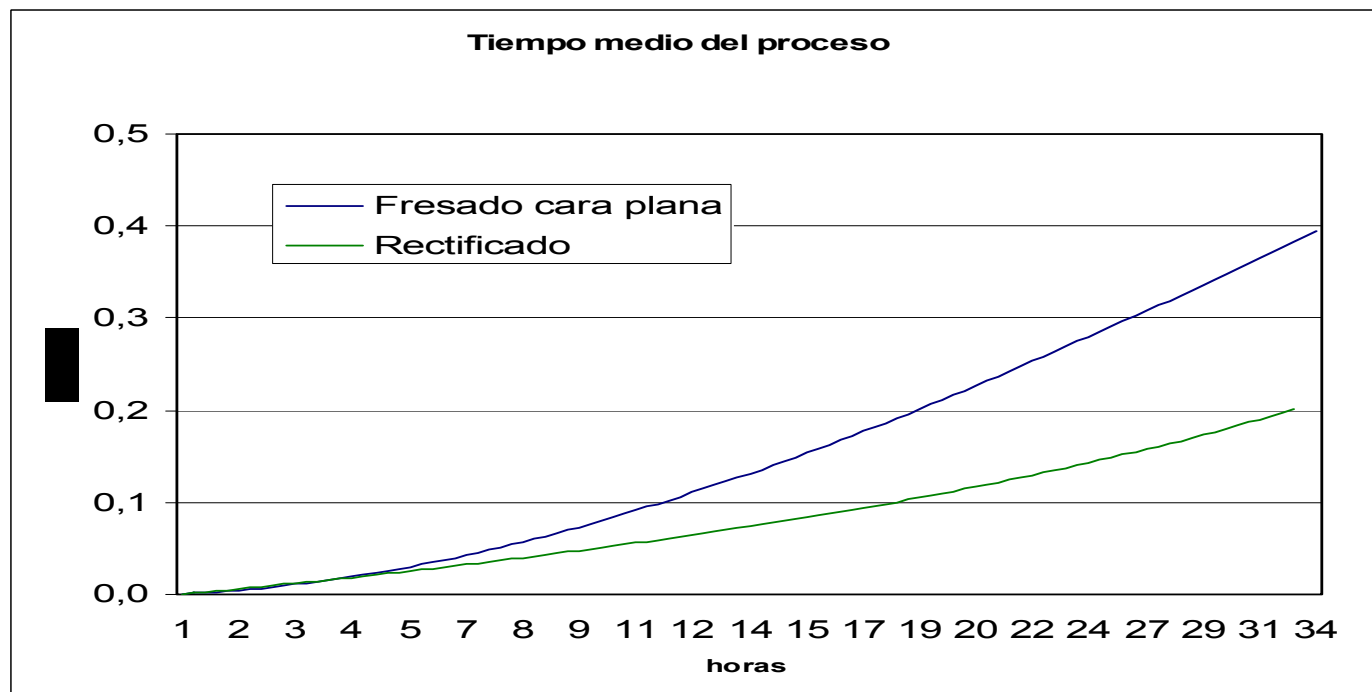




# Cálculo de los tiempos de fabricación





# Tiempo total del proceso de fabricación ( $t_{pr}$ )

- Tiempo operaciones manuales
- Tiempo tecnológico
- Tiempo tecnomanual
- Tiempo oculto
- Tiempo de la serie
- Tiempo frecuencial

Tiempo de  
duración total  
del proceso de  
fabricación  
( $t_{pr}$ )



# Tiempo operaciones manuales

- Es la duración de un trabajo físico o mental que depende únicamente del operador.
- Ejemplos:



