



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA


ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial

Programación del mecanizado de una pieza en un centro de mecanizado CNC y la programación posterior de las mediciones de la pieza en una máquina de medición por coordenadas CMM.

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Diseño y Fabricación Integrada Asistidos por Computador

AUTOR/A: Volkin, Pavel

Tutor/a: Solano García, Lorenzo

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



UNIVERS
POLITÈCNIC
DE VALÈNCIA



TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Diseño y Fabricación Integrada Asistidos por Computador

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

Programación del mecanizado de una pieza
en un centro de mecanizado CNC
y la programación posterior de las mediciones de la pieza
en una máquina de medición por coordenadas CMM.

Autor: Pavel Volkin

Tutor: Solano García, Lorenzo

Resumen

En este trabajo se realiza el diseño de un proceso de mecanizado de una pieza de prueba con programación en un centro de mecanizado CNC para confirmar su precisión y la programación posterior de las mediciones de la pieza resultante en una máquina de medición por coordenadas CMM.

En el trabajo se incluye:

- Diseño de una pieza de prueba para mecanizar en un centro de mecanizado CNC e identificación de las características claves para evaluar la precisión de la máquina.
- Recomendaciones sobre la selección de herramientas de corte y equipamiento tecnológico para el mecanizado de la pieza en la máquina herramienta.
- Descripción de la metodología y programación del mecanizado con la utilización del módulo CAM de PLM Siemens NX
- Análisis y verificación del código G resultante mediante un simulador de mecanizado de máquina herramienta.
- Programación de la medición de la pieza resultante en la máquina de medición de coordenadas mediante el software PC-DMIS.

El resultado es un proceso de mecanizado para una pieza de prueba suficientemente sencillo para repetirlo fácilmente e informativo para comprobar la precisión de la configuración de los ejes giratorios de un centro de mecanizado CNC de cinco ejes.

Resum

En aquest treball es realitza el disseny d'un procés de mecanitzat d'una peça de prova amb programació en un centre de mecanitzat CNC per a confirmar la seua precisió i la programació posterior dels mesuraments de la peça resultant en una màquina de mesurament per coordenades CMM.

En el treball s'inclou:

- Disseny d'una peça de prova per a mecanitzar en un centre de mecanitzat CNC i identificació de les característiques claus per a avaluar la precisió de la màquina.
- Recomanacions sobre la selecció d'eines de tall i equipament tecnològic per al mecanitzat de la peça en la màquina eina.
- Descripció de la metodologia i programació del mecanitzat amb la utilització del mòdul CAM de PLM Siemens NX
- Anàlisi i verificació del codi G resultant mitjançant un simulador de mecanitzat de màquina eina.
- Programació del mesurament de la peça resultant en la màquina de mesurament de coordenades mitjançant el programari PC-DMIS.

El resultat és un procés de mecanitzat per a una peça de prova prou senzill per a repetir-lo fàcilment i informatiu per a comprovar la precisió de la configuració dels eixos giratoris d'un centre de mecanitzat CNC de cinc eixos.

Abstract

In this work, the design of a machining process of a test part with programming on a CNC machining center to confirm its accuracy and the subsequent programming of the resulting part measurements on a CMM coordinate measuring machine is carried out.

The work includes:

- Design of a test part for machining on a CNC machining center and identification of key features to evaluate the accuracy of the machine.
- Recommendations on the selection of cutting tools and technological equipment for machining the part on the machine tool.
- Description of the methodology and programming of machining with the use of DLM Siemens NX CAM module.
- Analysis and verification of the resulting G-code using a machine tool machining simulator.
- Programming of the measurement of the resulting part on the coordinate measuring machine using the PC-DMIS software.

The result is a machining process for a test part simple enough to repeat easily and informative enough to test the accuracy of the rotary axis configuration of a five-axis CNC machining center.

Contenido

1. Problemática	7
2. Tarea de modelado de la pieza	9
3. Método de fijación	10
4. Diseño y Modelado de la Pieza	11
5. Resultado del modelado y representación de los elementos medidos	15
6. Estrategia de procesamiento	16
7. Selección de Herramientas	17
8. Programación de mecanizado CNC	20
9. Post-procesamiento y análisis del código G	27
10. Programación de la máquina de medición por coordenadas	39
11. Interpretación de los posibles resultados de las mediciones.	50
12. Valoración económica	51
13. Bibliografía	52
Anexo 1 – Herramientas y utillajes seleccionadas	53
Anexo 2 – Programa para máquina de medición por coordenadas	77
Anexo 3 – Informe resultante de medición CMM	103
Anexo 4 – Plano de la pieza	107

Archivos del proyecto

Modelo de la pieza	.../TFM-NX/TFM_model3.prt
Proyecto de mecanizado CNC	.../TFM-NX/TFM_model3_machining3.prt
Palanquilla	.../TFM-NX/Planquilla_120x100x100.prt
Amarre	.../TFM-NX/Makro-Grip_48205-125FS.prt
Amarre	.../TFM-NX/Makro-Grip_48125-2520_id6.prt
Amarre	.../TFM-NX/Makro-Grip_48205-125_id223.prt
Amarre	.../TFM-NX/Makro-Grip_48205-125_id248.prt
Amarre	.../TFM-NX/Makro-Grip_altura200.prt
Programa CNC	.../TFM-NX/TFM_1_PLANEADO.nc
Programa CNC	.../TFM-NX/TFM_2_Taladrado.nc
Programa CNC	.../TFM-NX/TFM_3_Cajetines.nc
Programa CNC	.../TFM-NX/TFM_4_Mandrinado.nc
Video de simulación de Mecanizado	.../TFM-NX/Video_NX.mp4
Proyecto de medición PC-DMIS	.../TFM-CMM/Pieza Pavel TFM.PRG
Archivo CAD de PC-DMIS	.../TFM-CMM/Pieza Pavel TFM.CAD
Video de proceso de medición	.../TFM-CMM/Video_PC-DMIS_2022-1.mp4

Index de Figuras

Figura 1 – Variabilidad de la disposición de ejes.	7
Figura 2 – 3D QuickSet (www.dmgmori.co.jp).	8
Figura 3 – Método de fijación.	10
Figura 4 – Mordaza universal.	10
Figura 5 – Pasos de modelado	11
Figura 6 – Pasos de modelado	11
Figura 7 – Pasos de modelado	11
Figura 8 – Pasos de modelado	11
Figura 9 – Pasos de modelado	12
Figura 10 – Pasos de modelado	12
Figura 11 – Pasos de modelado	12
Figura 12 – Pasos de modelado	12
Figura 13 – Pasos de modelado	13
Figura 14 – Pasos de modelado	13
Figura 15 – Pasos de modelado	14
Figura 16 – Pasos de modelado	14
Figura 17 - Resultado del modelado y representación de los elementos medidos.	15
Figura 18 - Configuración de la máquina.	20
Figura 19 - Localización de la pieza.	21
Figura 20 - El origen del sistema de coordenadas.	22
Figura 21 - Creación de la freza de planear.	22
Figura 22 - Creación de la broca.	23
Figura 23 - Creación de la fresa 10 mm	23
Figura 24 - Creación del sistema de mandrinado.	24
Figura 25 - Operaciones de planeado.	24
Figura 26 - Operaciones de fresado de cajetines.	25
Figura 27 - Operaciones de taladrado.	25
Figura 28 - Resultado de la simulación de mecanizado	26
Figura 29 - Especificación de un punto en el modelo para crear una medición de punto único.	39
Figura 30 - Referencias de la pieza.	42
Figura 31 - Construcción del plano.	44
Figura 32 - Medición de agujero.	46
Figura 33 - Ubicación de agujero.	47
Figura 34 - Perpendicularidad de un plano.	48
Figura 35 - Posición del eje de rotación real de la mesa.	50
Figura 36 - Posición del eje de rotación real de husillo.	50

1. Problemática

La tarea principal de este trabajo consiste en confirmar que la posición del sistema de referencia girado permanece invariable durante la rotación mecánica de los ejes de la máquina.

Los ejes en torno a los que gira el sistema matemático de coordenadas de la máquina herramienta nunca coinciden con el eje mecánico real de rotación de las unidades de la máquina. La razón de ello es la imprecisión de la fabricación de cada máquina herramienta concreta, así como la diferencia en el esquema cinemático de las máquinas herramientas y la disposición de sus unidades (Figura 1). También sus posiciones pueden cambiarse durante el funcionamiento de la máquina como consecuencia del desgaste y las colisiones.



Figura 1 – Variabilidad de la disposición de ejes.

Para corregirlo, cada máquina tiene una opción de calculación de coordenadas y se utilizan correctores de posición de los ejes.

Para ajustar la posición de los ejes giratorios de la máquina se utiliza los métodos de medición de la esfera calibrada en diferentes posiciones 3D QuickSet (Figura 2).

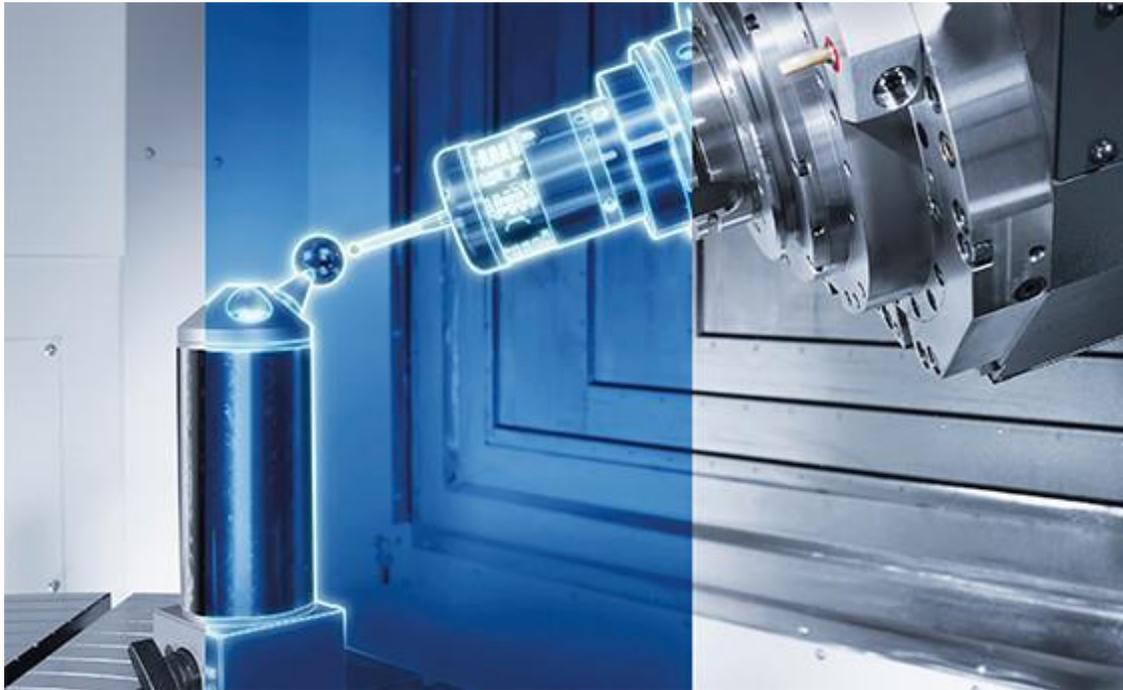


Figura 2 – 3D QuickSet (www.dmgmori.co.jp).

En este caso, se suele disponer de un cálculo automático de los correctores y su introducción en la tabla de parámetros de la máquina.

2. Tarea de modelado de la pieza

Para modelar una pieza de prueba, hay que tener en cuenta: las capacidades de la máquina, el método de sujeción y la disponibilidad de fijaciones, disponibilidad de la plantilla.

Para realizar la tarea, debe mecanizarse una pieza sencilla en forma de cubo o un rectángulo. Para el ejemplo concreto, elijo una pieza cúbica de dimensiones 100x100x100 milímetros.

Sin embargo, puede que no se disponga de un bruto del tamaño determinado, o que las dimensiones de la máquina sean considerablemente mayores o menores, el cubo se construye mediante parametrización. Para ello, deben definirse variables de usuario al principio del modelado. En este caso, si es necesario mecanizar una pieza de otras dimensiones, bastará con modificar los valores de estas variables.

En el caso del modelado en Siemens NX, este comando se encuentra en:

[*Menu - Tools - Expressions*](#)

Las variables:

A es la anchura del bruto,

B es el espesor del bruto,

C es la altura del bruto,

D es el diámetro del agujero previsto.

Material de bruto

Deben utilizarse materiales fácilmente mecanizables, como las aleaciones de aluminio. Sin embargo, para esta tarea el material no tiene una importancia clave.

El material sólo influirá en la elección de las herramientas de corte y las condiciones de corte.

3. Método de fijación

Para poder manipular la pieza de esta manera por los 5 lados sin cambiar su posición, se sugiere el siguiente método de fijación del bruto:

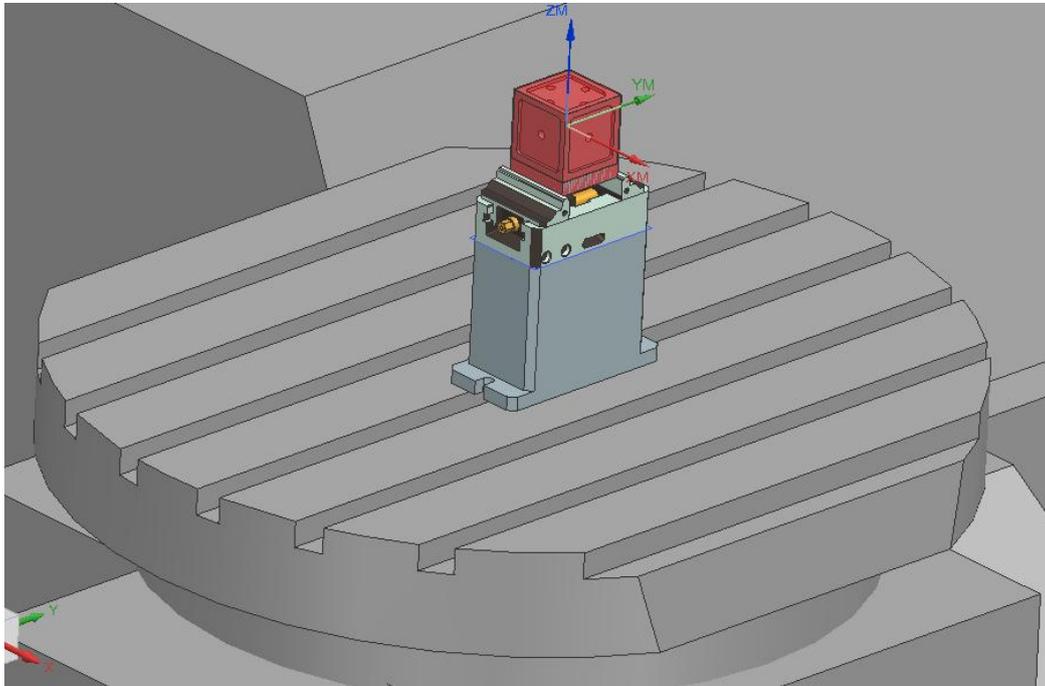


Figura 3 – Método de fijación.

La mordaza universal para máquinas CNC de cinco ejes (Figura 4) proporciona una sujeción segura y un fácil acceso a la pieza de trabajo desde todos los lados.

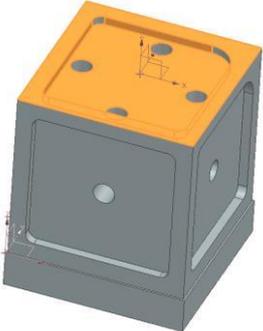
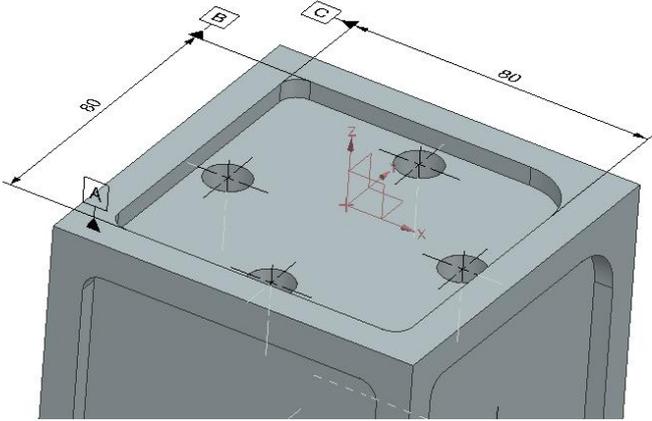
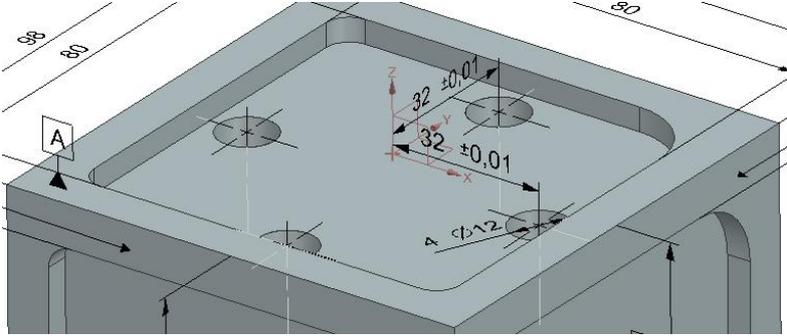


Figura 4 – Mordaza universal.

