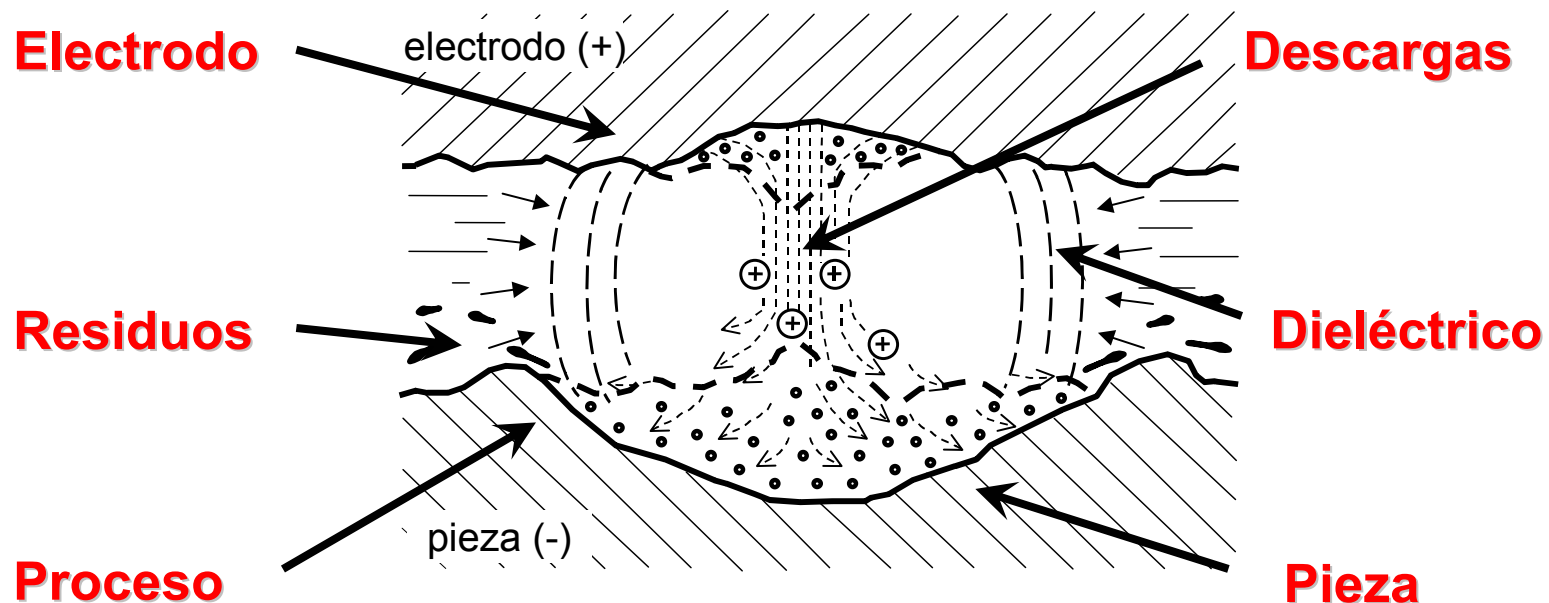


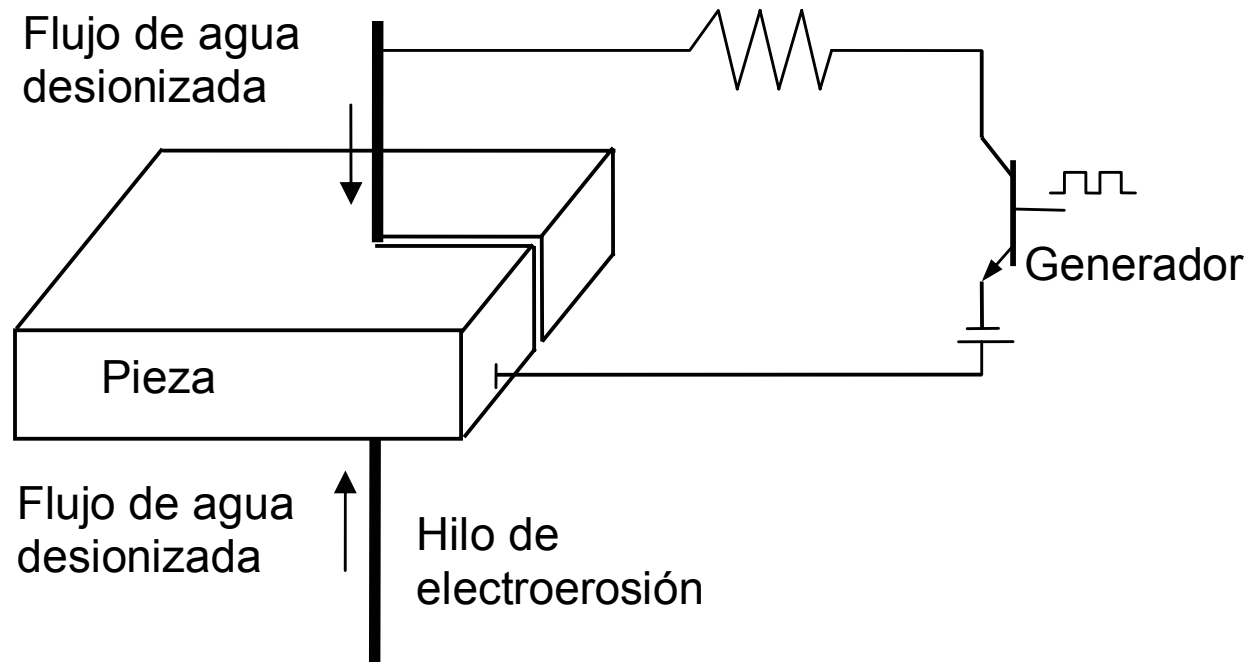
INTRODUCCIÓN A LA ELECTROEROSIÓN

PROCESO DE ELECTROEROSION

La **Electroerosión** es un método de **arranque de material** que se realiza por medio de **descargas eléctricas controladas** que saltan, en un **medio dieléctrico**, entre **un electrodo y una pieza**.



ELECTROEROSION POR HILO WEDM



HISTORIA DE LA ELECTROEROSION (I)

- “SOBRE LA INVERSION DEL EFECTO DE LAS DESCARGAS ELECTRICAS” ES EL PRIMER ARTICULO TECNICO SOBRE LA ELECTROEROSION PUBLICADO EL 23 ABRIL DE 1943 POR B.N. ZOLOTYKH SOBRE SUS TRABAJOS EN EL EQUIPO DE B.R. Y N.I. LAZARENKO
- APLICACION INDUSTRIAL HACIA 1956.
- ELECTROEROSION POR HILO DESARROLLADA HACIA 1969 POR EL EQUIPO DE B. SCHUMACHER



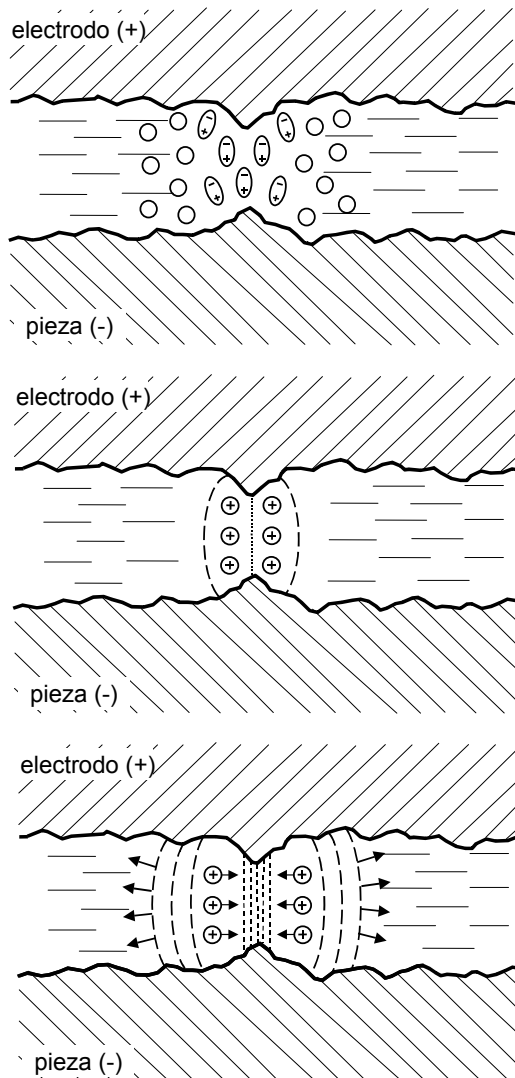
HISTORIA DE LA ELECTROEROSION (II)

- **GENERADORES TRANSISTORIZADOS HACIA 1964**
- **APLICACION DE CNC'S PARA ELECTROEROSION POR PENETRACION HACIA 1981**
- **MAQUINAS DE ELECTROEROSION POR HILO A CUATRO EJES DESDE 1978**
- **SISTEMAS DE ENHEBRADORES AUTOMATICOS PARA MAQUINAS DE HILO DESDE 1985**

PRIMERA MÁQUINA DE ELECTROEROSIÓN FABRICADA EN ESPAÑA



PROCESO DE LA DESCARGA

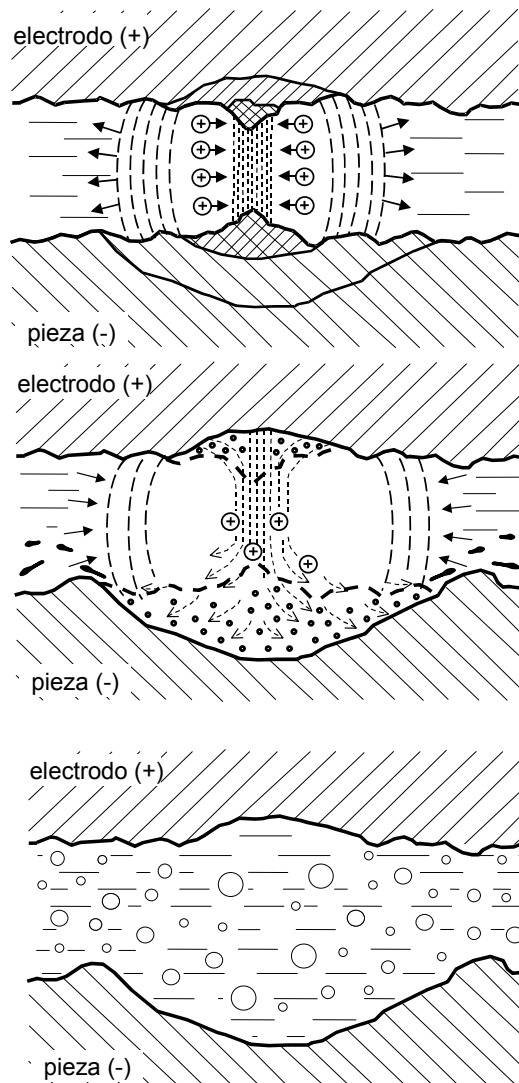


El mecanizado por electroerosión se efectúa por tanto mediante el salto de chispas eléctricas entre dos electrodos sometidos a una determinada tensión eléctrica y sumergidos ambos en un líquido aislante (líquido dieléctrico).

Al estar ambos electrodos en un medio dieléctrico o aislante la tensión que se aplique a ambos ha de ser suficiente como para llegar a crear un campo eléctrico mayor que la rigidez dieléctrica del líquido.

Bajo la acción de este campo eléctrico, iones libres positivos y electrones se encontrarán acelerados creando un canal de descarga que se vuelve conductor, y es precisamente en este punto donde salta la chispa. Ello provoca colisiones entre los iones (+) y los electrones (-). Se forma entonces un canal de plasma.

PROCESO DE LA DESCARGA

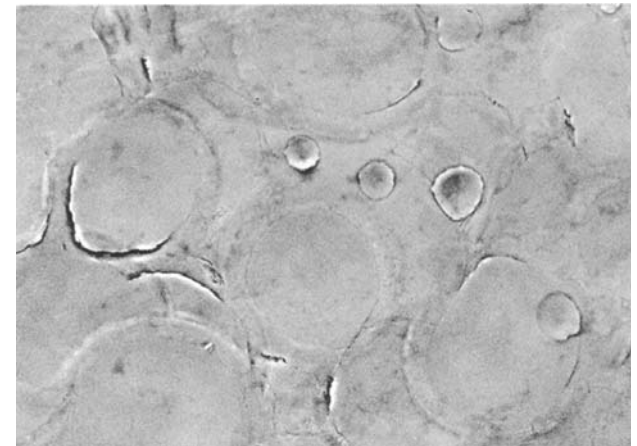
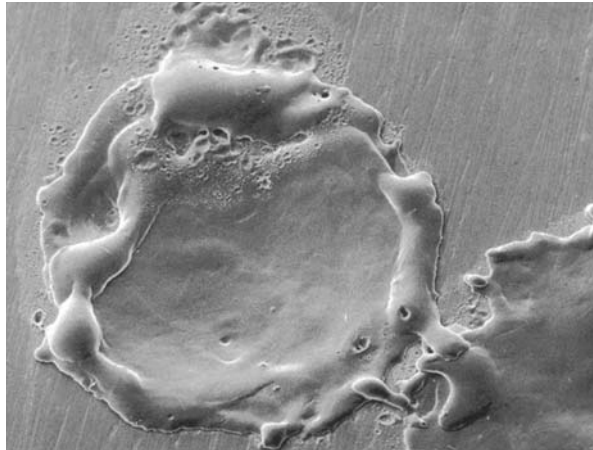


Bajo el efecto de los choques se crean altas temperaturas en ambos polos y alrededor del canal de plasma se forma una bola de gas que empieza a crecer. Por otro lado las altas temperaturas que se han dado en los dos polos, van fundiendo y vaporizando parte del material de la pieza, mientras que el electrodo apenas si se desgasta muy ligeramente.

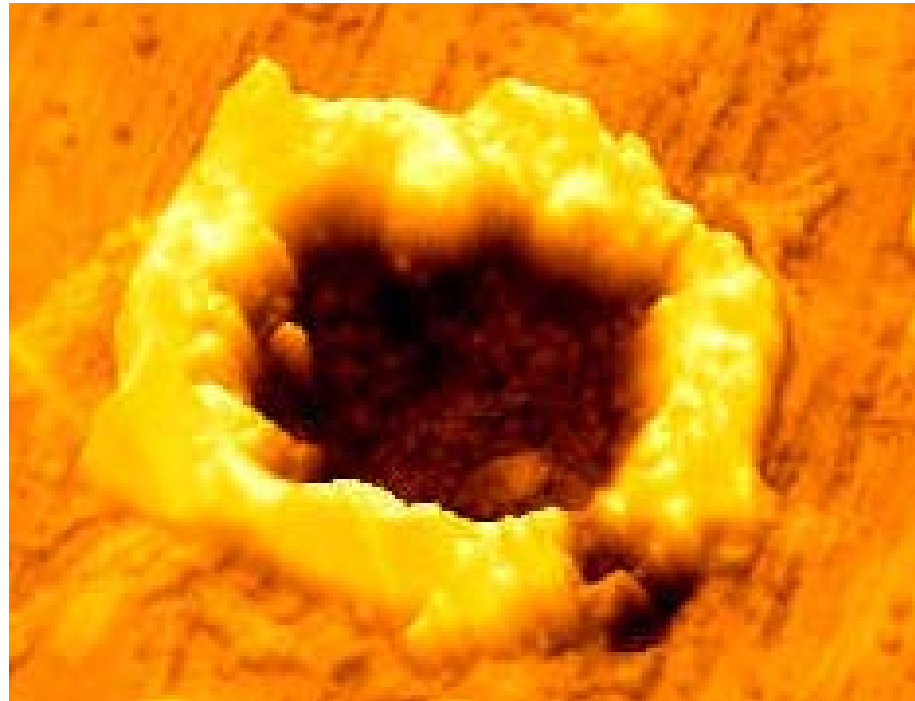
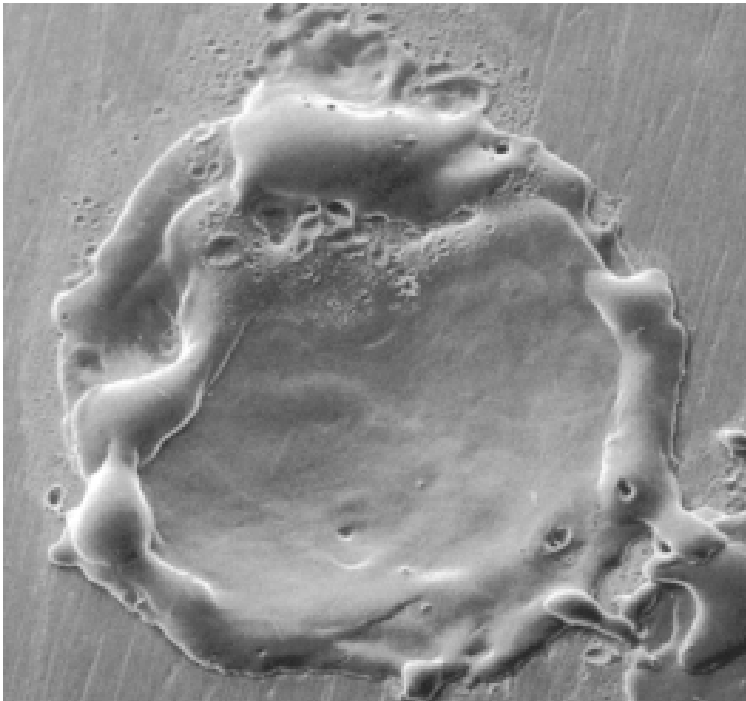
En esta situación (bola de gas grande y material fundido en ambos polos), se corta la corriente eléctrica. El canal de plasma se derrumba y la chispa desaparece. El líquido dieléctrico entonces rompe la bola de gas haciéndola implosionar (explotar hacia adentro).

Ello hace que se creen fuerzas que hacen salir el material fundido formando dos cráteres en las superficies. El material fundido se solidifica y es arrastrado en forma de bolas por el líquido dieléctrico, constituyendo lo que se puede llamar "viruta del proceso de electroerosión".

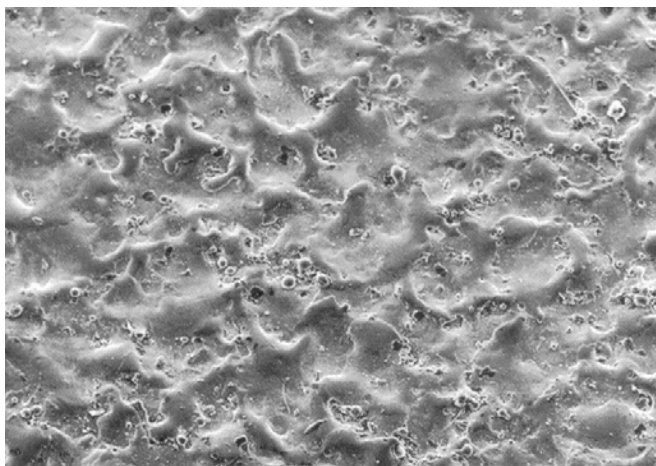
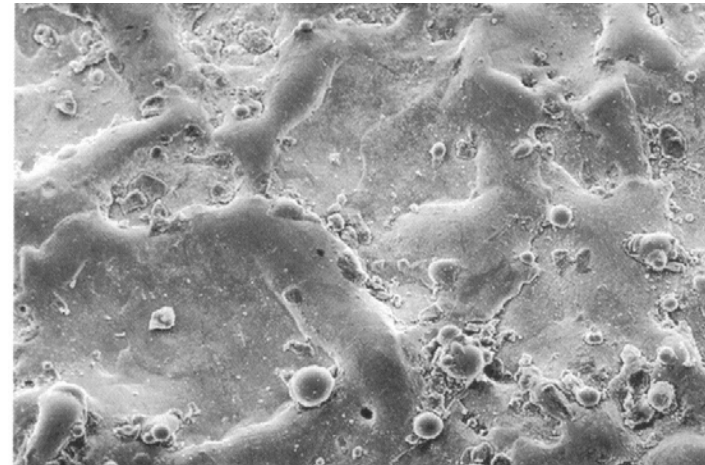
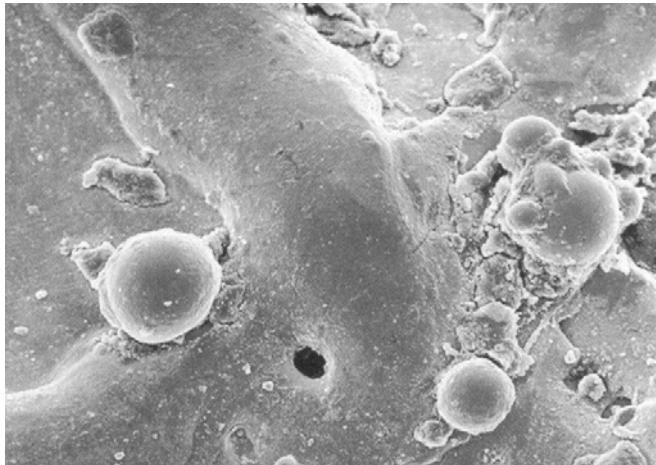
CRATERES PRODUCIDOS POR LA DESCARGA