TIEMPO DE FABRICACIÓN										
TIEMPOS MANUALES Tm*										
Es la duración de un trabajo físico o mental que depende únicamente del operador										
Fresadoras Emault Somua			Tipo		Tornos semiautomáticos Emault Somua			Tipo		
			Z1	Z3				N2B	N3 N5	
Organos	Movimiento	Tm en cm			Organos	Movimiento	Tm en cm			
Husillo	Acoplamiento o desacoplamiento del husillo	2	2		Barra de sujeción	Avanzar la barra, poner la pieza a tope y apretar	8	12	14	
	Cambio de frecuencia del husillo (1 palanca)	8	10			Cabezal	Embragar la marcha hacia adelante	1	2	4
	Cambio de frecuencia del husillo (2 palancas)	12	15				Desembragar	2	2	2
	Cambio de frecuencia del husillo (3 palancas)	16	20				Invertir el sentido de marcha AD y AT	1	2	7
	Invertir el sentido de rotación	3	3				Cambiar la frecuencia del husillo	1	2	8
Mesa (Avance)	Embragar o desembragar el avance lento	3	2		Torreta hexagonal	Girar la torreta (1 canal) sobre una longitud de 100 mm	3	6	7	
	Embragar o desembragar el avance rápido	4	4			Girar la torreta (2 canales) sobre una longitud de 100 mm	6	7	11	
	Cambiar de avance (1 palanca)	5	5			Girar la torreta (6 canales) en rotación libre	6	8	12	
	Cambiar de avance (2 palancas)	10	10			Acercar la herramienta y embragar el avance	2	3	4	
Mesa y carro transversal (desplazamiento e inmovilización)	Desplazamiento transversal de 30 mm	10	14			Bloquear o desbloquear la corredera	3	3	3	
	Desplazamiento transversal de 50 mm	15	20			Cambiar la velocidad de avance	1	4	2	
	Desplazamiento transversal de 90 mm	20	28		Carro Longitudinal	Embragar	3	3	2	
	Bloquear o desbloquear la mesa (2 palancas)	6	6			Desembragar (desembragado automático)	2	2	2	
	Bloquear o desbloquear el carro (1 palanca)	4	4			Cambiar el movimiento del avance	—	2	2	
	Ajustar el vernier de referencia (mesa e carro transversal)	10	10			Bloquear el carro	—	2	3	
	Montante	Bloquear o desbloquear (2 palancas)	10	16		Cambiar tope longitudinal (1 muesca)	4	4	4	
Bajar el montaje de 30 mm		14	32		Carro transversal	Embragar	—	3	3	
Bajar el montaje de 50 mm		21	56			Desembragar manualmente	—	2	2	
Bajar el montaje de 90 mm		30	86			Cambiar el movimiento de avance	—	2	2	
Montar el montaje de 30 mm		17	35			Bloquear la corredera	—	2	2	
Montar el montaje de 50 mm		27	60			Maniobrar la corredera de 50 mm	4	4	4	
Montar el montaje de 90 mm		37	92			Maniobrar la corredera de 100 mm	6	6	6	
Ajustar el vernier a la referencia		15	15			Maniobrar la corredera de 150 mm	—	8	8	
POSICIONAMIENTO DE LA PIEZA**		Torreta cuadrada	Girar 1 cara	—		4	4	Ajustar el vernier a la referencia	8	10
	Girar 4 caras		—	8	8	Girar 1 cara	—		4	4
	Organo	Movimiento	Tm cm	CONTROL						
				Organo	Operación	Tm cm				
	Tornillo de banco	Montar la pieza en el tornillo de banco	30	Escala	Verificar una dimensión con escala	25				
		Desmontar la pieza del tornillo de banco	24		Pie de rey	Verificar una dimensión con pie de rey	41			
	Mandrill de 3 mordazas	Montar la pieza en mandrill de 3 mordazas	40	Escuadra	Verificar una escuadra	37				
		Desmontar la pieza del mandrill de 3 mordazas	30		Micrómetro	Verificar una dimensión con micrómetro ± 0,03	54			
	Mandrill de 3 mordazas más contrapunto	Montar la pieza en mandrill de 3 mordazas y contrapunto	70	Calibrador de exteriores	Verificar una dimensión con micrómetro ± 0,01	70				
		Desmontar la pieza del mandrill de 3 mordazas y contrapunto	60		Calibrador de exteriores	Verificar un diámetro con ayuda de un calibrador de exteriores	38			
Plato circular	Montar y centrar la pieza en el comparador sobre el plato circular	700	Calibrador cilíndrico de tapón	Verificar un mandrillado con ayuda de un calibrador cilíndrico de tapón	34					
	Desmontar	100								