Archivos de utillajes CAD descargados del sitio web del fabricante.

<https://lang-technik.de>

4. Diseño y Modelado de la Pieza

Modelado	Representación de Tolerancias Geométricas y Referencias
<p>El plano superior de la pieza y el cajetín rectangular situado por encima (Figuras 5 y 6) servirán de referencia para el mecanizado y la medición.</p>	
 <p data-bbox="331 1010 451 1043">Figura 5.</p>	 <p data-bbox="938 1039 1058 1072">Figura 6.</p>
<p>Para determinar la inexactitud de la posición del eje de rotación real de la mesa giratoria (eje C) con respecto al sistema de coordenadas de la máquina se taladran cuatro agujeros en la parte superior de la pieza (Figuras 7 y 8). Cada vez se debe girar la pieza de modo que el agujero se encuentre en la dirección positiva del eje Y. Esto es importante para separar este error de otros errores que incluyen la inclinación del eje de la herramienta.</p>	
 <p data-bbox="331 1861 451 1895">Figura 7.</p>	 <p data-bbox="938 1839 1058 1872">Figura 8.</p>

Para determinar la perpendicularidad del plano obtenido por las guías del movimiento vertical y horizontal de la herramienta, se mecanizan los planos laterales de los cuatro lados (Figuras 9 y 10). La posición de este plano respecto al plano nominal muestra también el descentrado del eje de inclinación real de la herramienta.

Se repite en los cuatro lados.

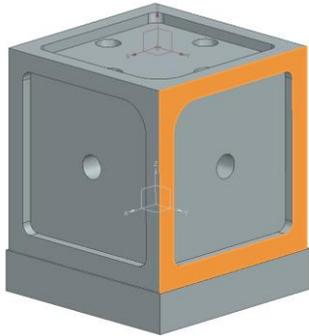


Figura 9.

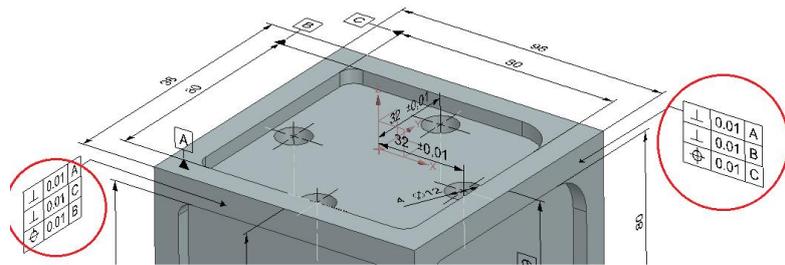
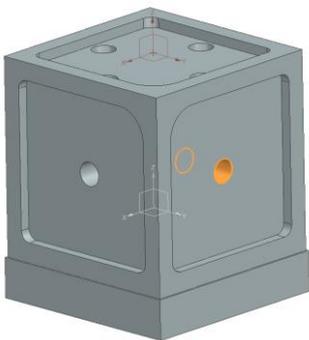


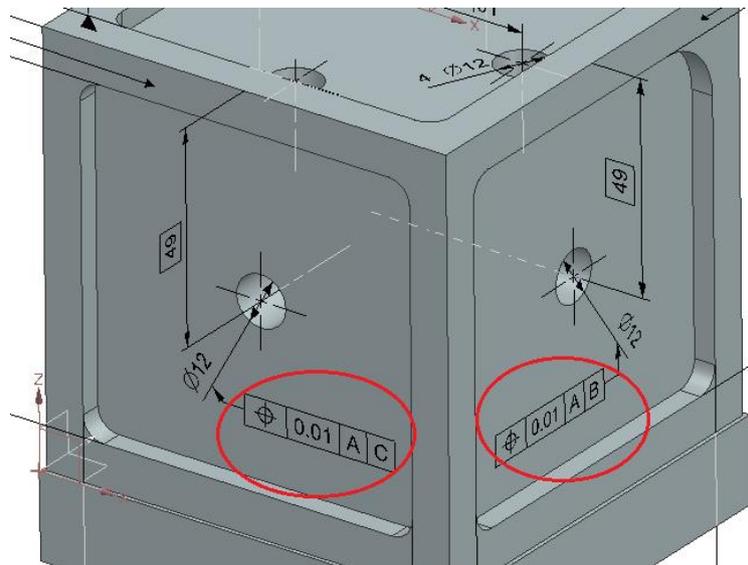
Figura 10.

Para determinar la precisión de posicionamiento de la herramienta tras inclinarla 90 grados y en qué medida el eje de inclinación real de la herramienta no coincide con el eje teórico, se taladra y se mandrina el agujero en el centro del cajetín lateral (Figuras 11 y 12).

Se repite en los cuatro lados.



Figuras 11.



Figuras 12.

Y para comprobar su verticalidad y horizontalidad por separado se mecaniza el cajetín rectangular (Figuras 13 y 14).
Se repite en los cuatro lados.

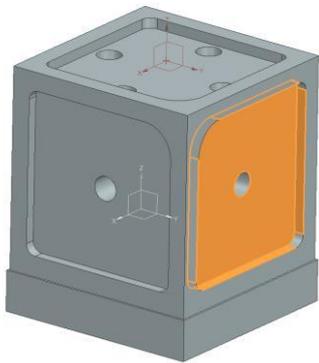


Figura 13.

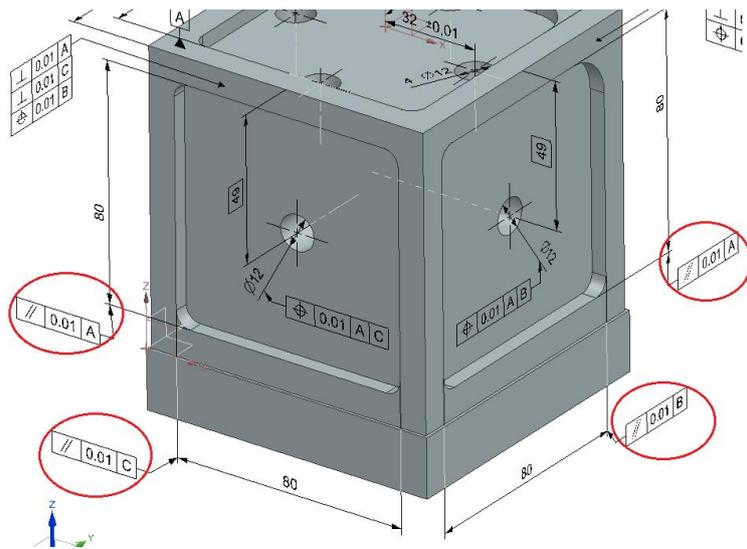


Figura 14.

Elementos adicionales

Para no confundir los lados mecanizados entre el mecanizado y la medición, los radios aumentados de los 3 redondeos (Figura 15) mostrarán las direcciones positivas de los ejes del sistema de coordenadas

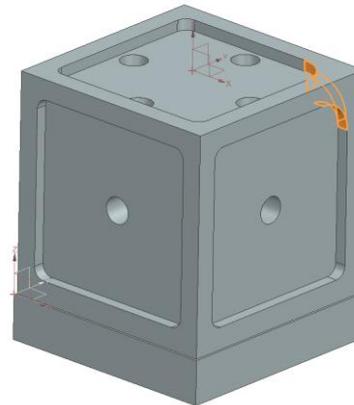


Figura 15.

Para fijar la pieza en el tornillo de banco, se añaden dos centímetros de material sin mecanizar en la parte inferior de la pieza (Figura 16).

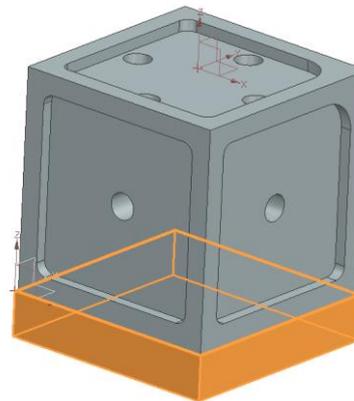


Figura 16.

5. Resultado del modelado y representación de los elementos medidos (Figura 17.).

La pieza es simétrica en todos sus lados. Las dimensiones medidas sólo se muestran desde los lados visibles.

Para representar cotas y tolerancias se utiliza la función de NX PMI (Product and Manufacturing Information)

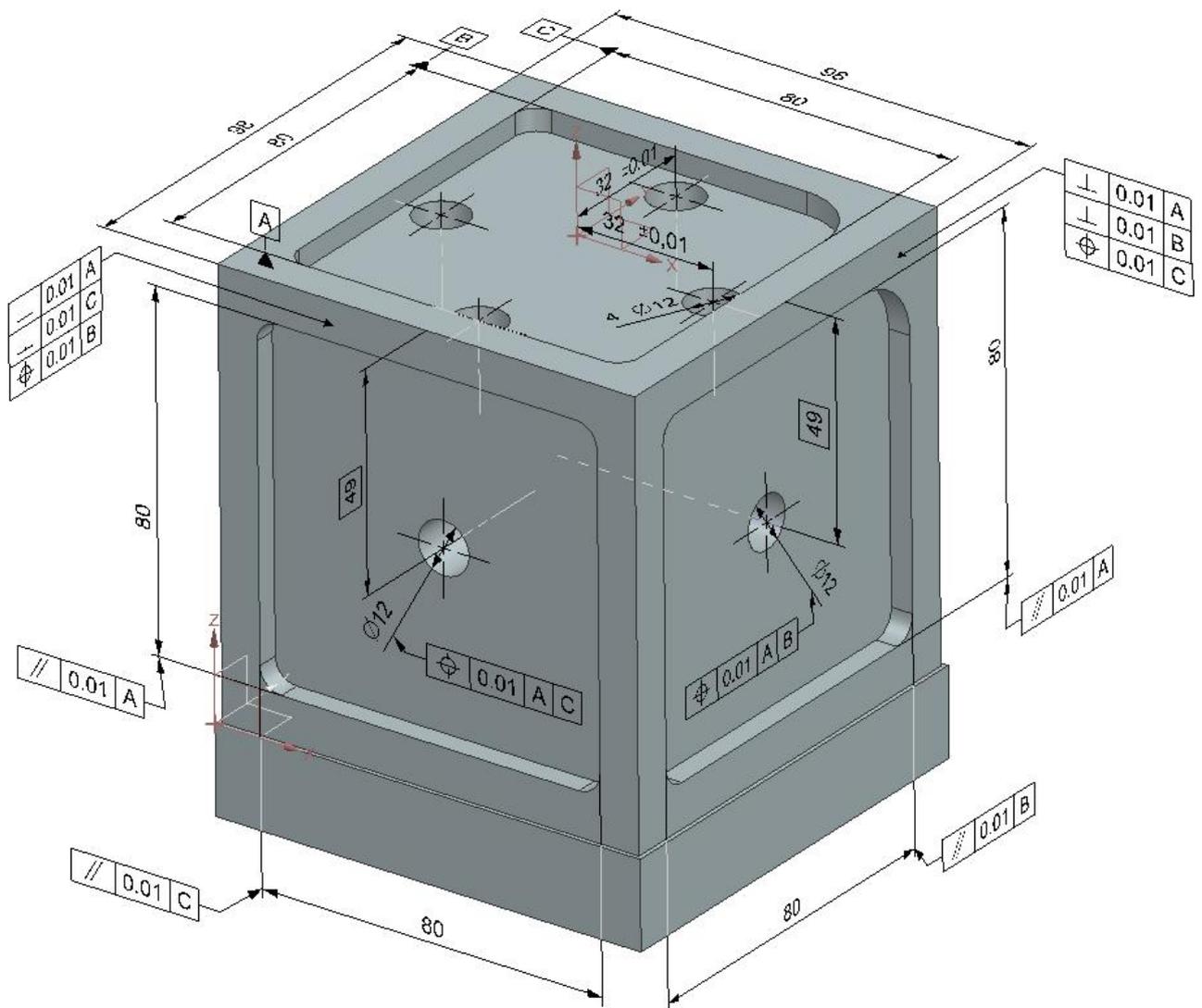


Figura 17 - Resultado del modelado y representación de los elementos medidos.

6. Estrategia de procesamiento

1. Refrentado de plano superior.
2. Refrentado de 4 superficies laterales con la fresa inclinada 90°.
3. taladrado de 4 agujeros con una rotación de la pieza alrededor del eje vertical (0° - 90° - 180° - 270°).
4. Taladrado de 4 agujeros con la broca inclinada 90° en las superficies laterales.
5. Fresado de un cajetín rectangular en la superficie superior de la pieza
6. Fresado de 4 cajetines rectangular en las superficies laterales con la fresa inclinada 90°.
7. Mandrinado de 4 agujeros Ø12 mm con una rotación de la pieza alrededor del eje vertical (0° - 90° - 180° - 270°) *1.
8. Mandrinado de 4 agujeros Ø12 mm con el cabezal de mandrinado inclinado 90 ° en las superficies laterales *1.

**1 Nota : para un posicionamiento más preciso del agujero utilizamos el mandrinado, pero en caso de ausencia de cabezal mandrinador se puede mecanizar los agujeros mediante fresado por interpolación circular.*

7. Selección de Herramientas.

La pieza está diseñada para que pueda mecanizarse con las herramientas más comunes.

Las herramientas y utillajes propuestos se muestran en la Tabla 1.

1	Planeado	Fresa de planeado Ø50 Garant 214855 50/4	 https://www.hoffmann-group.com/ES/es/hoef/p/214855-50@2F4?tld=169
		Plaquita de corte Garant 214860 ALU	 https://www.hoffmann-group.com/ES/es/hoef/p/214860-ALU?addToCart=1&utm_medium=FlipCatalog&utm_source=FCWeb
		Portafresa Horex 303027 22	 https://www.hoffmann-group.com/ES/es/hoef/p/303027-22?tld=594
2	Taladrado	Broca Ø11,5 Garant 122540 11,5	 https://www.hoffmann-group.com/ES/es/hoef/p/122540-11%2C5?wayIntoCart=ECATALOG
		Portapinza ER-32-100 Horex 302767 32	 https://www.hoffmann-group.com/ES/es/hoef/p/302767-32?tld=92
		Pinza ER-32-12 Horex 309000 12	

			https://www.hoffmann-group.com/ES/es/hoep/p/309000-12?wayIntoCart=ECATALOG
3	Fresado	Fresa Ø10 de MDI Garant 202244 10	 https://www.hoffmann-group.com/GB/en/houk/p/202244-10?addToCart=1&utm_medium=FlipCatalog&utm_source=FCWeb
		Pinza ER-32-10 Horex 309000 10	 https://www.hoffmann-group.com/ES/es/hoep/p/309000-10?addToCart=1&utm_medium=FlipCatalog&utm_source=FCWeb
		Portapinza ER-32-100 Horex 302767 32	 https://www.hoffmann-group.com/ES/es/hoep/p/302767-32?tld=92
4	Mandrinado	Mandrino Garant 237621 6,9	 https://www.hoffmann-group.com/ES/es/hoep/p/237621-6%2C9?wayIntoCart=SRP&tld=297

		<p>Cabezal de mandrinado Garant 237498</p>	 <p>https://www.hoffmann-group.com/ES/es/hoep/237498-?wayIntoCart=SRP&tId=297#description</p>
		<p>Cono de sujeción Holex 302607 16</p>	 <p>https://www.hoffmann-group.com/ES/es/hoep/302607-16?tId=745</p>

La información detallada sobre las herramientas y utillajes seleccionados se ofrece en el [Anexo 1](#)

8. Programación de mecanizado CNC

Para la programación del mecanizado de esta pieza utilizaremos Siemens NX, cuyo curso de estudio estaba incluido en el programa del Máster.

