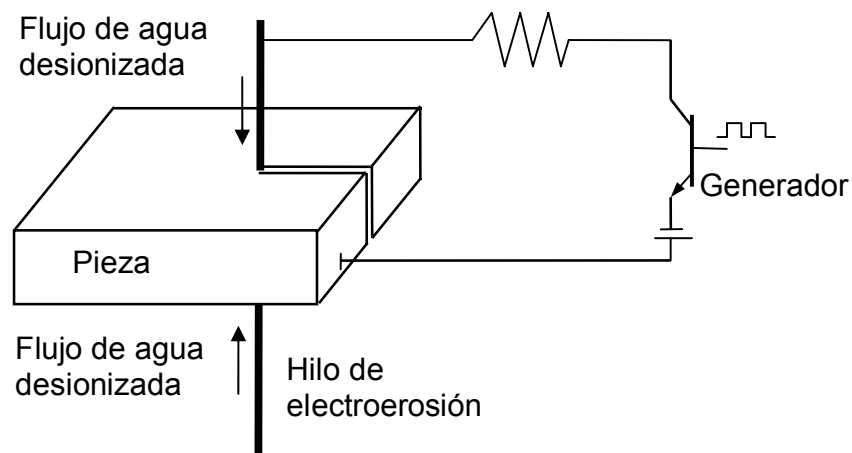


# Mecanizado de piezas mediante electroerosión por hilo

## 1. Principio físico de la electroerosión por hilo

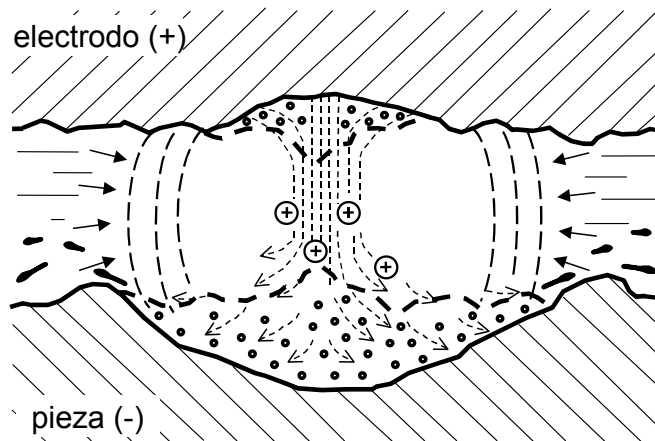
El mecanizado por electroerosión se realiza en un medio dieléctrico mediante el salto de descargas eléctricas entre el electrodo y la pieza a mecanizar. El proceso es básicamente un proceso termoeléctrico en el que las chispas representan una fuente térmica puntual. Esta fuente térmica funde el material de la pieza produciéndose de esta forma la erosión.



**Figura 1 Esquema de Electroerosión por hilo.**

En la electroerosión por hilo, WEDM, un hilo conductor, normalmente de latón, se utiliza como electrodo. El hilo pasa por unas guías imponiéndole la dirección que debe seguir. Las descargas se producen por la diferencia de potencial existente entre el hilo y la pieza que obviamente debe ser de un material conductor de la electricidad. El hilo circula continuamente, y entre el hilo y la pieza existe un canal, llamado de descarga, bañado por un fluido dieléctrico, que generalmente es agua.

El dieléctrico (agua) es introducido entre el hilo y la pieza con el objetivo de ayudar al salto y calidad de las chispas, refrigerar el "gap" y eliminar el material arrancado después de las descargas eléctricas. El mantener una distancia correcta entre hilo y pieza es el punto más importante para tener un correcto mecanizado y conseguir precisión. A continuación se va a explicar paso a paso como se produce la erosión.

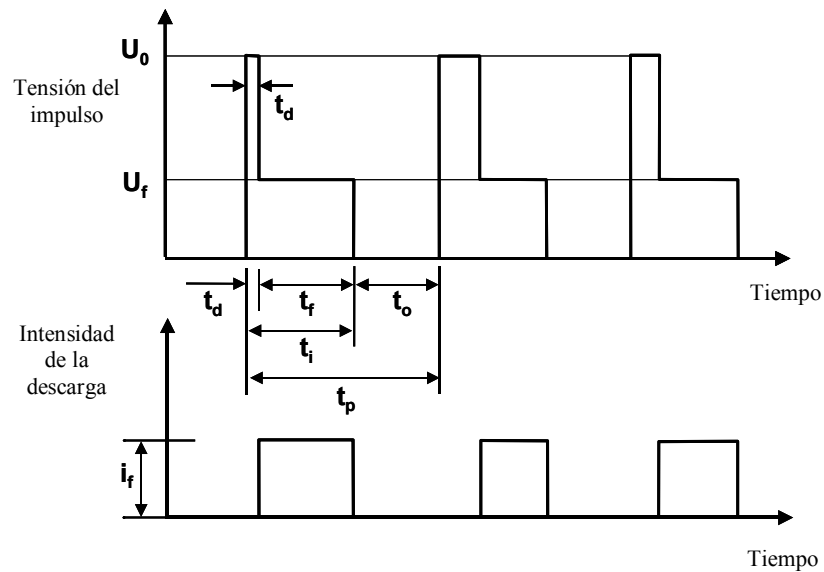


**Figura 2 Proceso microscópico de electroerosión**

Primero se dispone de un material conductor en la mesa de trabajo. Se posiciona el hilo cerca de la pieza. Se aplica una tensión de vacío al hilo, mientras entra fluido dieléctrico (agua) entre el hilo y la pieza. Esta tensión es la encargada de ionizar el canal de descarga. Ionización, quiere decir, que en el agua que existe entre el hilo y la pieza se produce un ordenamiento de los iones del agua. Llega un momento en que el agua deja de ser no conductora y por el canal creado se produce una chispa (corriente) produciéndose altas temperaturas que vaporizan y funden parte del material a mecanizar y parte del hilo. Posteriormente a esta descarga se produce un tiempo de pausa destinado a la limpieza y refrigeración del "gap".

El agua es un elemento no conductor, pero posee gran cantidad de iones que la hacen conductora. Si el agua está completamente desionizada es un perfecto aislante y no se pueden producir chispas que atraviesen el "gap". Si existe muchos iones que hacen el agua conductora, la corriente atraviesa el "gap" con mucha facilidad y las chispas tienen poca fuerza y se reduce la eficiencia. Mantener el agua desionizada permite, que las chispas salten cuando la tensión de vacío ha llegado a su máximo potencial, también es de notable ayuda para que no se produzcan oxidaciones prematuras en las piezas.

La máquina va generando pulsos eléctricos para realizar la electroerosión de la forma que se ve en la figura 3.



**Figura 3** Terminología eléctrica (VDI 3402)

Período ( $t_p$ ): Tiempo que pasa desde el comienzo de un impulso hasta el comienzo del impulso siguiente (Fig. 3).

Tensión de descarga ( $U_f$ ): Tensión entre electrodo y pieza después de cebada la descarga (Fig. 3)

Tensión en vacío ( $U_0$ ): Tensión entre electrodo y pieza antes de cebada la descarga, o tensión entre electrodos si no hay descarga (Fig. 3)

Impulso de tensión: Tensión aplicada a ambos electrodos durante un tiempo determinado.

Impulso de intensidad: Véase "Descarga".

Intensidad media de corriente ( $I_{fm}$ ): Valor medio de la corriente que circula por el gap durante el mecanizado. Es el valor leído en el amperímetro (Fig. 3).

Intensidad de impulso ( $i_f$ ): Intensidad que circula por el gap durante una descarga (Fig. 3).