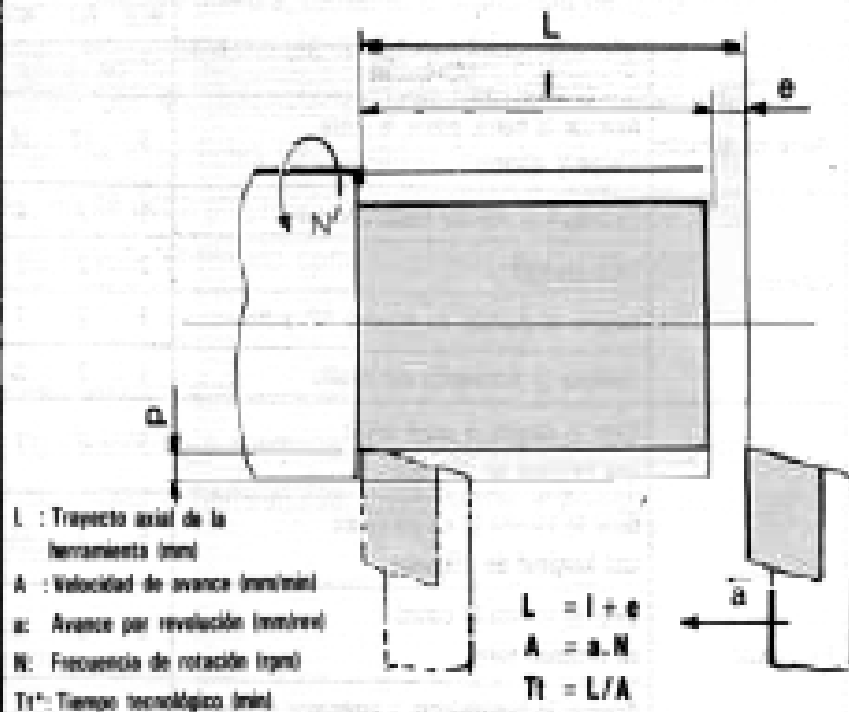
# Tiempo tecnológico

19.162

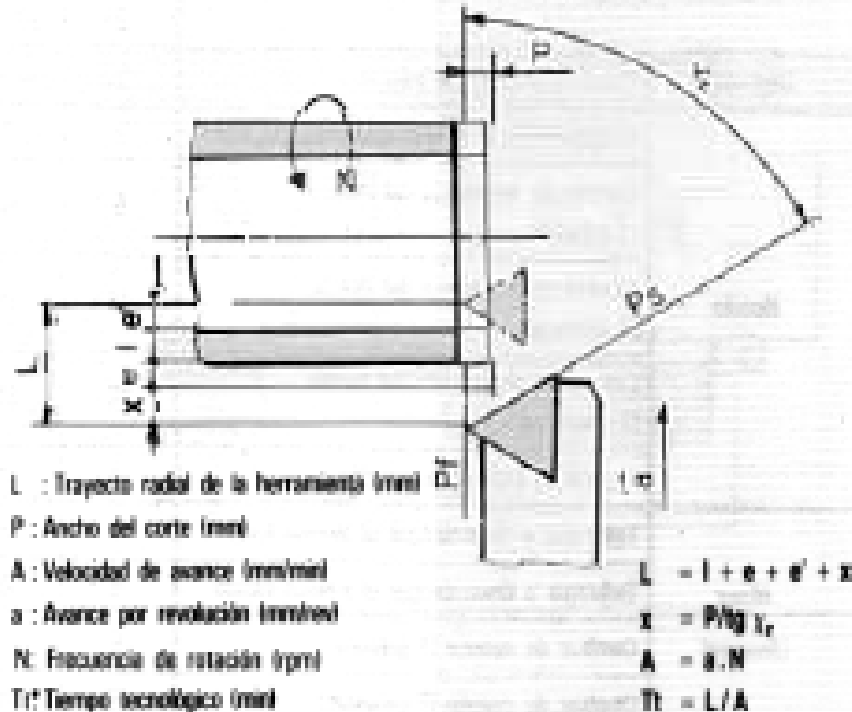
## TIEMPOS TECNOLÓGICOS $T_t$

Es la duración en la cual el trabajo efectuado depende únicamente de los medios materiales