Para la simulación del mecanizado, se eligió un esquema de máquina con un husillo giratorio alrededor de un eje inclinado 45 grados y mesa giratoria (Figura 18).

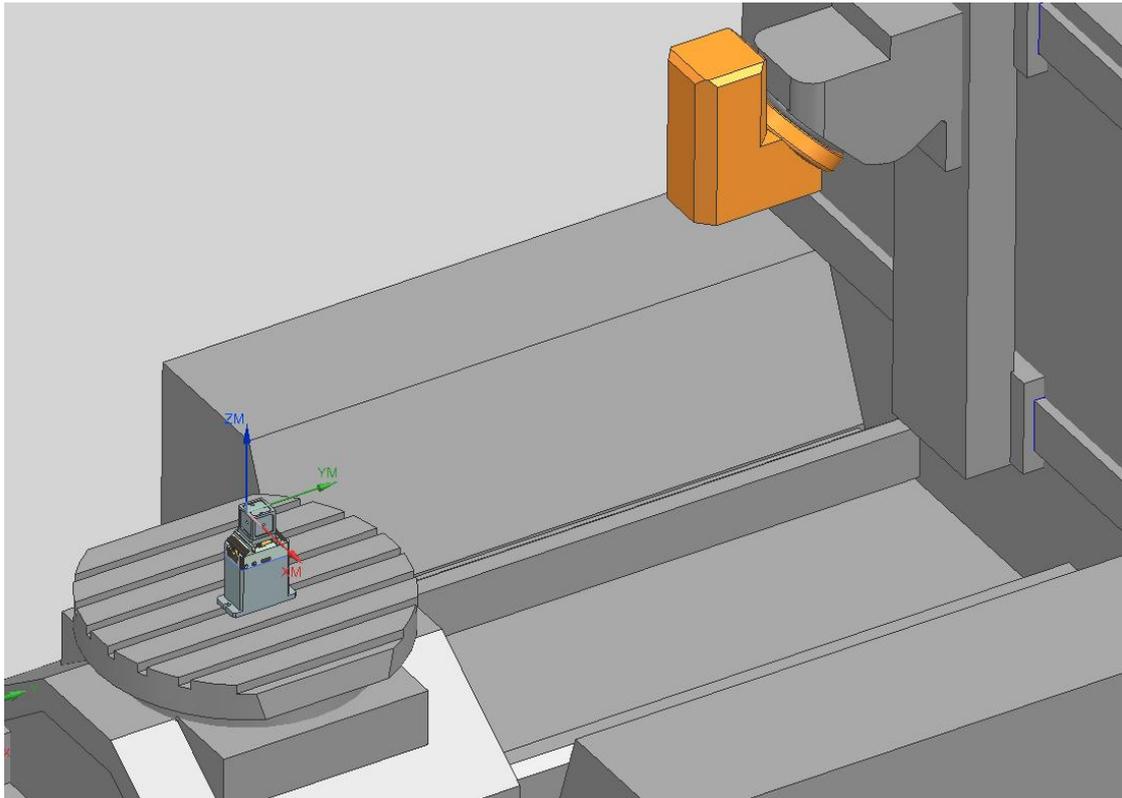


Figura 18 - Configuración de la máquina.

Hay que asegurarse de que existe un archivo de postprocesor para la configuración de máquina seleccionada. En este caso, se utilizará un postprocesor para producir código G para Fanuc, ya que es muy frecuente y fácil de leer y editar.

La pieza, la plantilla y los utillajes se colocan en el centro de la mesa giratoria, como se supone que están en realidad en la máquina (Figura 19).

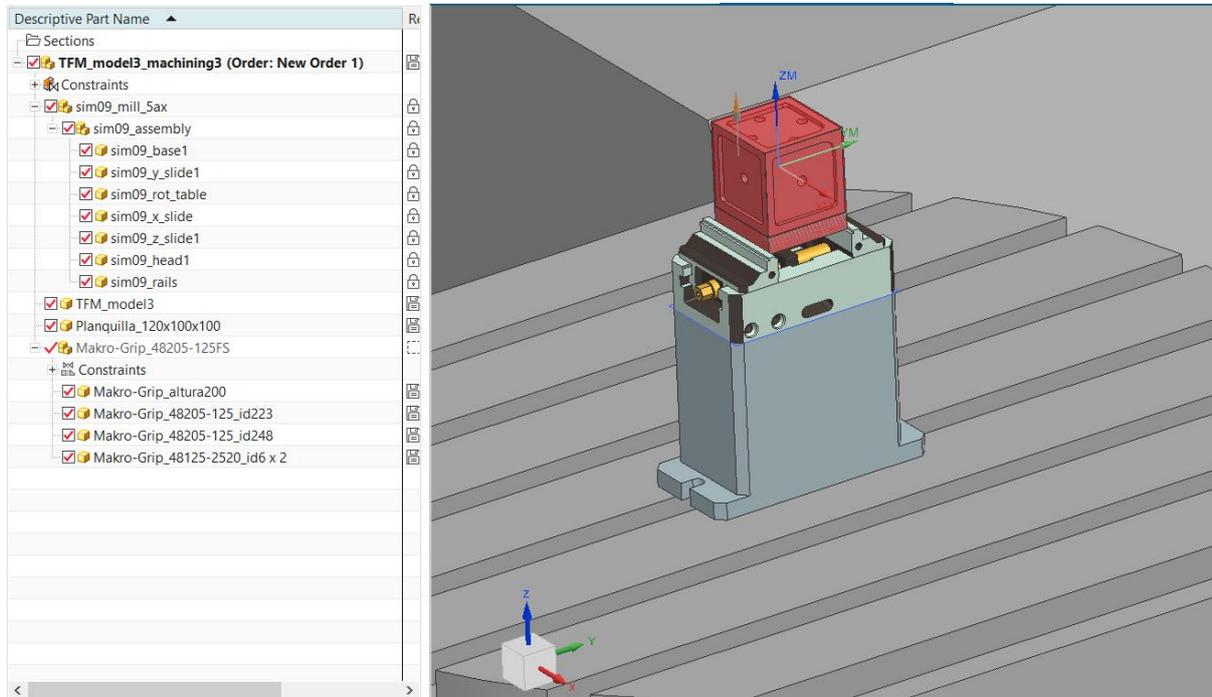


Figura 19 - Localización de la pieza.

El origen del sistema de coordenadas se sitúa en el centro de la pieza, por lo que es conveniente seguir el mecanizado en un sistema de coordenadas girado (Figura 20).

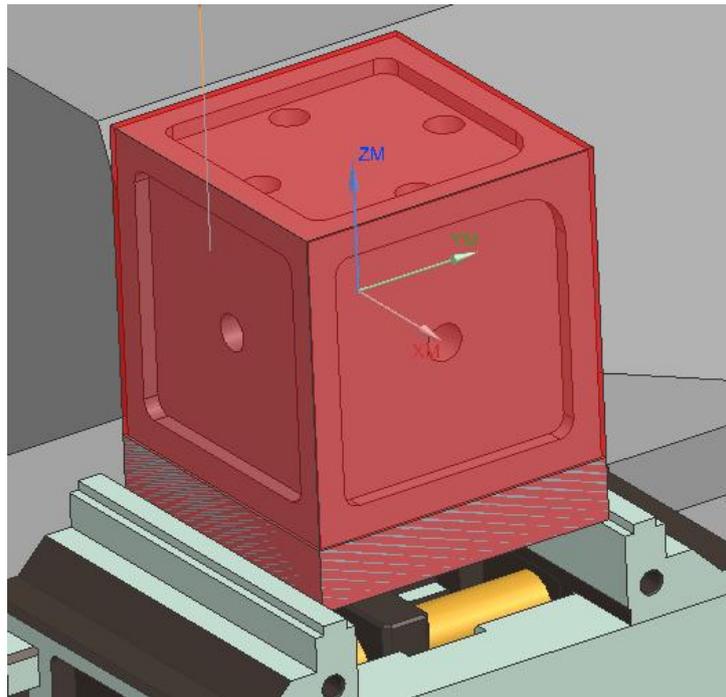


Figura 20 - El origen del sistema de coordenadas.

La fresa se crea de acuerdo con la hoja de datos de la herramienta en Anexo 1A.

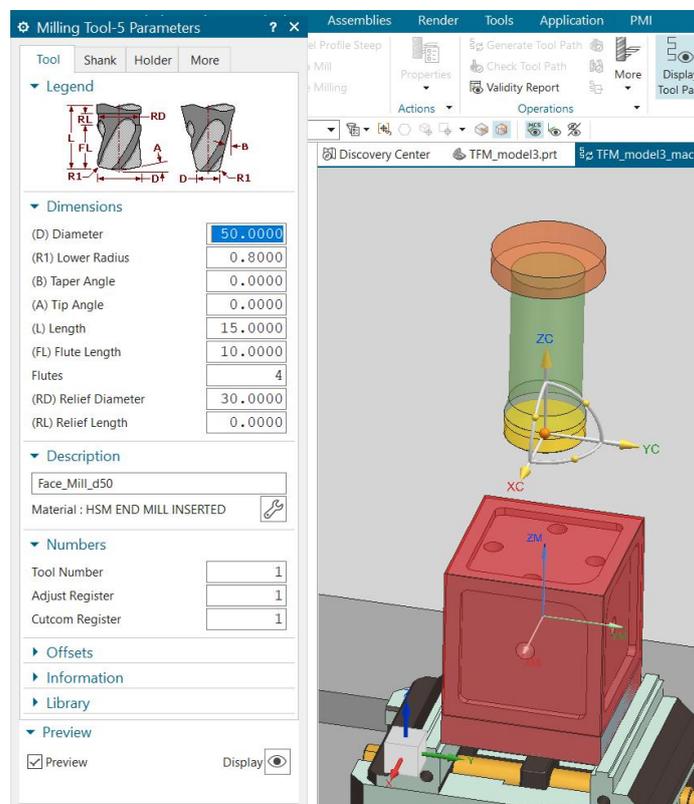


Figura 21 - Creación de la freza de planear.

Una broca, una fresa de 10 mm de diámetro y un sistema de mandrinado se crean de la misma manera (Figuras 22, 23, 24).

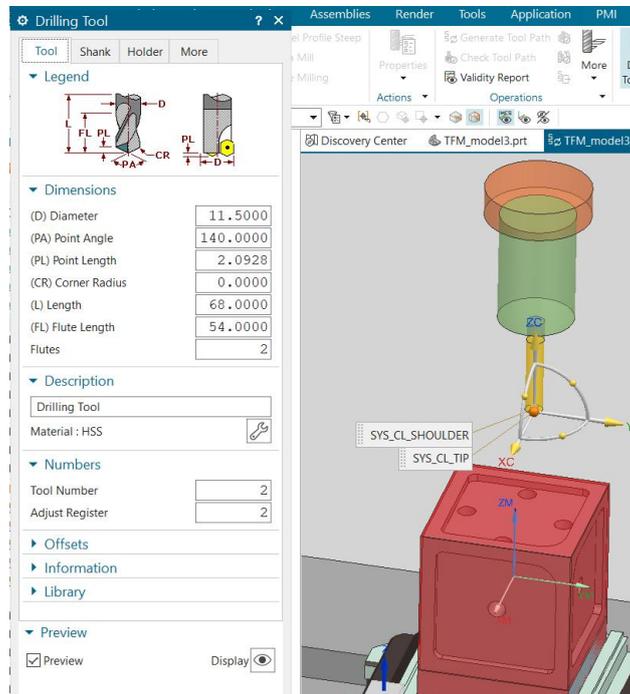


Figura 22 - Creación de la broca.

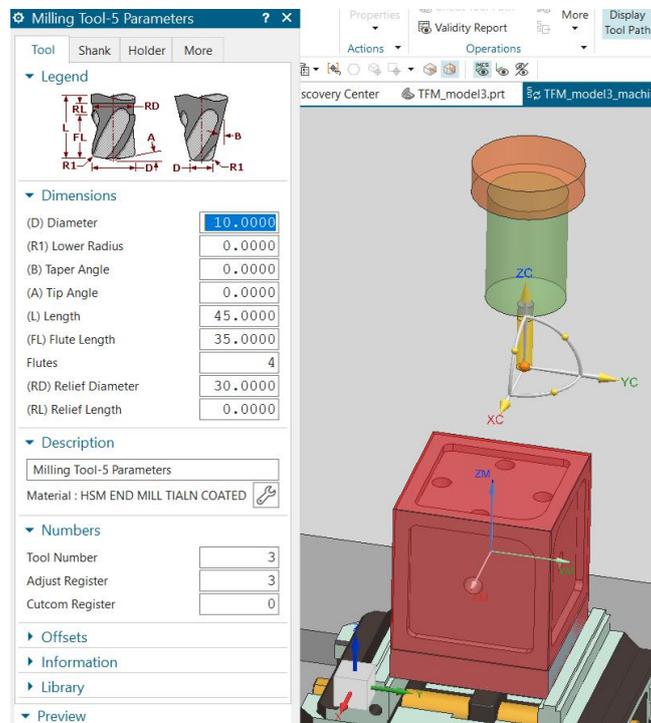


Figura 23 - Creación de la fresa 10 mm.

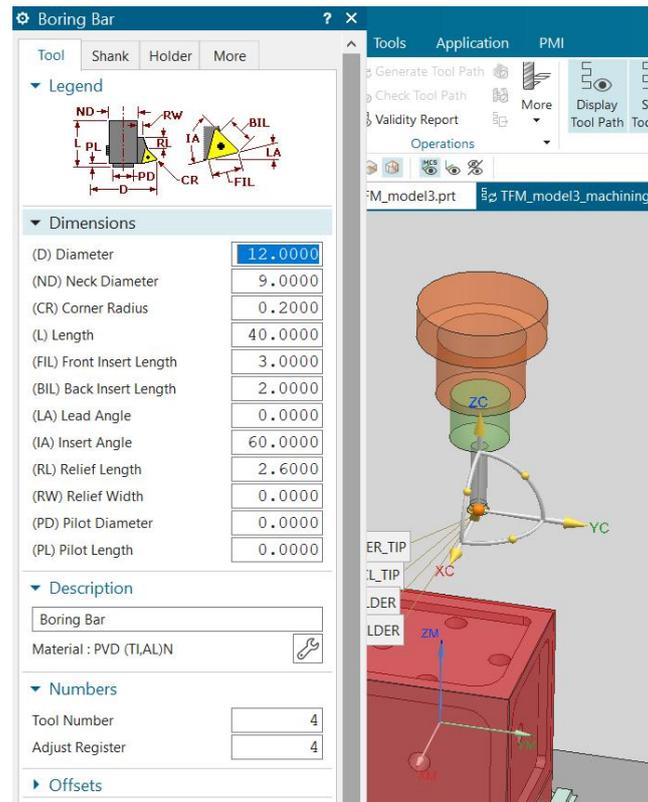


Figura 24 - Creación del sistema de mandrinado.

Al crear operaciones de refrentado para cinco planos (Figura 25), debe prestarse atención a la orientación de la herramienta, las distancias de seguridad y las condiciones de corte.

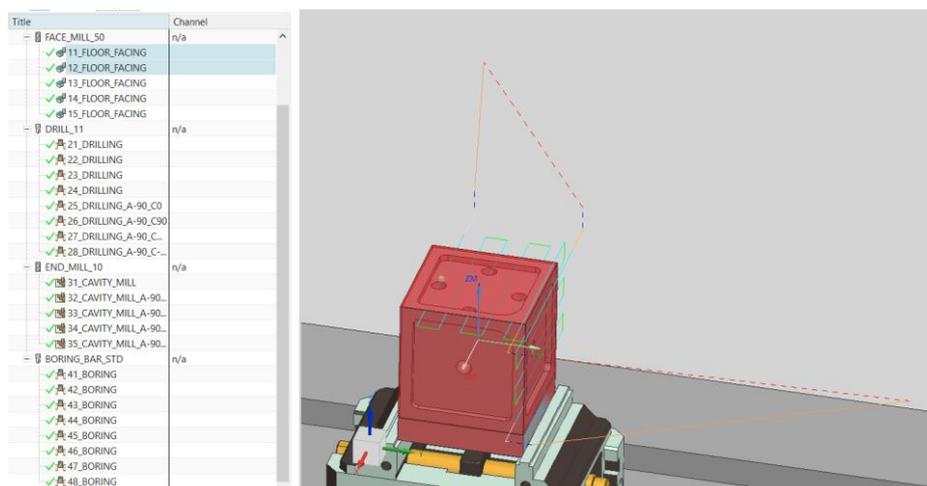


Figura 25 - Operaciones de planeado.