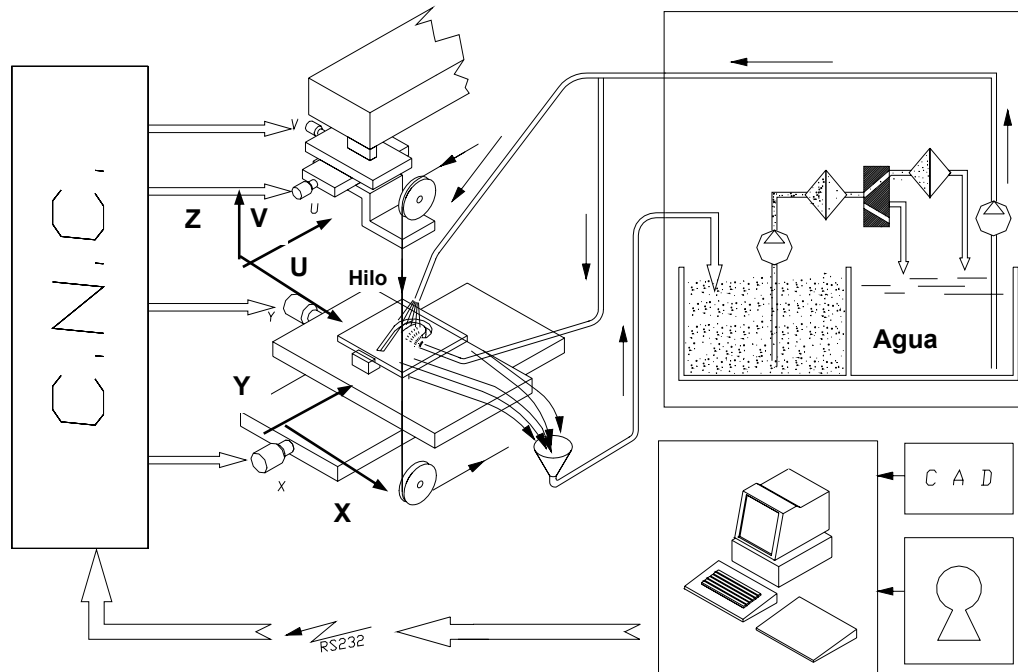
Tiempo de descarga ( $t_f$ ): Tiempo durante el cual pasa la descarga hasta que eléctricamente se corta la corriente (Fig. 3).

Tiempo de impulso ( $t_i$ ): Tiempo que dura el impulso de erosión entre ambos electrodos (Fig.3).

Tiempo de pausa ( $t_o$ ): Intervalo de tiempo que transcurre entre el final de un impulso y el comienzo del siguiente (Fig. 3). Se verifica que:  $t_p = t_i + t_o$

Tiempo de retraso de descarga o de ionización ( $t_d$ ): Tiempo que transcurre entre la aplicación del impulso de tensión y el comienzo de descarga. Suele ser muy pequeño, del orden de 0,5 a 2  $\mu s$  (Fig. 3). Se cumple que:  $t_i = t_d + t_f$

## 2. Arquitectura de la máquina



**Figura 4 Esquema de una máquina de WEDM.**

La máquina de electroerosión por hilo ONA RE 250 dispone de 5 ejes con control numérico: X e Y en la mesa dónde se fija la pieza y U, V y Z que se mueven desde la boquilla de arriba.

Las boquillas entre las que va fijo el hilo tienen la misión de proporcionar un chorro de agua a presión que se llevará el material erosionado para la limpieza del canal de erosión.

Se puede trabajar en aspersión: en la que el único dieléctrico es el agua del chorro de las boquillas o en inmersión en la que la pieza está sumergida en un baño de agua desionizada aunque no se recomienda en la mayoría de los casos

El agua con el material de erosión pasa al filtrado que se realiza por un filtro permanente de carbono activo que recoge todas las “virutas” de la erosión. De vez en cuando se limpia el filtro y las virutas se pasan a unos tanques en los que por decantación se van acumulando formando lodos.

El hilo una vez realizada la electroerosión se lleva por un sistema de rodillos y guiado más o menos complejo hasta un troceador dónde se corta para su reciclado posterior (chatarra).

### **3. Parámetros de corte según la tabla de tecnologías.**

#### **POTENCIA (POTENCIA)**

Indica los diferentes niveles de energía que se pueden obtener del generador. Se pueden seleccionar valores del 0 al 15.

Los regímenes de desbaste utilizan valores que van del 8 al 15 mientras que para repasos y acabados se utilizan niveles del 0 al 7.

Cada nivel de potencia lleva asociado una intensidad media entre hilo y pieza. A mayores valores de potencia se producen mayor calor, duración y tamaño de las chispas, todo ello lleva a aumentar la intensidad entre hilo y pieza. Ello provoca mayor arranque de material y por lo tanto mayor velocidad de corte. Un aumento excesivo de la potencia puede producir roturas del hilo. La potencia está íntimamente relacionada con la rugosidad, a valores altos de potencia le corresponden valores altos de rugosidad.

#### **TIEMPO DE PAUSA (T. PAUSA)**

Indica la separación en tiempo entre dos descargas sucesivas. Este parámetro se puede variar desde 1 a 127 microsegundos.

Este tiempo transcurrido entre dos ciclos, pausa, en el que no existen descargas, por lo tanto tampoco arranque de material, se emplea en limpiar el canal de descarga del material arrancado en el ciclo anterior, refrigerar el canal y dotar al mismo de dieléctrico limpio para producir las siguientes descargas. Si este valor de pausa se disminuye excesivamente, no dando tiempo a limpiarse el canal de descarga correctamente, se producirán descargas parásitas con el material disperso por el canal, dando lugar a numerosos micro-cortocircuitos. Debido a todo esto y a la poca refrigeración entre ciclos puede producirse la rotura del hilo.

Conforme se disminuye el valor de la pausa menor es el tiempo entre chispas, con lo que se aumenta la velocidad de corte y se produce un incremento de la intensidad entre el hilo y la pieza. Pequeñas variaciones de la pausa no tienen influencia sobre el "gap" (distancia en erosión entre el hilo y la pieza).

#### **TENSIÓN DE VACÍO (TENSIÓN)**

Indica la diferencia de potencial durante la ionización en el "gap". Seleccionable desde 100 a 250 voltios. Cuanto mayores son los niveles de tensión mayor es la energía en la descarga, por lo tanto aumenta la tasa de arranque y se obtienen mayores valores de rugosidad. Aumentando este valor aumenta la intensidad entre hilo y pieza y existe un mayor riesgo de rotura de hilo.

### **SERVO (SERVO)**

Indica la diferencia de tensión teórica entre hilo y pieza durante el proceso de erosión. El valor del servo, controla la distancia entre el hilo y la pieza. Seleccionable desde 1 a 256 voltios.

A mayores valores de servo se consigue un mayor tamaño del canal de descarga, el tiempo de ionización es mayor y la tasa de arranque disminuye.

Disminuyendo el valor del servo, se disminuye la distancia entre el hilo y la pieza y se provoca un aumento de la velocidad de corte. En operaciones de desbaste, ajustar mucho el servo, disminuir su valor, aumenta la tasa de arranque pero aumenta el riesgo de rotura de hilo, ya que al ser el canal de descarga menor la limpieza se dificulta y puede dar lugar a cortocircuitos.

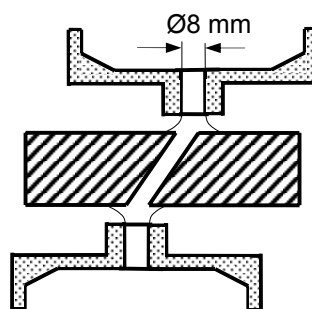
### **DIELECTRICO (DIELEC)**

Indica el nivel de dieléctrico que circula entre hilo y pieza. Su función además de llenar el canal de descarga de dieléctrico, es refrigerar el canal de descarga y arrastrar los residuos de la zona de erosión. Seleccionable desde 0 a 31.

La limpieza es un factor muy importante en la velocidad de corte en los procesos de desbaste. Por ello, se recomienda seleccionar el índice 31. Si se realiza un ajuste correcto de las boquillas se consigue una presión entre 10 y 11 kg/cm<sup>2</sup> con los que se consigue la mayor velocidad de corte. No tiene influencia sobre el tamaño del "gap", ni sobre la rugosidad.