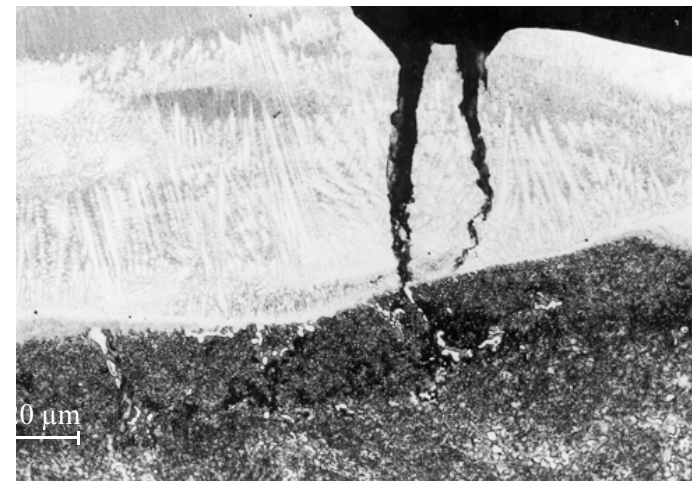
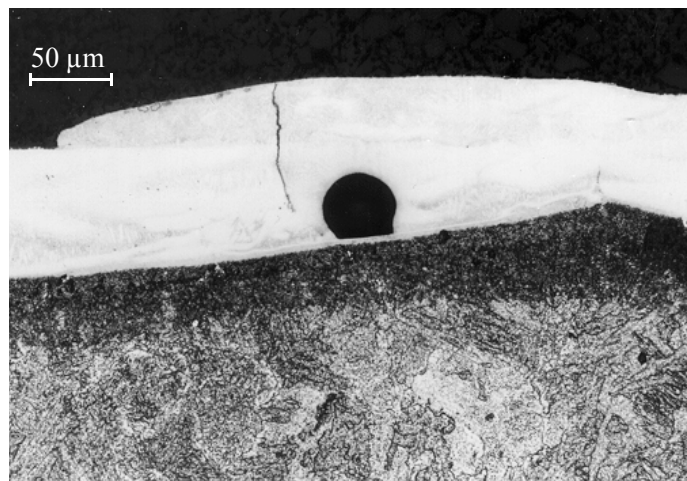
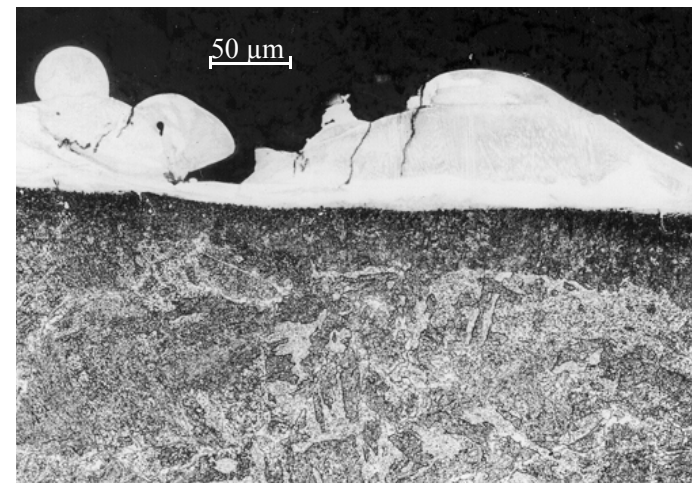
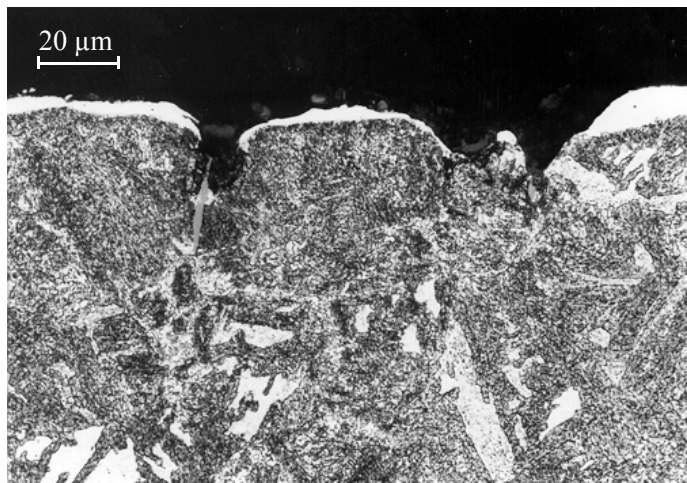
CRATERES PRODUCIDOS POR LA DESCARGA



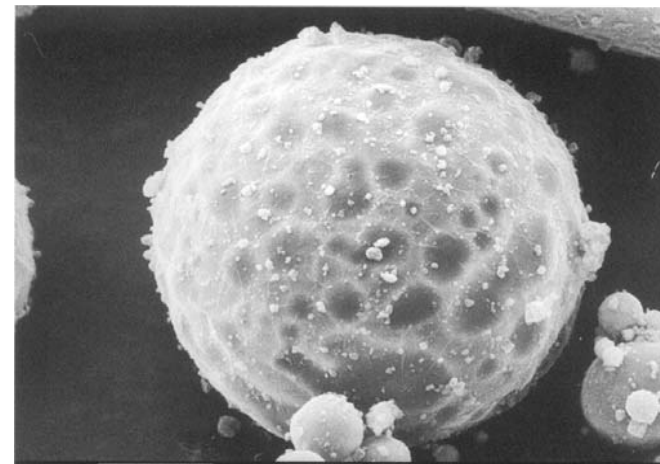
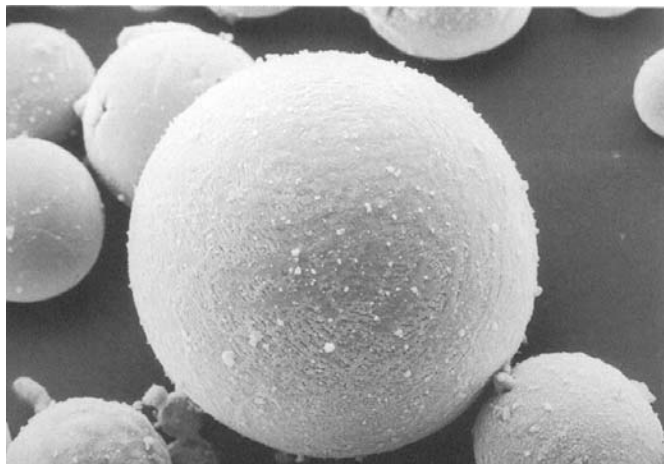
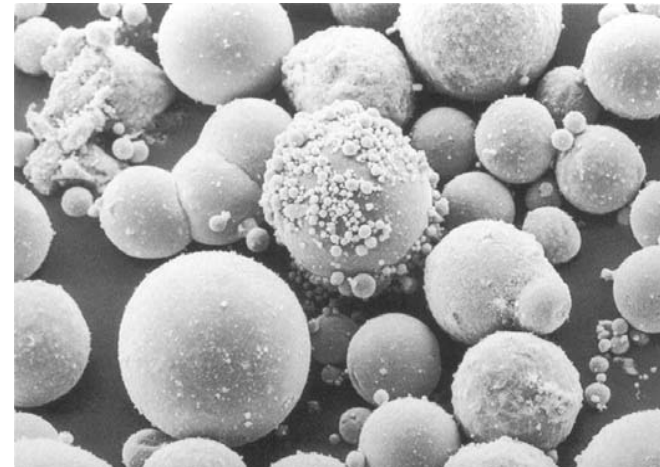
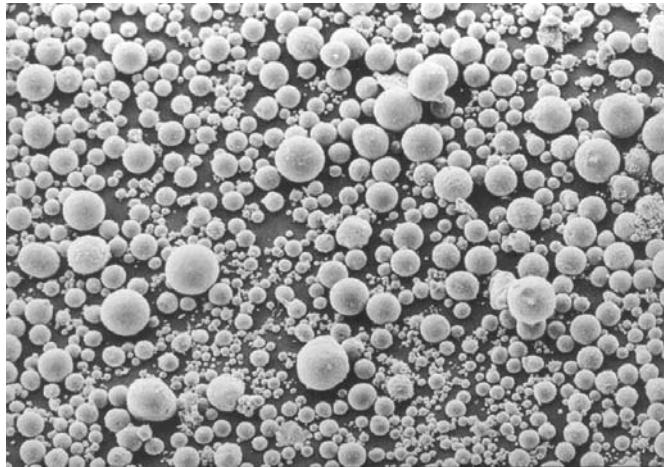
SUPERFICIE EROSIONADA (I)



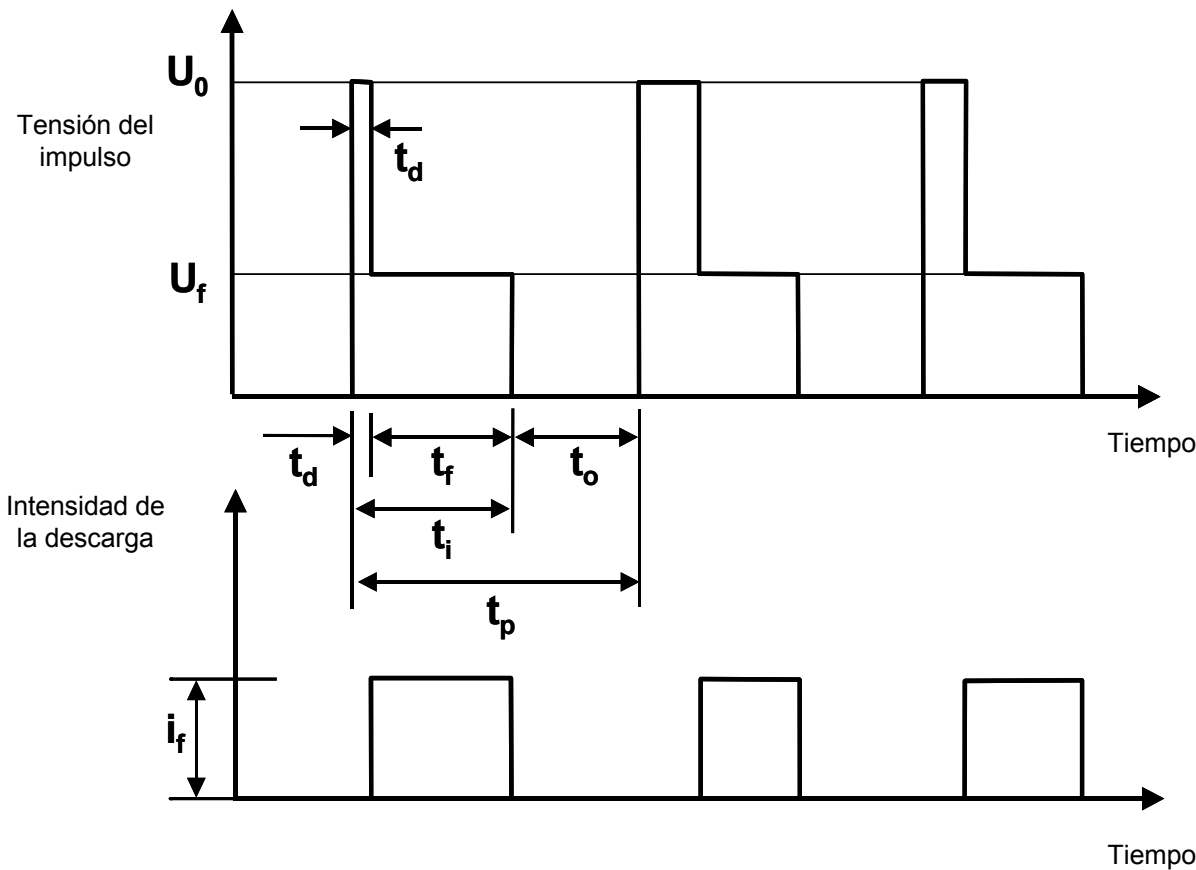
SUPERFICIE EROSIONADA (II)



RESIDUOS DE LA EROSION



GENERACIÓN DE IMPULSOS DE DESCARGA I



t_p : periodo

t_d : tiempo de ionización

t_f : tiempo de descarga

t_i : tiempo de impulso

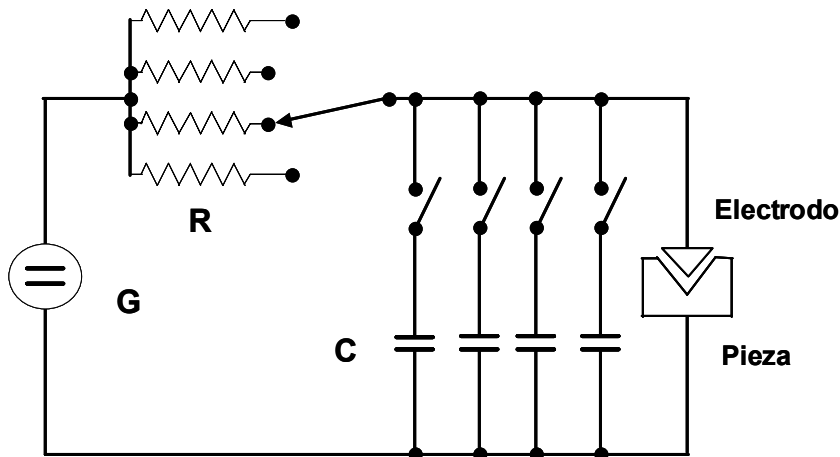
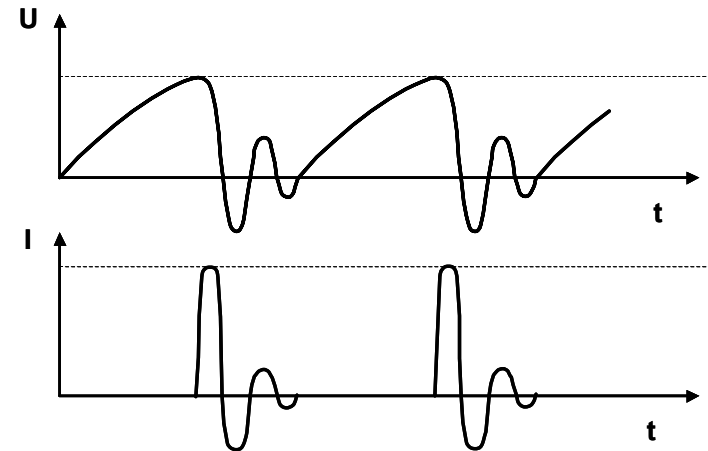
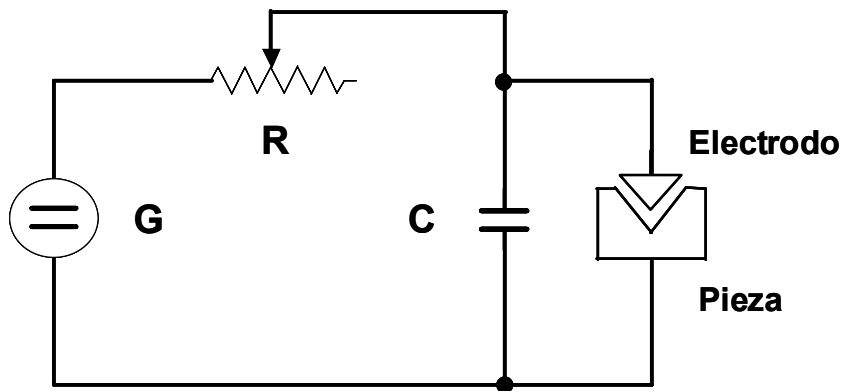
t_o : tiempo de pausa

U_o : Tensión en vacío

U_f : Tensión de descarga

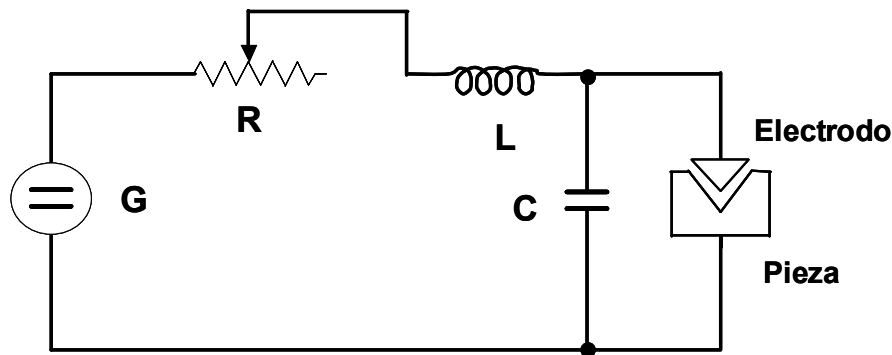
GENERACIÓN DE IMPULSOS DE DESCARGA II

Generadores de relajación: **Generador Lazarenko**

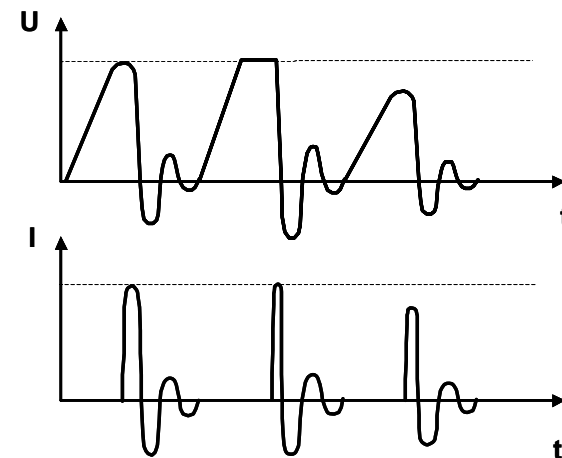
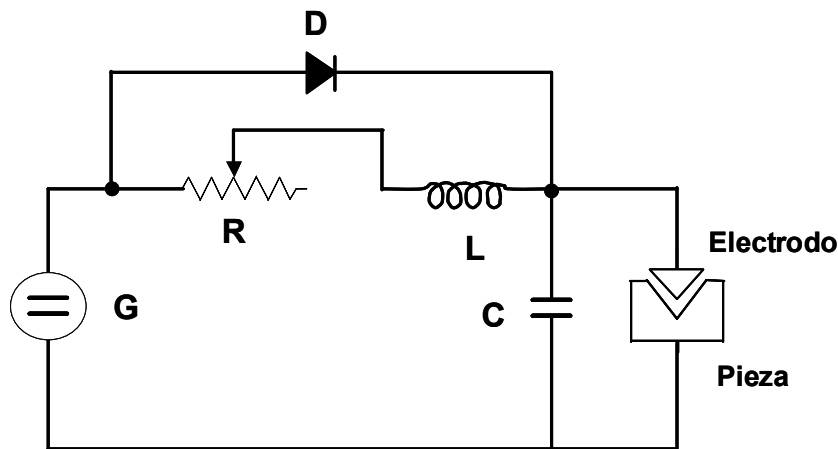
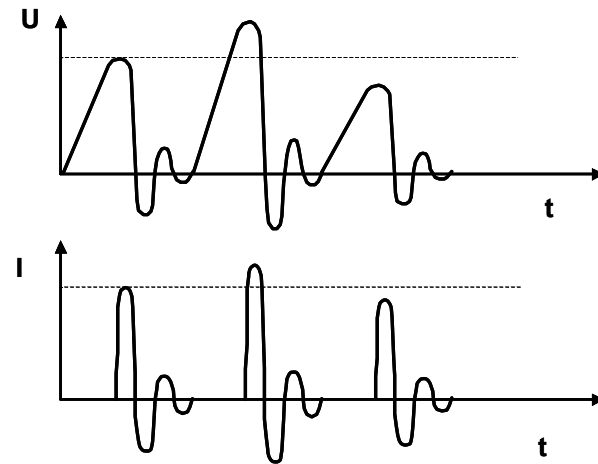


GENERACIÓN DE IMPULSOS DE DESCARGA III

Generadores de relajación: **Generador Lazarenko**



Circuito para aumentar frecuencias



GENERACIÓN DE IMPULSOS DE DESCARGA IV

Generadores de relajación: **Generador Lazarenko**

Ventajas:

- Simplicidad

Inconvenientes:

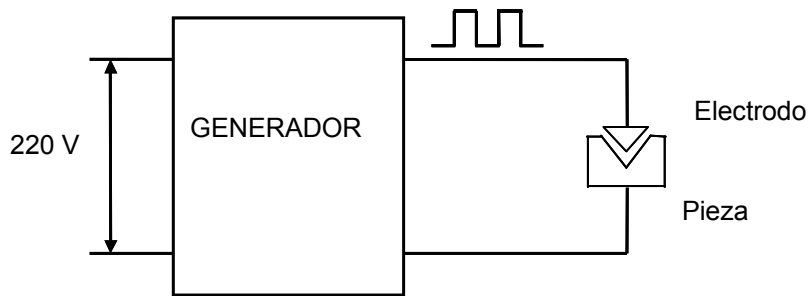
- Circuito oscilante
- Inversión de la polaridad. Limitación de los materiales de los electrodos.
- Elevado desgaste de los electrodos.