### Torneado (avance con canal)

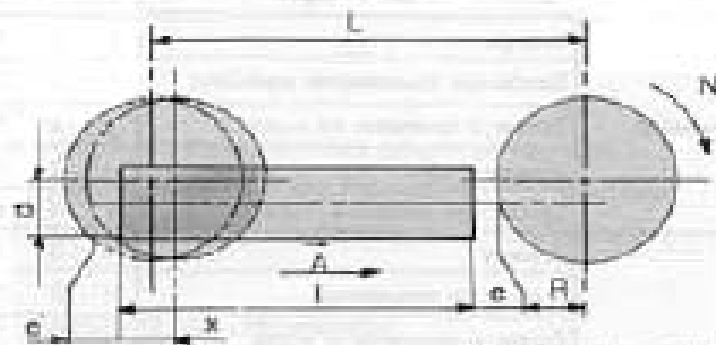


### Torneado (Carreado)



### Fresado de cara (Desbastado)

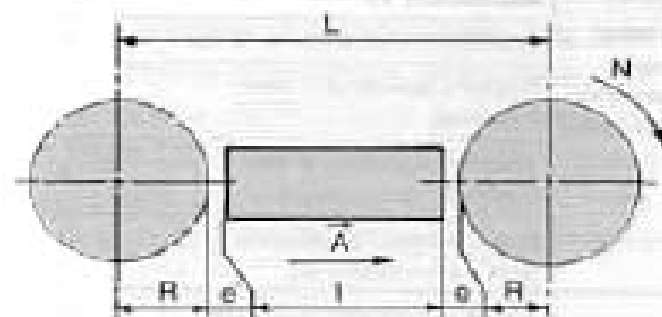
### Fresado de cara (Acabado)



$L$  : Trayectoria de la mesa (mm)  
 $R$  : Radio de la fresa (mm)  
 $A$  : Velocidad de avance (mm/min)  
 $a$  : Avance por diente (mm/diente)  
 $Z$  : Número de dientes de la fresa

$N$  : Frecuencia de rotación (rpm)  
 $T_t$  : Tiempo tecnológico (min)  
 $L = R + e + l + x + e'$   
 $x = \sqrt{R^2 - e^2}$   
 $A = a \cdot Z \cdot N$   
 $T_t = L/A$

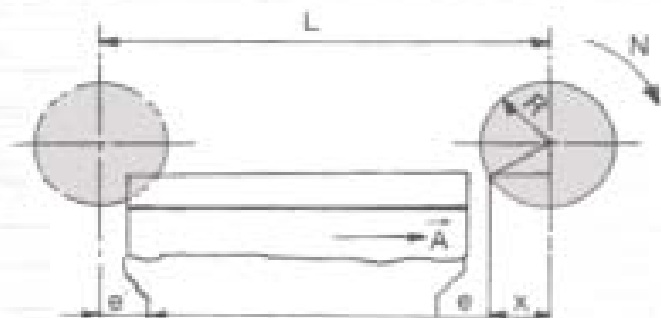
Fresado de perfil



$L$  : Trayecto de la mesa (mm)  
 $R$  : Radio de la fresa (mm)  
 $A$  : Velocidad de avance (mm/min)  
 $a$  : Avance por diente (mm/diente)  
 $Z$  : Número de dientes de la fresa

