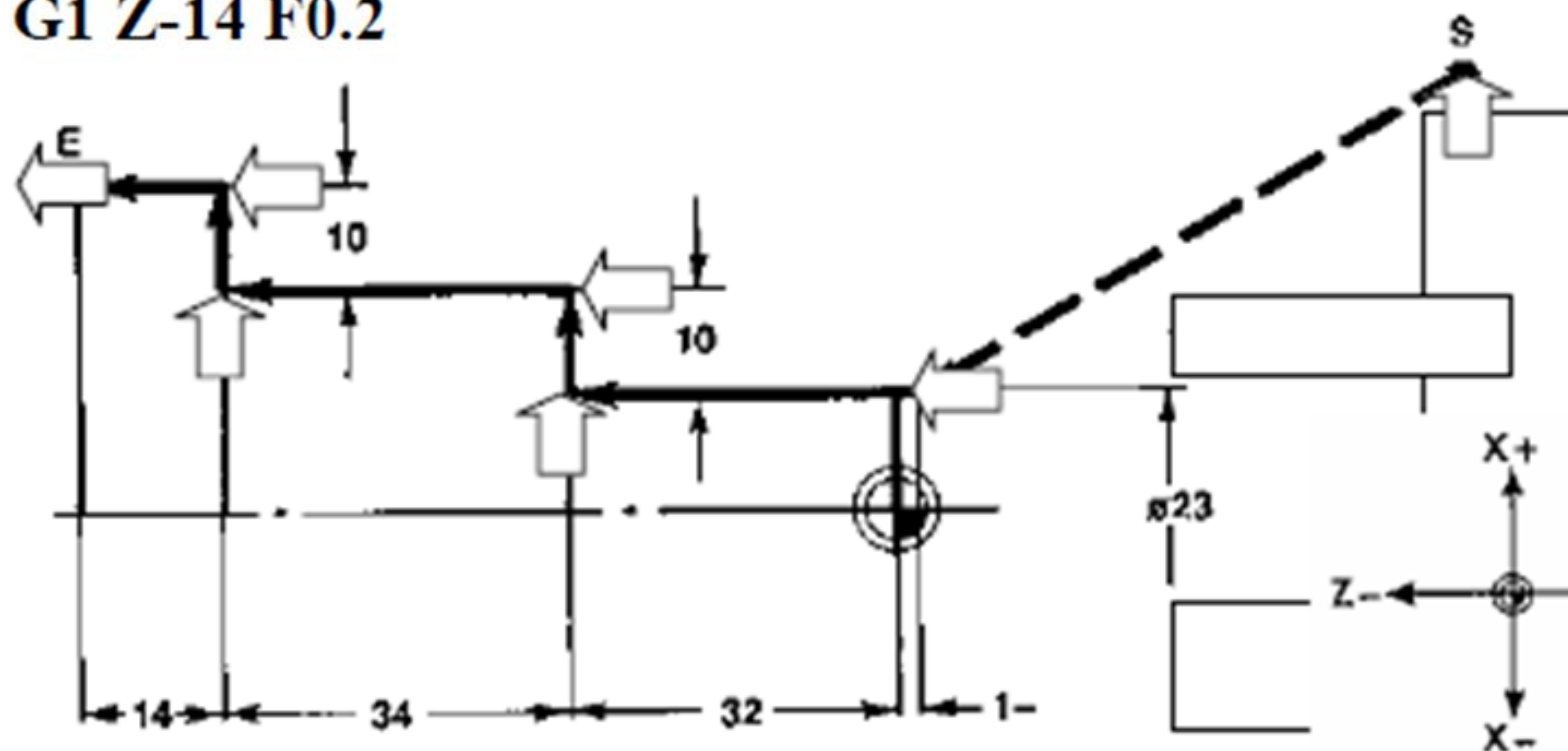
**G1 X10 F0.1**

**G1 Z-34 F0.2**

**G1 X10 F0.1**

**G1 Z-14 F0.2**

- **Traslazione in rapido G0**
- **Interpolazione lineare G1**
- **Coordinate relative X,Z**