Uso actual:

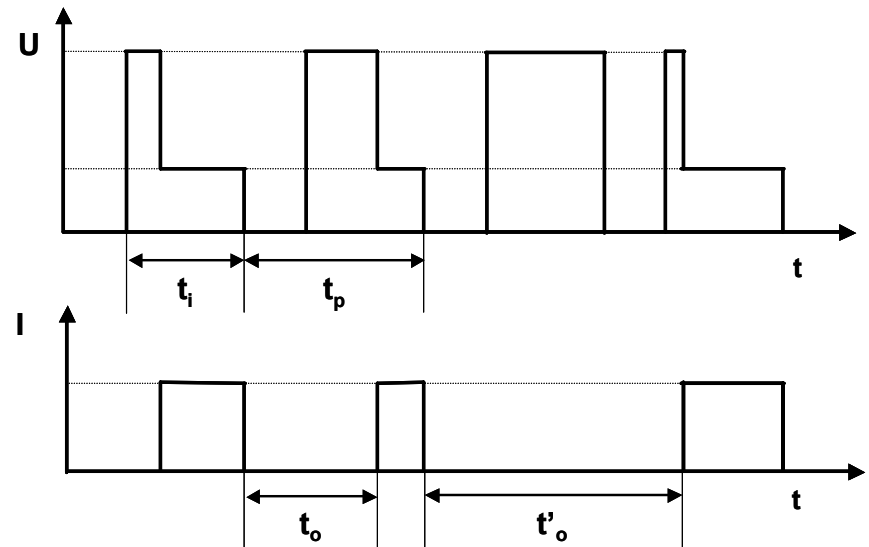
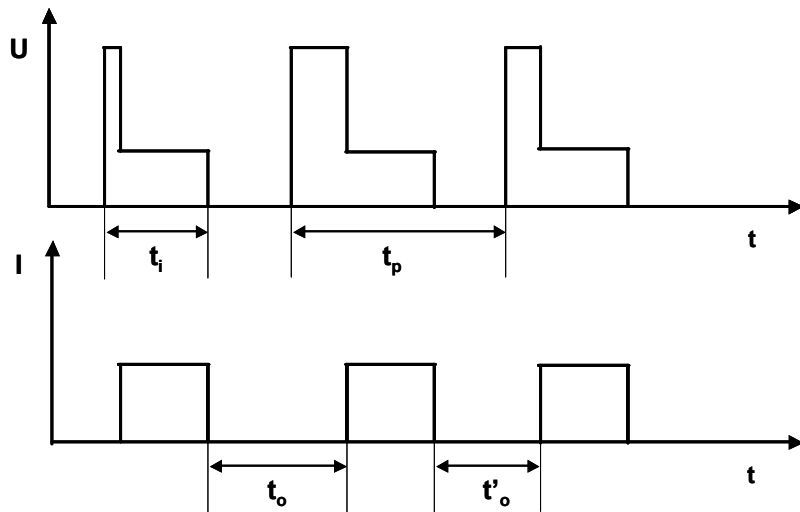
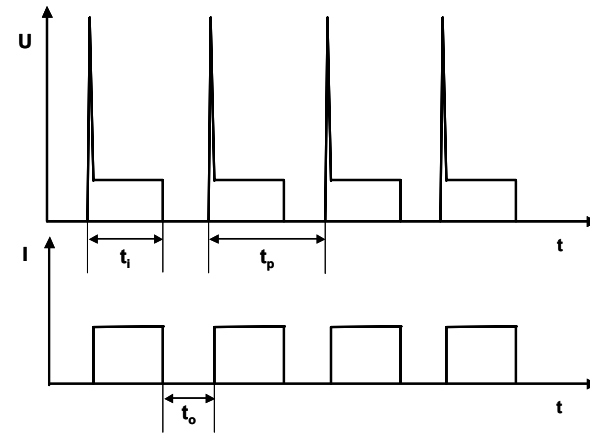
- Superacabado
- Micromecanizados (bajas energías y altas frecuencias)

GENERACIÓN DE IMPULSOS DE DESCARGA V

Generadores de transitorizados



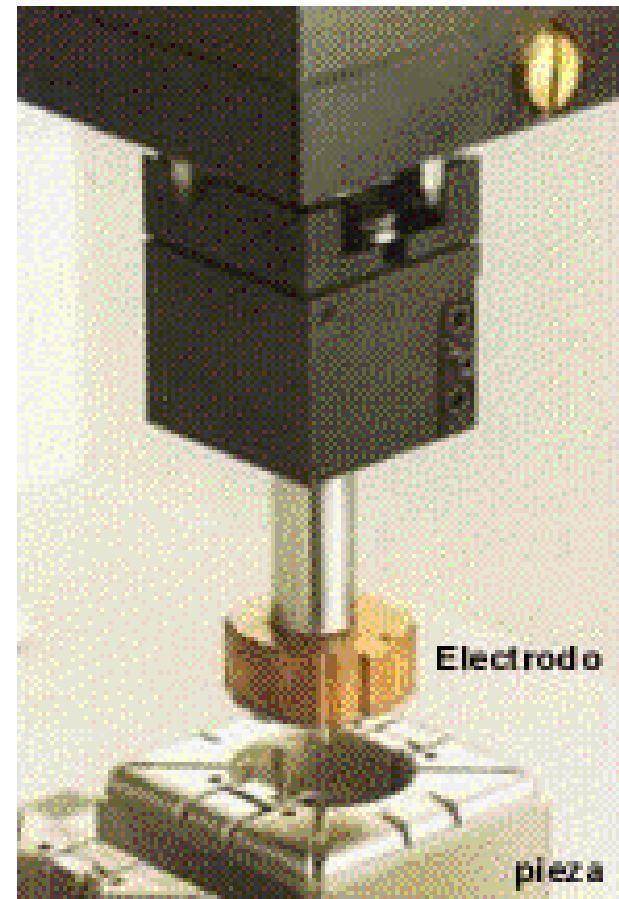
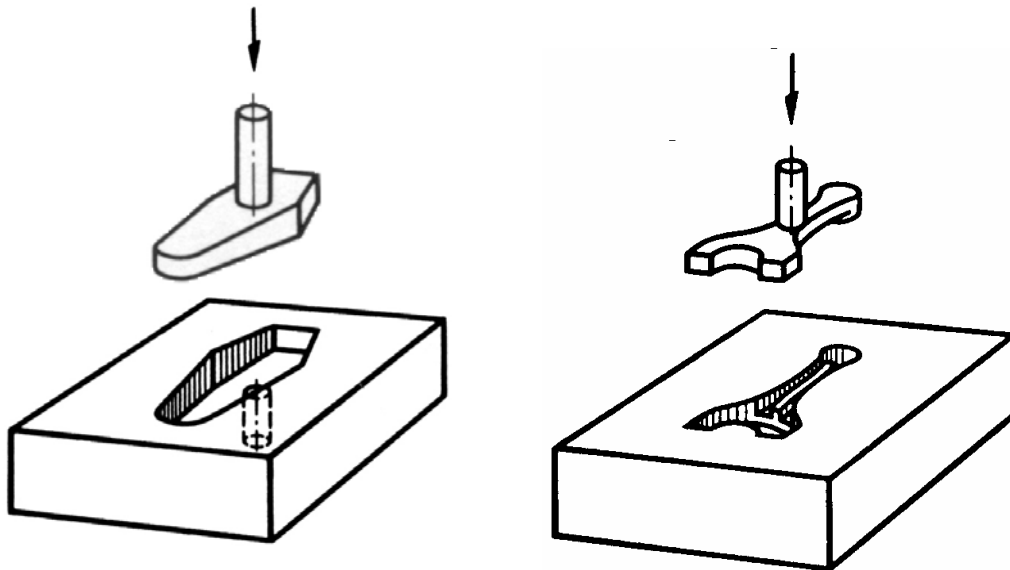
Presentado en Paris en 1959



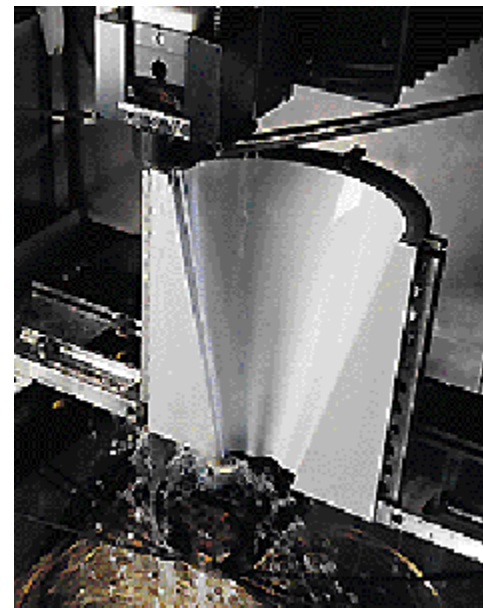
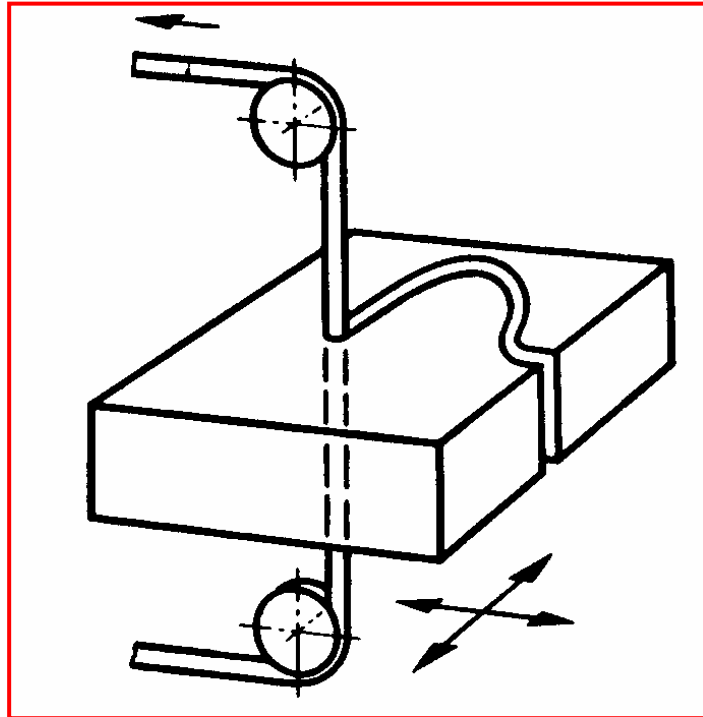
APLICACION DE LA ELECTROEROSION

- **MATERIALES CONDUCTORES DE LA ELECTRICIDAD**
- **INDEPENDENCIA DE LAS CARACTERISTICAS MECANICAS
DEL MATERIAL**
- **GRANDES POSIBILIDADES PARA MECANIZAR LOS
"MATERIALES EXOTICOS"**
- **POSIBILIDAD DE MECANIZAR UN GRAN ABANICO DE
ESPESORES**

ELECTROEROSION POR PENETRACION



ELECTROEROSION POR HILO



VENTAJAS DE LA ELECTROEROSION

1.- No hay desviación de medidas

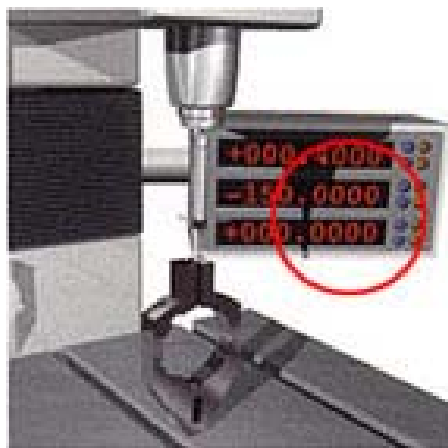


Cotas de la pieza nº 100



Cotas de la pieza nº 1000

MECANIZADO CONVENCIONAL



MECANIZADO CON EDM

VENTAJAS DE LA ELECTROEROSION

2.- Ausencia de esfuerzos de mecanizado → Amarre sencillo



MECANIZADO CONVENCIONAL



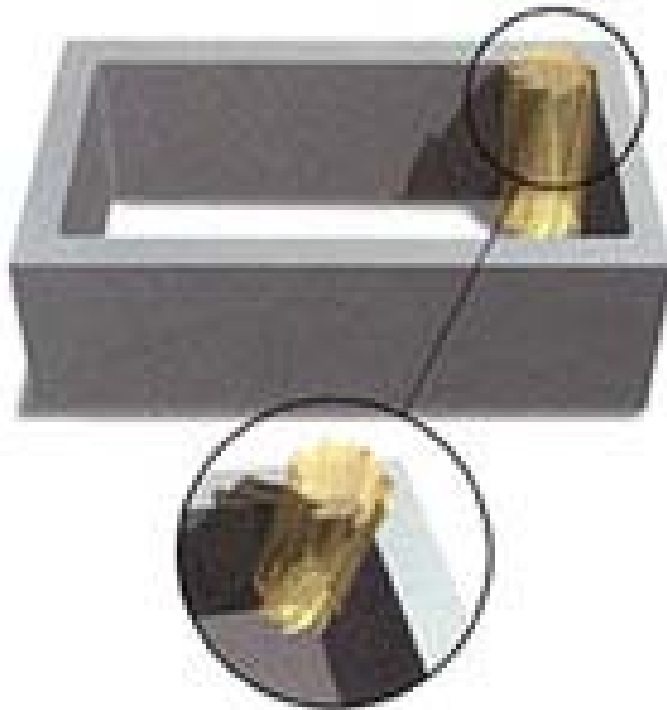
MECANIZADO CON EDM

3.- Fácil mecanizado de materiales duros

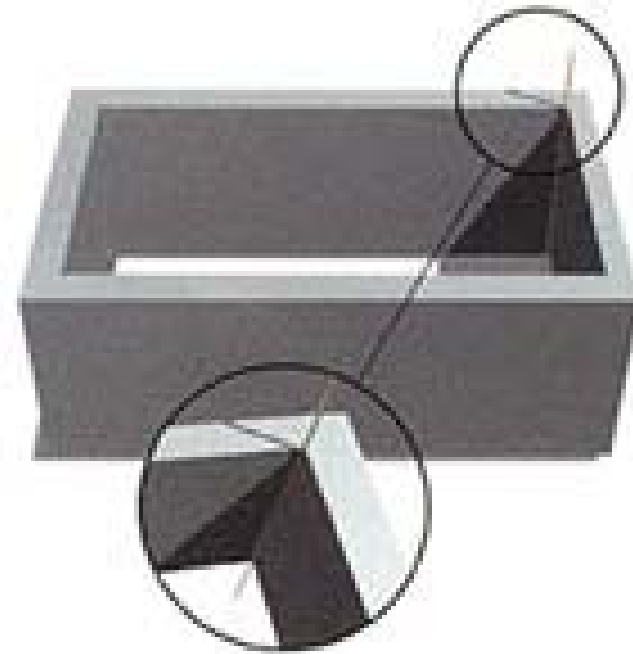


VENTAJAS DE LA ELECTROEROSION

4.- Mecanizado fácil de orificios cuadrados



MECANIZADO CONVENCIONAL



MECANIZADO CON EDM

VENTAJAS DE LA ELECTROEROSION

MECANIZADO CON EDM

①



Programación del perfil 15'

②



Taladrado previo 5'

③



Mecanizado de desbaste y 2 acabados: 1 h 45'

④



Mecanizado del cuello: 10'

Tiempo de mecanizado: 2h
Tiempo de preparación: 15'
Tiempo total: 2 h 30'

MECANIZADO CONVENCIONAL

①



Fresado de 2 caras.
Desbaste y acabado: 12'

④



Taladrado: 3'

⑦



Fresado de semiacabado a $\varnothing 73,5$ del agujero de $\varnothing 74$: 5'

⑩



Fresado de ranura de 3 mm : 15'

②



Desbaste del perfil exterior: 15'

⑤



Desbaste a $\varnothing 72$: 5'

⑧



Fresado de acabado a $\varnothing 74$: 5'

⑪



Acabado a espesor 25 mm : 3'

③



Acabado del perfil exterior: 10'

⑥



Fresado de la ranura: 14'

⑨



Ranurado nervaduras ("chaveteros"): 20'

⑫



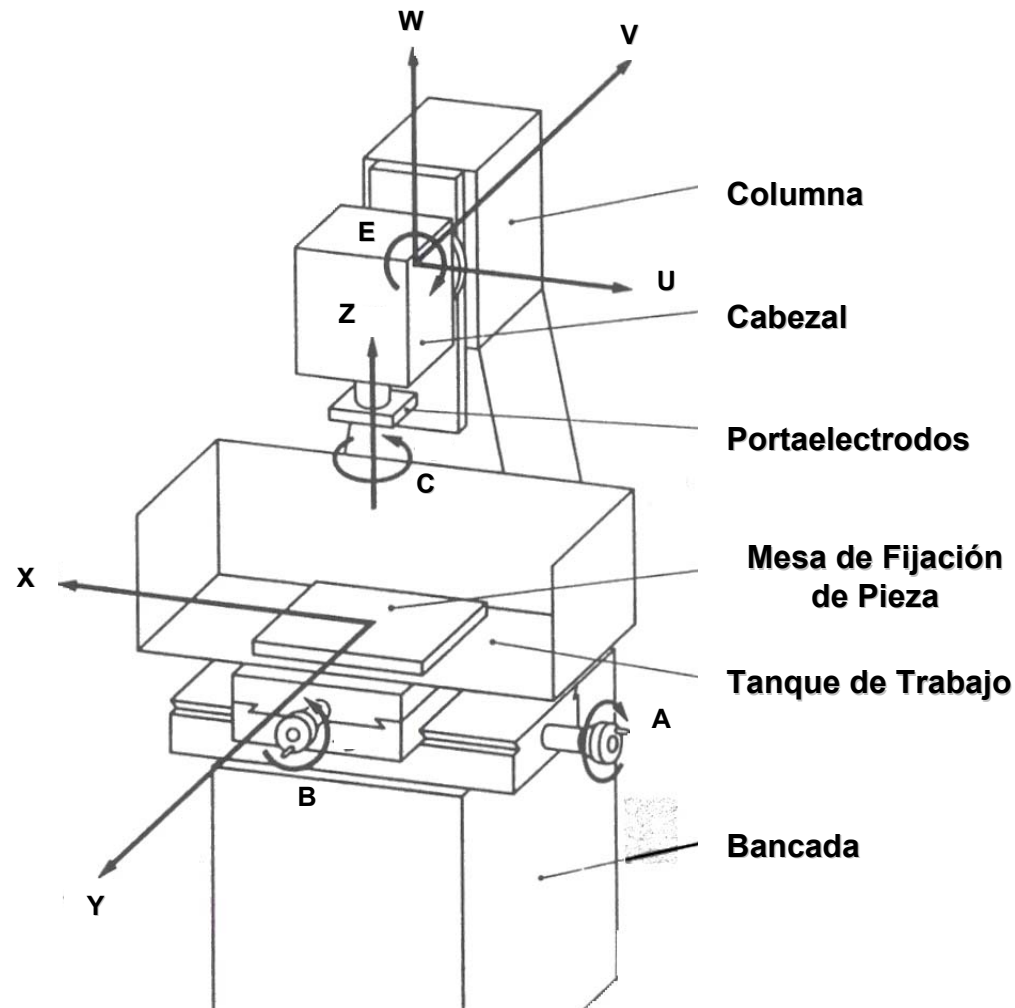
Eliminar rebabas de las aristas: 4'

Tiempo de mecanizado: 1 h 51'
Tiempo de preparación: 4h
Tiempo total: 5 h 51'

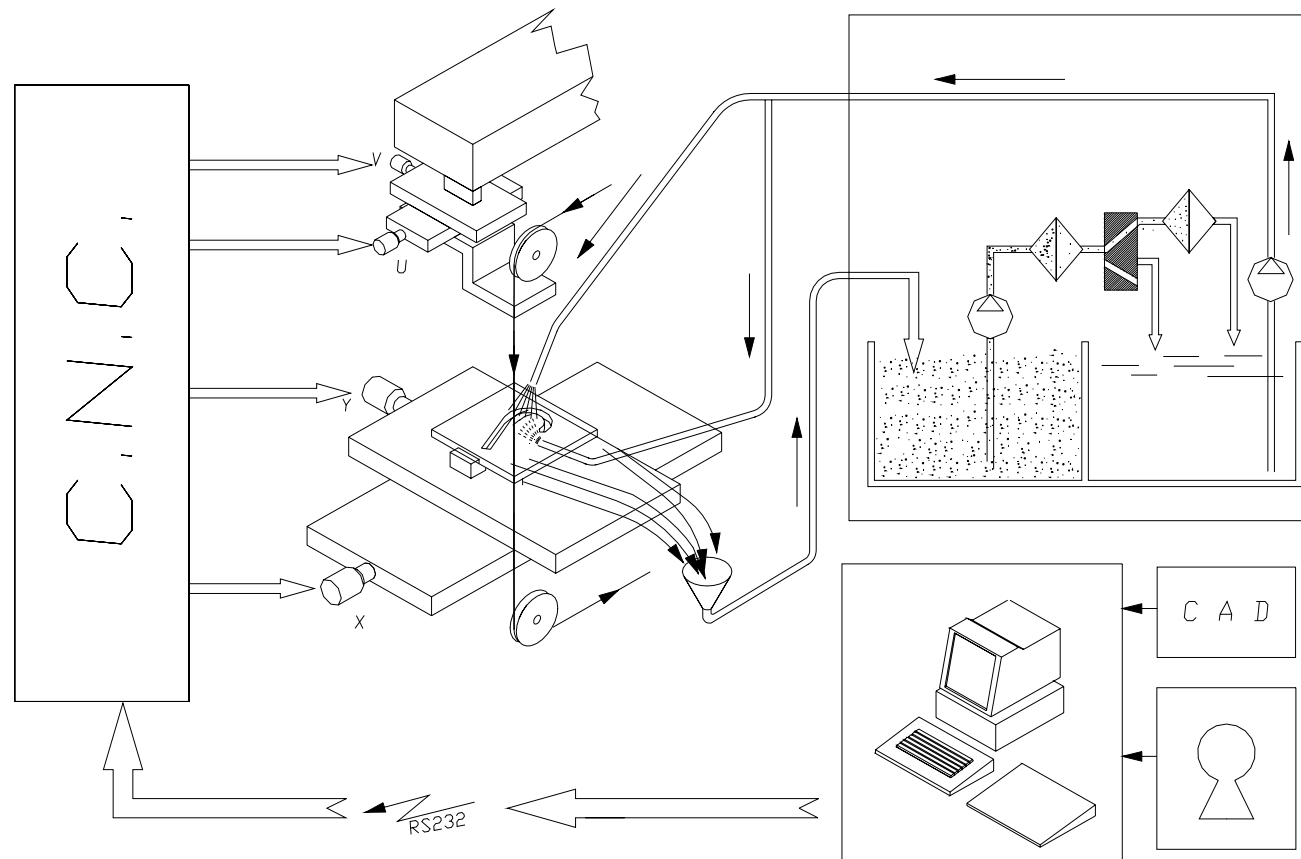
CAMPOS DE APLICACION (I)

- **MOLDES DE PLASTICO**
 - De precisión y alto volumen (mecheros, nebulizadores, móviles...)
- **MATRICES DE CORTE**
- **HILERAS DE EXTRUSION**
- **ESTAMPAS DE FORJA**
- **HERRAMIENTAS**
- **MATRICES DE SINTERIZACION**
- **APLICACIONES ESPECIALES**
 - Aplicaciones de producción
 - Aviación
 - Nuclear
 - Etc.