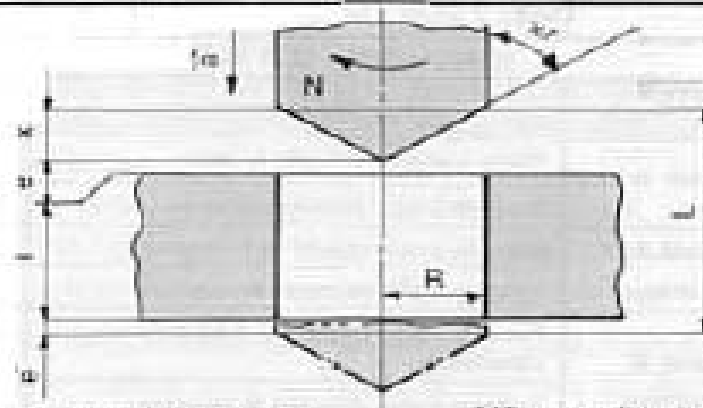
$N$  : Trayecto de la mesa (mm)  
 $T_t$  : Tiempo tecnológico (min)  
 $L = 2R + e' + l + e$   
 $A = a \cdot Z \cdot N$   
 $T_t = L/A$

Taladrado



$L$  : Trayectoria de la mesa (mm)  
 $R$  : Radio de la fresa (mm)  
 $A$  : Velocidad de avance (mm/min)  
 $a$  : Avance por diente (mm/diente)  
 $Z$  : Número de dientes de la fresa  
 $N$  : Frecuencia de rotación (rpm)

$T_t$  : Tiempo tecnológico (min)  
 $L = x + e + l + e'$   
 $x = \sqrt{R^2 - (R - p)^2}$   
 $= \sqrt{p(2R - p)}$   
 $A = a \cdot Z \cdot N$   
 $T_t = L/A$



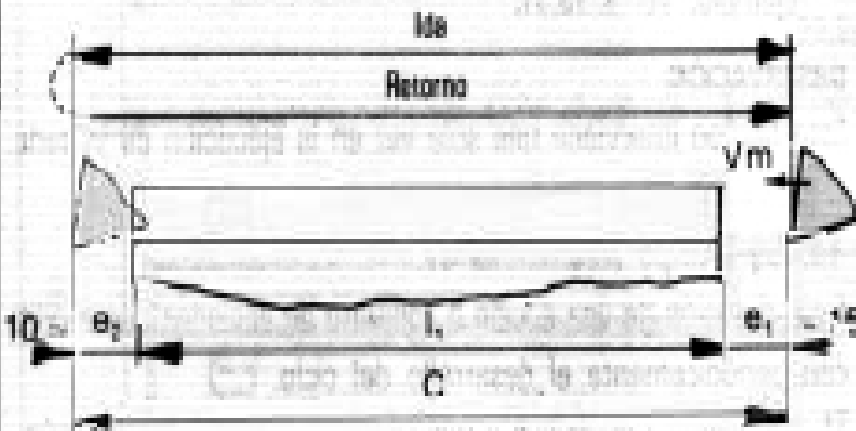
$L$  : Trayecto axial de la herramienta  
 $R$  : Radio de la broca (mm)  
 $A$  : Velocidad de avance (mm/min)  
 $a$  : Avance por revolución (mm/rev)  
 $N$  : Frecuencia de rotación (rpm)

$T_t$  : Tiempo tecnológico (min)  
 $L = x + e + l + e'$   
 $x = R/\tan \alpha$   
 $A = a \cdot N$   
 $T_t = L/A$



# Tiempo tecnológico

Cepillado (Maquinado de superficie)



$L$ : Trayecto axial de la herramienta (mm)

$V_m$ : Velocidad media (mm/min)

$T$ : Duración del ciclo\* (min)

$N$ : Número de ciclos  
por metro lineal (mm)

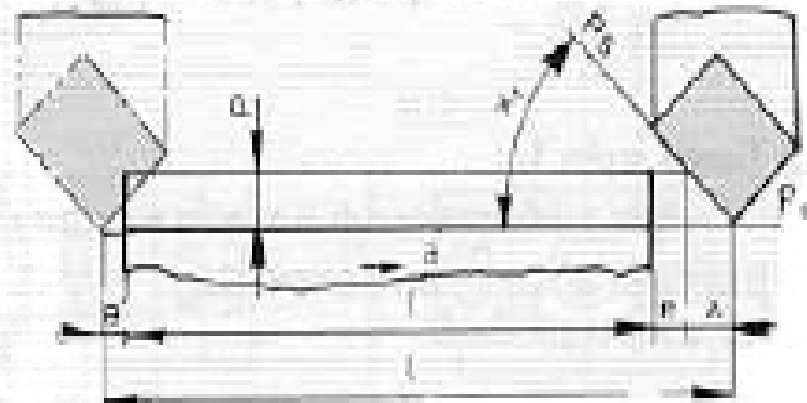
\* Un ciclo =  $T_{ida} + T_{retorno}$

$$C = e_1 + L_1 + e_2$$

$$V_m = 2 C / T$$

$$N = \frac{1}{T}$$

$$V_m = 2 C N$$



$L$ : Trayecto radial de la herramienta (mm)