Para las operaciones de fresado de cajetines (Figura 26), también debe configurar el método de entrada de material de la pieza. En este caso, se utilizan cortes de entrada en espiral.

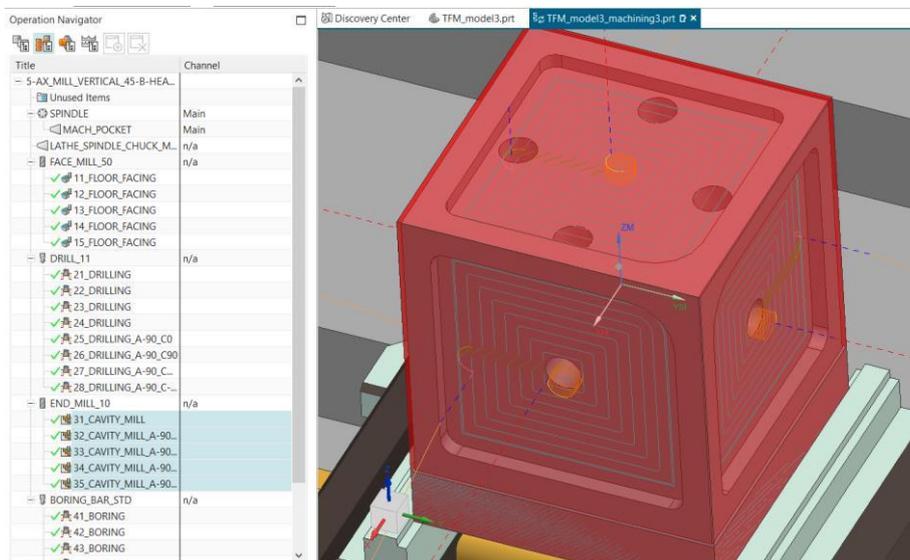


Figura 26 - Operaciones de fresado de cajetines.

Como se ha indicado anteriormente en Estrategia de procesamiento, los agujeros de la parte superior de la pieza deben taladrarse y mandrinarse de modo que cada agujero esté situado en el mismo lado del centro de la pieza. Para ello, hay que copiar el sistema de coordenadas y girar cada copia.

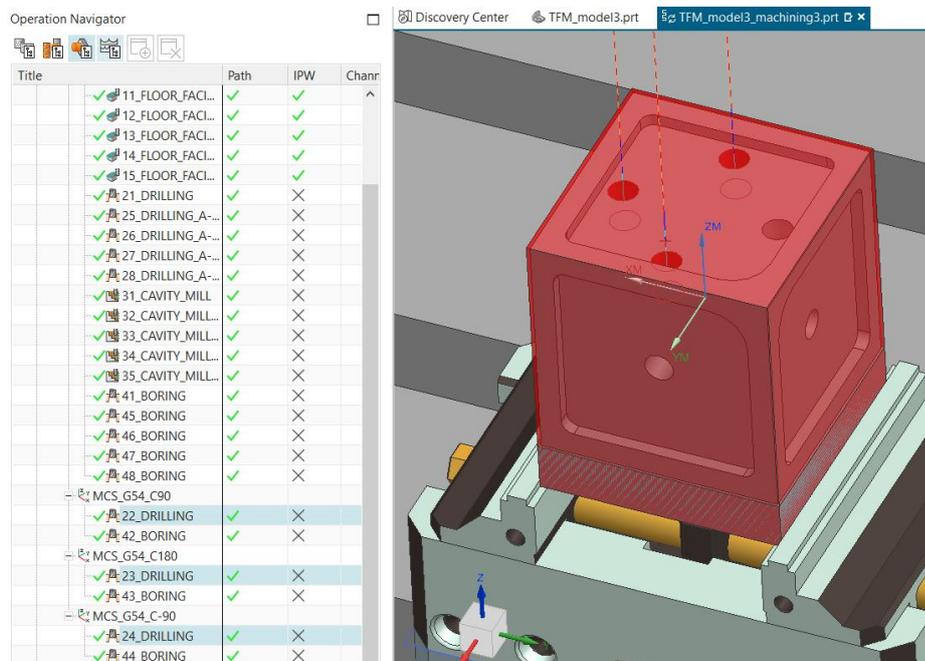


Figura 27 - Operaciones de taladrado.

Esto no es necesario para taladrar agujeros en los bordes laterales.

Para verificar que la trayectoria de mecanizado es correcta se utiliza la función *Verify Tool Path*. El resultado de la simulación de mecanizado se muestra en la Figura 28.

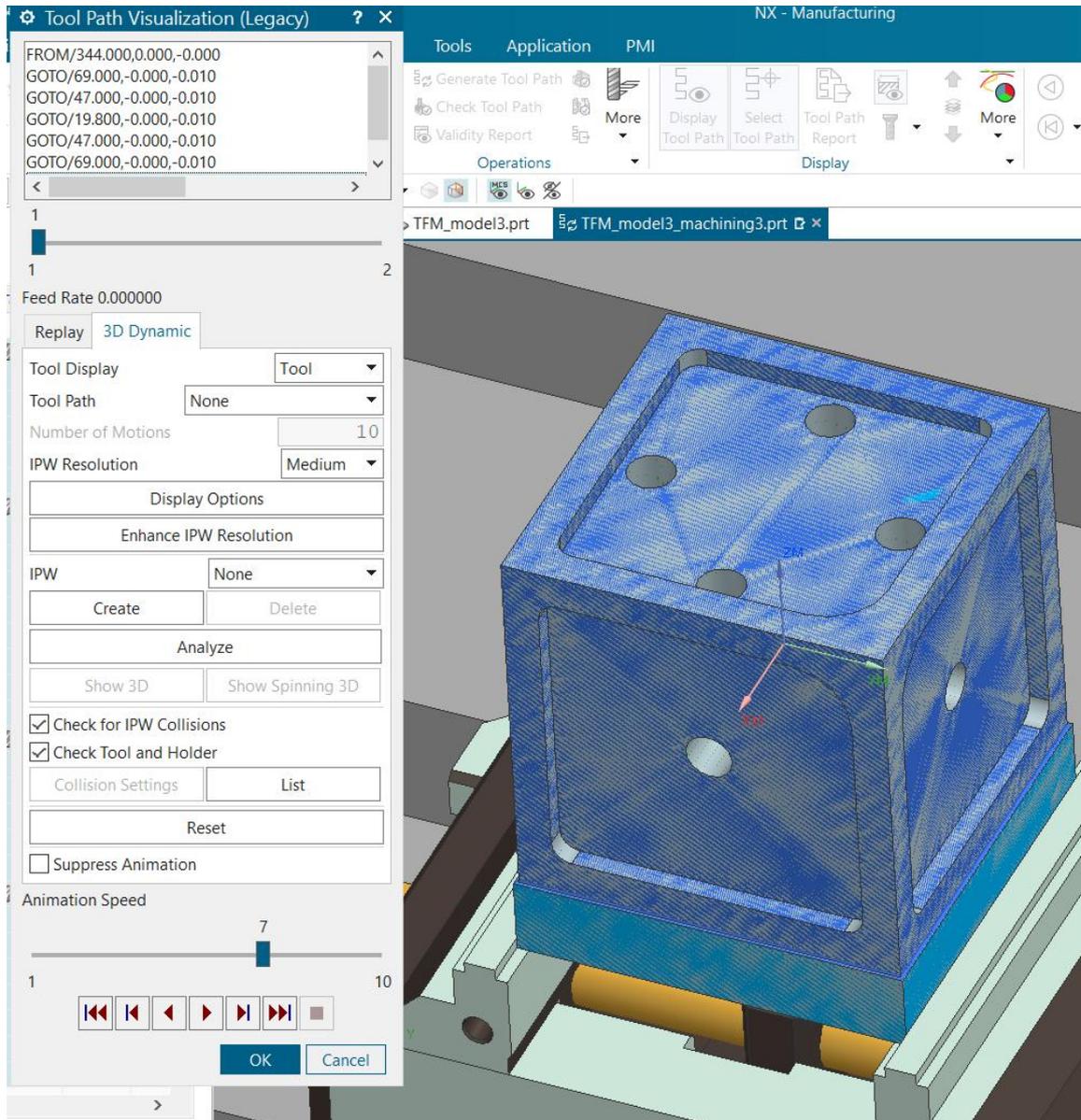


Figura 28 - Resultado de la simulación de mecanizado

El proceso de simulación del mecanizado se presenta en el archivo de grabación de vídeo en pantalla [Video_NX.mp4](#).

9. Post-procesamiento y análisis del código G

Cuando todas las operaciones estén listas, deberá postprocesarlas para obtener programas de control para la máquina CNC. Para mayor comodidad, es mejor hacer programas separados para cada herramienta.

Los archivos del programa de control se adjuntan al proyecto.

Aquí se encuentra el texto abreviado de estos programas, dejando solo los fragmentos importantes según la orientación de la herramienta, entrada y salida del material.

En este caso conviene prestar especial atención a los comandos G68.2 y G51.1, que se aplican correctamente y coordenada Z=49 (en negrita).

G68.2 - Inclinación del sistema de coordenadas.

G53.1 - Control de la dirección del eje de la herramienta

Planeado de 5 lados:

```
%  
O0001  
G17 G21 G94 G90  
  
(11_FLOOR_FACING , TOOL : FACE_MILL_50)  
  
N1 G0 G53 Z0.  
N2 T01 M6  
N3 G54  
N4 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K0.  
N5 G53.1  
N6 G17 G43 G0 G90 X-105. Y55.64 Z69.99 S4456 H1 M3  
N7 Z52.  
N8 G94 G1 Z49. F1782.  
N9 X-75.  
N10 X75.  
N11 Y38.384  
N12 X-75.  
N13 Y21.128  
N14 X75.  
N15 Y3.872  
N16 X-75.  
N17 Y-13.384  
N18 X75.  
N19 Y-30.64  
N20 X-75.  
N21 X-105.  
N22 Z52.  
N23 G0 Z70.  
N24 X0. Y0. Z250.  
N25 G69  
N26 G49  
N27 G53 Z0.  
  
(12_FLOOR_FACING , TOOL : FACE_MILL_50)  
  
N28 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J-90. K0.
```

```
N29 G53.1
N30 X105. Y-54.63 Z70.
N31 Z52.
N32 G1 Z49.
N33 X75.
N34 X-75.
N35 Y-38.702
N36 X75.
N37 Y-22.774
N38 X-75.
N39 Y-6.846
N40 X75.
N41 Y9.082
N42 X-75.
N43 Y25.01
N44 X75.
N45 X105.
N46 Z52.
N47 G0 Z70.
N48 G43 X0. Y0. Z344. H1
N49 G69
N50 G49
N51 G53 Z0.

(13_FLOOR_FACING , TOOL : FACE_MILL_50)

N52 G68.2 X0. Y0. Z0. I-90. J90. K0.
N53 G53.1
N54 X-104. Y54.63 Z70.
N55 Z52.
N56 G1 Z49.

                                (Abreviado)
                                (Trayectoria de la herramienta)

N69 X-104.
N70 Z52.
N71 G0 Z70.
N72 G43 X0. Y0. Z344. H1
N73 G69
N74 G49
N75 G53 Z0.

(14_FLOOR_FACING , TOOL : FACE_MILL_50)

N76 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J90. K0.
N77 G53.1
N78 X-104. Y54.63 Z70.
N79 Z52.
N80 G1 Z49.
N81 X-74.

                                (Abreviado)
                                (Trayectoria de la herramienta)

N94 Z52.
N95 G0 Z70.
N96 G43 X0. Y0. Z344. H1
N97 G69
N98 G49
N99 G53 Z0.
```

```
(15_FLOOR_FACING , TOOL : FACE_MILL_50)
```

```
N100 G68.2 X0. Y0. Z0. I90. J90. K0.
```

```
N101 G53.1
```

```
N102 X-104. Y54.63 Z70.
```

```
N103 Z52.
```

```
N104 G1 Z49.
```

(Abreviado)

(Trayectoria de la herramienta)

```
N117 X-104.
```

```
N118 Z52.
```

```
N119 G0 Z70.
```

```
N120 G43 X0. Y0. Z344. H1
```

```
N121 G69
```

```
N122 M5
```

```
N123 G49
```

```
N124 G53 Z0.
```

```
N125 M2
```

Para taladrar los cuatro primeros agujeros en la parte superior de la pieza, era importante asegurarse de que la pieza giraba para cada agujero. La corrección del resultado se indica mediante el parámetro K de la función G68.2 y las coordenadas X e Y (en negrita). Las coordenadas X=0 , Y=32 y K hace girar la pieza cada vez.

Para taladros en bordes laterales, las inclinaciones de la herramienta son similares a las operaciones de refrentado anteriores. Y las coordenadas son 0 y 0 cada vez, porque la inclinación se realiza alrededor del origen situado en el centro de la pieza.

Taladrado de 8 agujeros

```

%
O0002
G17 G21 G94 G90

(21_DRILLING , TOOL : DRILL_11)

N1 G0 G53 Z0.
N2 T02 M6
N3 G54
N4 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K0.
N5 G53.1
N6 G17 G43 G0 G90 X0. Y32. Z68.99 S4705 H2 M3
N7 Z52.99
N8 G94 G1 Z28.99 F1223.
N9 G0 Z52.99
N10 Z68.99
N11 Z344.
N12 G69
N13 G28 G91 Z0.
N14 G28 Y0.
N15 G90 G28 B0. C0.

(22_DRILLING , TOOL : DRILL_11)

N16 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K90.
N17 G53.1
N18 X0. Y32. Z68.99 H2
N19 Z46.99
N20 G1 Z28.99
N21 G0 Z46.99
N22 Z68.99
N23 Z344.
N24 G69
N25 G28 G91 Z0.
N26 G28 Y0.
N27 G90 G28

(23_DRILLING , TOOL : DRILL_11)

N28 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K180.
N29 G53.1
N30 X0. Y32. Z68.99 H2
N31 Z52.99
N32 G1 Z28.99
    
```



```
N33 G0 Z52.99
N34 Z68.99
N35 Z344.
N36 G69
N37 G28 G91 Z0.
N38 G28 Y0.
N39 G90 G28
```

```
(24_DRILLING , TOOL : DRILL_11)
```

```
N40 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K-90.
N41 G53.1
N42 X0. Y32. Z68.99 H2
N43 Z63.
N44 G1 Z26.907
N45 G0 Z63.
N46 Z68.99
N47 Z52.99
N48 G1 Z28.99
N49 G0 Z52.99
N50 Z68.99
N51 Z344.
N52 G69
N53 G28 G91 Z0.
N54 G28 Y0.
N55 G90 G28
```

```
(25_DRILLING_A-90_C0 , TOOL : DRILL_11)
```

```
N56 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J-90. K0.
N57 G53.1
N58 X0. Y0. Z69. H2
N59 Z53.
N60 G1 Z16.757
N61 G0 Z53.
N62 Z69.
N63 Y0. Z344.
N64 G69
N65 G49
N66 G53 Z0.
```

```
(26_DRILLING_A-90_C90 , TOOL : DRILL_11)
```

```
N67 G68.2 X0. Y0. Z0. I-90. J90. K0.
N68 G53.1
N69 G43 X0. Y0. Z69. H2
N70 Z53.
N71 G1 Z16.757
N72 G0 Z53.
N73 Z69.
N74 Y0. Z344.
N75 G69
N76 G49
N77 G53 Z0.
```

```
(27_DRILLING_A-90_C180 , TOOL : DRILL_11)
```

```
N78 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J90. K0.
```



```
N79 G53.1  
N80 G43 X0. Y0. Z69. H2  
N81 Z53.  
N82 G1 Z16.757  
N83 G0 Z53.  
N84 Z69.  
N85 Y0. Z344.  
N86 G69  
N87 G49  
N88 G53 Z0.
```

```
(28_DRILLING_A-90_C-90 , TOOL : DRILL_11)
```

```
N89 G68.2 X0. Y0. Z0. I90. J90. K0.  
N90 G53.1  
N91 G43 X0. Y0. Z69. H2  
N92 Z53.  
N93 G1 Z16.757  
N94 G0 Z53.  
N95 Z69.  
N96 Y0. Z344.  
N97 G69  
N98 M5  
N99 G49  
N100 G53 Z0.  
N101 M2
```

Para el fresado de cajas, además de la inclinación del eje de coordenadas, conviene prestar atención a las dimensiones de la pasada de acabado formando un cuadrado con una línea de 80 mm. Las coordenadas 35 en negrita confirman la trayectoria correcta teniendo en cuenta el radio de la fresa (diámetro 10 mm).