Durante el corte cónico se tienen principalmente dos inconvenientes para conseguir altas presiones:

- En posición de corte cónico, se puede observar en la figura, que las boquillas no están alineadas, con lo que el fluido no tiene camino directo al canal de descarga. Así que éste es un factor que dificulta la limpieza de dicha zona.



**Figura 5**

- Para grandes ángulos se deben elegir boquillas de diámetro 8 mm (grandes), lo que implica que el chorro de agua será más disperso que si la boquilla fuese de un diámetro inferior.

Por todo ello, en el mecanizado de piezas cónicas se recomienda aumentar el valor del tiempo de pausa a fin de que no se produzcan roturas de hilo.

Al realizar repasos se debe tener en cuenta este parámetro de modo que hay que asegurar el chorro de agua en la zona de erosión. Valores muy altos del dieléctrico en el repaso pueden producir movimientos del hilo y la aparición de rayas en las piezas.

En los repasos dentro del canal erosionado se debe poner un nivel 5 de presión de dieléctrico para asegurar la limpieza a lo largo de toda la altura de la pieza. Si se está realizando un repaso a una matriz se debe seleccionar el nivel 0 ó 1.

### **TENSION DE HILO (TEN.HILO)**

Tensión mecánica a la que está sometido el hilo de corte. Se puede seleccionar desde un nivel 0 al 31.

Entre la boca superior e inferior, con un nivel de tensión de hilo programado de 16 debe existir alrededor de 1 kg de tensión mecánica en el hilo, en la zona anterior al freno deben existir alrededor de 300 gr.

El incremento de la tensión del hilo reduce la resistencia del mismo al desgaste producido por las chispas y aumenta el riesgo de rotura.

El valor de la tensión mecánica no tiene influencia sobre la tasa de arranque, el "gap" o la rugosidad. Se recomienda utilizar valores altos de la tensión del hilo en los procesos de repaso, en este caso el hilo está poco solicitado y se puede aumentar la tensión mecánica a fin de mejorar la verticalidad de las piezas.

### **VELOCIDAD DE HILO (VEL. HILO)**

Velocidad de alimentación del hilo. Seleccionable del valor 0 al 15. Es la velocidad de avance del hilo por las guías.

Durante la erosión se produce un desgaste del hilo, debido a las sucesivas chispas que tienen lugar a lo largo de la pieza. Conforme aumenta la altura de la pieza, un mismo tramo de hilo puede chispear un mayor número de veces incrementándose el desgaste y por lo tanto aumentando el riesgo de rotura. En piezas de gran espesor se recomienda aumentar la velocidad de hilo con la finalidad de homogeneizar el desgaste.

La velocidad de hilo no tiene influencia sobre el "gap", velocidad de erosión ni rugosidad, pero con valores bajos de velocidad de hilo aparecen problemas de conicidad en las piezas y aumenta el riesgo de rotura.

### **ACABADO (ACABADO)**

Parámetro que limita la energía de erosión para conseguir bajas rugosidades. Solo se aplica en regímenes de repaso. Seleccionable ON/OFF.

### **INVERS (INVERS)**

Añade una señal contraria a la del sentido de la tensión de vacío y se produce una corriente con impulsos con efecto antielectrólisis. ON/OFF.

Se recomienda su utilización en procesos en los que se quiera dejar muy buena calidad superficial y sobre todo cuando se trabaja con materiales propensos a la electrólisis como el titanio, metales duros, etc.

### **CORRECCION DE ESQUINAS (CORR ESQ.)**

Actúa en los redondeos y en las esquinas para mejorar su geometría. Seleccionable desde 0 a 3.

La selección de corrección de esquinas 0 quiere decir que no se efectuará ningún tipo de control en las esquinas.

Existen tres niveles de protección. Los niveles 1 y 2 se utilizan en regímenes de desbaste, el valor 1 es menos exigente que el 2, mientras que el nivel 3 se utiliza en procesos de acabado.

### **VELOCIDAD MÁXIMA DE CORTE (VEL-LIMIT)**

Este parámetro aparece en el control como Vel. Prog., o simplemente como Velocid. En el manual de tecnología aparece como Limit (mm/min). Es programable hasta 240.

Este parámetro limita la velocidad máxima de la erosión. Esta función tiene su principal finalidad en la realización de repasos. En los repaso debido a que existe poco material a erosionar muchas veces es necesario realizar una limitación de velocidad.

Otro campo de aplicación importante, es al realizar erosión de láminas muy delgadas. En este caso puede utilizarse el limitador de velocidad para estabilizar la erosión.

### **PARAMETROS MEDIDOS**

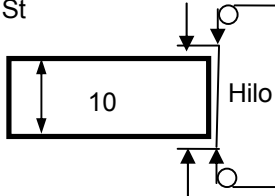
INTENSIDAD (AM): Representa el valor de la intensidad media entre el hilo y la pieza.

TENSIÓN (Vm): Representa el valor de la tensión media entre el hilo y pieza.

VELOCIDAD DE CORTE (Fm): Representa la longitud de material erosionado en la unidad de tiempo.

RUGOSIDAD (VDI): Representa la aspereza producida por la chispa en la superficie mecanizada. El valor indicado esta expresado en VDI.



<b>TECNOLOGÍA</b> <b>ONA</b> <b>S_St25Lt.tec</b>		Pieza de acero St  Espesor = 10 Hilo de latón CuZn 37 Presión del chorro de agua = 11 bar				
		Diámetro del hilo Ø 0,25 mm				
		DESBASTE		REPASOS		
				1°	2°	3°
POTENCIA	P	10	6	3	1	
PAUSA	t <sub>0</sub>	4	5	4	4	
TENSION	V	130	160	160	160	
SERVO	GAP	30	40	30	35	
LIMPIEZA	d	31	5	5	5	
TENSIÓN HILO	Th	16	20	20	20	
VELOCIDAD HILO	Vh	8	6	6	6	
ACABADO	ACA	OFF	OFF	OFF	OFF	
INVERS	INV	OFF	OFF	OFF	OFF	
CORR. ESQUINAS	CRR	1	0	0	0	
INTENSIDAD	Am	5	0,25	0,25	0,25	
TENSION	Vm	55	80	100	110	
VELOCIDAD	Vm	9,2				
RUGOSIDAD	VDI	30	24	23	21	

D	COMPENSACIÓN (mm)	148			
	LIMITE (mm/min)	240			
D + 1A	COMPENSACIÓN (mm)	185	130		
	LIMITE (mm/min)	240	8		
D + 2A	COMPENSACIÓN (mm)	200	145	140	
	LIMITE (mm/min)	240	8	8	
D + 3A	COMPENSACIÓN (mm)	205	150	145	142
	LIMITE (mm/min)	240	8	8	8

#### 4. Recomendaciones de mecanizado

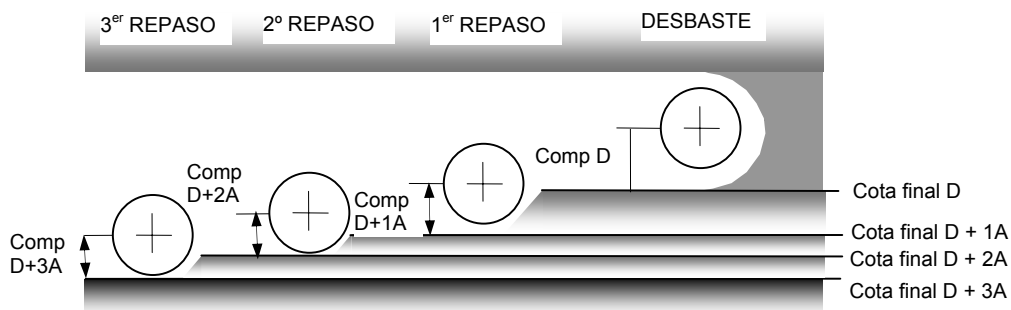
Con la máquina de electroerosión por hilo se pueden conseguir altas prestaciones y precisiones, siempre que las condiciones de mantenimiento sean las adecuadas. Para ello se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

##### 4.1. Compensaciones

Por compensación se entiende al sobre/sub-dimensionamiento que se añade a la medida nominal de un perfil a cortar para compensar la sobre/sub medida que tiene lugar debido al radio del hilo y al “gap” de chispa.