$p$ : Profundidad de pasada (mm)

$N_c$ : Número total de ciclo.

$a$ : Avance transversal  
mm del ciclo (mm)

$L$ : Longitud total recorrida (mm)

$T_t$ : Tiempo tecnológico (min)

$$L = x + e + l + e'$$

$$x = P / \tan \alpha$$

$$N_c = L / a$$

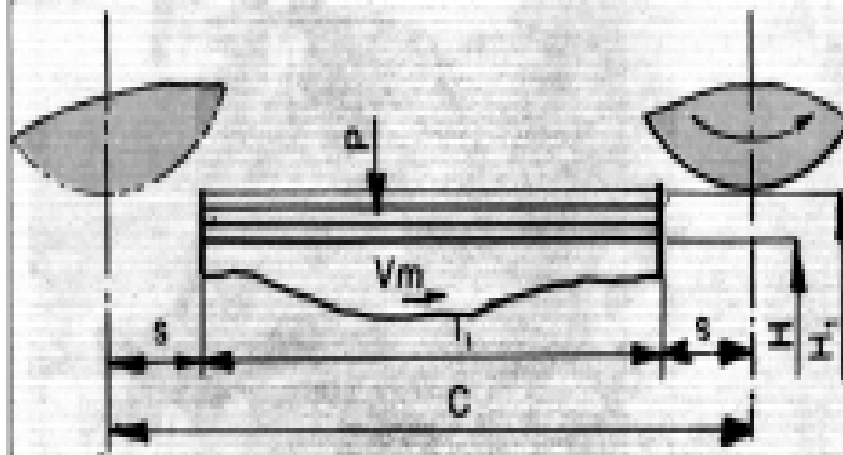
$$L_t = 2 C \cdot N_c$$

$$T_t = \frac{L_t}{V_m}$$



# Tiempo tecnológico

Rectificado plano (Con ayuda de una rueda plana)



$c$  : Trayectoria axial (mm)  
 $a$  : Espesor de la rueda (mm)  
 $N_p$  : Número de pasadas  
 $p$  : Profundidad de pasada (mm)  
 $V$  : Velocidad de la mesa (mm/min)

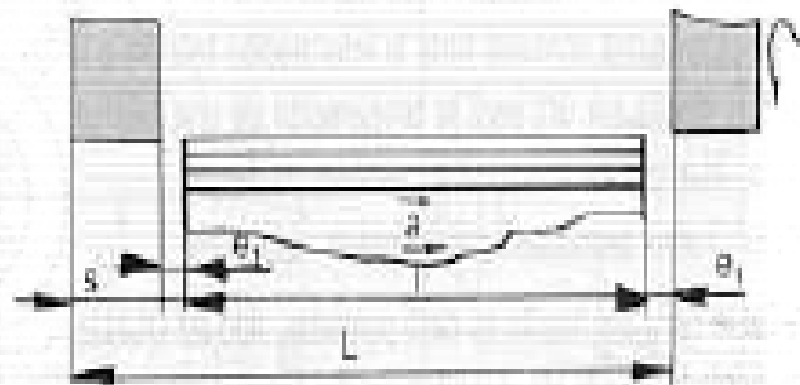
$$c = L + 2s$$

$$N_p = \frac{H_1 - H}{p}$$

$$H = \frac{1}{T}$$

## OBSERVACIÓN

El cálculo de tiempo de enfrente implica una toma de pasada a la ida y al retorno. Si la toma de pasada se efectúa solamente para una ida y retorno una sola vez por ciclo, basta multiplicar el tiempo  $T_1$  por 2.