**G90**

**G0 X23 Z1**

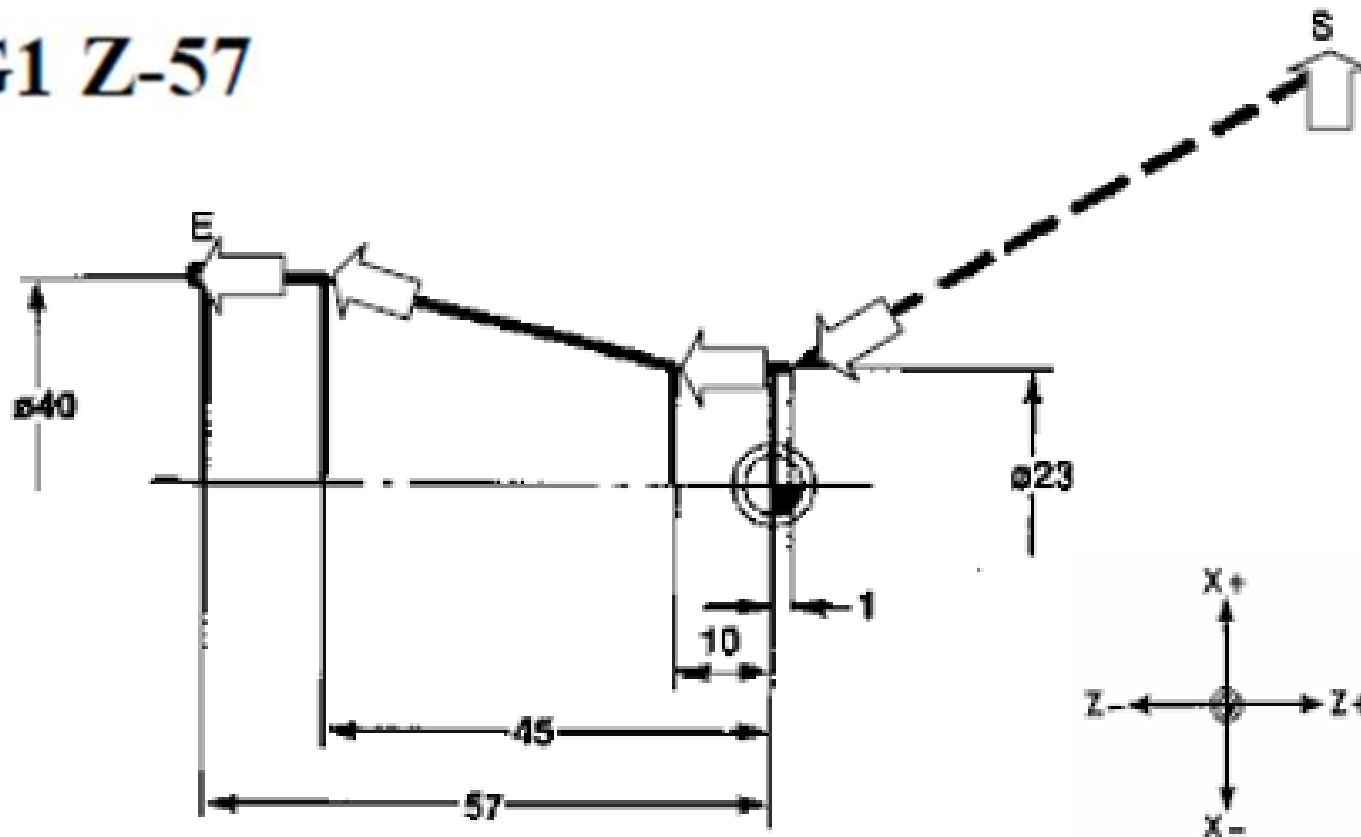
**G1 Z-10 F0.1**

**G1 X40 Z-45**

**G1 Z-57**

- Traslazione in rapido G0
- Interpolazione lineare diagonale
- Coordinate assolute X, Z

F = velocità di avanzamento = 0.1 [mm/giro]