Lo que se programa en el control numérico es la trayectoria del centro del hilo, debido que la pieza que se quiere mecanizar va a estar a la derecha o izquierda del hilo, se debe compensar el radio del hilo. Por otra parte, como entre hilo y pieza hay una distancia debido a las chispas producidas en el proceso de erosión, también se debe compensar esa distancia.

Estos valores de compensación están recogidos en las páginas de parámetros tecnológicos, tanto en el control como en el manual, donde se especifican los valores a introducir según sean los parámetros de erosión. Los regímenes de desbaste son agresivos, de gran tamaño de chispa, por lo que es necesario realizar mayores compensaciones que cuando se realizan repasos.



**Figura 6**

Los diferentes tipos de compensación se utilizan de la siguiente forma según sea el criterio utilizado:

1. Un corte (desbaste), se ha de realizar la compensación con los valores “D” de compensación.
2. Un corte + un repaso (acabado), se han de utilizar los valores de compensación “D+1A”
3. Un corte + dos repasos (acabados), se han de utilizar los valores de compensación “D+2A”

4. Un corte + tres repasos (acabados), se han de utilizar los valores de compensación "D+3A"

#### **4.2. Desbaste**

El régimen de desbaste se refiere al caso en que se realiza el primer corte a una pieza. Es un proceso en el que se requiere gran energía con el objeto de obtener la mayor velocidad de corte posible.

Para conseguir la máxima velocidad de erosión se requiere ajustar las boquillas a 0,15 mm de la pieza rectificada, obteniéndose una presión aproximadamente de 11 bar, y aplicar las tablas de la tecnología.

El desbaste deja las piezas con cierta rugosidad y con defecto de concavidad a lo largo de la altura de la pieza. Esto se soluciona realizando posteriormente uno o varios repasos, dependiendo de la rugosidad y la precisión requerida.

Si el régimen de desbaste se disminuye la energía se puede conseguir menor rugosidad y mejor verticalidad, pero a costa de mayores tiempos de mecanizado.

Habitualmente es más rápido realizar un corte de desbaste rápido y posteriormente algún repaso.

#### **4.3. Repasos**

El objetivo es mejorar la verticalidad y la rugosidad de las piezas. Para realizar correctamente los repasos se recomienda utilizar los valores que aparecen en la tecnología.

El primer repaso nos mejora básicamente la geometría de la pieza, las esquinas y redondeos. Además, por erosionarse a menor potencia, disminuye la rugosidad.

El segundo y tercer repaso están diseñados para piezas muy finas, tanto en precisión como en rugosidad.

En la tecnología de precisión se prima la precisión a la velocidad. En la tecnología de precisión se recomienda ajustar la presión máxima de desbaste a 10 bar tanto en la boca superior como en la inferior. En cuanto al corrector de esquinas se recomienda utilizar en el desbaste el nivel 2, y en el 1<sup>er</sup> y 2<sup>o</sup> repaso el nivel 3. En el tercer repaso no se necesita poner ningún criterio de corrección. El nivel 3 no se debe utilizar en desbastes.

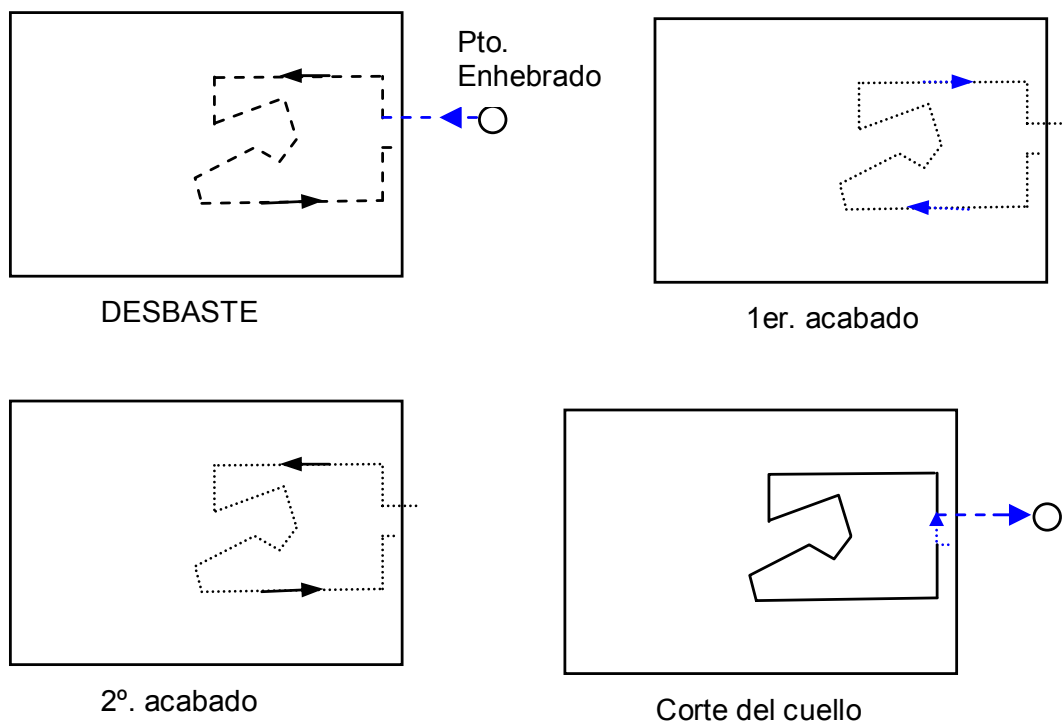
Para la realización de punzones o repasos dentro del canal se recomienda:

- Ajustar el dieléctrico a 0 ó 1 antes del mecanizado comprobando que sale un chorro cilíndrico.

- Después de realizar el desbaste y quitar el retal levantar el cabezal entre 5 y 10 mm con el objeto de que no se produzca la separación del chorro del hilo y pieza.
- Para la realización de ajustes, si el punzón se ha realizado con los valores que aparecen en la tecnología, a la hora de realizar la matriz, se deberá restar a la compensación de la tecnología correspondiente el valor del juego que se quiera dar en el ajuste. Hay que realizar tanto el punzón como la matriz con la tecnología correspondiente a su espesor. En el caso que en el perfil existan aristas vivas para realizar el ajuste es necesario programar radios de redondeo. Este redondeo debe ser mayor o igual que el valor de la compensación en el desbaste.

#### 4.4. Cuellos

Se denomina cuellos a una parte del perfil que no ha sido erosionada con el objeto de poder realizar repasos. Para realizar trabajos de precisión se recomienda comenzar el corte por un agujero mecanizado en la pieza.



**Figura 7**

Para piezas normales, punzones de  $<20 \text{ cm}^2$  y no más de 100 mm de espesor, el cuello debe medir entre 2 y 6 mm. Para piezas de perfil muy grande y/o muy pesadas se recomienda aumentar el cuello, además en el caso que se pueda es preferible realizar varios cuellos, varias entradas, para evitar pequeños giros de las piezas.

## 5. Creación del programa CNC de una pieza

Para la creación del programa de CNC para la máquina se puede usar el programa Pro/Engineer Wildfire en su módulo Pro/Manufacturing. Seguidamente se explicaran los pasos a dar con este software para generar un programa de CNC.

En primer lugar una vez abierto Pro/E debemos elegir una carpeta de trabajo dónde se van a ir guardando todos los ficheros. Para ello se va a **File** y se elige **Set Working Directory** una vez abierta la ventana correspondiente elegiremos la carpeta de trabajo.

Seguidamente elegimos del menú **File** la opción **New** para generar un nuevo fichero. Se abre la ventana de la figura y elegimos la opción **Manufacturing**. En la casilla **Name** introducimos el nombre que le queramos dar al fichero y en **Subtype** debe estar elegida la casilla **NcAssembly**.