En este caso no se aplica la corrección de trayectoria para el radio de la herramienta, ya que la precisión de la dimensión de 80 mm no es tan importante como la precisión de su ubicación.

Fresado de 5 cajetines.

```

%
O0003
G17 G21 G94 G90

(31_CAVITY_MILL , TOOL : END_MILL_10)

N1 G0 G53 Z0.
N2 T03 M6
N3 G54
N4 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K0.
N5 G53.1
N6 G17 G43 G0 G90 X-2.088 Y-1.986 Z68.99 S4775 H3 M3
N7 Z49.99
N8 G94 G3 X-2.088 Y-1.986 Z49.003 I2.088 J3.986 F1528.
                                (Abreviado)
                                (Trayectoria de la herramienta)
N119 X-1. Y-30.
N120 G3 X4. Y-35. I5. J0.
N121 G1 X35.
N122 Y25.
N123 G3 X25. Y35. I-10. J0.
N124 G1 X-35.
N125 Y-35.
N126 X4.
N127 G3 X9. Y-30. I0. J5.
N128 G1 Z46.99
N129 G0 Z68.99
N130 G69
N131 G49
N132 G53 Z0.

(32_CAVITY_MILL_A-90_C0 , TOOL : END_MILL_10)

N133 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J-90. K0.
N134 G53.1
N135 X-1.986 Y2.098 Z69.
N136 Z50.
N137 G43 G3 X-1.986 Y2.098 Z49.013 I3.986 J-2.088 H3
N138 X-1.986 Y2.098 Z48.025 I3.986 J-2.088
                                (Abreviado)
                                (Trayectoria de la herramienta)
N248 X-30. Y1.
N249 G3 X-35. Y-4. I0. J-5.
N250 G1 Y-35.
    
```

```
N251 X25.
N252 G3 X35. Y-25. I0. J10.
N253 G1 Y35.
N254 X-35.
N255 Y-4.
N256 G3 X-30. Y-9. I5. J0.
N257 G1 Z47.
N258 G0 Z69.
N259 X0. Y0. Z344. H3
N260 G69
N261 G49
N262 G53 Z0.

(33_CAVITY_MILL_A-90_C90 , TOOL : END_MILL_10)

N263 G68.2 X0. Y0. Z0. I-90. J90. K0.
N264 G53.1
N265 X1.986 Y-2.098 Z69.
N266 Z50.
N267 G43 G3 X1.986 Y-2.098 Z49.013 I-3.986 J2.088 H3
      (Abreviado)
      (Trayectoria de la herramienta)

N378 X30. Y-1.
N379 G3 X35. Y4. I0. J5.
N380 G1 Y35.
N381 X-35.
N382 Y-35.
N383 X35.
N384 Y4.
N385 G3 X30. Y9. I-5. J0.
N386 G1 Z47.
N387 G0 Z69.
N388 X0. Y0. Z344. H3
N389 G69
N390 G49
N391 G53 Z0.

(34_CAVITY_MILL_A-90_C180 , TOOL : END_MILL_10)

N392 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J90. K0.
N393 G53.1
N394 X-2.088 Y-1.996 Z69.
N395 Z50.
N396 G43 G3 X-2.088 Y-1.996 Z49.013 I2.088 J3.986 H3
      (Abreviado)
      (Trayectoria de la herramienta)

N507 X-1. Y-30.
N508 G3 X4. Y-35. I5. J0.
N509 G1 X35.
N510 Y35.
N511 X-35.
N512 Y-35.
N513 X4.
N514 G3 X9. Y-30. I0. J5.
N515 G1 Z47.
N516 G0 Z69.
N517 X0. Y0. Z344. H3
N518 G69
```



```
N519 G49
N520 G53 Z0.

(35_CAVITY_MILL_A-90_C-90 , TOOL : END_MILL_10)

N521 G68.2 X0. Y0. Z0. I90. J90. K0.
N522 G53.1
N523 X-1.986 Y2.078 Z69.
N524 Z50.
N525 G43 G3 X-1.986 Y2.078 Z49.013 I3.986 J-2.088 H3
                                (Abreviado)
                                (Trayectoria de la herramienta)

N636 X-30. Y1.
N637 G3 X-35. Y-4. I0. J-5.
N638 G1 Y-35.
N639 X35.
N640 Y25.
N641 G3 X25. Y35. I-10. J0.
N642 G1 X-35.
N643 Y-4.
N644 G3 X-30. Y-9. I5. J0.
N645 G1 Z47.
N646 G0 Z69.
N647 X0. Y0. Z344. H3
N648 G69
N649 M5
N650 G49
N651 G53 Z0.
N652 M2
```

Para las operaciones de mandrinado, todo es igual que para las operaciones de taladrado.

Mandrinado de 8 agujeros.

```
%  
O0004  
G17 G21 G94 G90  
  
(41_BORING , TOOL : BORING_BAR_STD)  
  
N1 G0 G53 Z0.  
N2 T04 M6  
N3 G54  
N4 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K0.  
N5 G53.1  
N6 G17 G43 G0 G90 X0. Y32. Z58.99 S1500 H4 M3  
N7 Z46.99  
N8 G94 G1 Z28.99 F75.  
N9 G0 Z46.99  
N10 Z58.99  
N11 Z344.  
N12 G69  
N13 G28 G91 Z0.  
N14 G28 Y0.  
N15 G90 G28 B0. C0.  
  
(42_BORING , TOOL : BORING_BAR_STD)  
  
N16 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K90.  
N17 G53.1  
N18 X0. Y32. Z58.99 H4  
N19 Z46.99  
N20 G1 Z28.99  
N21 G0 Z46.99  
N22 Z58.99  
N23 Z344.  
N24 G69  
N25 G28 G91 Z0.  
N26 G28 Y0.  
N27 G90 G28  
  
(43_BORING , TOOL : BORING_BAR_STD)  
  
N28 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K180.  
N29 G53.1  
N30 X0. Y32. Z58.99 H4  
N31 Z46.99  
N32 G1 Z28.99  
N33 G0 Z46.99  
N34 Z58.99  
N35 Z344.  
N36 G69  
N37 G28 G91 Z0.  
N38 G28 Y0.  
N39 G90 G28  
  
(44_BORING , TOOL : BORING_BAR_STD)
```



```
N40 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J0. K-90.  
N41 G53.1  
N42 X0. Y32. Z58.99 H4  
N43 Z46.99  
N44 G1 Z28.99  
N45 G0 Z46.99  
N46 Z58.99  
N47 Z344.  
N48 G69  
N49 G28 G91 Z0.  
N50 G28 Y0.  
N51 G90 G28
```

```
(45_BORING , TOOL : BORING_BAR_STD)
```

```
N52 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J-90. K0.  
N53 G53.1  
N54 X0. Y0. Z69. H4  
N55 Z47.  
N56 G1 Z19.8  
N57 G0 Z47.  
N58 Z69.  
N59 Y0. Z344.  
N60 G69  
N61 G49  
N62 G53 Z0.
```

```
(46_BORING , TOOL : BORING_BAR_STD)
```

```
N63 G68.2 X0. Y0. Z0. I-90. J90. K0.  
N64 G53.1  
N65 G43 X0. Y0. Z69. H4  
N66 Z47.  
N67 G1 Z19.8  
N68 G0 Z47.  
N69 Z69.  
N70 Y0. Z344.  
N71 G69  
N72 G49  
N73 G53 Z0.
```

```
(47_BORING , TOOL : BORING_BAR_STD)
```

```
N74 G68.2 X0. Y0. Z0. I0. J90. K0.  
N75 G53.1  
N76 G43 X0. Y0. Z69. H4  
N77 Z47.  
N78 G1 Z19.8  
N79 G0 Z47.  
N80 Z69.  
N81 Y0. Z344.  
N82 G69  
N83 G49  
N84 G53 Z0.
```

```
(48_BORING , TOOL : BORING_BAR_STD)
```

```
N85 G68.2 X0. Y0. Z0. I90. J90. K0.
```



```
N86 G53.1  
N87 G43 X0. Y0. Z69. H4  
N88 Z47.  
N89 G1 Z19.8  
N90 G0 Z47.  
N91 Z69.  
N92 Y0. Z344.  
N93 G69  
N94 M5  
N95 G49  
N96 G53 Z0.  
N97 M2
```

10. Programación de la máquina de medición por coordenadas

La programación de las medidas de las piezas para este trabajo se realiza en la aplicación **PC DMIS**, una aplicación muy utilizada y extendida en todo el mundo para medir piezas de todas las formas, tamaños y tolerancias.

Se trata de un sistema de arquitectura abierta que ofrece la posibilidad de resolver problemas de medición por medios CAD/CAD. En este caso, para programar las mediciones se utilizó un modelo 3D de la pieza en formato "stp".

El uso del modelo 3D simplifica la programación de piezas complejas y también permite preparar el programa fuera de línea, es decir, sin conectarse a la máquina. Gracias a este método, es suficiente indicar con el cursor los puntos del modelo que se van a medir y, a continuación, editar los parámetros y las coordenadas de la medición.

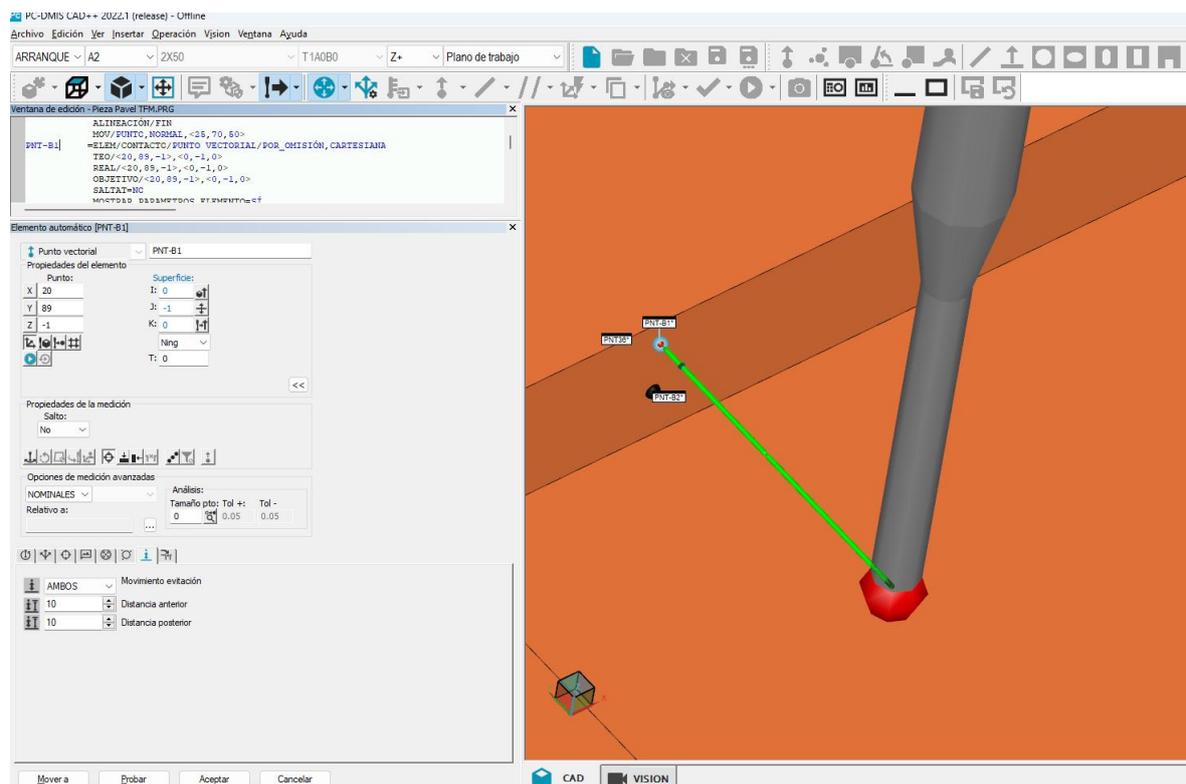


Figura 29 - Especificación de un punto en el modelo para crear una medición de punto único.

El texto completo del programa figura en [Anexo 3](#) junto con el archivo del proyecto **Pieza Pavel TFM.PRG**.

Aquí sólo se incluirán los fragmentos importantes que requieran una atención especial.

La programación comienza siempre con la especificación de los parámetros del programa y la selección del palpador (**2X50**) y su posición (**T1A0B0**) que debe ser calibrada. También es muy importante especificar el plano de trabajo (**Z+**)

```
NOMBRE DE PIEZA : TFM
NUMERO DE REV :
NUMERO DE SERIE :
CUENTA DE ESTADS : 1

ARRANQUE =ALINEACIÓN/INICIO,RECUPERAR:USAR_CONFIGURACIÓN_PIEZA,LISTA=SÍ
ALINEACIÓN/FIN
MODO/MANUAL
MANRETRACT/1
FORMATO/TEXTO,OPCIONES, , ENCABEZADOS, SIMBOLOS,
;NOM,TOL,MED,DESV,FUERATOL, ,
VELMOV/ 200
CARGARSONDA/2X50
PUNTA/T1A0B0, VASTAGOIJK=0, 0, 1, ÁNGULO=0
PLANODETRABAJO/Z+
```

Para facilitar las mediciones al operario, le indicaremos sólo tres puntos que debe medir manualmente para indicar la ubicación de la pieza en la máquina. Todas las mediciones siguientes se realizarán en modo automático. Es suficiente orientar la pieza aproximadamente a ojo.

```
COMENTARIO/OPER,NO,PANTALLA_COMPLETA=NO,CONTINUAR_AUTOM.=NO,OVC=No,
----- PLANO SUPERIOR - 3 PUNTOS de Esquina-----
PNT M1 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<5,5,99>,<0,0,1>
REAL/<5,5,99>,<0,0,1>
OBJETIVO/<5,5,99>,<0,0,1>
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA
DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT M2 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<1,5,94>,<-1,0,0>
REAL/<1,5,94>,<-1,0,0>
OBJETIVO/<1,5,94>,<-1,0,0>
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
```

```

MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA
DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT M3 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<5,1,94>,<0,-1,0>
REAL/<5,1,94>,<0,-1,0>
OBJETIVO/<5,1,94>,<0,-1,0>
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA
DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO

```

A continuación, se asigna a este ángulo un primer sistema de coordenadas (**A1**) provisional, con respecto al cual se realizan las siguientes mediciones en modo automático.

```

A1 =ALINEACIÓN/INICIO,RECUPERAR:ARRANQUE,LISTA=SÍ
ALINEACIÓN/TRANS,EJEZ,PNT M1
ALINEACIÓN/TRANS,EJEX,PNT M2
ALINEACIÓN/TRANS,EJEY,PNT M3
ALINEACIÓN/FIN
COMENTARIO/OPER,NO,PANTALLA COMPLETA=NO,CONTINUAR
AUTOM.=NO,OVC=No,
-----MODO AUTOMATICO----- PLANO SUPERIOR - 4 PUNTOS -----
MODO/DCC

```

4 puntos para definir el plano superior [Referencia A](#) de la pieza. (Figura 30)

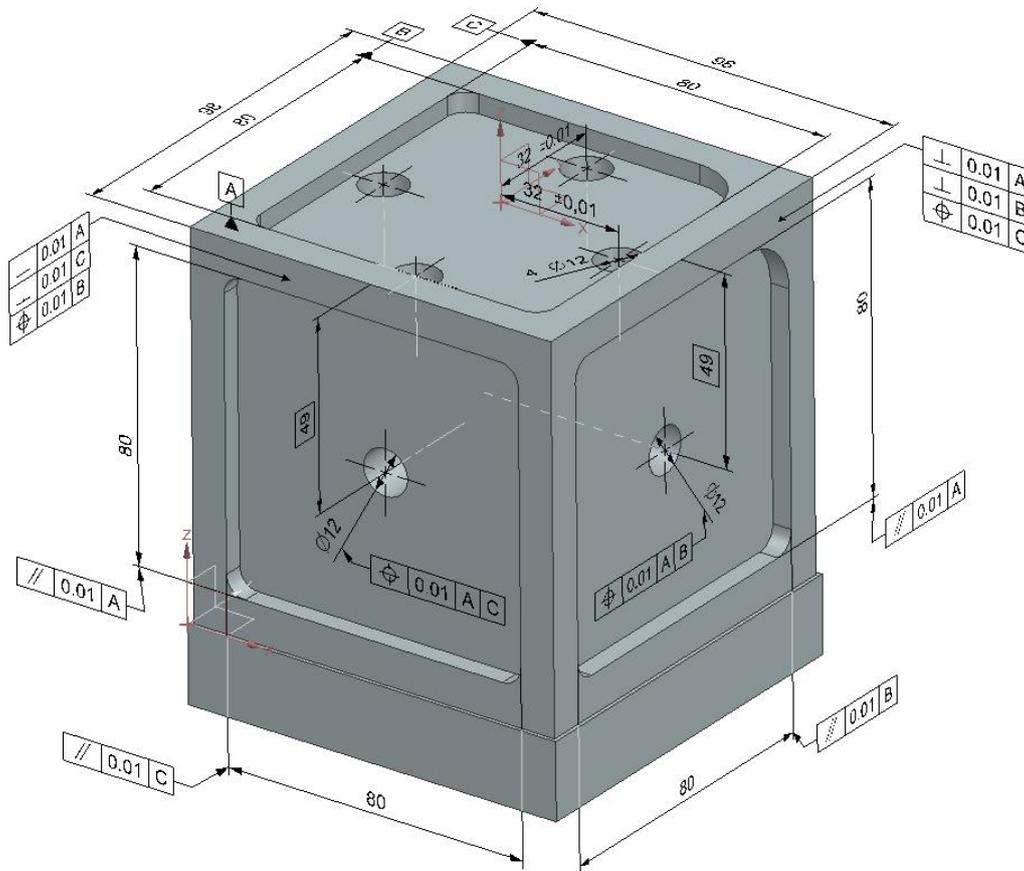


Figura 30 - Referencias de la pieza.