ARQUITECTURA DE LA MÁQUINA DE ELECTROEROSION POR PENETRACIÓN



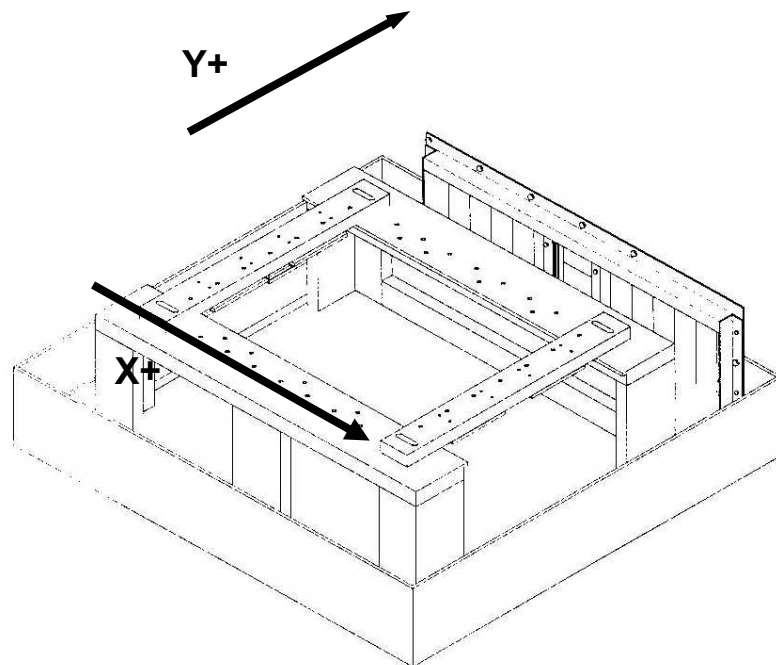
ARQUITECTURA DE LA MÁQUINA DE ELECTROEROSION POR HILO (I)



ARQUITECTURA DE LA MÁQUINA DE ELECTROEROSION POR HILO (II)



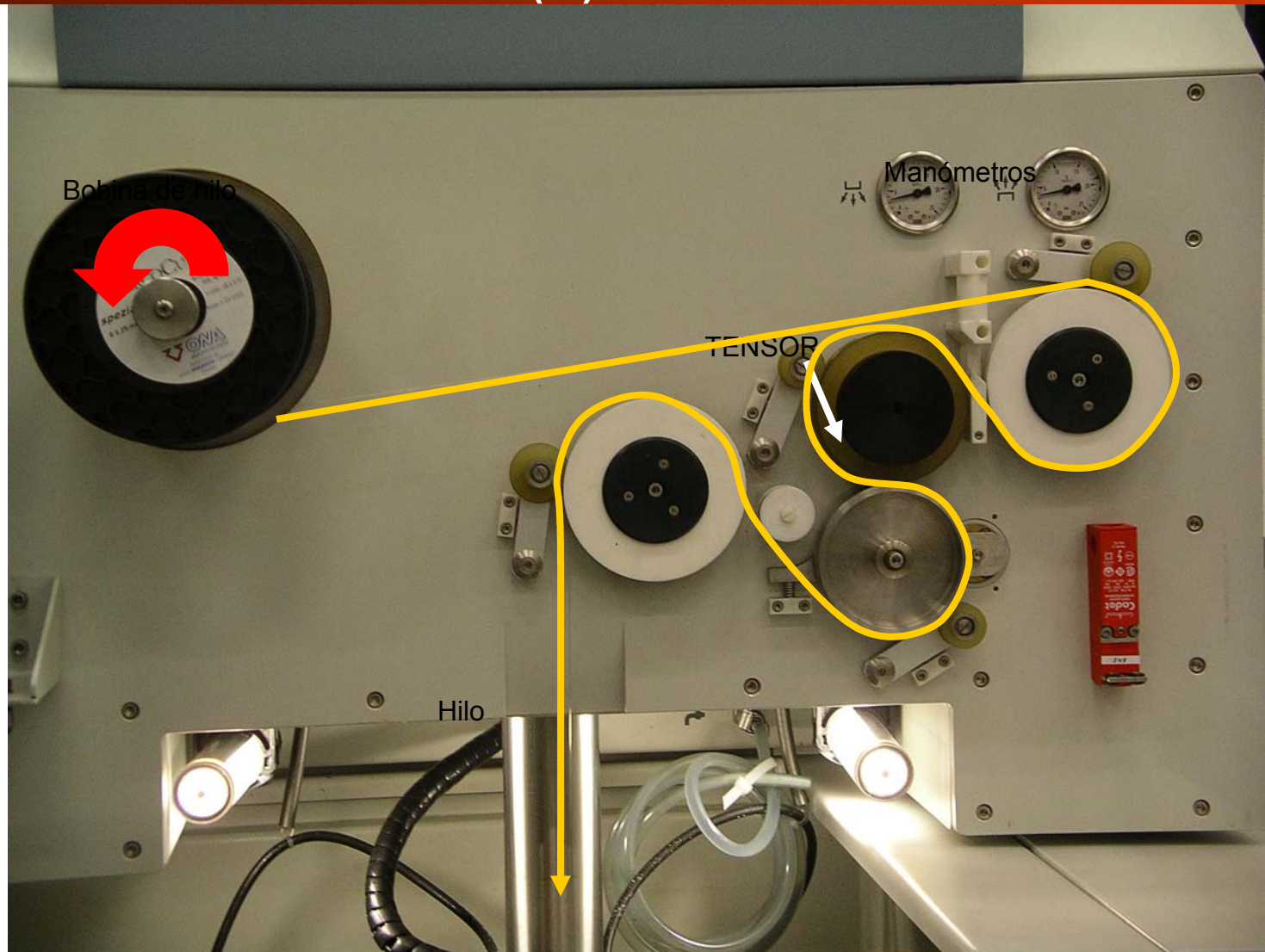
ARQUITECTURA DE LA MÁQUINA DE ELECTROEROSION POR HILO (II)



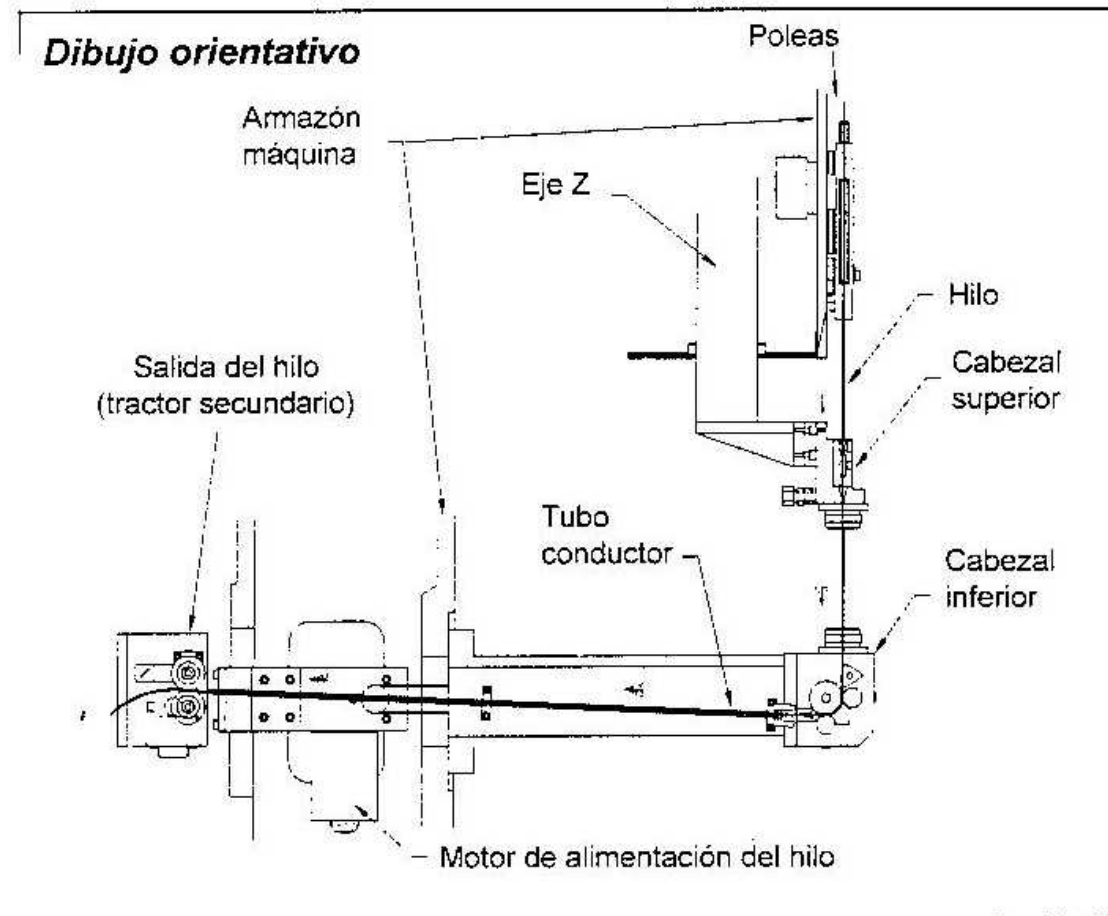
Recorridos de mesa
X 350 mm
Y 250 mm
Z 200 mm

Tamaño máximo de pieza
X 780 mm
Y 650 mm
Z 200 mm

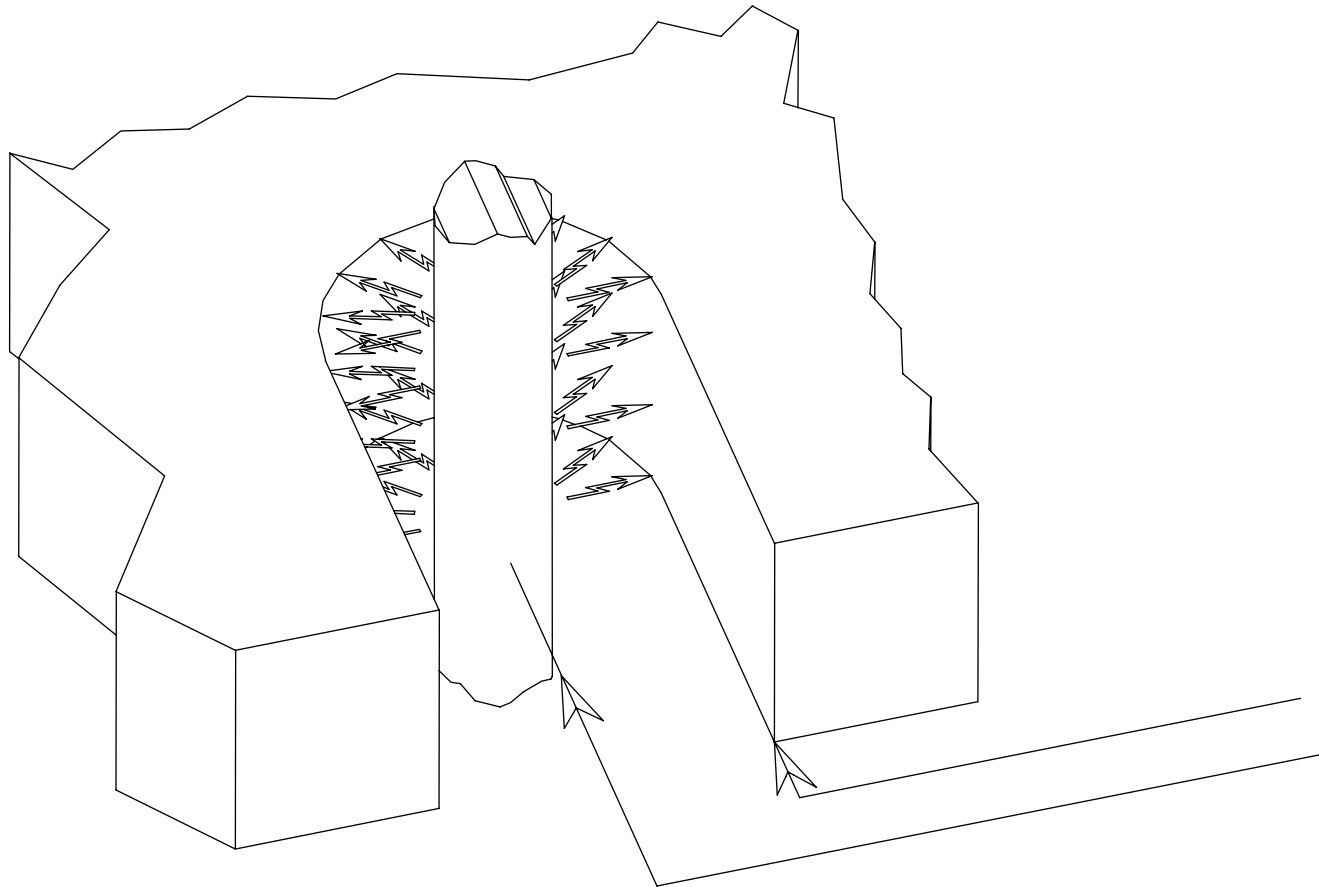
ARQUITECTURA DE LA MÁQUINA DE ELECTROEROSION POR HILO (III)



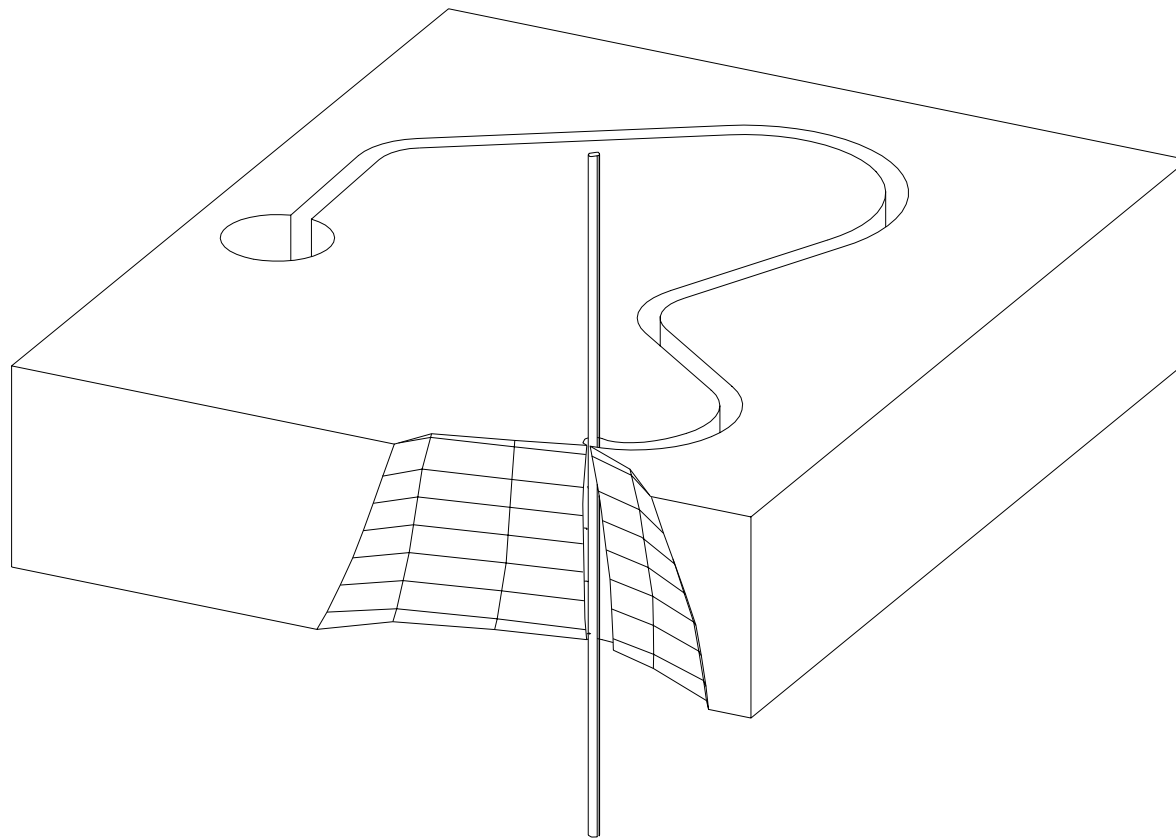
ARQUITECTURA DE LA MÁQUINA DE ELECTROEROSION POR HILO (IV)



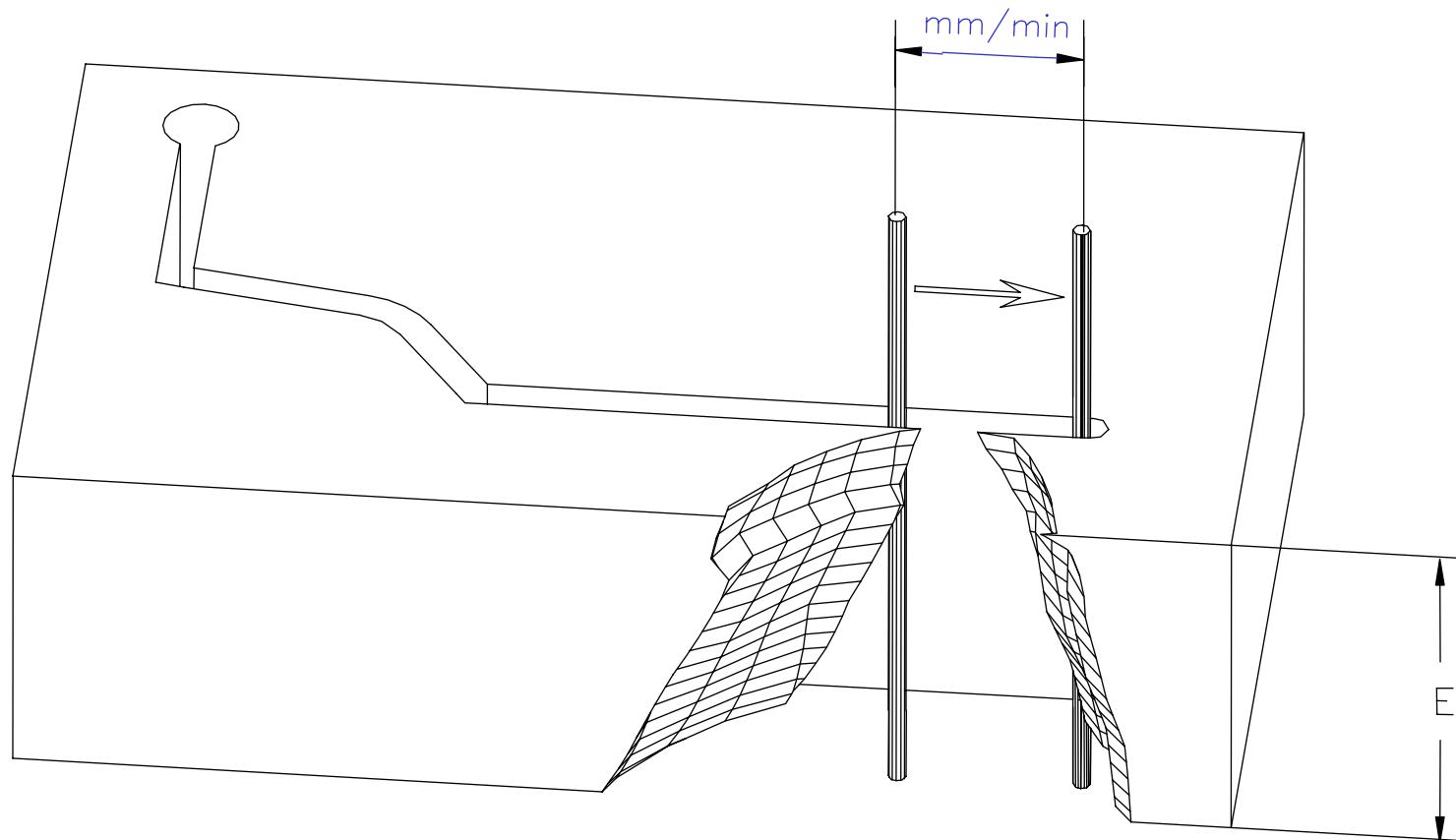
FUNDAMENTOS DE LA EROSION POR HILO (I)