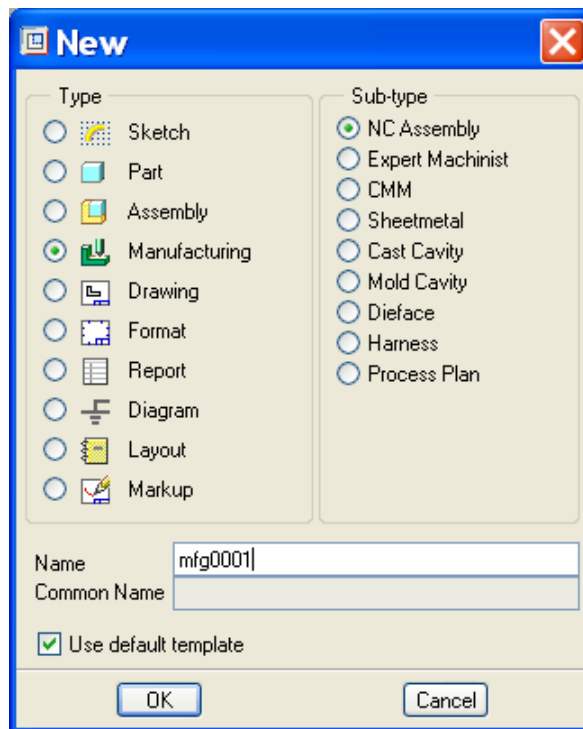


Figura 8.- Abrir un fichero de manufacturing

Una vez aceptado (**OK**) aparece un menú a la derecha arriba de la pantalla. Se debe elegir la opción **Mfg Model**.

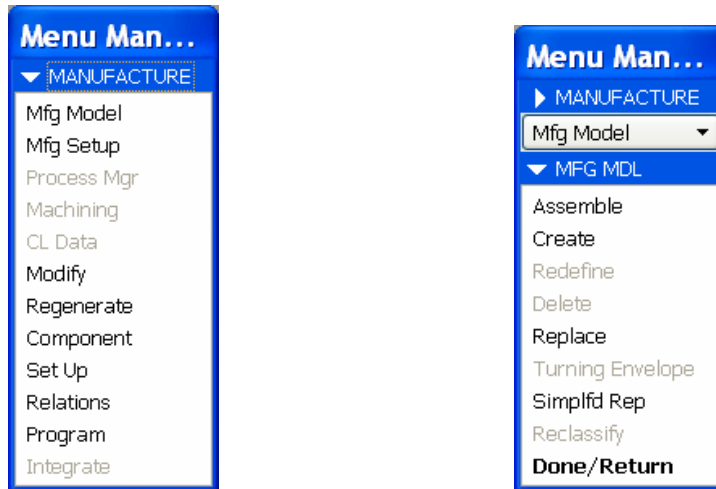


Figura 9.- Abrir la pieza y el “tocho”.

Seguidamente se elegirá la opción **Assemble**: lo que pretendemos hacer es hacer un “ensamblado” de la pieza que se pretende hacer y el tocho de partida.

Se puede elegir primero la pieza y luego el tocho o viceversa. Seguidamente aparece la ventana de Assembly. **Se recomienda situar las piezas de forma que se vean como se mirara desde el eje Z de la máquina.** Al marcar **top** en el organizador de vistas se tiene que ver el perfil a mecanizar visto desde arriba (eje Z).

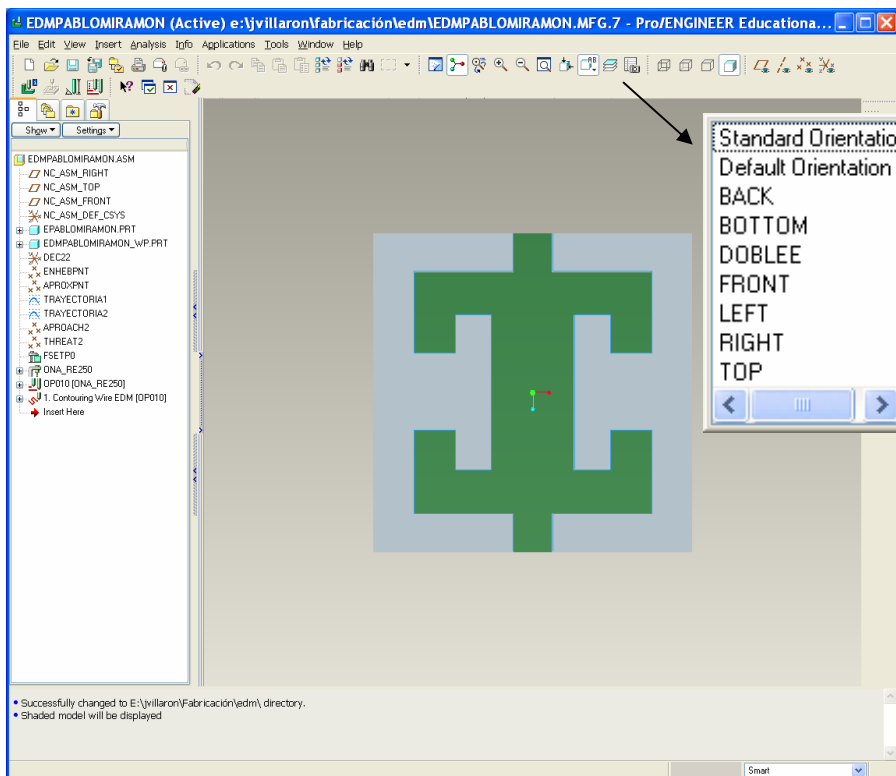


Figura 10.- Orientación de la pieza vista desde la boquilla de arriba

Seguidamente se debe crear el punto que va a ser el cero pieza sobre el que van a ir referidas las cotas de trayectoria del control. Se debe crear un sistema de coordenadas. Para definir un eje de coordenadas se debe elegir un botón situado a la derecha de la pantalla (figura 11) y seleccionar los planos perpendiculares a los ejes X, Y y Z sucesivamente tal y como se va a colocar el tocho sobre la mesa de la máquina. Se le puede cambiar de nombre como en la figura de abajo llamandole por ejemplo **OFFSET22**. Para ello se debe clicar con el ratón en el árbol de la izquierda y teclear el nuevo nombre.