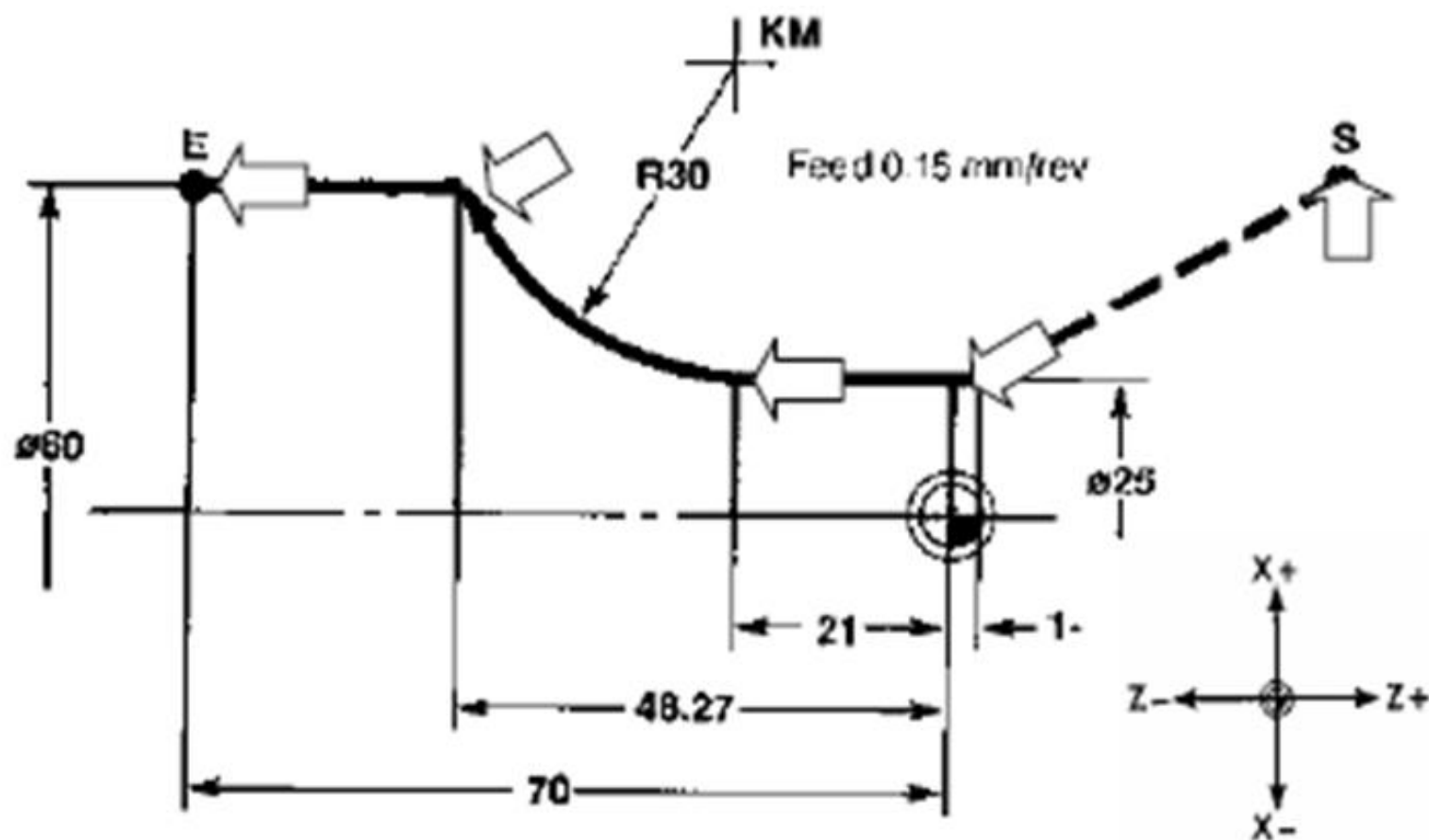
G0 X25 Z 1

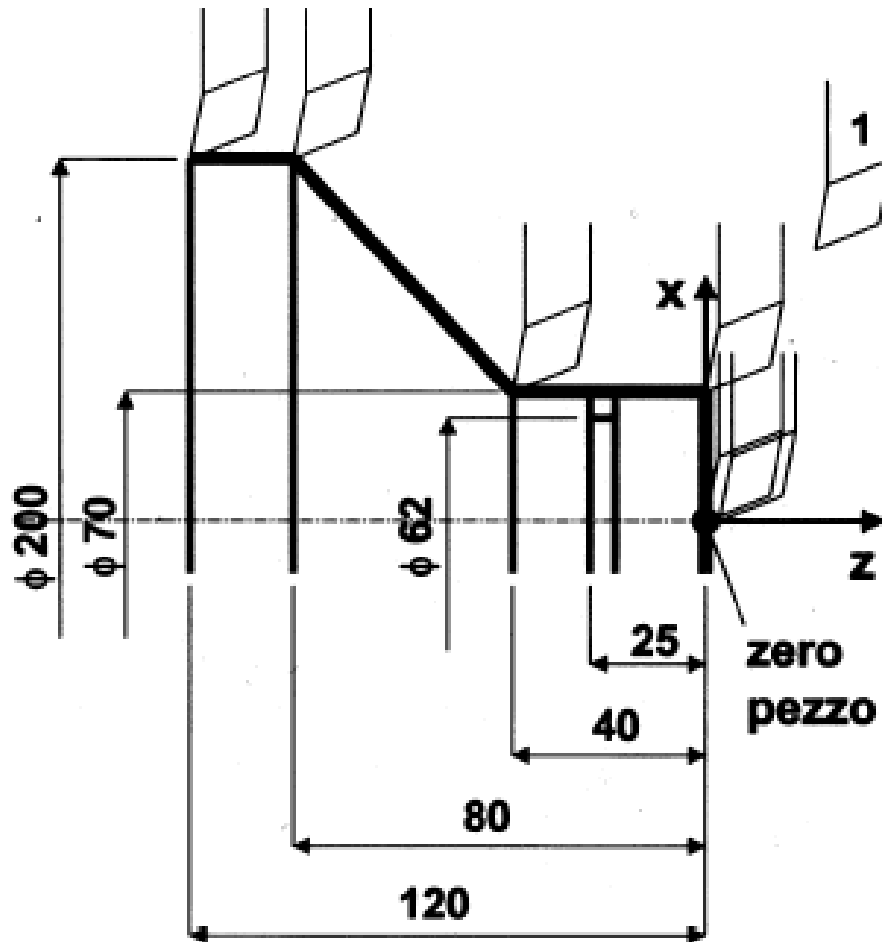
G1 Z-21 F0.15

G2 X60 Z-48.27 R30

G1 Z-70

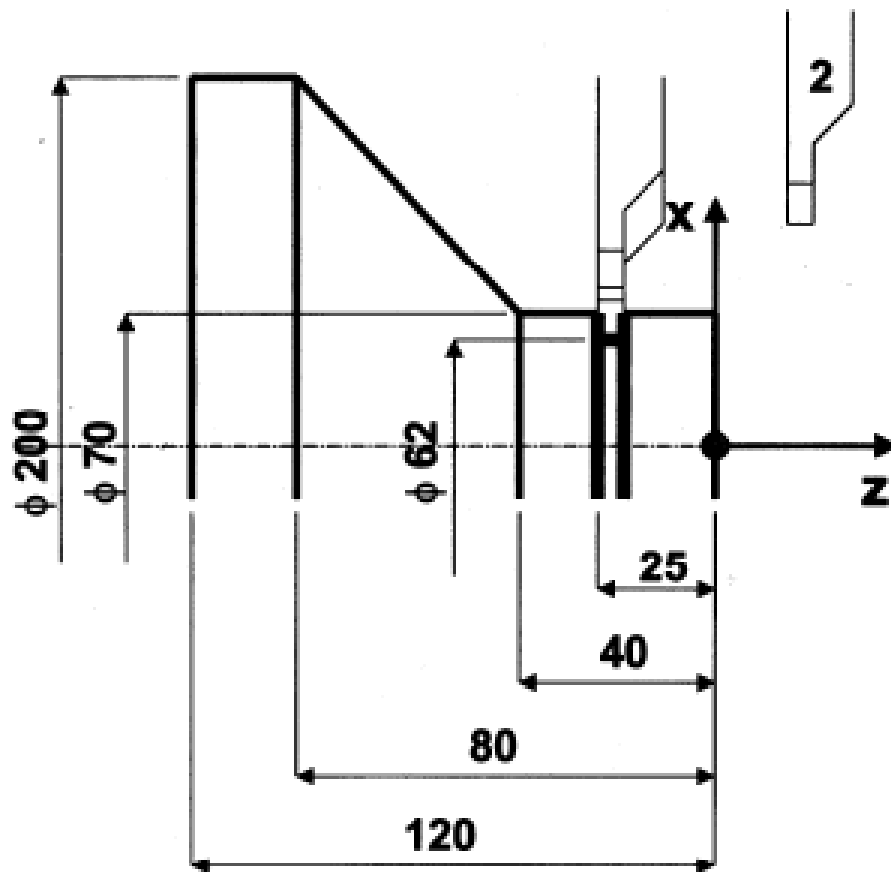
- Interpolazione circolare
- Punto finale
- Raggio R





Scelta utensile  
**T1.1 M6**  $V_t$  [giri/min]  
**G97 S100 M4 F0.2**  
**G0 X0 Z1**  
**G1 Z0** Rotaz. antioraria  
**X70**  
**Z-40**  
**X200 Z-80**  
**Z-120**  
**G0 X250 Z150**





**T2.2 M6**  $V_t$  [m/min]

**G96 S300 M4 F0.08**

**G0 X72 Z-25**

**G1 X62**

**G0 X72**

**X250 Z150**

**M30**

Fine  
programma e  
riavvolgimento  
nastro