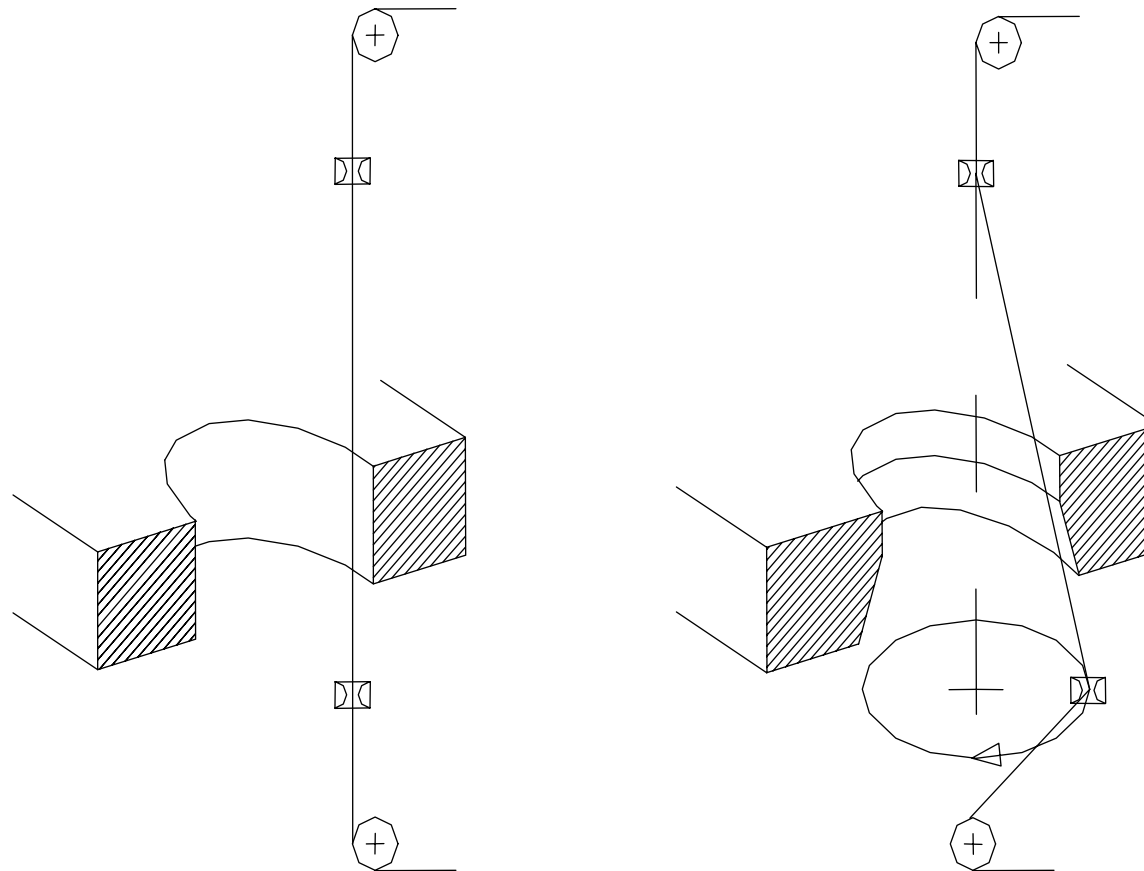
FUNDAMENTOS DE LA EROSION POR HILO (II)



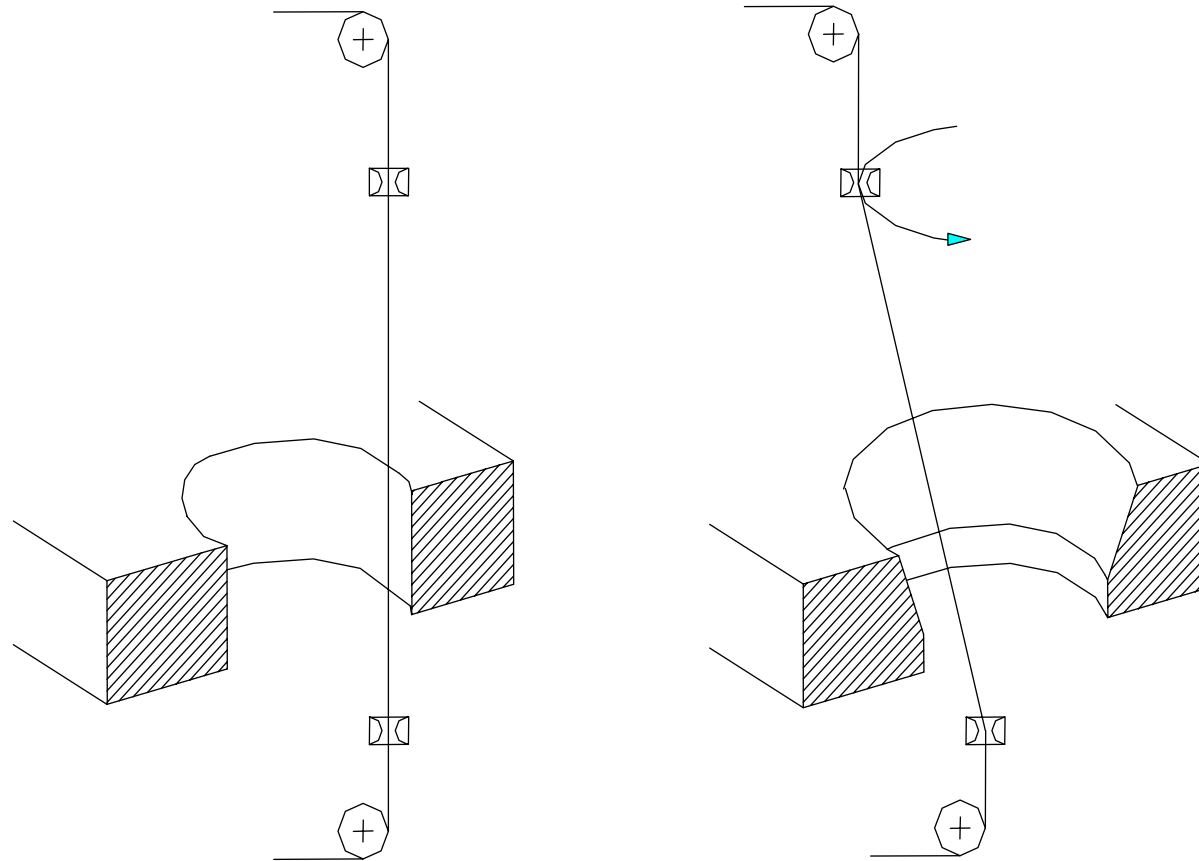
FUNDAMENTOS DE LA EROSION POR HILO (III)



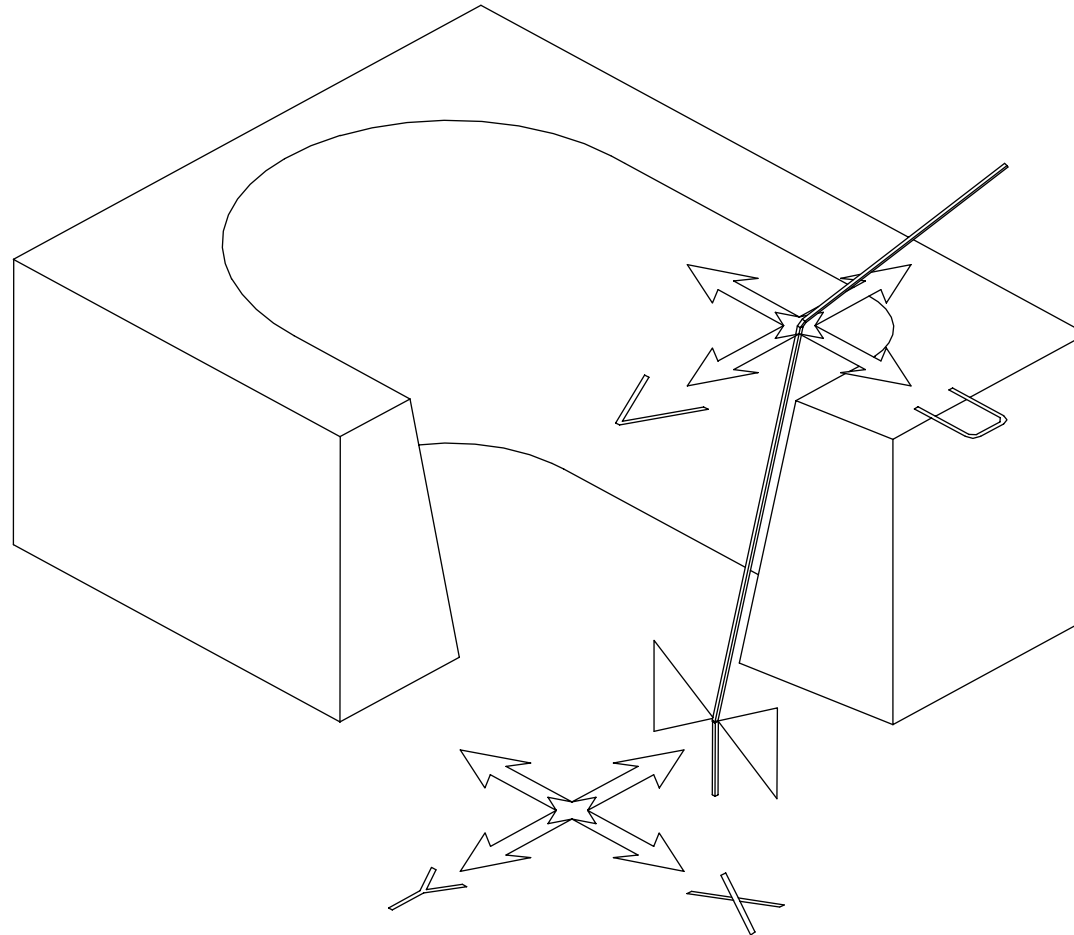
FUNDAMENTOS DE LA EROSION POR HILO (IV)



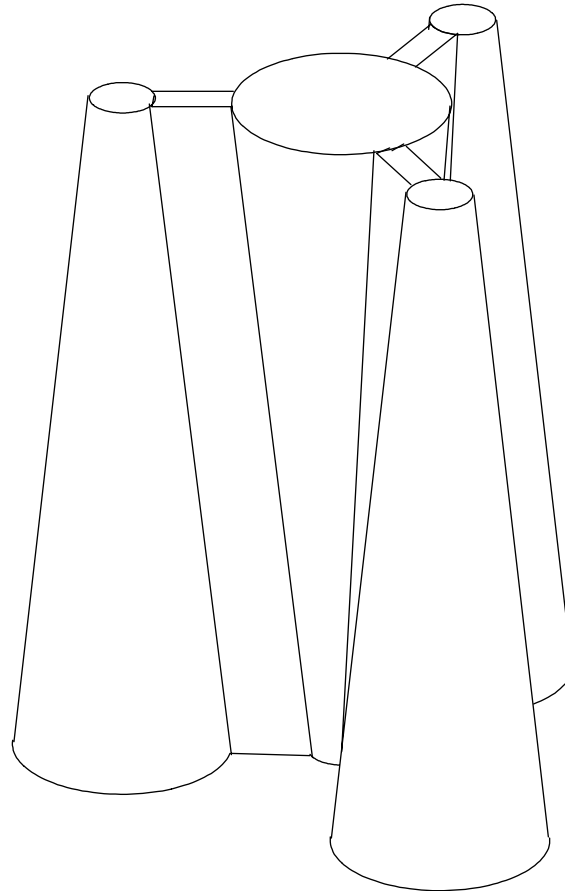
FUNDAMENTOS DE LA EROSION POR HILO (V)



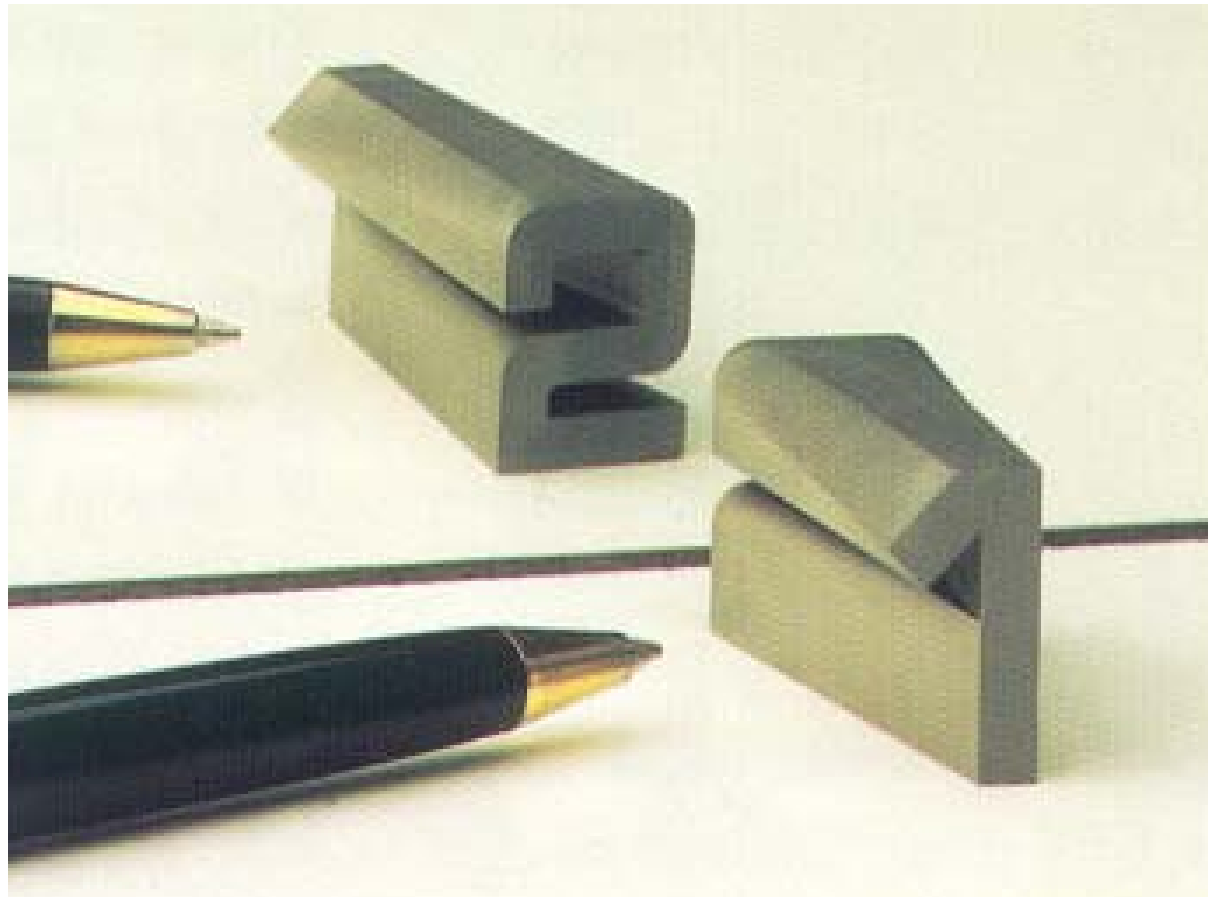
FUNDAMENTOS DE LA EROSION POR HILO (VI)



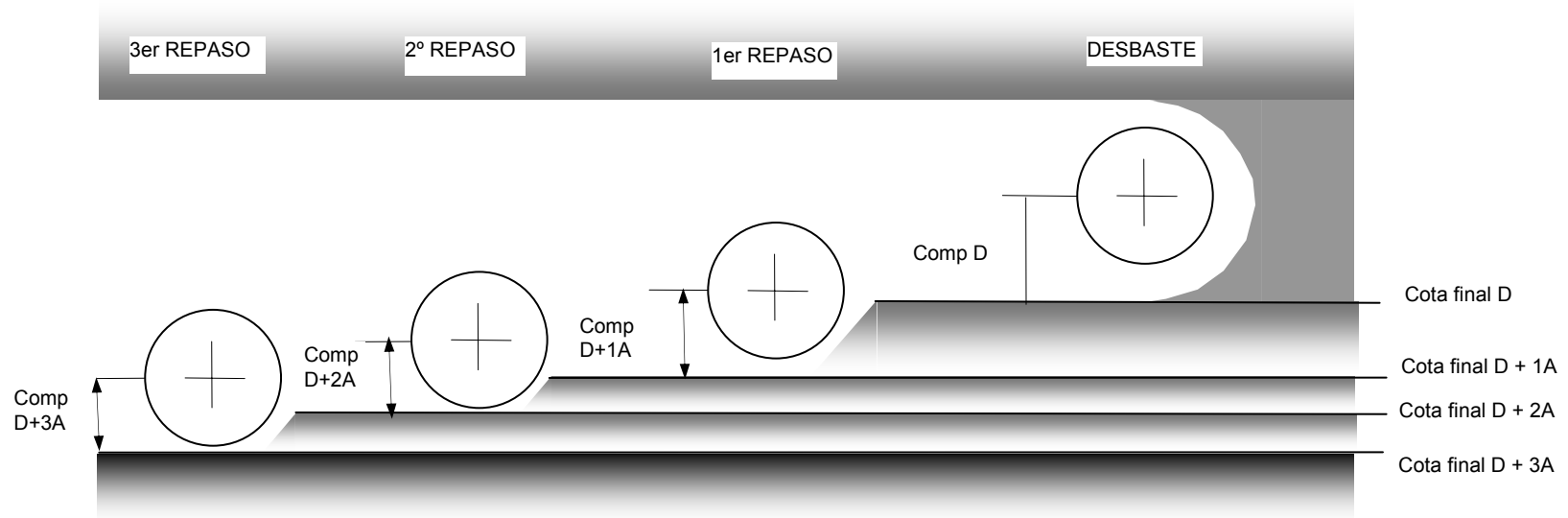
FUNDAMENTOS DE LA EROSION POR HILO (VII)



FUNDAMENTOS DE LA EROSION POR HILO (VIII)



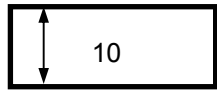
Mecanizado en electroerosión por hilo: Desbaste y repasos



Mecanizado en electroerosión por hilo: tabla de tecnologías

Pieza de acero St

Espesor =

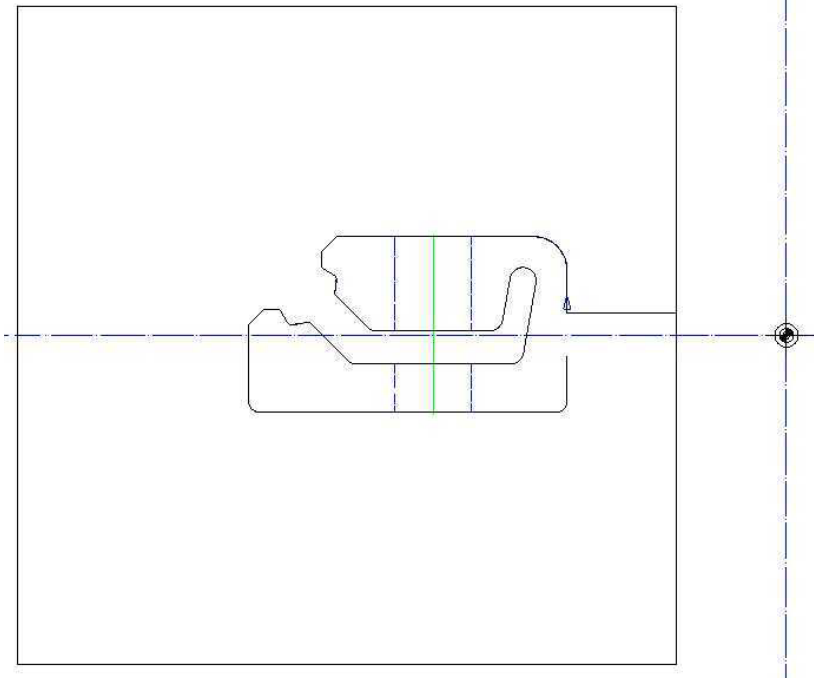
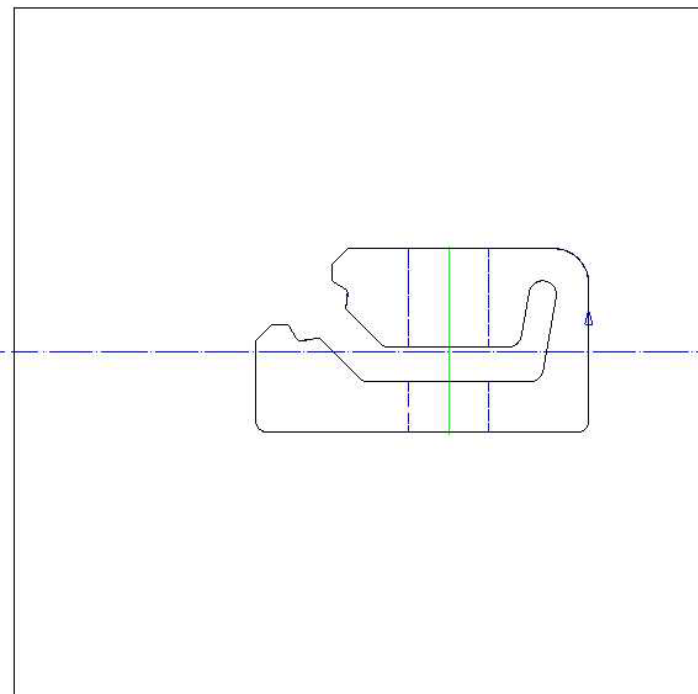
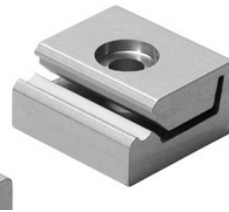


Hilo de latón CuZn 37

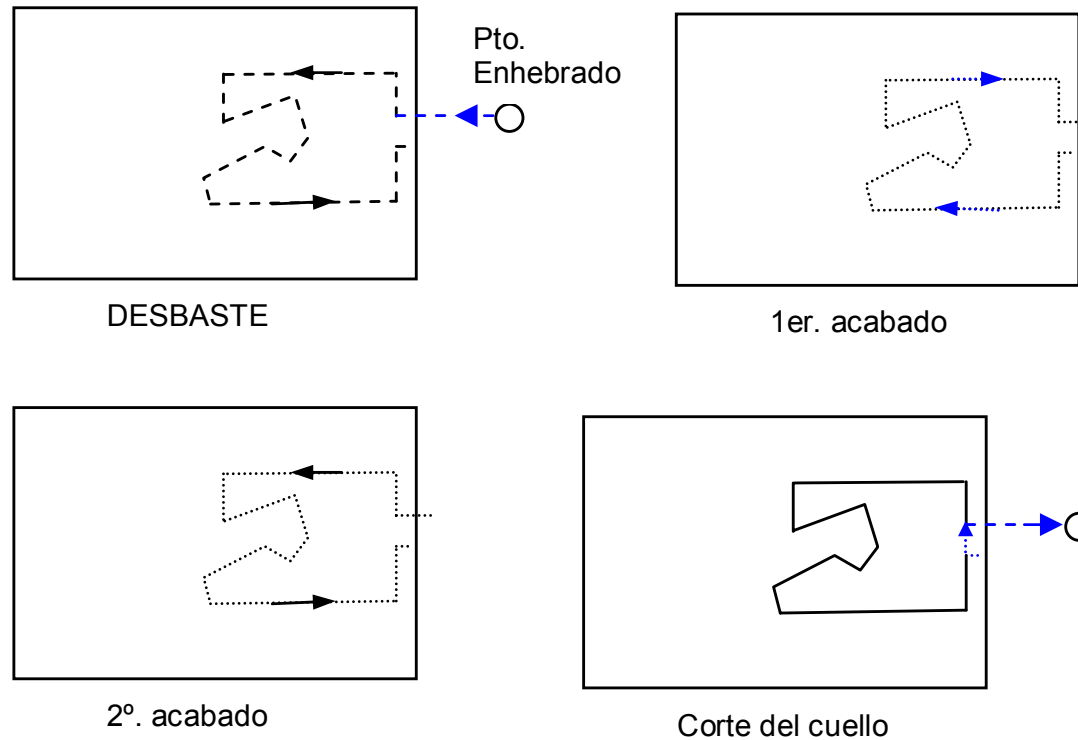
Presión del chorro de agua = 11 bar

		Desbaste	Repasos		
			1	2	3
POTENCIA	P	10	6	3	1
PAUSA	t_0	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