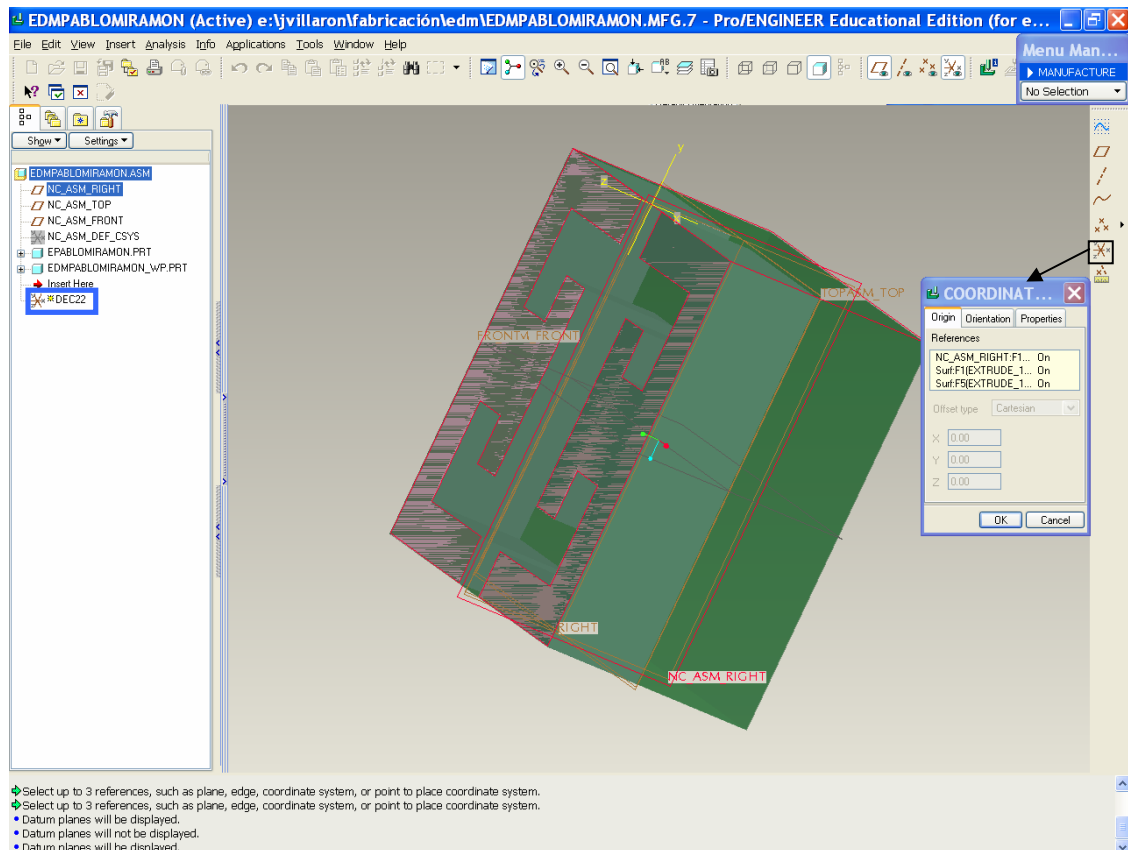


Figura 11.- Colocación del cero pieza.

Después debemos colocar dos puntos. Uno que va a ser el punto de enhebrado (**Threat Point**) que es el punto dónde se va a enhebrar el hilo. El otro es el punto por dónde el hilo empieza a tener contacto con el material (**Approach Point**). Para situarlos es muy cómodo coger de los botones de la derecha el correspondiente a definir un punto a partir de un eje de coordenadas y darle las coordenadas X, Y y Z dónde queremos colocar el punto.

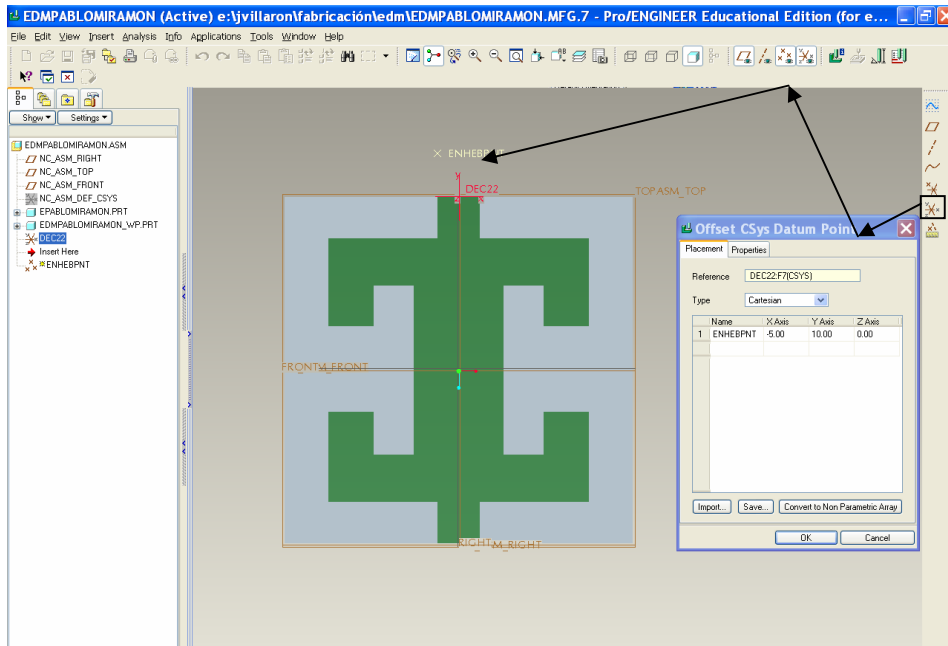


Figura 12.-Colocación del Threat Point.

Otra opción interesante para utilizar es el guardar un **Sketch** con el perfil a mecanizar. Para ello se debe clickar con el ratón en el botón del **Sketcher** arriba a la izquierda como muestra la figura y a partir de ahí entraremos en la ventana tradicional del **Sketcher**.

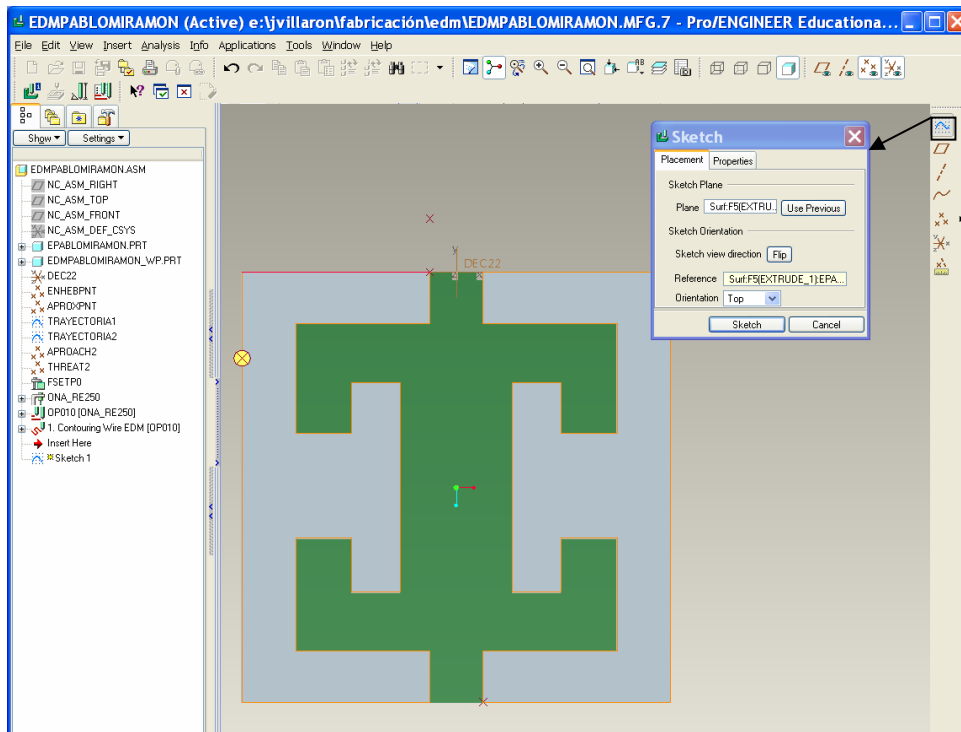
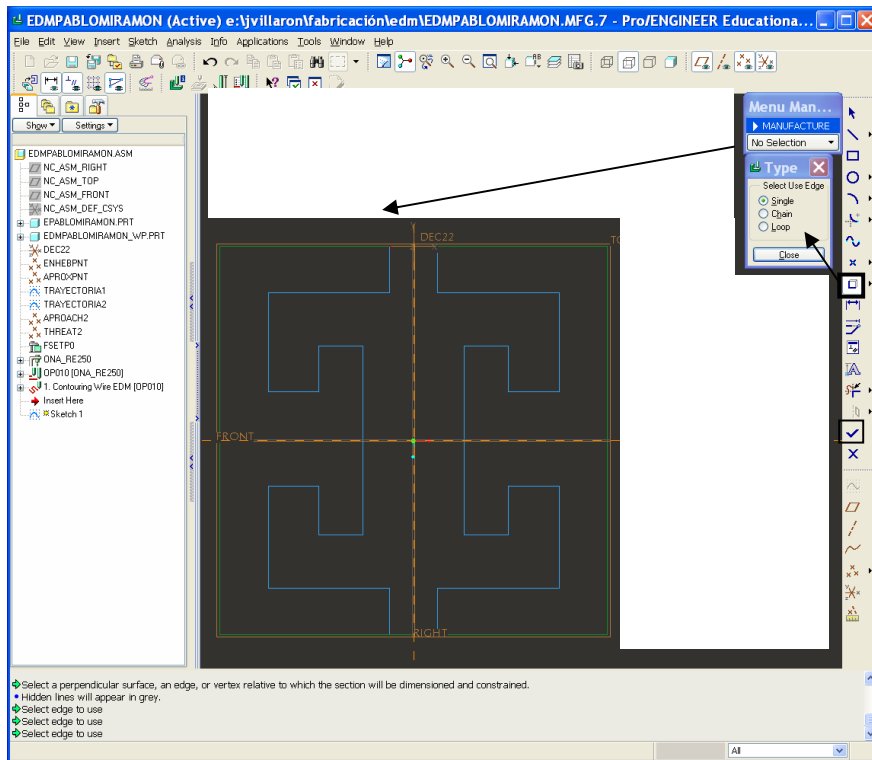


Figura 13.- Definición de la trayectoria mediante Sketcher.