Es importante especificar movimientos (**MOV**) adicionales para evitar colisiones entre el palpador y la pieza. Entre puntos del mismo plano, esto no es necesario porque los desplazamientos **antes y después** se especifican en los parámetros de cada medición.

```

MOV/PUNTO,NORMAL,<0,0,100>
PNT A1 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
        TEO/<5,5,0>,<0,0,1>
        REAL/<5,5,0>,<0,0,1>
        OBJETIVO/<5,5,0>,<0,0,1>
        SALTAT=NO
        MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
        SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
        MODO MEDICIÓN=NOMINALES
        MEDREL=NING,NING,NING
        PULSO AUTOMÁTICO=NO
        ANÁLISIS GRÁFICO=NO
        LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
        MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
        MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA
DESPUÉS=10
        MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT A2 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
    
```

```

TEO/<93,5,0>,<0,0,1>
REAL/<93,5,0>,<0,0,1>
OBJETIVO/<93,5,0>,<0,0,1>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
  SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
  MODO MEDICIÓN=NOMINALES
  MEDREL=NING,NING,NING
  PULSO AUTOMÁTICO=NO
  ANÁLISIS GRÁFICO=NO
  LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
  MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA
DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT A3 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<93,93,0>,<0,0,1>
REAL/<93,93,0>,<0,0,1>
OBJETIVO/<93,93,0>,<0,0,1>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
  SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
  MODO MEDICIÓN=NOMINALES
  MEDREL=NING,NING,NING
  PULSO AUTOMÁTICO=NO
  ANÁLISIS GRÁFICO=NO
  LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
  MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA
DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT A4 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<5,93,0>,<0,0,1>
REAL/<5,93,0>,<0,0,1>
OBJETIVO/<5,93,0>,<0,0,1>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
  SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
  MODO MEDICIÓN=NOMINALES
  MEDREL=NING,NING,NING
  PULSO AUTOMÁTICO=NO
  ANÁLISIS GRÁFICO=NO
  LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
  MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA
DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
MOV/PUNTO,NORMAL,<20,20,50>
RETRACTAR/4

```

A continuación, se construye un plano (**PLN-A**) con 4 puntos (**Figura 31**) y se alinea con él el segundo sistema de coordenadas preliminar (**A2**).

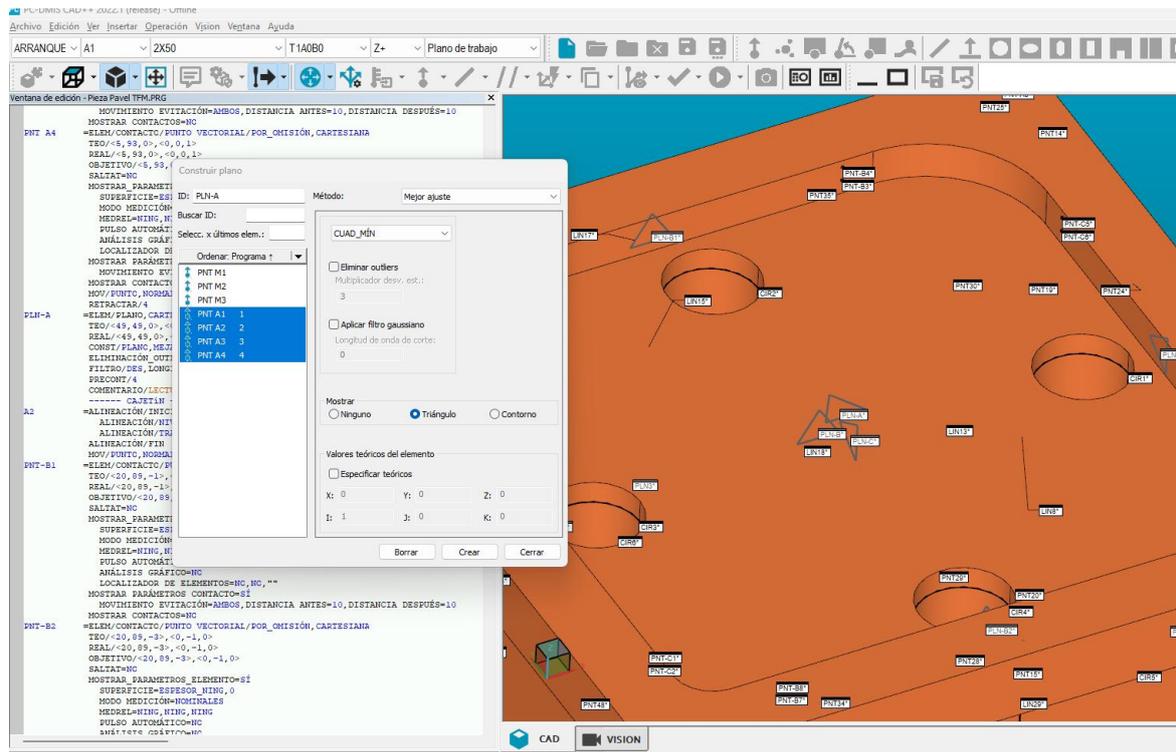


Figura 31 - Construcción del plano.

```

PLN-A =ELEM/PLANO, CARTESIANA, TRIÁNGULO, NO, CUAD_MÍN
        TEO/<49, 49, 0>, <0, 0, 1>
        REAL/<49, 49, 0>, <0, 0, 1>
        CONST/PLANO, MEJAJ, PNT A1, PNT A2, PNT A3, PNT A4, ,
        ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES, 3
        FILTRO/DES, LONGITUDONDA=0
        PRECONT/4
        COMENTARIO/LECTURAS, NO,
        ----- CAJETÍN - 4 puntos ref: B -----
A2 =ALINEACIÓN/INICIO, RECUPERAR:A1, LISTA=SÍ
        ALINEACIÓN/NIVEL, Z+, PLN-A
        ALINEACIÓN/TRANS, EJZ, PLN-A
        ALINEACIÓN/FIN
    
```

Las siguientes mediciones se realizan en relación con este sistema de coordenadas.

A continuación, se miden 4 puntos en cada una de las caras verticales del cajetín superior y se construyen 4 planos sobre ellos. Entre estos 4 planos se construyen dos planos medios [Referencia B](#) y [Referencia C](#).

Se omite el texto del programa de estas mediciones y contabilizaciones. Es similar a los anteriores.

A partir de las referencias obtenidas (A, B y C) se construye el sistema de coordenadas final (**A3**) de la pieza.

```
A3 =ALINEACIÓN/INICIO, RECUPERAR:A2, LISTA=SÍ
      ALINEACIÓN/NIVEL, Z+, PLN-A
      ALINEACIÓN/TRANS, EJEZ, PLN-A
      ALINEACIÓN/GIRAR, Y-, A, PLN-B, ALREDEDOR, Z+
      ALINEACIÓN/TRANS, EJEY, PLN-B
      ALINEACIÓN/TRANS, EJEX, PLN-C
      ALINEACIÓN/FIN
```

Tras un movimiento repetitivo del **MOV**, se miden los 4 agujeros en la parte superior de la pieza.

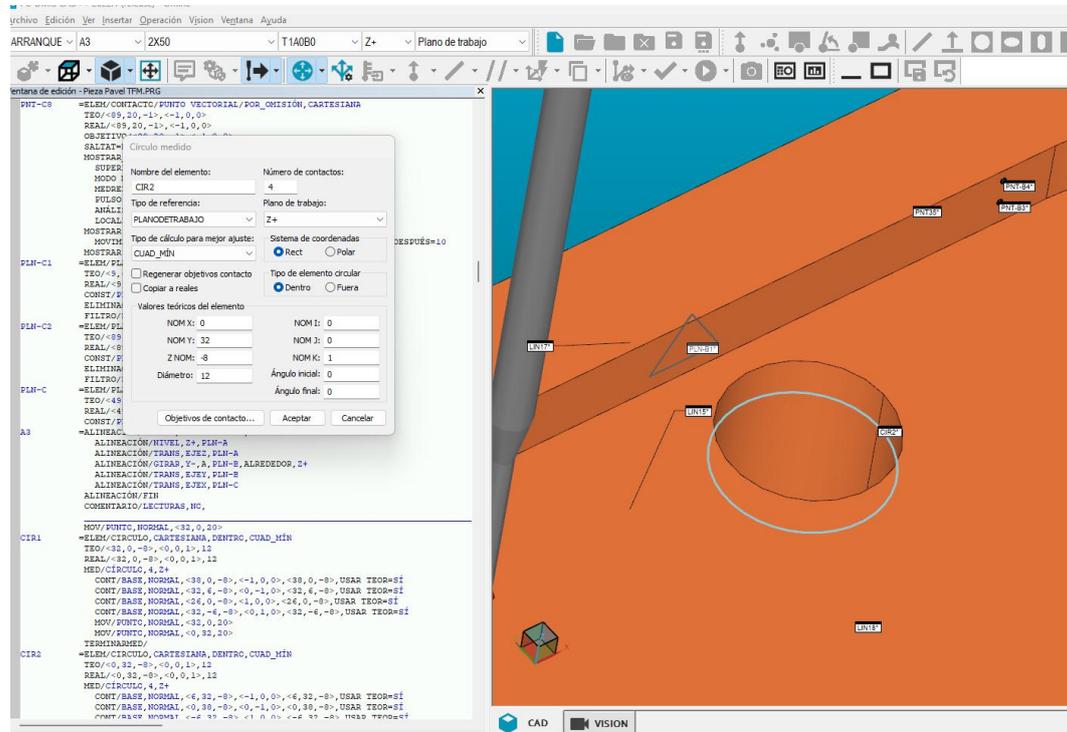


Figura 32 - Medición de agujero.

Como ejemplo, aquí está el texto del programa para uno de ellos

```
MOV/PUNTO,NORMAL,<32,0,20>
CIR1
=ELEM/CIRCULO,CARTESIANA,DENTRO,CUAD_MÍN
TEO/<32,0,-8>,<0,0,1>,12
REAL/<32,0,-8>,<0,0,1>,12
MED/CÍRCULO,4,Z+
CONT/BASE,NORMAL,<38,0,-8>,<-1,0,0>,<38,0,-8>,USAR TEOR=SÍ
CONT/BASE,NORMAL,<32,6,-8>,<0,-1,0>,<32,6,-8>,USAR TEOR=SÍ
CONT/BASE,NORMAL,<26,0,-8>,<1,0,0>,<26,0,-8>,USAR TEOR=SÍ
CONT/BASE,NORMAL,<32,-6,-8>,<0,1,0>,<32,-6,-8>,USAR TEOR=SÍ
MOV/PUNTO,NORMAL,<32,0,20>
MOV/PUNTO,NORMAL,<0,32,20>
TERMINARMED/
```

Las mediciones y ajustes posteriores son similares a los ya descritos.

Sin embargo, es importante recordar que para cada borde lateral de la pieza se debe seleccionar la orientación del palpador (por ejemplo **T1A90B-90**) y el plano de trabajo (por ejemplo **x+**)

```
MOV/PUNTO,NORMAL,<100,-32,200>
COMENTARIO/OPER,NO,PANTALLA COMPLETA=NO,CONTINUAR
AUTOM.=NO,OVC=No,
----- Cambio de Orientacion -----
PUNTA/T1A90B-90,VASTAGOIJK=1,0,0,ÁNGULO=-90
PLANODETRABAJO/X+
MOV/PUNTO,NORMAL,<100,-44,200>
```

El informe con los resultados de las mediciones también se crea mediante programación en el mismo archivo.

Consecuentemente se Incluye en el informe la ubicación de los 4 agujeros en la parte superior de la pieza.

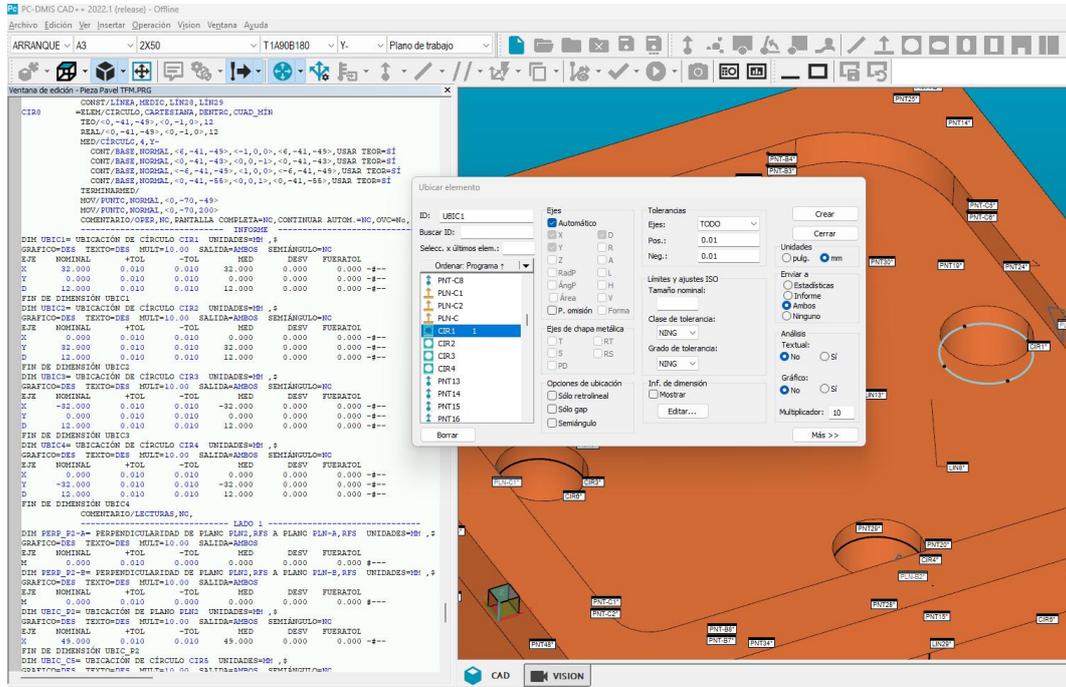


Figura 33 - Ubicación de agujero.

En el texto del programa, se ve así:

```

COMENTARIO/OPER,NO,PANTALLA COMPLETA=NO,CONTINUAR AUTOM.=NO,OVC=No,
----- INFORME -----
DIM UBIC1= UBICACIÓN DE CÍRCULO CIR1 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
X 32.000 0.010 0.010 32.000 0.000 0.000 #-
-
Y 0.000 0.010 0.010 0.000 0.000 0.000 #-
-
D 12.000 0.010 0.010 12.000 0.000 0.000 #-
-
FIN DE DIMENSIÓN UBIC1
DIM UBIC2= UBICACIÓN DE CÍRCULO CIR2 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
X 0.000 0.010 0.010 0.000 0.000 0.000 #-
-
Y 32.000 0.010 0.010 32.000 0.000 0.000 #-
-
D 12.000 0.010 0.010 12.000 0.000 0.000 #-
-
FIN DE DIMENSIÓN UBIC2
DIM UBIC3= UBICACIÓN DE CÍRCULO CIR3 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO

```

EJE	NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FUERATOL	
X	-32.000	0.010	0.010	-32.000	0.000	0.000	#-
-							
Y	0.000	0.010	0.010	0.000	0.000	0.000	#-
-							
D	12.000	0.010	0.010	12.000	0.000	0.000	#-
-							
FIN DE DIMENSIÓN UBIC3							
DIM UBIC4 = UBICACIÓN DE CÍRCULO CIR4 UNIDADES=MM , \$							
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO							
EJE	NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FUERATOL	
X	0.000	0.010	0.010	0.000	0.000	0.000	#-
-							
Y	-32.000	0.010	0.010	-32.000	0.000	0.000	#-
-							
D	12.000	0.010	0.010	12.000	0.000	0.000	#-
-							
FIN DE DIMENSIÓN UBIC4							

Las ubicaciones de todos los elementos son nominales, ya que las mediciones no se tomaron realmente en la máquina CMM.