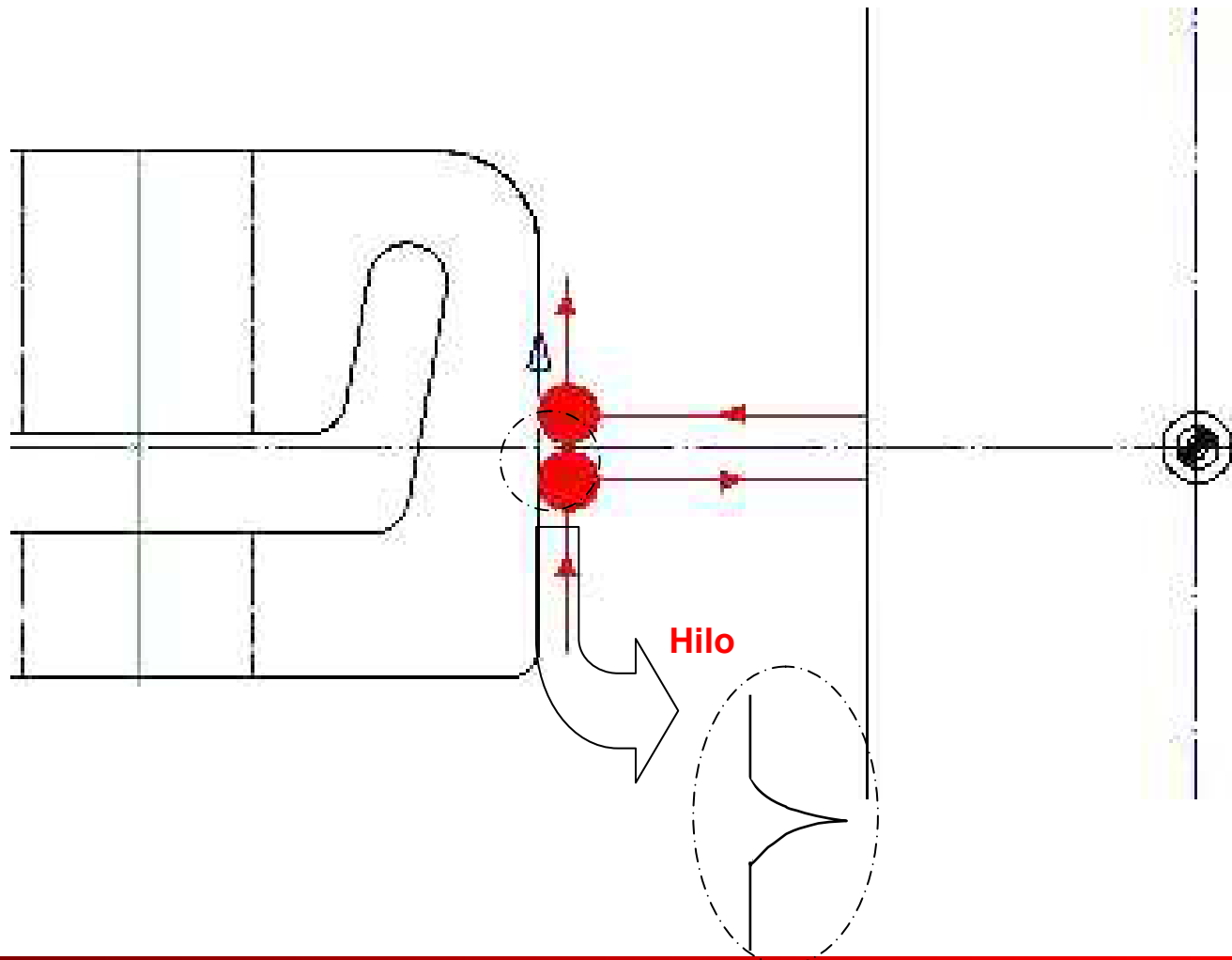
Problemas en el mecanizado cuello



Problemas en el mecanizado



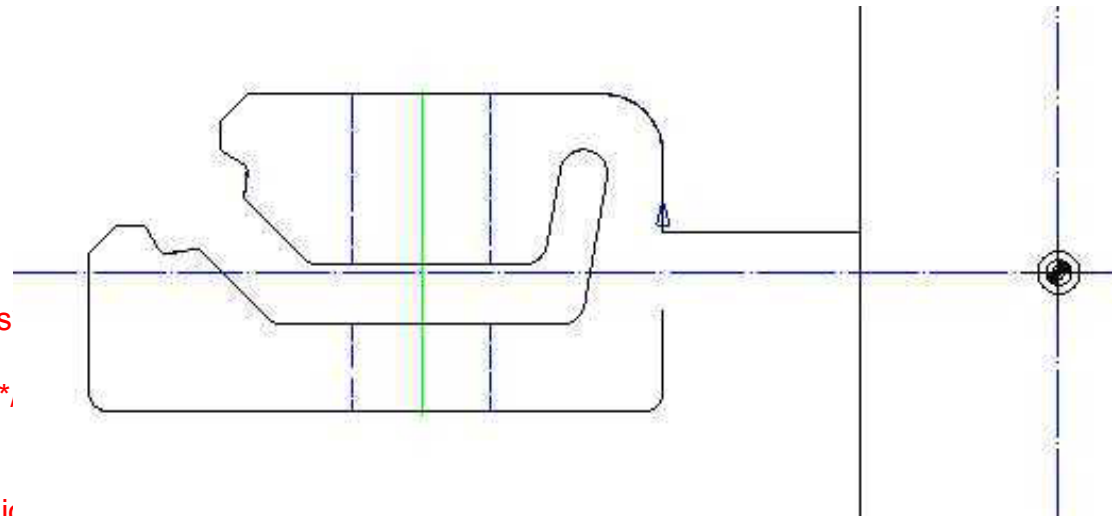
Problemas en el mecanizado rebaba por compensación del radio del hilo



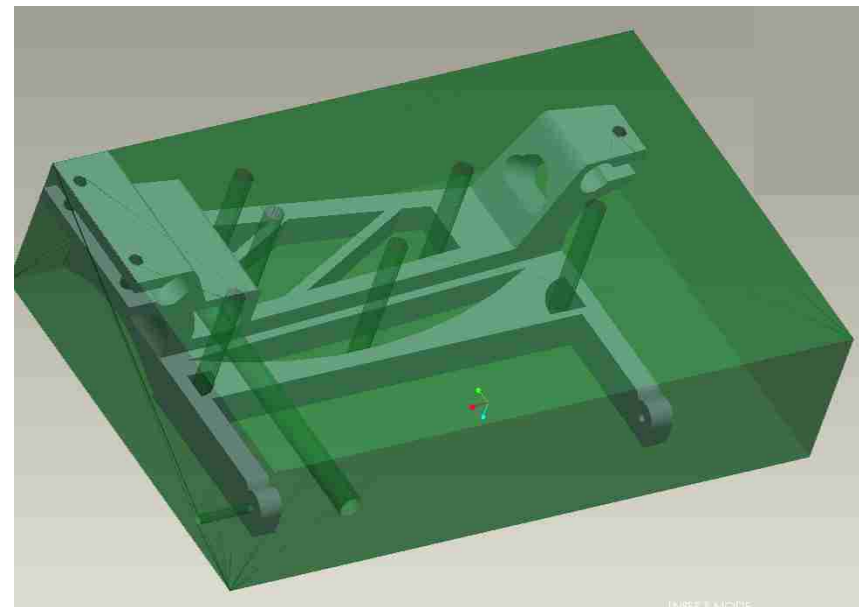
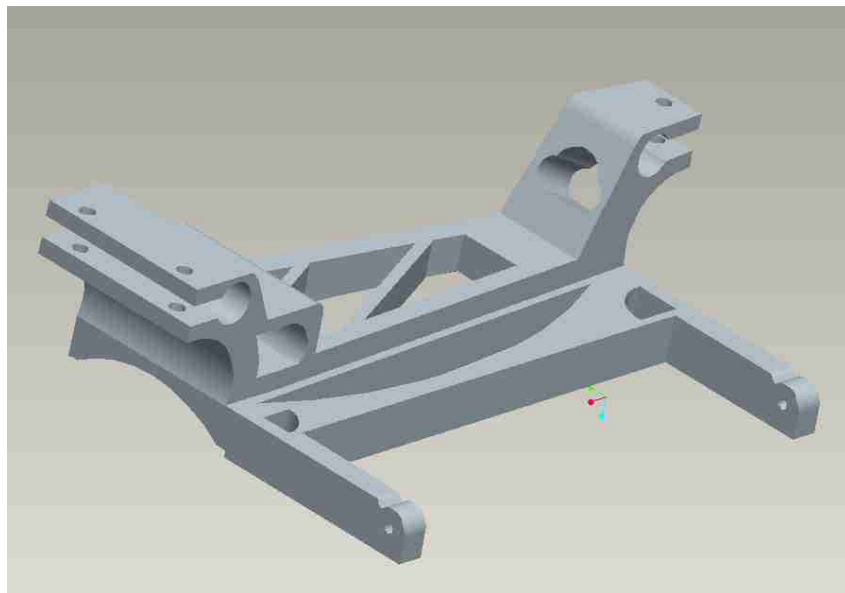
Mecanizado en electroerosión por hilo: Programa CN

```

PROGNAME MUP8
/*Los comentarios van entre barra asterisco*/
LOAD TECH ONA:s_AI25LT.tec
/*Carga la tabla de tecnología*/
ABS /*coordenadas absolutas*/
METR
OFFSET 22 /*Carga el punto de decalage (cero
pieza) nº 22*/
TRAV X0 Y0 U0 V0 Z0 /*Movimiento en rápido al
cero pieza*/
COOR X0 Y0 U0 V0 Z0 /*Establecimiento de
coordenadas*/
TRAV X5. Y0 /*Movimiento en rápido a X=5mm */
TECH THICK 60. CRIT 0 /*Establece el criterio 0
desbaste dentro de la tabla de tecnología*/
COMP RIGHT /*Compensación del hilo a derechas
COMP 0
INTL X-5. Y0 /*Interpolación lineal al punto X-5 Y0*,
INTL Y3.
INTC+ X-6.5 Y4.5 CX-1.5 CY0
/*Interpolación circular al punto X-6.5 Y4.5 con radi
en X-1.5 Y0*/
INTL X-15.417
.....
.....
INTL X5.
COMP OFF
END
    
```