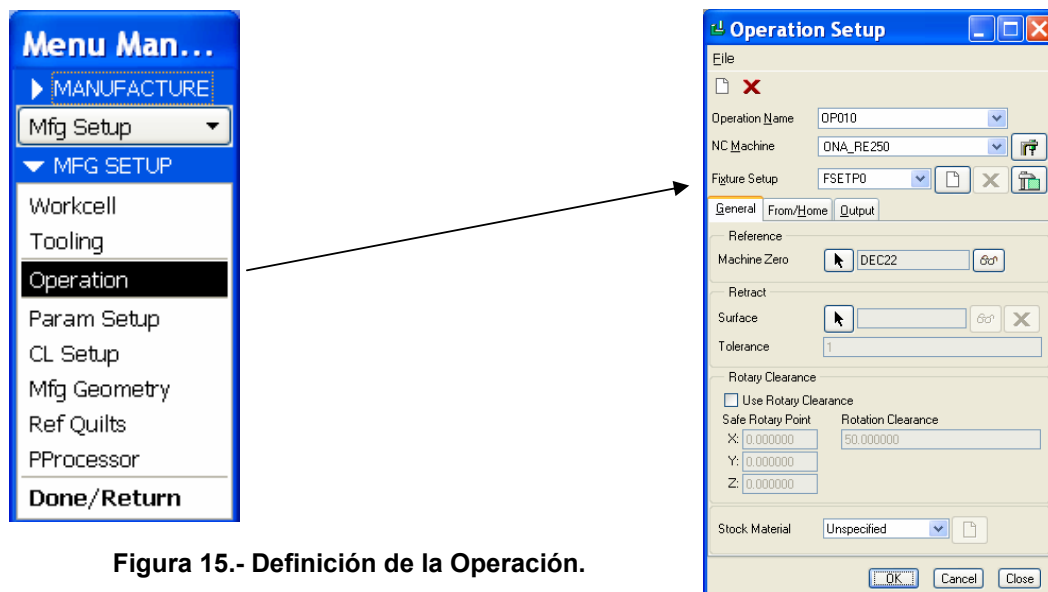


Una vez dentro del **Sketcher** utilizaremos la herramienta de seleccionar aristas como entidades. Podemos hacerlo una a una o con la opción **loop** o **Chain**.



**Figura 14.- Definición de la trayectoria.**

Una vez seleccionado todas las aristas que queremos siga la trayectoria de la máquina cerramos el **Sketcher** con la opción del botón con una .



**Figura 15.- Definición de la Operación.**

Después se debe empezar a definir la operación. Se debe hacer clic en **MFG SETUP** y luego en **Operation**. Aparecerá una ventana como la de la izquierda dónde tenemos que elegir dentro de **NC MACHINE** la máquina **ONA\_RE250**. En **Machine Zero** tenemos que indicar el sistema de referencia que se ha creado previamente y que se ha llamado OFFSET22. Se acepta pulsando **Ok**.

Seguidamente se debe definir la secuencia de mecanizado. Para ello en el menú de la derecha se clic en **Machining** y luego en **NC Sequence**. Se debe elegir entre 2 ejes y 4 ejes. Para los ejemplos que vamos a seguir siempre se va a elegir 2 ejes. Se acepta con **Done** y la ventana que aparece es como la que se ve en la figura 16.

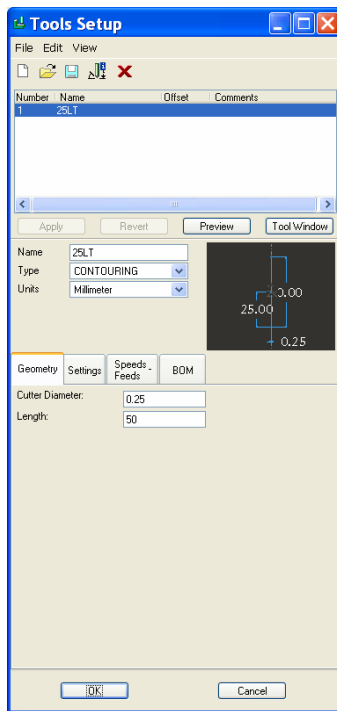


Figura 16

No hay muchas opciones como se ve. Se indica que el hilo con el que se va a trabajar es de 0,25 mm de diámetro y que la longitud entre las dos boquillas es de 50 mm. Se acepta con **Ok**.

Seguidamente se elegira Retrieve para elegir el fichero de los parámetros de desbaste de la máquina es decir **EDM\_roughparameters.edm**.

Se acepta con la opción **Done** y aparecerá la ventana para definir el corte.

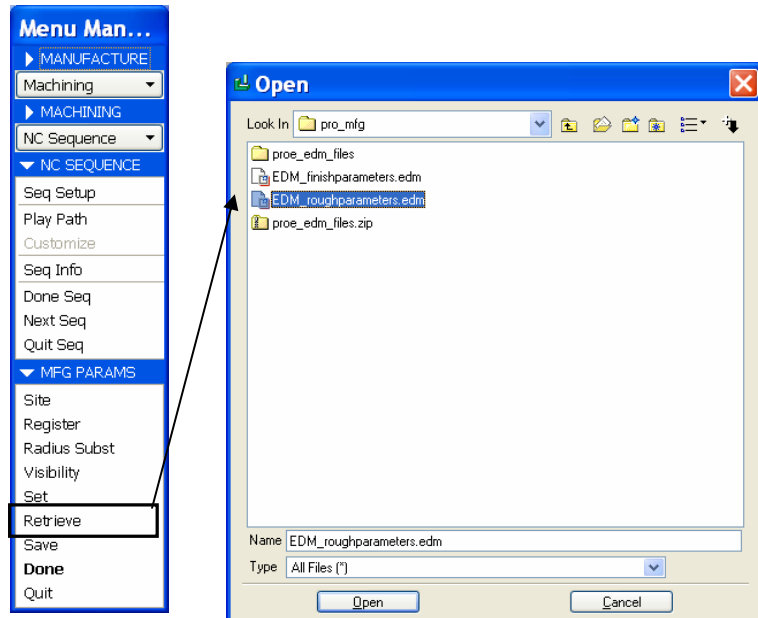
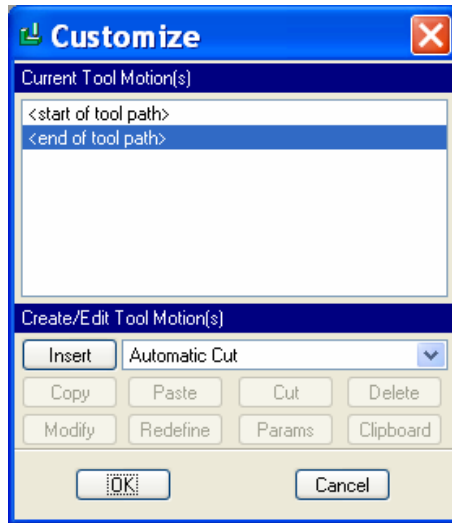