A continuación, incluimos en el informe las perpendicularidades de un borde lateral a las referencias A y B, respectivamente.

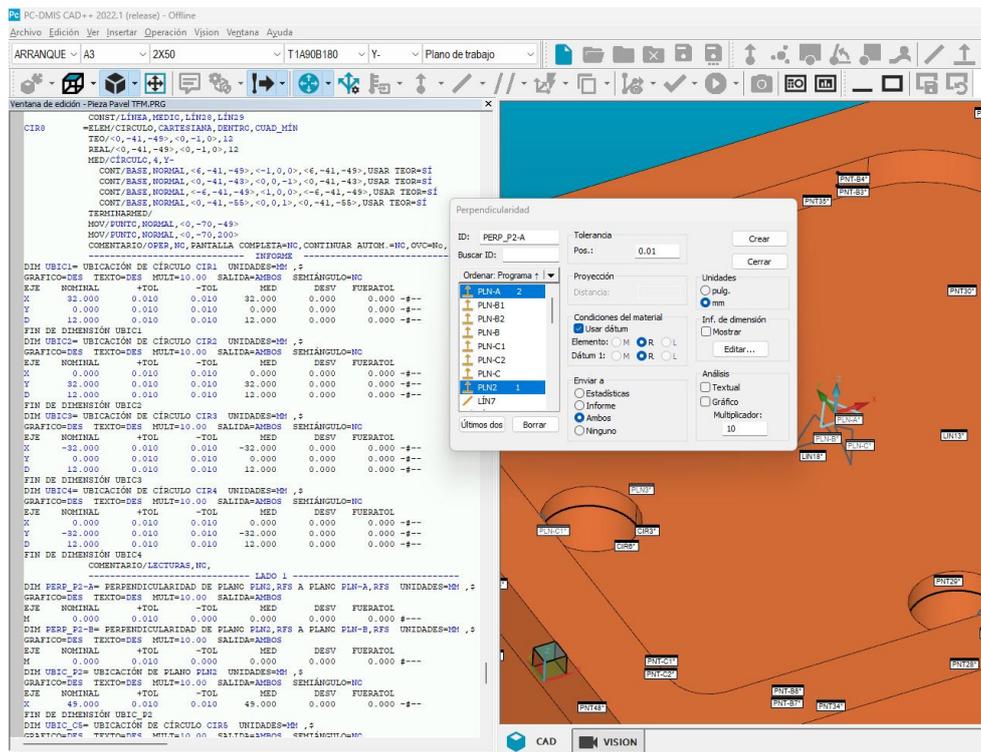


Figura 34 - Perpendicularidad de un plano.

DIM PERP_P2-A = PERPENDICULARIDAD DE PLANO PLN2 , RFS A PLANO PLN-A , RFS UNIDADES=MM , \$							
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS							
EJE	NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FUERATOL	
M	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	#--
-							

```
DIM PERP_P2-B= PERPENDICULARIDAD DE PLANO PLN2,RFS A PLANO PLN-B,RFS
UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE    NOMINAL    +TOL    -TOL    MED    DESV    FUERATOL
M      0.000      0.010   0.000   0.000   0.000   0.000 #--
-
```

Y la ubicación de ese borde

```
DIM UBIC_P2= UBICACIÓN DE PLANO PLN2 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO
EJE    NOMINAL    +TOL    -TOL    MED    DESV    FUERATOL
X      49.000      0.010   0.010   49.000   0.000   0.000 #-
-
FIN DE DIMENSIÓN UBIC_P2
```

La ubicación del agujero lateral:

```
DIM UBIC_C5= UBICACIÓN DE CÍRCULO CIR5 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO
EJE    NOMINAL    +TOL    -TOL    MED    DESV    FUERATOL
Y      0.000      0.010   0.010   0.000   0.000   0.000 #-
-
Z     -49.000      0.010   0.010  -49.000   0.000   0.000 #-
-
D     12.000      0.010   0.010   12.000   0.000   0.000 #-
-
FIN DE DIMENSIÓN UBIC_C5
```

Y el paralelismo de las líneas centrales del cajetín lateral.

```
DIM PARL1= PARALELISMO DE LÍNEA LÍN9,RFS A PLANO PLN-B,RFS
LONGEXTENDIDA=0.000 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE    NOMINAL    +TOL    -TOL    MED    DESV    FUERATOL
M      0.000      0.010   0.000   0.000   0.000   0.000 #--
-
DIM PARL2= PARALELISMO DE LÍNEA LÍN12,RFS A PLANO PLN-A,RFS
LONGEXTENDIDA=0.000 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE    NOMINAL    +TOL    -TOL    MED    DESV    FUERATOL
M      0.000      0.010   0.000   0.000   0.000   0.000 #--
-
```

Para todos los demás bordes laterales, hay que repetir estas partes del informe.

El informe resultante figura en el [Anexo 3](#)

El proceso de simulación del medición se presenta en el archivo de grabación de vídeo en pantalla [Video_PC-DMIS_2022-1.mp4](#).

11. Interpretación de los posibles resultados de las mediciones.

Para determinar el error de posición del eje de rotación real de la mesa, es necesario encontrar el centro del círculo en el que se encuentran los centros de los orificios resultantes en la parte superior de la pieza (Figura 35). Los correctores de la máquina deben corregirse en $dX/2$ y $dY/2$

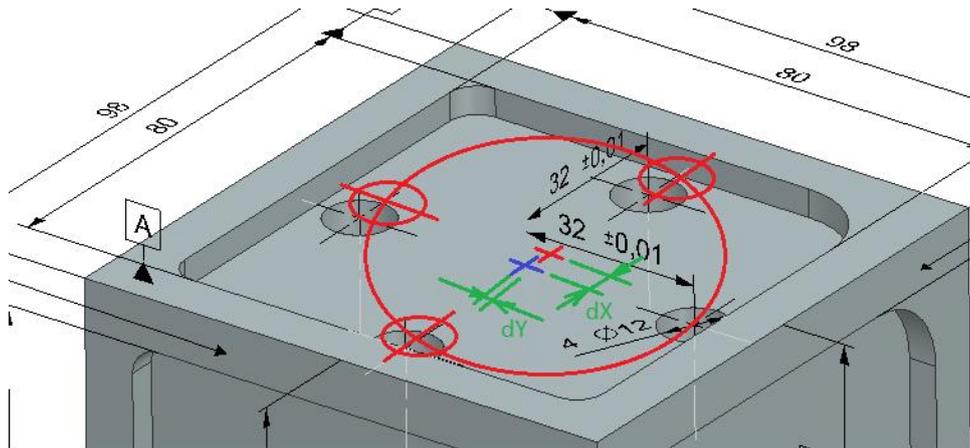


Figura 35 - Posición del eje de rotación real de la mesa.

Sobre la corrección de posición del eje de giro del husillo se indica mediante la posición del eje del agujero lateral dX y dZ y la posición del plano de refrentado dY (Figura 36).

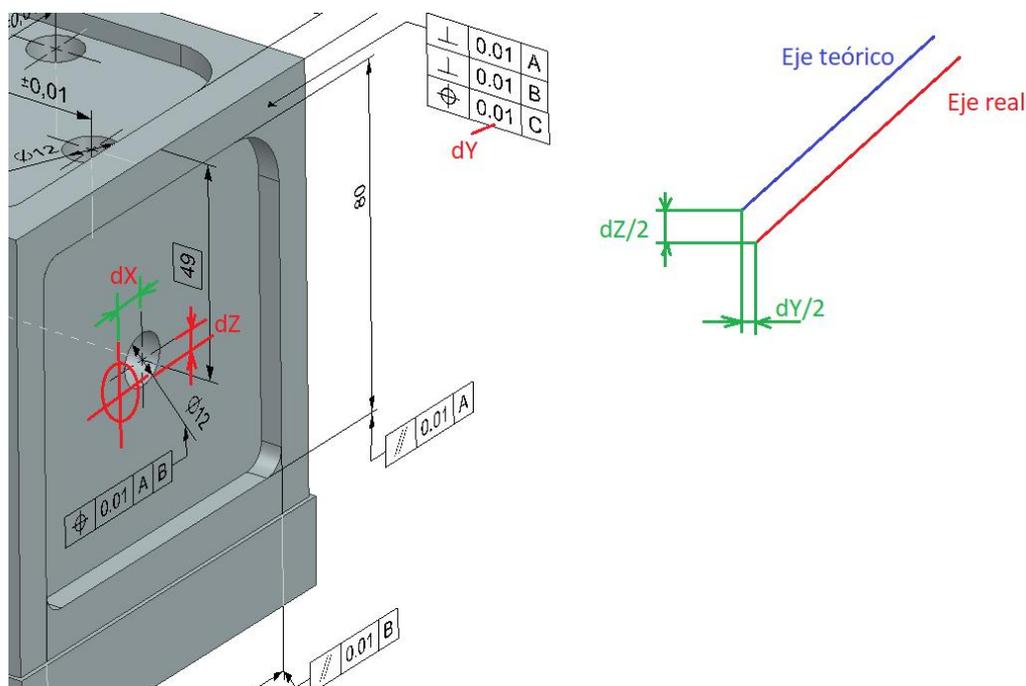


Figura 36 - Posición del eje de rotación real de husillo.

Los índices de perpendicularidad y paralelismo indicarán la inclinación de los carriles guía deben especificarse según Norma [UNE-ISO 230-2](#).

12. Valoración económica.

Para estimar el coste de la realización el presente TFM se tienen en cuenta varios factores:

Se estima un coste horario del trabajador de 15 €/h, con el IVA y cotizaciones a la Seguridad Social incluidas.

Licencia básica de **Siemens NX** cuesta 7119 € con el mantenimiento anual 1922€

Se estima 5 años como periodo de amortización para todos cálculos.

$$7119€ / 5 \text{ años} / 254 \text{ días laborales} / 8 \text{ horas} = 0.70 \text{ €/hora}$$

$$1922€ / 254 \text{ días} / 8 \text{ horas} = 0.94 \text{ €/hora}$$

Suma NX: $0,70+0,94=1,64 \text{ €/hora}$

Licencia de **PC-DMIS** cuesta: 10000 €.

$$10000 \text{ €} / 5 \text{ años} / 254 \text{ días laborales} / 8 \text{ horas} = 1 \text{ €/hora}$$

Licencia **Office 365** cuesta 39,99 €

$$365 \text{ €} / 5 \text{ años} / 254 \text{ días laborales} / 8 \text{ horas} = 0.002 \text{ €/hora}$$

Portátil Asus Zenbook i7 - cuesta 700€

$$700€ / 5 \text{ años} / 254 \text{ días laborales} / 16 \text{ horas} = 0.04 \text{ €/hora}$$

Consumo electrónico de portátil.

Potencia de fuente de alimentación del portátil es 330W

Coste de electricidad es 0.15 - 0,24 €/kWh. Se estima 0,18 €/kWh

$$0,330 \text{ kW} * 0,18 \text{ €/kWh} = 0,06 \text{ €/h}$$

Descripción	Cantidad (horas)	Coste(€/ud)	Coste total (€)
Modelado 3D en Siemens NX	6	15	90
Diseño de proceso de mecanizado NX	18	15	270
Dibujado del plano	12	15	180
Programación de Mediciones	24	15	360
Redacción TFM	240	15	3600
Licencia NX	36	1,64	59,04
Licencia PC-DMIS	24	1,00	24
Licencia Office 365	240	0,002	0,48
Equipo informático	300	0,04	12
Consumo electrónico	300	0,06	18
TOTAL:			4613,52

13. Bibliografía

1. ISO 6363-2:2012 Wrought aluminium and aluminium alloys — Cold-drawn rods/bars and tubes and wires — Part 2: Mechanical properties.
2. UNE-EN ISO 14660-1 Especificación geométrica de productos.
3. ISO 2768 Standard for Machining Tolerance.
4. <https://www.hoffmann-group.com> Herramientas de corte.
5. <https://lang-technik.de/en/products/> 5-Axis Vise.
6. NX for Engineering Design. User Manual. Ming C. Leu, Wenjin Tao, Amir Ghazanfari, Krishna Kolan.
7. GFZ-61404E/07 GE Fanuc Automation Series 0-Mate for Machining Center. Operator´s Manual.
8. PC-DMIS Operator Interface. User manual. Version: 2024.1
9. UNE-ISO 230-2 Máquinas-herramienta. Código de verificación de máquinas-herramienta. Determinación de la precisión y repetibilidad de posicionamiento de los ejes con control numérico.

Anexo 1

Herramientas y utillajes seleccionadas

Garant

**División amplia GARANT Softcut® HSI, con taladro, Ø D / cantidad de filos Z:
50/4mm**

**Datos de pedido**

Número de pedido	214855 50/4
GTIN	4045197549891
Clase de artículo	210

Descripción**Ejecución:**

Gran suavidad de marcha gracias a la geometría individual de la herramienta. Ejecución de plaquita extremadamente estable para avances óptimos. Fijación de la plaquita mediante tornillo especial con gran insensibilidad al cizallamiento.

Aplicación:

Para calidades de superficie excelentes. Fresado sin rebabas.

Nota:

Utilizar un destornillador dinamométrico GARANT TQ n.º **211750 tam. 3,0** con varilla n.º **674252 tam. 15IP**.

Para esquinas exactas de 90° seleccionar $a_p = 8$ mm.

Para poder emplear los **4 filos**, la plaquita **siempre se ha de girar en el sentido indicado (antihorario)**.

Descripción técnica

Plaquita de corte adecuada	SO.. 1205..
Profundidad de corte máxima a_p máx.	10 mm

Longitud total L_{tot}	40 mm
Juego tornillo para plaquita reversible	219833 (15IP; 3,0 Nm)
\varnothing de corte D_c	50 mm
\varnothing de perforación de asiento	22 mm
Número de filos Z	4
Serie	Softcut®
Ejecuciones de mangos	con taladro
Ángulo de ajuste κ	90 grados
Empleo de fresa	Escuadrado
División de los cortes	desigual
Refrigeración interior	sí
Intercambio de herramienta	PowerCard
Tipo de producto	Fresa angular

Accesorios

Punta de precisión para Torx Plus®, 1/4 pulgadas E 6,3 Perfil Torx Plus® 5IP	674252 5IP
Juego de tornillos para plaquita de corte 10 piezas	219833
Destornillador dinamométrico, ajustado fijo Par ajustado 3,0 Nm	211750 3,0

Garant**SOET 120504 PDER, HU7810, Tipo: ALU**

Datos de pedido

Número de pedido	214860 ALU
GTIN	4045197747945
Clase de artículo	21A

Descripción

Ejecución:

Grosor de plaquita aumentado para máximo arranque de viruta. Protección contra el desgaste por medio de revestimiento ultramoderno.

Nota:

Valores aproximativos de aplicación para $a_e = 0,3 \times D$.

Descripción técnica

Tipo	Aluminio
Avance f_z por diente	0,2 mm
Radio angular	0,4 mm
Grosor de la placa E	5,56 mm
Código ISO plaquita de corte	SOET 120504 PDER
Clase	HU7810
Material de corte	MD

Número de cambios/cortes	4
Tipo de producto	Plaquita de corte para fresar

Datos de usuario

	Uso	V _c	Código ISO
Aluminio, plásticos	adecuado	700 m/min	N
Aluminio (que produce virutas cortas)	adecuado	700 m/min	N
Aluminio > 10 % Si	adecuado	650 m/min	N
húmedo máximo	adecuado con restricciones		
seco	adecuado		

**Mandrino portafresas Forma A, BT 40 A = 100, Ø de mandril d1: 22mm****Datos de pedido**

Número de pedido	303027 22
GTIN	4062406231064
Clase de artículo	32A

Descripción**Ejecución:**

Mango cónico, espiga de alojamiento y superficie de contacto rectificadas en el collar. Todos los mangos chorreados con perlas de vidrio finas. Calidad de equilibrado G6,3 / 18 000 rpm. Forma A.