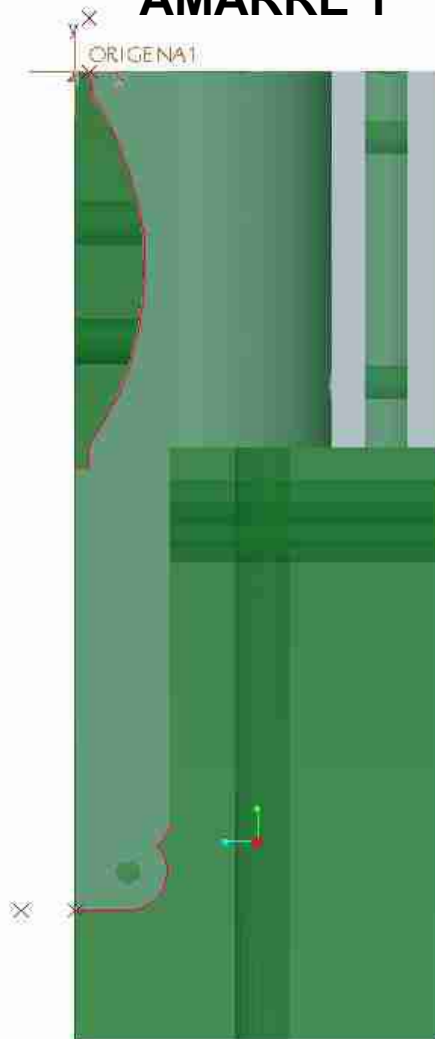


Ejemplo de pieza con varios amarres

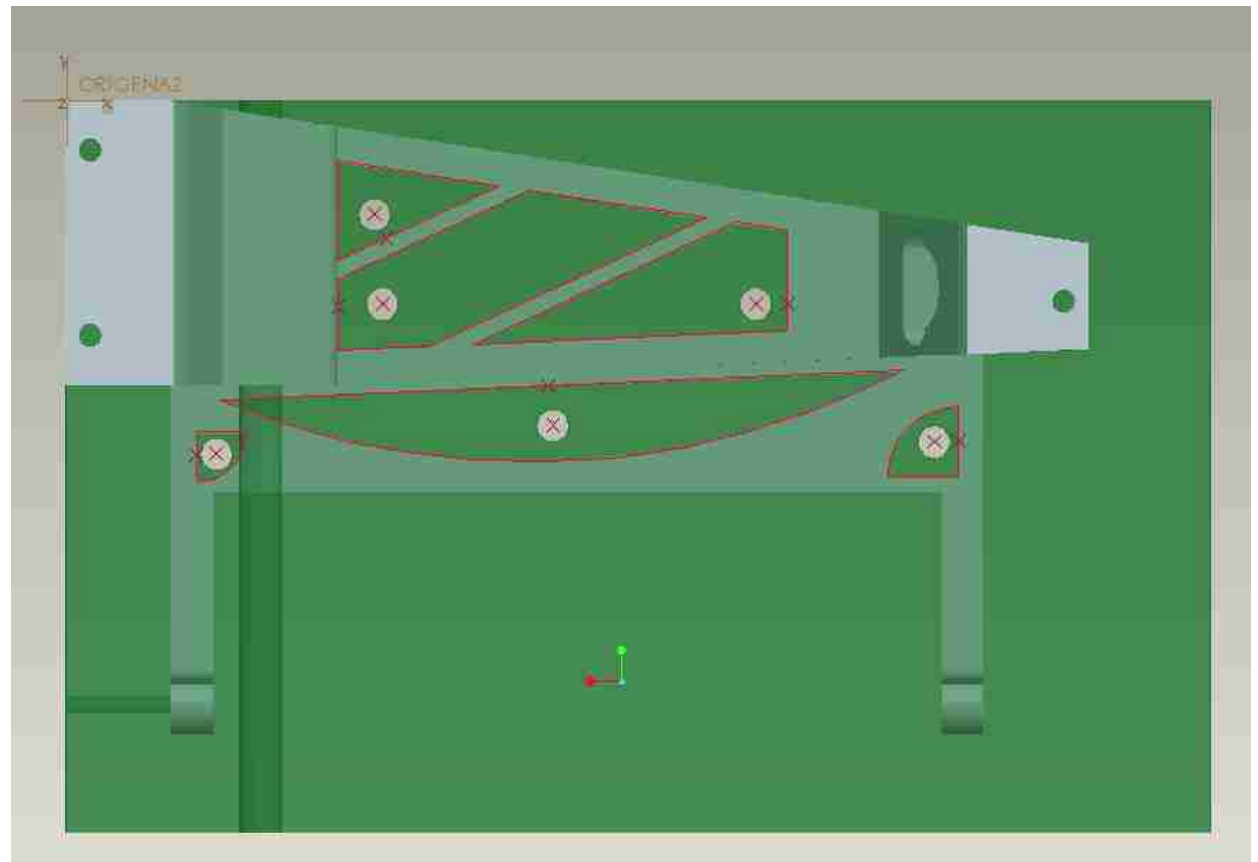


Ejemplo de pieza con varios amarres

AMARRE 1

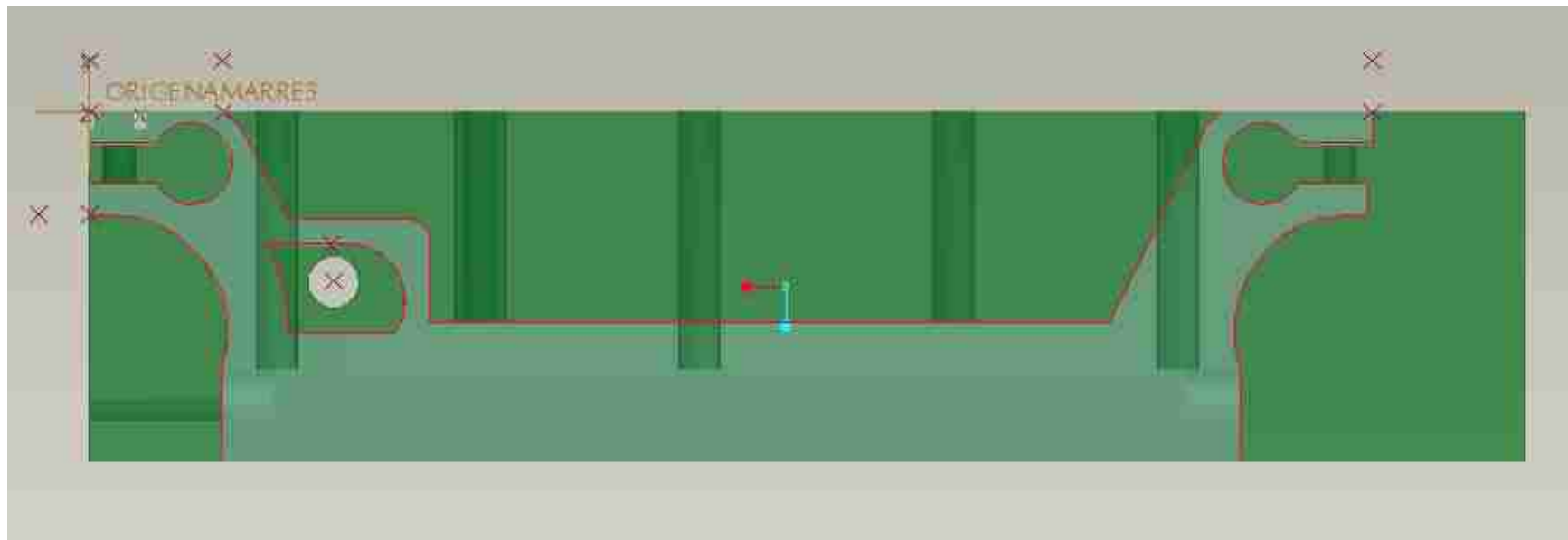


AMARRE 2



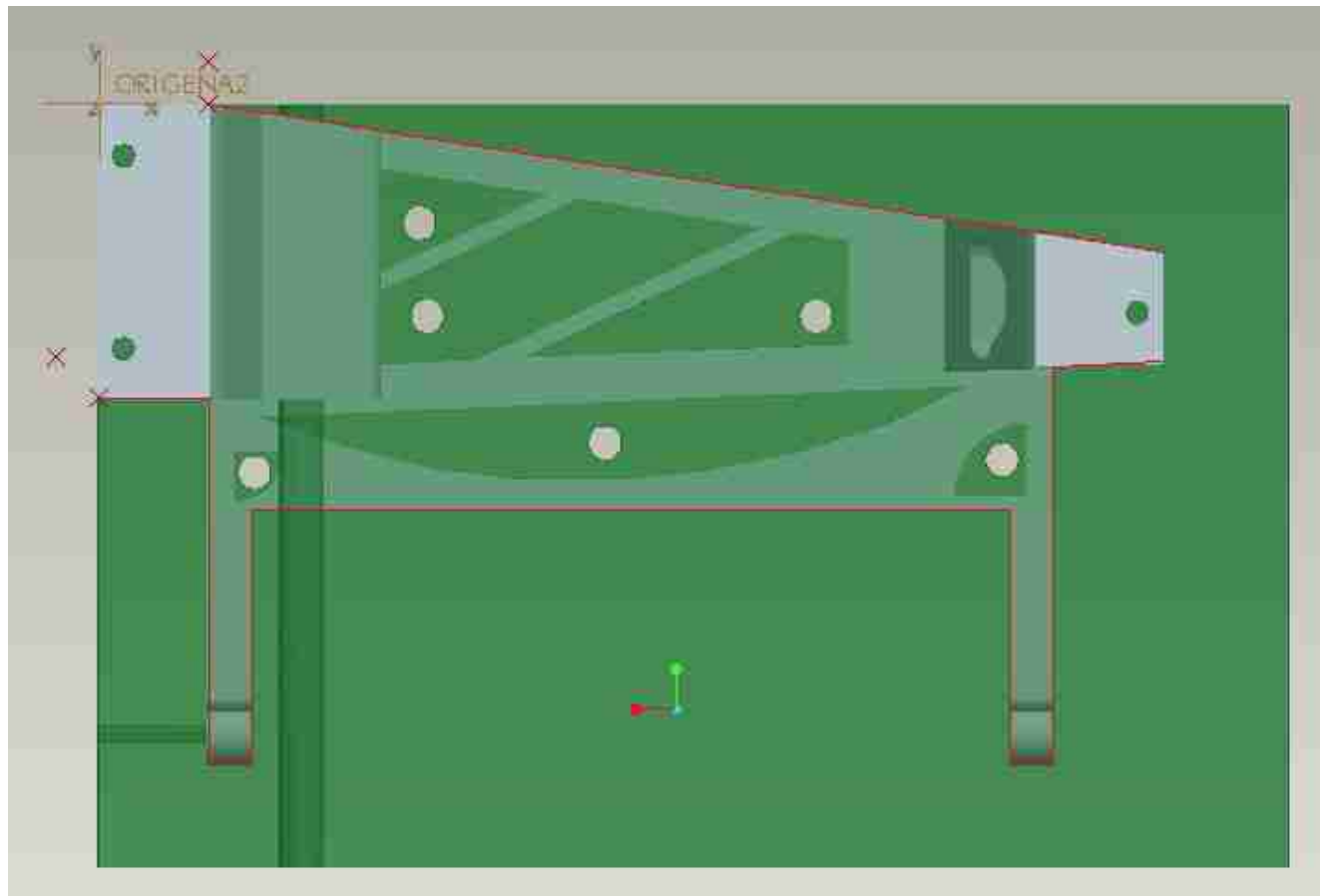
Ejemplo de pieza con varios amarres

AMARRE 3

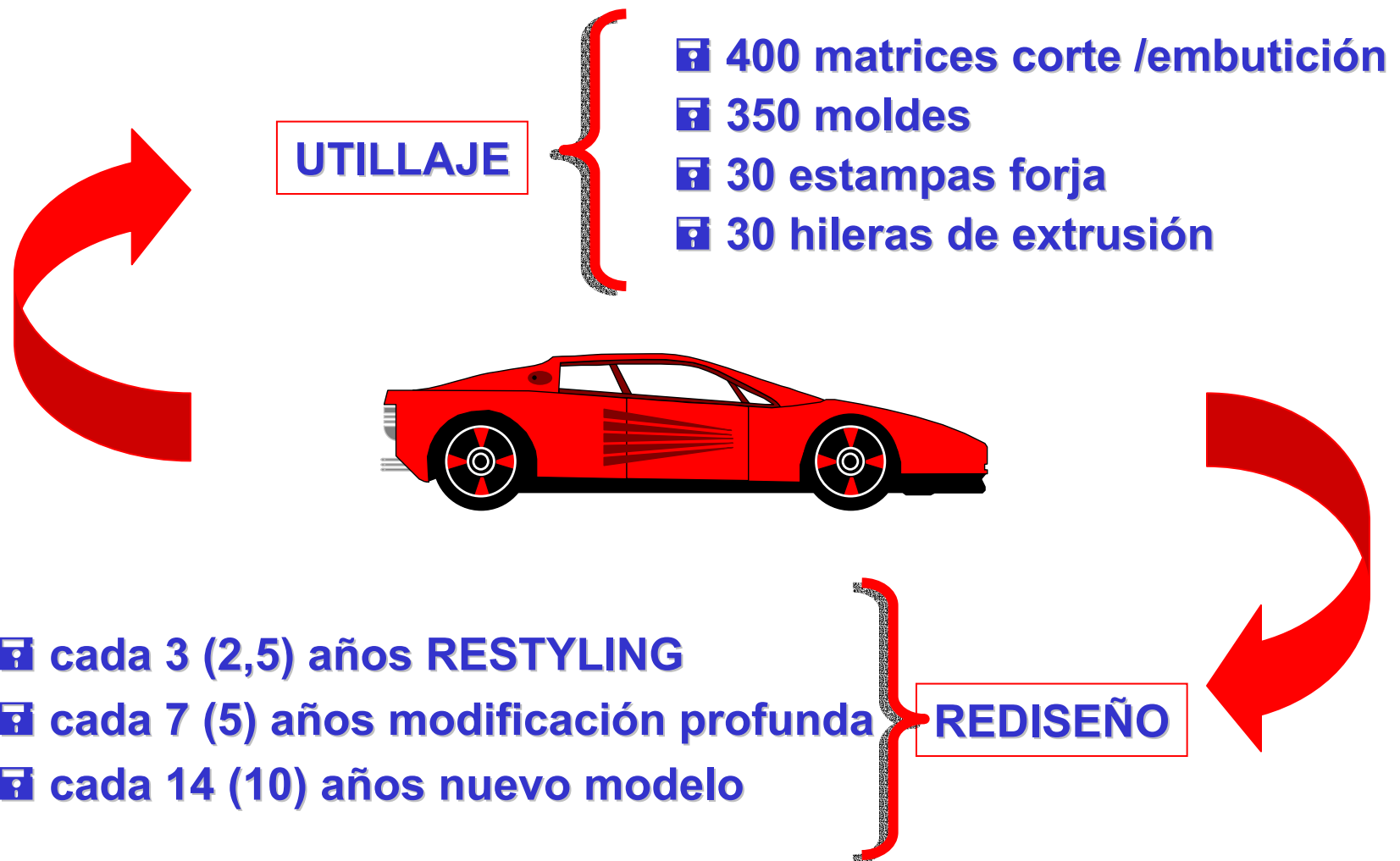


Ejemplo de pieza con varios amarres

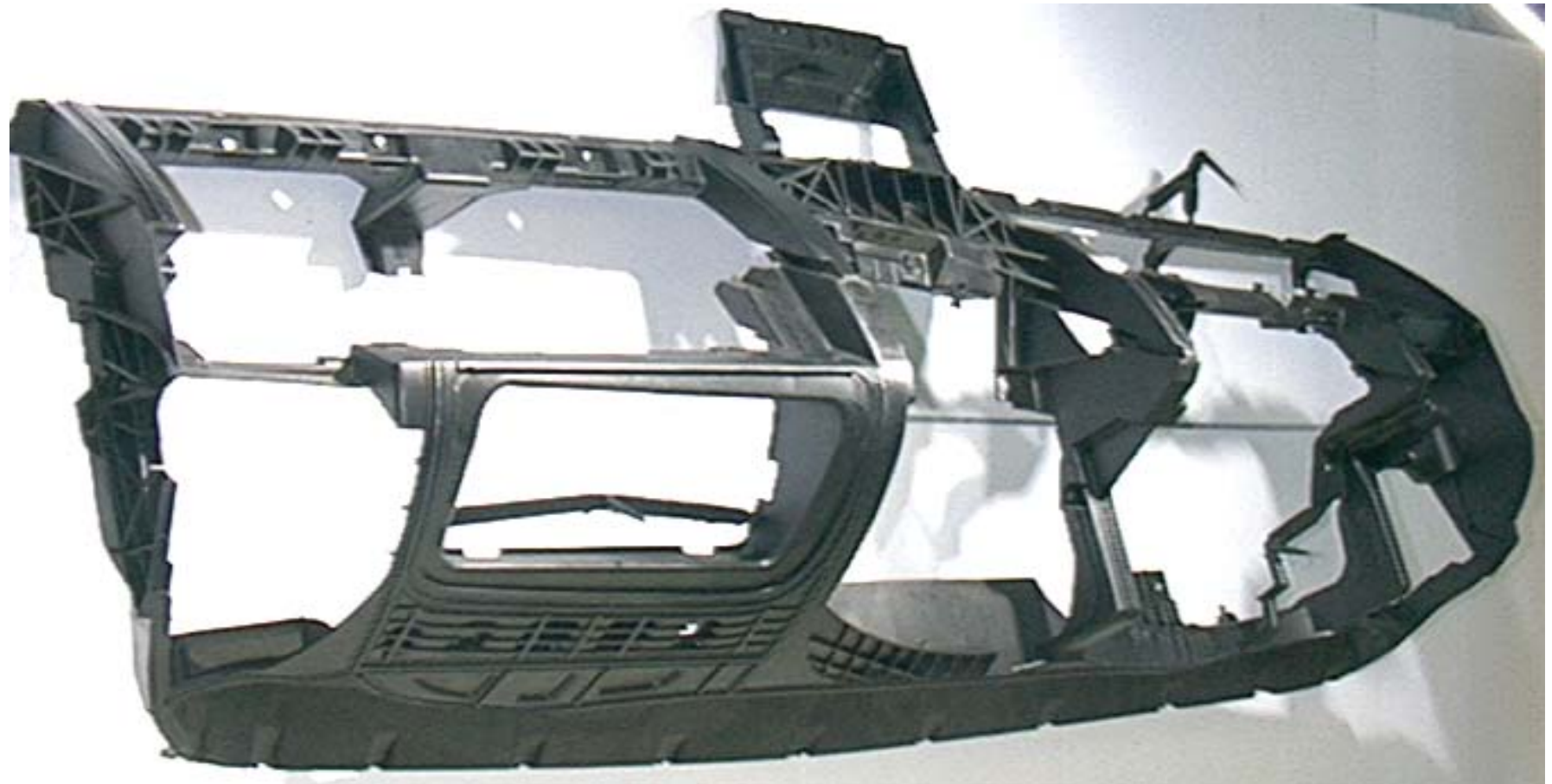
AMARRE 4



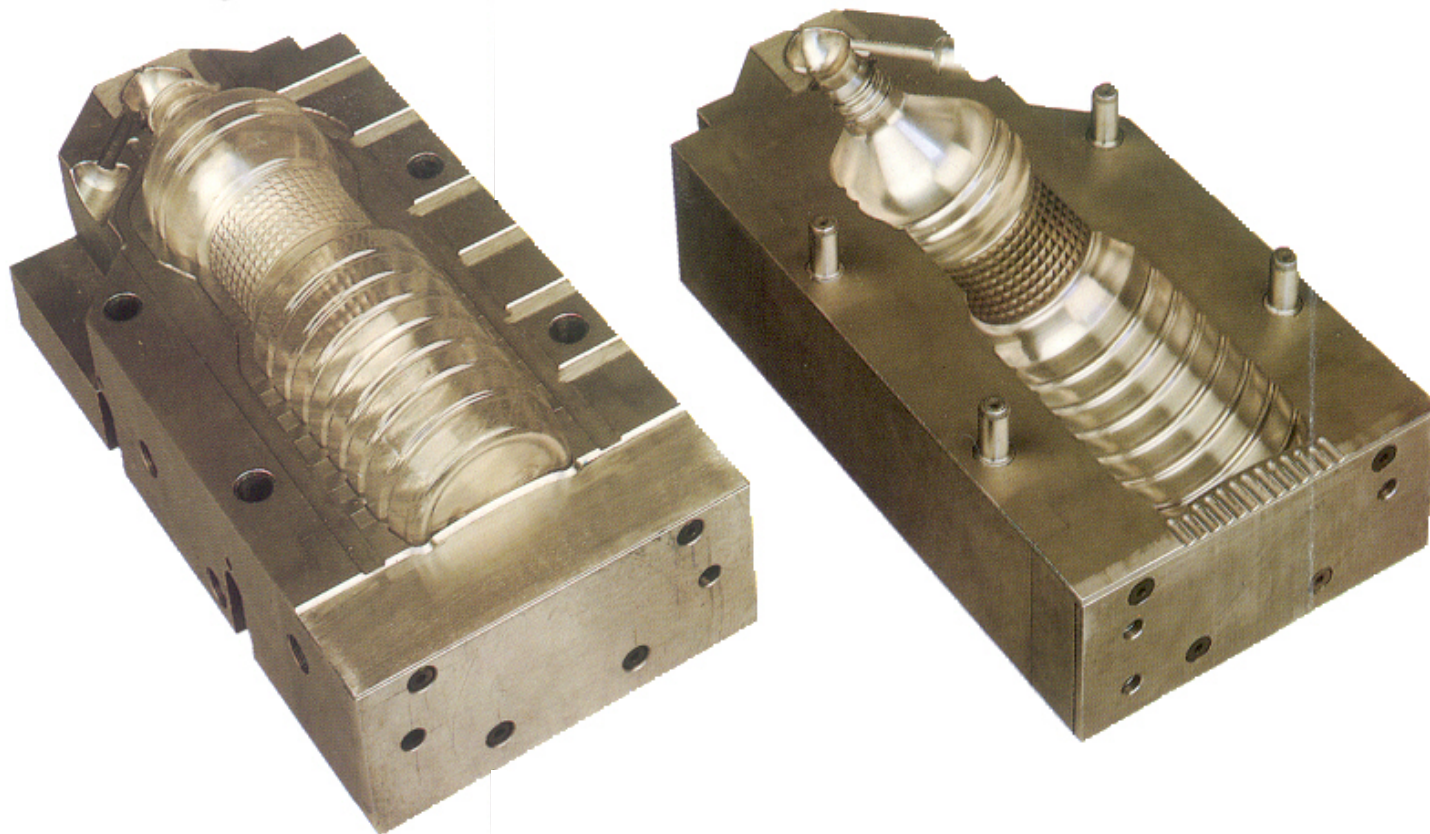
CAMPOS DE APLICACION (II)



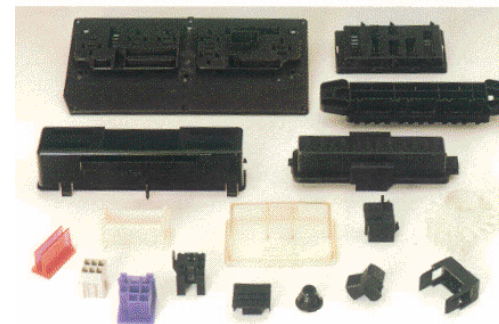
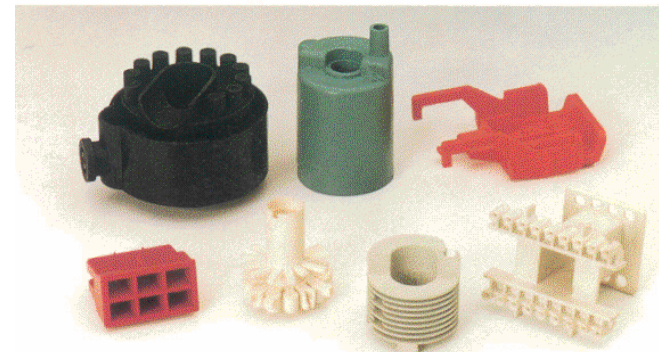
CAMPOS DE APLICACION (III)



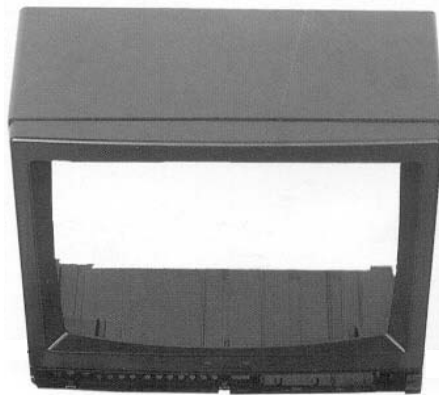
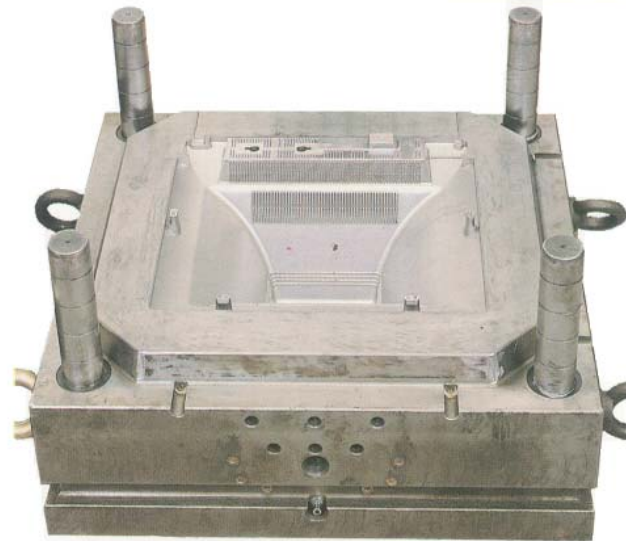
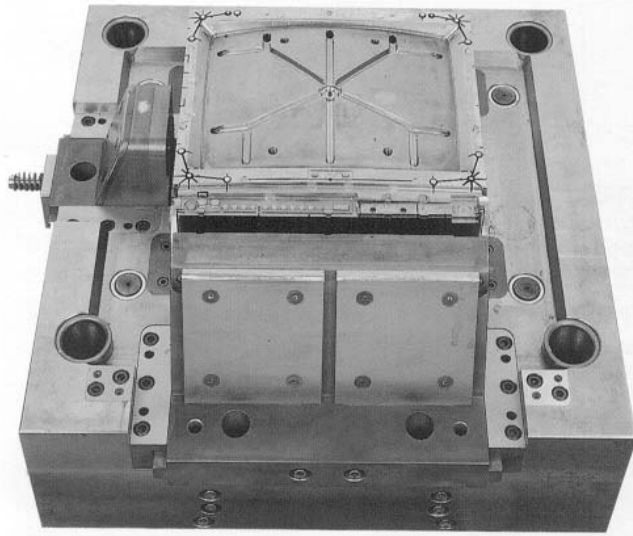
CAMPOS DE APLICACION (IV)



CAMPOS DE APLICACION (V)



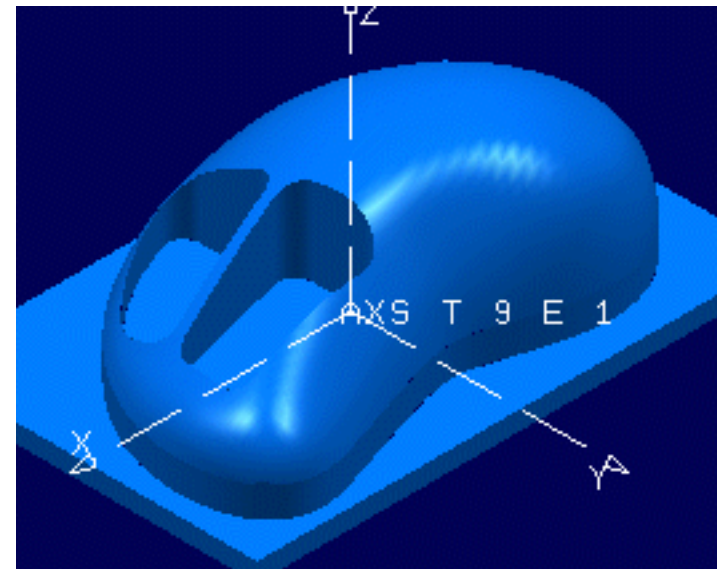
CAMPOS DE APLICACION (VI)



CAMPOS DE APLICACION (VII)



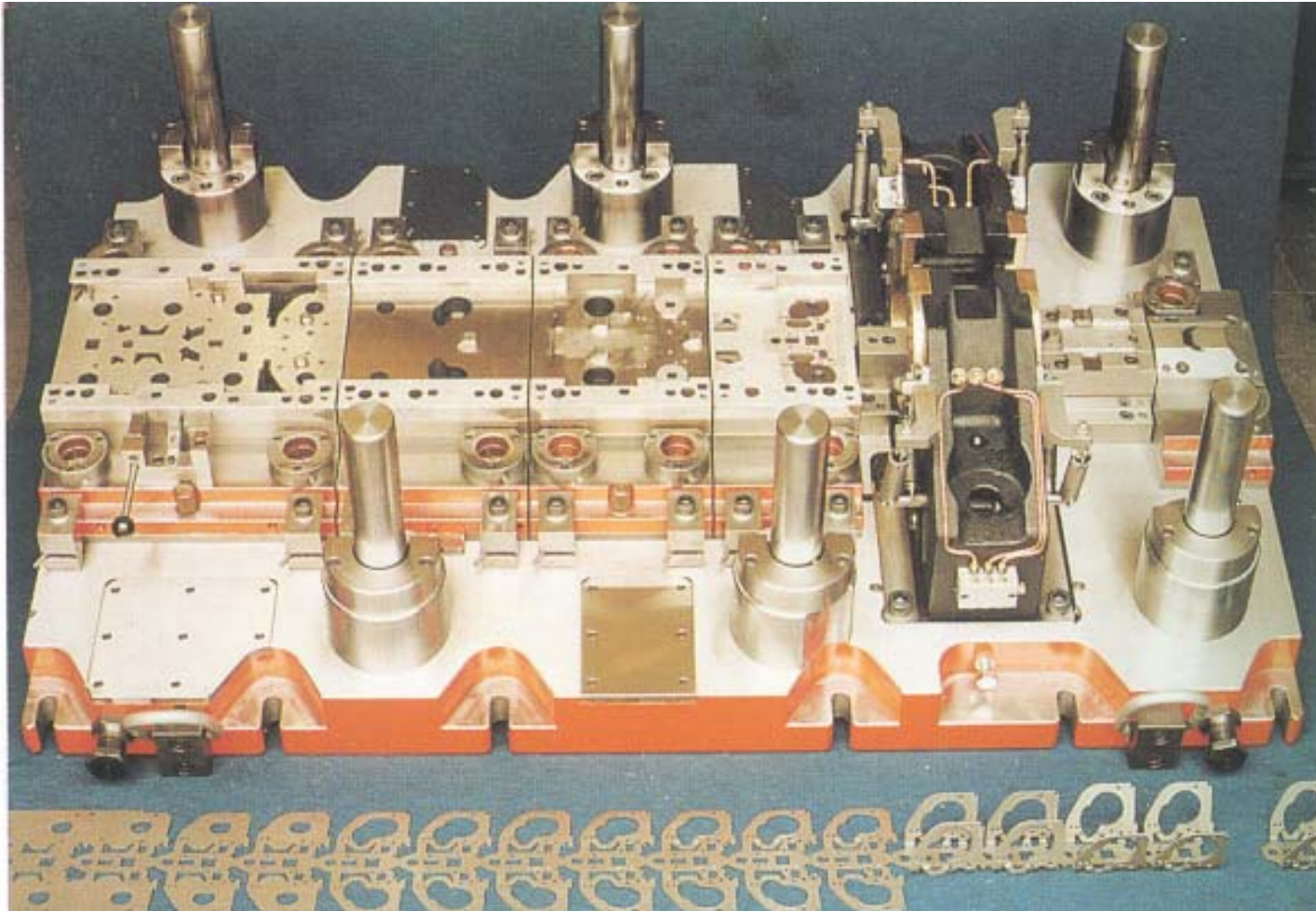
CAMPOS DE APLICACION (VIII)