Figura 17

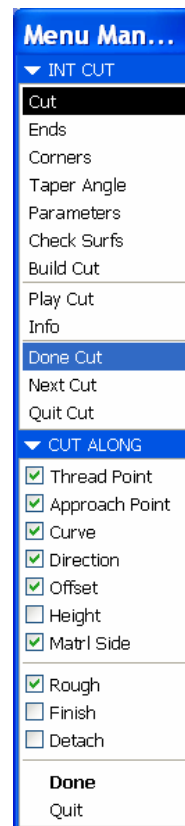
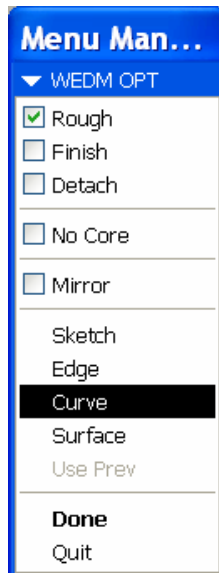


**Figura 18.- Ventana de definición del corte.**

Aparecen dos ventanas (en realidad la que no es la de la figura 18 se puede minimizar porque no se usa).

Se clicca sobre el botón **Insert** y se comienza a definir el corte:

Elegir **Curve** y **Done**.



**Figura 19**

Marcar las opciones **Approach Point** y **Material Side** aparte de las que vienen por defecto. Aceptar (**Done**). Seguidamente se pedirá el **Threat Point**, el **Approach Point** y la curva que define la trayectoria de la máquina. Para seleccionar se puede usar el árbol de la izquierda de la pantalla o seleccionar directamente el punto sobre el dibujo. Se debe confirmar la selección con el botón central del ratón.

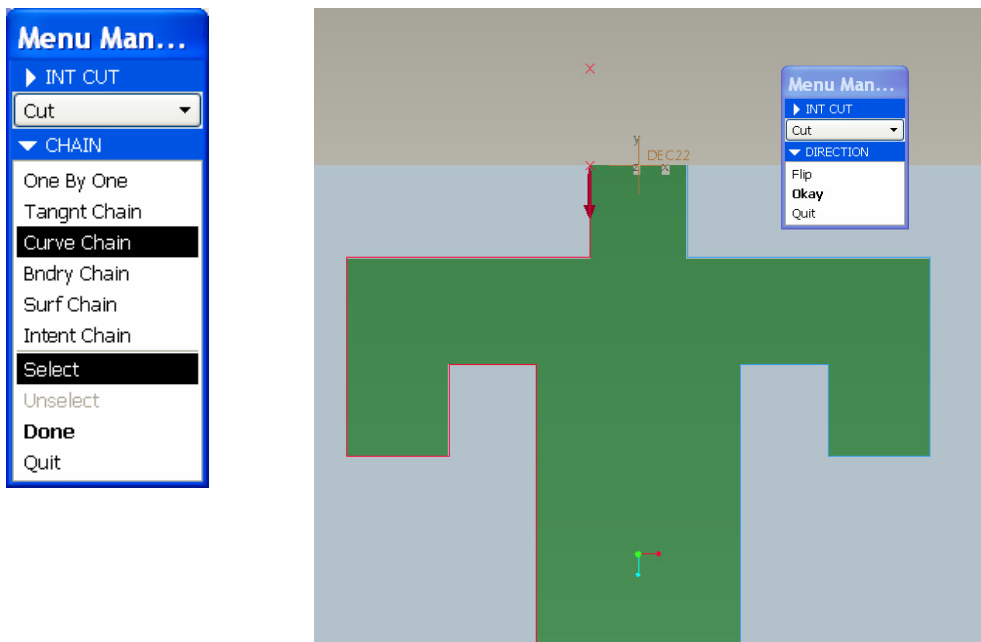


Figura 20.- Definición del sentido del corte

Para seleccionar la curva de la trayectoria de la máquina es conveniente seleccionar **Curve Chain** y clicar sobre el **Sketch** realizado previamente y que contiene la trayectoria. Al definir la curva indicará con una flecha el sentido por defecto en el que va a ir. Se puede cambiar con la opción **Flip**. Seguidamente se preguntará por que lado se quiere dejar la compensación del radio del hilo (**Tool offset**): a izquierdas (**left**) o a derechas (**right**). Finalmente preguntará que lado es el del material desechable o retal. Se acepta con **Done** y se termina con **Done Cut**.

Aparece una ventana que se llama **Follow cut** que hay que aceptar con **OK**. Se acepta igualmente la ventana denominada **Customize** con un **OK** y pasaremos a simular la trayectoria del hilo sobre el tocho. Para ello hay que elegir **Play path** y **Screen Play**. Una vez comprobado que todo es correcto se puede aceptar la secuencia con **Done Seq**. El siguiente paso es generar el fichero de control numérico para ello debemos seleccionar la opción **CIData** → **Output** → **Operation**. En la parte de abajo aparecerán las posibles operaciones de las que queramos generar el fichero de CNC. Por cada operación se generará un programa. Se selecciona y se acepta la operación que se desee. Posteriormente se debe elegir la opción **File** del menú y se

debe clicar en la opción **MCD File**. Una vez aceptado con Done aparecerá una ventana de diálogo dónde se tiene que indicar el nombre del fichero ncl. El fichero ncl es un fichero anterior al postprocesado. Seguidamente se acepta y se llega a una ventana en la que se pide el postprocesador a utilizar. Se debe elegir el postprocesador **UNCX01.P97**.

Aparecerán entonces unas ventanas de Dos en las que se debe indicar el nombre del programa, el material de la pieza: 1 acero, 2 aluminio y 3 acero pero con hilo de 0,3 mm de diámetro. Finalmente nos pide el espesor del tocho a mecanizar. Una vez aceptado se generará un fichero de texto que se llamará igual que el nombre dado al fichero ncl pero con la extensión nc. Como ejemplo se muestra aquí un fichero nc:

**PROGNAME edmapuntes**

**\*\* C.E.I.T**

**\*\* HTTP://WWW.CEIT.ES**

**\*\* DATE:06/14/05 TIME:12:44:05**

**\*\* MANUFACTURING FILE: EDMPABLOMIRAMON.MFG**

**\*\* E:\jvillaron\Fabricación\edm\lop010.ncl.1**

**LOAD TECH ONA:S\_AL25LT.TEC** /\* Se carga tabla de la tecnología para aluminio e hilo de 0,25

**ABS** /\* Se trabajará en coordenadas absolutas \*/

**METR** /\* Se utiliza el sistema métrico \*/

**TRAV X-5. Y10.** /\* Movimiento rápido al punto X-5 Y10 referido al cero pieza \*/

**TECH THICK 50. CRIT 0** /\* El mecanizado es de un espesor de 50 y se va a hacer un desbaste

**AWF** /\* Se enhebra automáticamente el hilo \*/

**INICUT** /\* Condiciones de corte iniciales \*/

**INTL Y.875** /\* Interpolación lineal al punto X igual Y0,875 \*/

**COMP LEFT** /\*Compensación del hilo a izquierdas \*/

**COMP 0** /\* Indica el valor por defecto de la compensación = radio del hilo + gap para desbaste\*/

**INTL Y0.** /\*Interpolación lineal a Y0 \*/

**INTL X-4.875**

..... /\* Aquí se han suprimido para no alargar el resto de las interpolaciones \*/

**INTL X-3.875**

**COMP OFF** /\* Suprime la compensación \*/

**WIRE CUT** /\* Corta el hilo \*/

**TRAV X5. Y-90.** /\* Movimiento rápido en vacío \*/

**TECH THICK 50. CRIT 0**

**AWF** /\* Enhebra otra vez \*/

**INICUT**

**INTL Y-80.875**

**COMP LEFT**

**COMP 0**

**INTL Y-80.**

.....

**INTL Y0.**

**INTL X3.875**

**COMP OFF**

**WIRE CUT**

**END**