$L$  : Trayectoria radial (mm)  
 $N_c$  : Número de trayectorias por pasada  
 $a$  : Avance transversal al fin del trayecto axial (mm)  
 $N_{ct}$  : Número total de trayectos  
 $NP$  : Longitud de pasadas  
 $t_1$  : Longitud total por trayecto (mm)  
 $T_1$  : Tiempo tecnológico (min)  
 $V$  : Velocidad de la mesa (mm/min)

$$L = 2a_1 + l + s$$

$$N_c = L/a$$

$$N_{ct} = \frac{L}{a} \cdot N_p$$

$$L_t = N_{ct} \cdot C$$

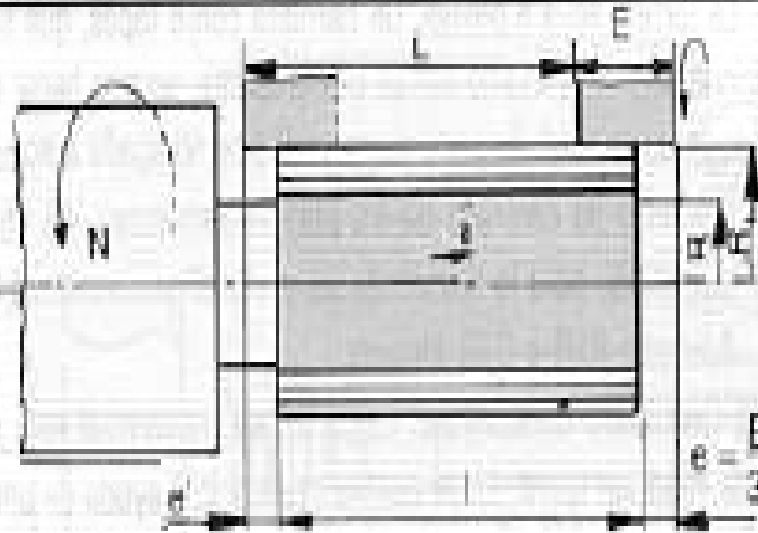
$$T_1 = \frac{L_t}{V}$$





# Tiempo tecnológico

Rectificado cilíndrico (Avance con carro)



$$L = e + l + E/3 - E$$

$$= e + l - 2/3 \cdot E$$

$$n = \frac{R_1 - R}{P}$$

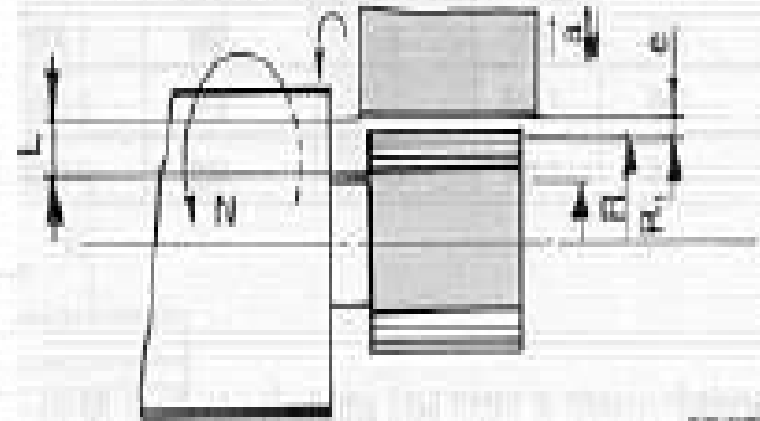
$$A = a \cdot N$$

$$Ll = L \cdot n$$

$$Tl = \frac{Ll}{A}$$

- l: Trayecto axial mm
- n: Número de pasada
- e: Profundidad de pasada mm
- A: Velocidad de avance mm/min
- a: Avance por vuelta de la pieza mm/v
- N: Frecuencia de rotación de la pieza 1/gir
- Ll: Longitud total por trayecto mm
- Tl: Tiempo tecnológico min

Rectificado cilíndrico (Acercamiento gradual)



- l: Trayecto axial mm

- A: Velocidad de avance mm/min

- a: Avance de la pieza por vuelta mm/v

- N: Frecuencia de rotación de la pieza 1/gir

- Tl: Tiempo tecnológico

$$L = R_1 - R + e$$

$$A = a \cdot N$$

$$Tl = \frac{L}{A}$$



- Tiempo tecno-manual

Es el tiempo durante el cual el trabajo depende de las acciones componentes y simultáneas del operador y de la máquina.