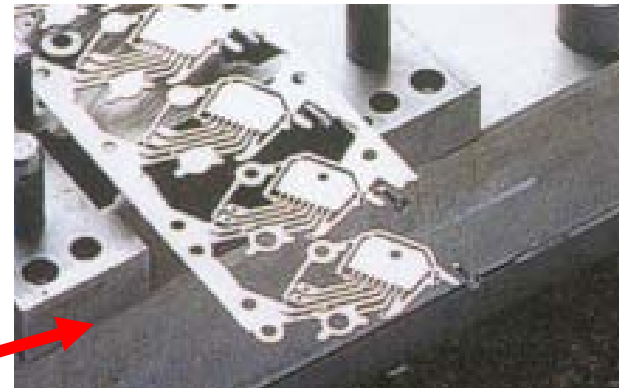
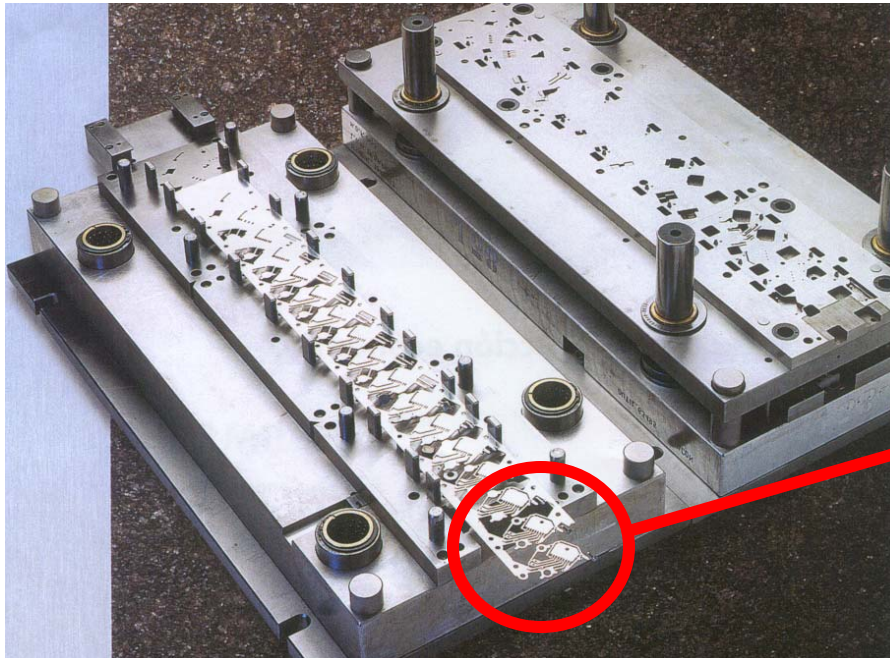
CAMPOS DE APLICACION (IX)



CAMPOS DE APLICACION (X)



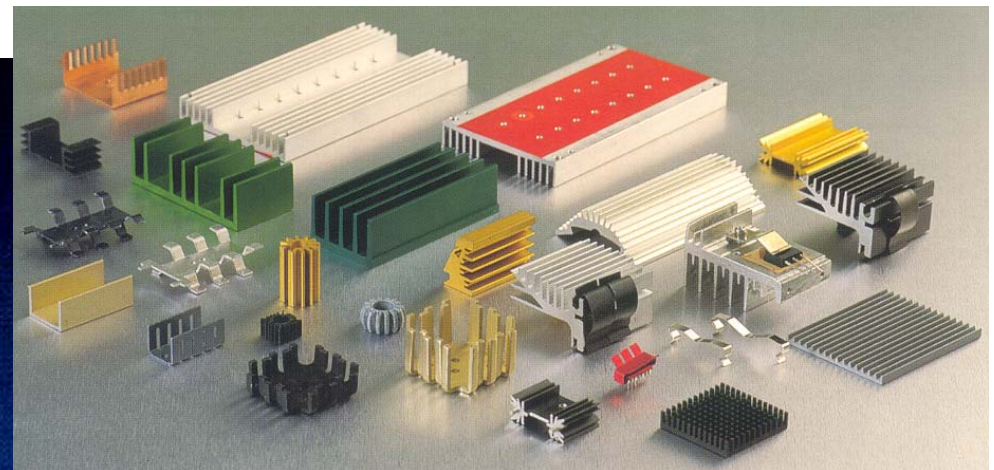
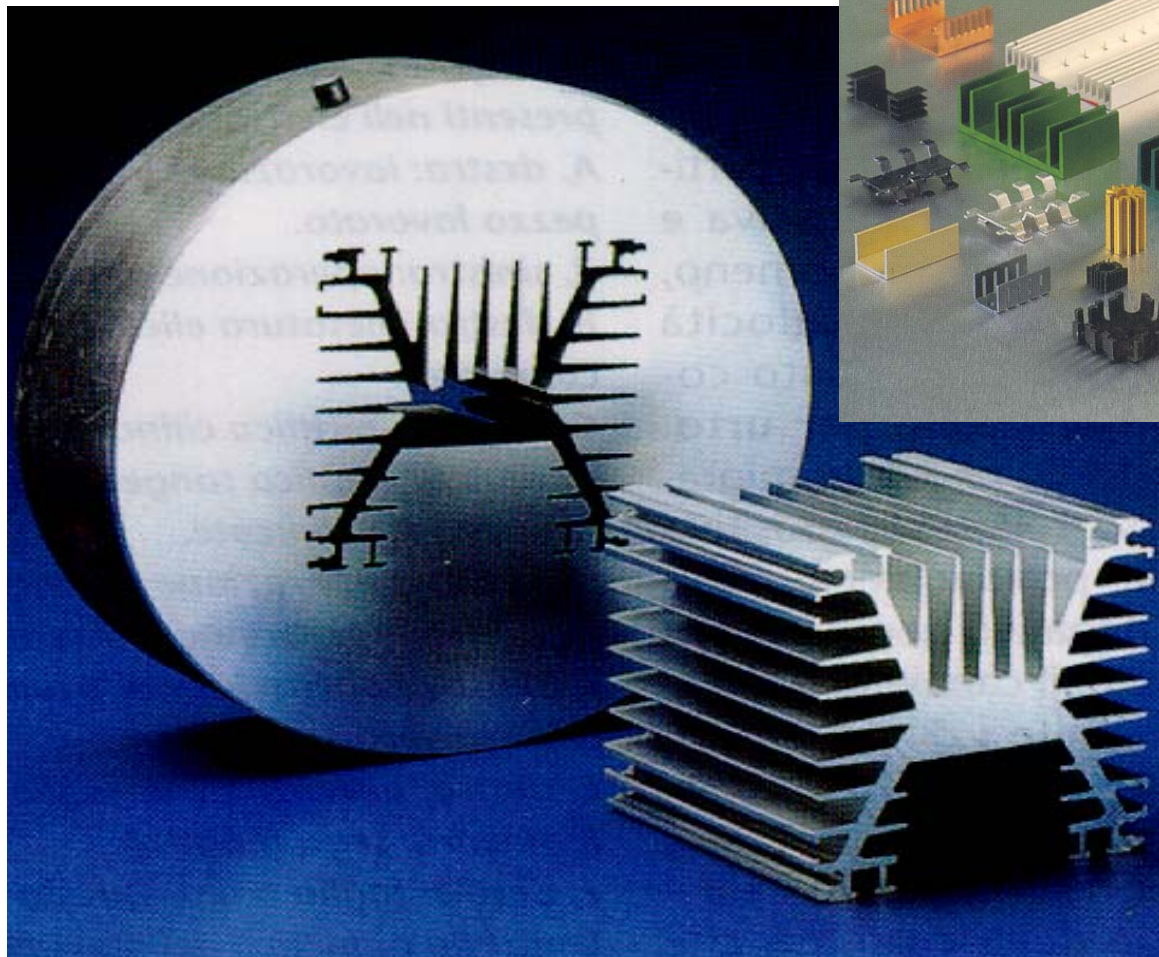
CAMPOS DE APLICACION (XI)



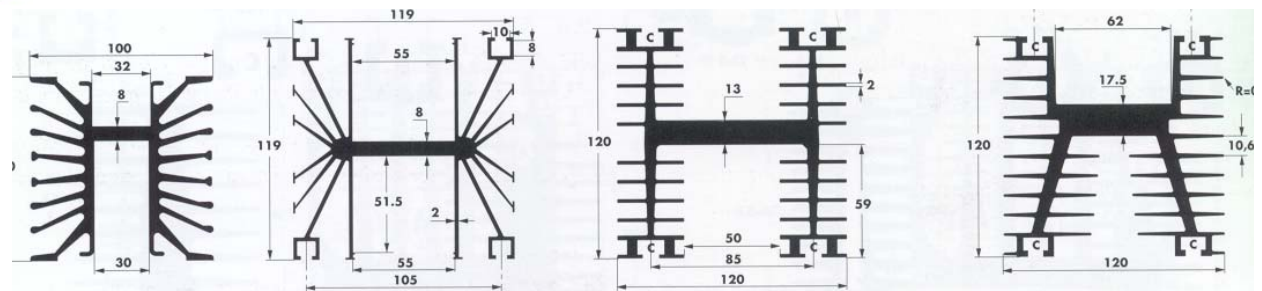
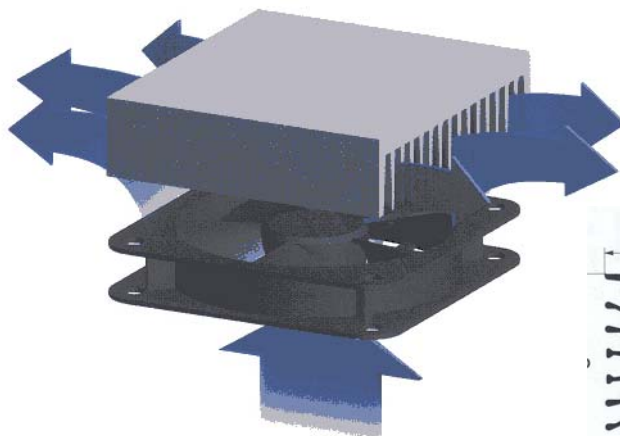
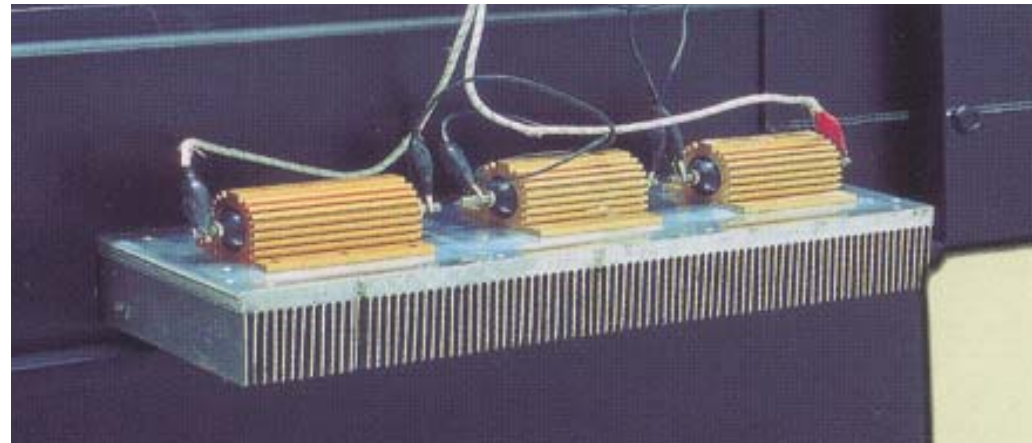
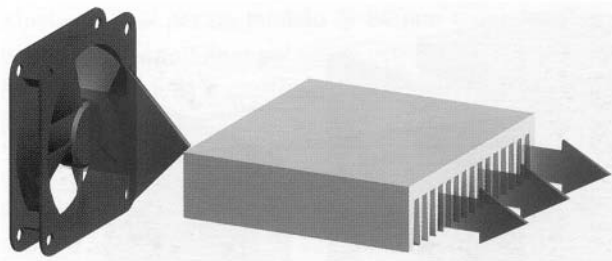
CAMPOS DE APLICACION (XII)



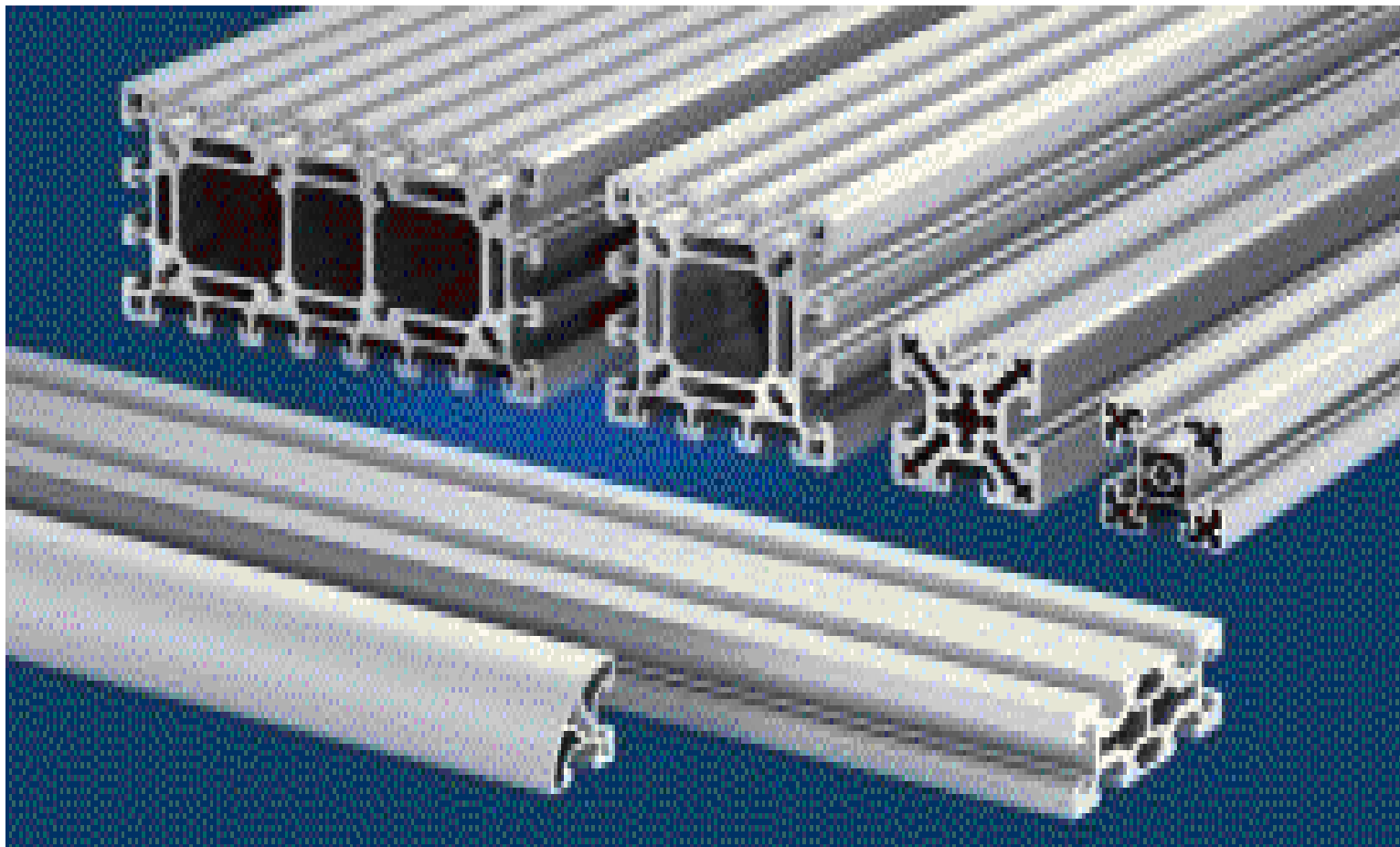
CAMPOS DE APLICACION (XIII)



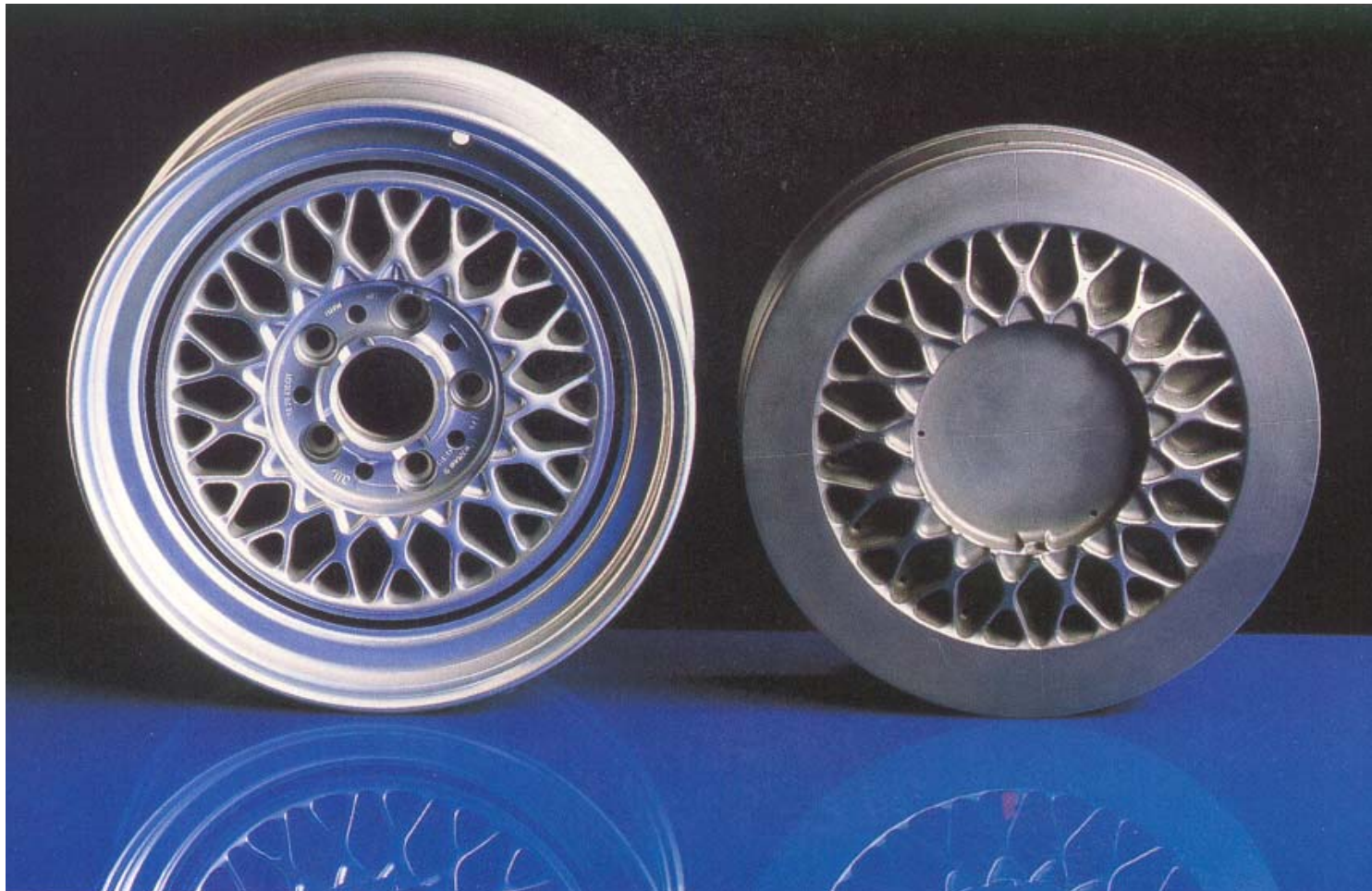
CAMPOS DE APLICACION (XIV)



CAMPOS DE APLICACION (XV)



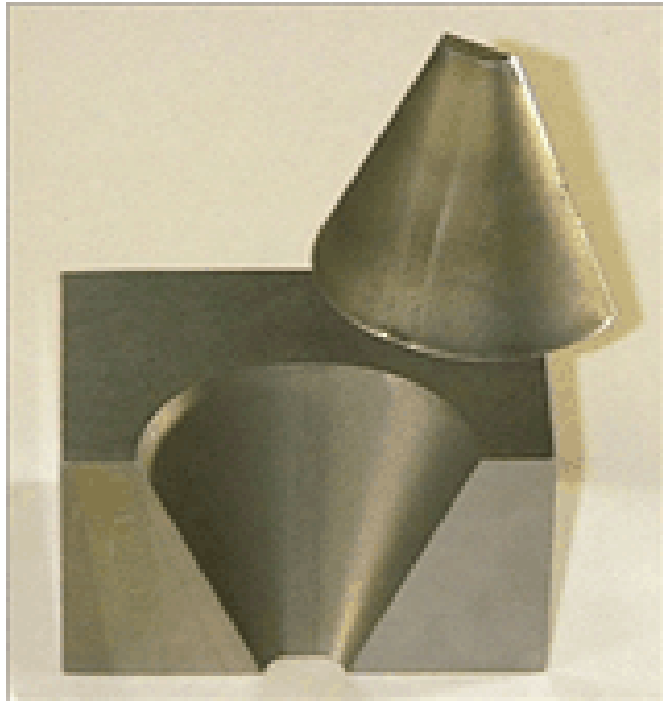
CAMPOS DE APLICACION (XVI)



CAMPOS DE APLICACION (XVII)



CAMPOS DE APLICACION (XVIII)



CAMPOS DE APLICACION (XIX)