- Tiempo oculto

Es la duración del trabajo humano o de la máquina que acompaña a la ejecución de otro trabajo predominante.



- Tiempo de la serie

Es el tiempo que toman las operaciones necesarias para equipar el puesto de trabajo (posicionamiento del porta-piezas, reglaje de las herramientas, etc.), así como el que toma el desmontaje del puesto.

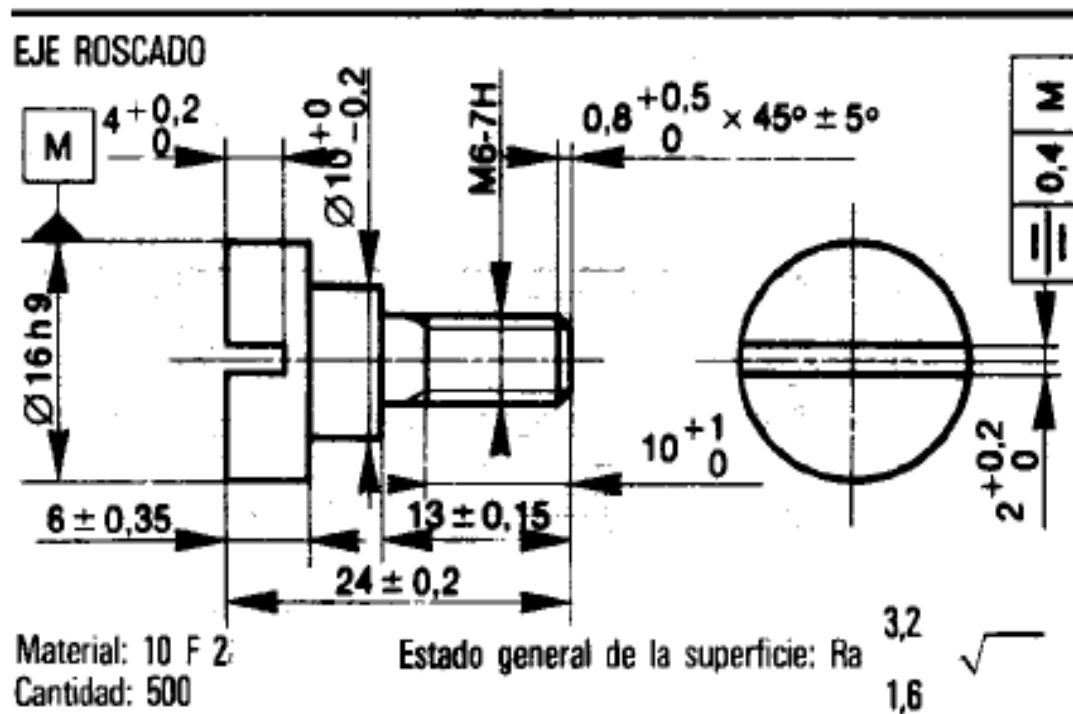
- Tiempo frecuencial

Es la duración de una acción o conjunto de acciones que modifican periódicamente el desarrollo del ciclo.



## Ejemplo de aplicación

- Se desea fabricar una pieza como la del plano que se muestra. Se trata de un eje roscado de Acero F114. Será una serie única de 500 piezas. Se realizarán las operaciones en un torno semi-automático ERNAULT N2B





# Solución al ejemplo de aplicación

El orden de las operaciones de mecanizado en torno es:

- Colocación de la pieza en bruto en la máquina
- Cilindrado hasta  $\varnothing 10$ , longitud 18
- Cilindrado hasta  $\varnothing 6$ , longitud 13
- Elaboración de chaflán  $0,8 \times 45^\circ$
- Elaboración de rosca M6, longitud 10
- Tronzado