Suministro:

Incluye tornillo de apriete de fresas.

Partes opcionales:

Tirante (AB) n.º 308760 – 308802. Llave especial n.º 309840.

Descripción técnica

Ø exterior D	48 mm
Longitud de voladizo medida A	100 mm
Tornillo de apriete de fresas de recambio n.º 309860 / 309861	22
Ø de mandril d ₁	22 mm
Llave especial adecuada n.º 309840	22
Ø de sujeción D ₁	22 mm
Adaptador	BT 40 A = 100
Norma	DIN 6357
Norma asiento	JIS B6339

Norma asiento	JIS B6339
Forma	ADB
Calidad de equilibrado G con número de revoluciones	G 6,3 en 15 000 rpm
Precisión de concentricidad	≤ 5 μm
Estrategia de arranque de virutas	HPC
Tipo de producto	Mandrino portafresas

Garant
Broca de alto rendimiento CN MDI FS mango cilíndrico DIN 6535 HA, TiAlN, Ø DC h7: 11,5mm

Datos de pedido

Número de pedido	122540 11,5
GTIN	4045197052438
Clase de artículo	11E

Descripción
Ejecución:

Especialmente estables gracias al espesor de núcleo reforzado, **perfil especial**. Agudizado especial. **Alta precisión de concentricidad** y **duraciones prolongadas**. **Calidad de taladrado elevada**.

Nota:

Longitud de la ranura de viruta $L_c = L_2 + 1,5 \times D_c$.

Las formas HB y HE se suministran al mismo precio que HA.

Forma **HB**: pedir con n.º **122545**.

Forma **HE**: pedir con n.º **122540 + 129100HE**.

Descripción técnica

Longitud de la ranura de viruta L_c	71 mm
Avance f en acero < 750 N/mm ²	0,27 mm/rev,
Número de filos Z	2
Tolerancia de mango	h6
Ø nominal D_c	11,5 mm
Tolerancia Ø nominal	h7
Ø de mango D_s	12 mm
Longitud total L	118 mm
Norma	DIN 6537

Profundidad de perforación máxima recomendada L ₂	53,8 mm
Recubrimiento	TiAlN
Material de corte	MDI
Ejecución	6×D
Tipo	FS
Ángulo de punta	140 grados
Mango	DIN 6535 HA con h6
Refrigeración interior	no
Semiestándar	sí
anillo de color	verde
Tipo de producto	Broca espiral

Datos de usuario

	Uso	V _c	Código ISO
Aluminio, plásticos	adecuado	190 m/min	N
Aluminio (que produce virutas cortas)	adecuado	170 m/min	N
Aluminio > 10 % Si	adecuado	140 m/min	N
Acero < 500 N/mm ²	adecuado	90 m/min	P
Acero < 750 N/mm ²	adecuado	85 m/min	P
Acero < 900 N/mm ²	adecuado	75 m/min	P
Acero < 1100 N/mm ²	adecuado	65 m/min	P
Acero < 1400 N/mm ²	adecuado	40 m/min	P
INOX < 900 N/mm ²	adecuado con restricciones	40 m/min	M
INOX > 900 N/mm ²	adecuado con restricciones	30 m/min	M
Ti > 850 N/mm ²	adecuado con restricciones	25 m/min	S
GG(G)	adecuado con restricciones	70 m/min	K
CuZn	adecuado con restricciones	160 m/min	N
Uni	adecuado		

húmedo máximo	adecuado
seco	adecuado

Servicios

Rectificado de mangos Tipo HE	129100 HE
-------------------------------	-----------



ER-Spannzangenfutter Forma AD, BT 40 A = 100, para el tamaño de pinzas de sujeción ER: 32



Datos de pedido

Número de pedido	302767 32
GTIN	4062406230067
Clase de artículo	32A

Descripción

Ejecución:

Cono interior y exterior rectificadas.

- **Todos los mangos granallados con perlas de vidrio finas. Calidad de equilibrado G6,3 / 18 000 rpm.**
- **Tuerca de apriete de precisión de alta calidad.**

Aplicación:

Para sujeción de herramientas con mango cilíndrico en pinzas portapiezas según **DIN 6499 forma A y forma B.**

Suministro:

Incluye tuerca de apriete ER.

Partes opcionales:

Pinzas de sujeción ER n.º 308881 – 309434, llave de apriete ER n.º 309680– 309745 o n.º 613300. Tirante (AB) n.º 308760 – 308802, llave de apriete de AB n.º 308820; 308835.

Nota:

Tuerca de apriete adecuada n.º 309580 o 309610.

Estrategia de arranque de virutas: HPC

Gama de sujeción: 2 - 20 mm

Longitud de voladizo medida A: 100 mm

Ø exterior D: 50 mm

Tuerca de apriete ER de recambio: 32

Llave de apriete ER: 32

Descripción técnica

Tuerca de apriete ER de recambio	32
Longitud de voladizo medida A	100 mm
Ø exterior D	50 mm
Gama de sujeción	2 - 20 mm
Llave de apriete ER	32
Ø de sujeción D ₁	2-20 mm
Adaptador	BT 40 A = 100
Norma asiento	JIS B6339
Norma asiento	JIS B6339
Forma	AD
Precisión de concentricidad	≤ 3 µm
Estrategia de arranque de virutas	HPC
Tipo de producto	Portapinzas de sujeción

Accesorios

Llave de apriete ER Para portapinzas de sujeción ER 32	309680 32
--	-----------

**ER Pinza portapiezas, ER 32, Ø de sujeción nominal d: 10mm****Datos de pedido**

Número de pedido	309000 10
GTIN	4045197151551
Clase de artículo	32Z

Descripción**Ejecución:**

Completamente templado y rectificado. Pulido.

Nota:

Pinzas de sujeción ER16, ER25 y ER32 sin obturación disponibles también con tamaño en pulgadas a través de la eShop.

La **transición de Ø de sujeción** es **siempre inferior hasta 1 mm**, p. ej. Ø 10 – 9 mm, **excepto en Ø 1, 1,5 y 2 (aquí solo 0,5 mm)**.

Descripción técnica

Ø de sujeción nominal d	10 mm
Adaptador	ER 32
Norma	ISO 15488-B
Precisión de concentricidad	≤ 10 µm
Tipo	470 E
Ø exterior D	33 mm
Longitud total L	40 mm
Tipo de producto	Pinza portapieza

Garant
Solid carbide milling cutter MTC, uncoated, Ø DC: 10mm

Order data

Order number	202244 10
GTIN	4045197538505
Item class	11X

Description
Version:

Eccentric relief ground, additionally **polish ground** in the flutes for **outstanding chip evacuation** in long-chipping aluminium workpieces.

Without 45° corner chamfer.

Without 45° corner chamfer.

Size 1–2 – tolerance: Size nominal Ø $D_c = e8$.

Size 2.5–20M – tolerance: Size nominal Ø $D_c = h6$.

Application:

Especially for **MTC (Multi Task Cutting)** use on the new generation of turning / milling centres.

Note:

NEW GENERATION AVAILABLE! Recommended successor product is No. 202002.

Technical description

Shank form	HA
No. of teeth Z	3
Cutting edge Ø D_c	10 mm
Overhang length L_1 incl. recess	30 mm
Feed f_z for slot milling in short-chipping aluminium	0.04 mm
Recess Ø D_1	9.2 mm
Feed f_z for side milling in short-chipping aluminium	0.05 mm
Shank Ø D_s	10 mm
Overall length L	72 mm

Flute length L_c	22 mm
Direction of infeed	horizontal, oblique and vertical
Shank	DIN 6535 HA to h6
Tolerance nominal \varnothing	h6
Balance quality with shank	G 2.5 with HA
Helix angle	45 degrees
Corner chamfer angle	90 degrees
Coating	uncoated
Tool material	Solid carbide
Standard	DIN 6527
Type	W
Helix angle characteristic	unequal spacing
Cutting width a_e for milling operation	0.5×D for side milling
Cutting width a_e for milling operation	Full slot cutting depth 1×D
Through-coolant	no
Machining strategy	MTC
Colour ring	yellow
Type of product	End / face mill

User data

	Suitability	V_c	ISO code
Aluminium	suitable	190 m/min	N
Aluminium (short chipping)	suitable	150 m/min	N
Alu > 10% Si	suitable	120 m/min	N
PMMA acrylic	suitable	180 m/min	N
PE-HD	Suitable	130 m/min	N
PA 66	Suitable	150 m/min	N
PEEK	suitable	130 m/min	N

PF 31	Suitable	110 m/min	N
Honeycomb sandwich	suitable only under restricted conditions	180 m/min	N
Cu	Suitable	120 m/min	N
CuZn	Suitable	150 m/min	N
wet maximum	suitable		
wet minimum	suitable		
dry	suitable only under restricted conditions		
Air	suitable only under restricted conditions		
Services			
Shank grinding Type HB		129100 HB	

Garant**Inserto de corte, Ø: 6,9mm****Datos de pedido**

Número de pedido	237621 6,9
GTIN	4045197681508
Clase de artículo	29W

Descripción**Aplicación:**

Para cabezales de mandrinado micro. **Mango de 7 mm Ø** para asiento directo en cabeza n.º 237495 y 237498.

Descripción técnica

Ø de mango	7 mm
Ø intervalo de husillo	6,9 - 12,1 mm
Longitud L	25,4 mm
Ø	6,9 mm
Tipo de producto	Herramienta de husillo

Datos de usuario

	Uso	V _c	Código ISO
Aluminio, plásticos	adecuado	240 m/min	N
Aluminio (que produce virutas cortas)	adecuado	240 m/min	N
Aluminio > 10 % Si	adecuado	240 m/min	N
Acero < 500 N/mm ²	adecuado	180 m/min	P
Acero < 750 N/mm ²	adecuado	210 m/min	P

Acero < 900 N/mm ²	adecuado	170 m/min	P
Acero < 1100 N/mm ²	adecuado	100 m/min	P
Acero < 1400 N/mm ²	adecuado	90 m/min	P
Acero < 55 HRC	adecuado	80 m/min	H
Acero < 60 HRC	adecuado	70 m/min	H
Acero < 67 HRC	adecuado	60 m/min	H
INOX < 900 N/mm ²	adecuado	110 m/min	M
INOX > 900 N/mm ²	adecuado	90 m/min	M
Ti > 850 N/mm ²	adecuado	40 m/min	S
GG(G)	adecuado	150 m/min	K
CuZn	adecuado	290 m/min	N
Grafito, PRFV, CFRP	adecuado	100 m/min	N
Uni	adecuado		
Aceite	adecuado		
húmedo máximo	adecuado		
húmedo mínimo	adecuado con restricciones		

Garant
Cabezal de mandrinado micro Digital Ø 0,3 - 19,1 mm

Datos de pedido

Número de pedido	237498
GTIN	4045197816443
Clase de artículo	29W

Descripción
Ejecución:

Precisión de ajuste 0,01 mm por línea divisoria / mediante nonio 0,002 mm en el Ø.

Cabezales de mandrinado **digitales** con **posibilidad de lectura precisa adicional a 0,001 mm en el Ø** mediante **unidad indicadora digital n.º 237601** (pedir aparte).

Ajuste de Ø con holgura de inversión mínima gracias a un sistema de medición directo.

Aplicación:

Con inserto de corte n.º 237621, adaptador n.º 237624 y plaquita de corte n.º 237625.

Descripción técnica

Longitud útil L ₁	32 mm
Ø del mango D ₂	16 mm
Ø D ₃	7 mm
Ø exterior D ₁	32 mm
Refrigeración interior	sí
Tipo de producto	Herramienta de husillo

**Cono de sujeción plano Forma AD, BT 40 corto, Ø de sujeción D1: 16mm****Datos de pedido**

Número de pedido	302607 16
GTIN	4062406100766
Clase de artículo	32A

Descripción**Ejecución:**

Todos los vástagos granallados con perlas de vidrio finas. Calidad de equilibrado G6,3 / 18 000 rpm.

Aplicación:

Para la sujeción de herramientas con superficie de arrastre lateral según DIN 1835 B y DIN 6535 HB.

Partes opcionales:

Tirante (AB) n.º 308760 – 308802, llave de apriete de AB n.º 308820; 308835.

Descripción técnica

Ø de sujeción D ₁	16 mm
Longitud de voladizo medida A	63 mm
Ø exterior D	48 mm
Tornillo de sujeción de recambio n.º 309900	16
Adaptador	BT 40 corto
Norma	DIN 6359
Norma asiento	ISO 7388-2
Norma asiento	JIS B6339

Forma	AD
Calidad de equilibrado G con número de revoluciones	G 6,3 a 18 000 rpm
Precisión de concentricidad	≤ 3 µm
Estrategia de arranque de virutas	HPC
Tipo de producto	Cono de sujeción plano

Accesorios

Perno de apriete 60° junta tórica Adecuado para cono de gran inclinación 40	308785 40
Perno de apriete Hurco 90° con ajuste junta tórica Adecuado para cono de gran inclinación 40	308806 40
Perno de apriete 90° junta tórica Adecuado para cono de gran inclinación 40	308795 40
Llave de apriete para pernos de apriete DIN ISO 7388-1 (antigua DIN 69872) adecuado para el tamaño del cono de gran inclinación 40	308820 40
Perno de apriete 45° junta tórica Adecuado para cono de gran inclinación 40	308765 40
Perno de apriete 45° junta tórica Adecuado para cono de gran inclinación 40	308760 40
Perno de apriete Hurco 45° con perforación de 4 mm y ajuste junta tórica Adecuado para cono de gran inclinación 40	308801 40
Perno de apriete 90° junta tórica Adecuado para cono de gran inclinación 40	308790 40
Perno de apriete Hurco 45° con ajuste junta tórica Adecuado para cono de gran inclinación 40	308802 40
Llave de apriete para pernos de apriete ISO 7388 adecuado para el tamaño del cono de gran inclinación 40	308830 40
Tornillo amarre de recambio Para plato con Ø de sujeción D1 16 mm	309900 16

Anexo 2

Programa para máquina de medición por coordenadas

NOMBRE DE PIEZA : TFM

NUMERO DE REV :

NUMERO DE SERIE :

CUENTA DE ESTADS : 1

```

ARRANQUE =ALINEACIÓN/INICIO,RECUPERAR:USAR_CONFIGURACIÓN_PIEZA,LISTA=SÍ
          ALINEACIÓN/FIN
          MODO/MANUAL
          MANRETRACT/1
          FORMATO/TEXTO,OPCIONES, ,ENCABEZADOS,SIMBOLOS,
;NOM,TOL,MED,DESV,FUERATOL, ,
          VELMOV/ 200
          CARGARSONDA/2X50
          PUNTA/T1A0B0, VASTAGOIJK=0, 0, 1, ÁNGULO=0
          PLANODETRABAJO/Z+
          COMENTARIO/OPER,NO, PANTALLA COMPLETA=NO,CONTINUAR AUTOM.=NO,OVC=No,
          ----- PLANO SUPERIOR - 3 PUNTOS de Esquina-----
PNT M1 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
        TEO/<5,5,99>,<0,0,1>
        REAL/<5,5,99>,<0,0,1>
        OBJETIVO/<5,5,99>,<0,0,1>
        MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
          SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
          MODO MEDICIÓN=NOMINALES
          MEDREL=NING,NING,NING
          PULSO AUTOMÁTICO=NO
          ANÁLISIS GRÁFICO=NO
          LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
        MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
          MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
        MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT M2 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
        TEO/<1,5,94>,<-1,0,0>
        REAL/<1,5,94>,<-1,0,0>
        OBJETIVO/<1,5,94>,<-1,0,0>
        MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
          SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
          MODO MEDICIÓN=NOMINALES
          MEDREL=NING,NING,NING
          PULSO AUTOMÁTICO=NO
          ANÁLISIS GRÁFICO=NO
          LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
        MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
          MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
        MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT M3 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
        TEO/<5,1,94>,<0,-1,0>
        REAL/<5,1,94>,<0,-1,0>
        OBJETIVO/<5,1,94>,<0,-1,0>
        MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
          SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
          MODO MEDICIÓN=NOMINALES
          MEDREL=NING,NING,NING
          PULSO AUTOMÁTICO=NO
          ANÁLISIS GRÁFICO=NO
          LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
        MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
          MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
        MOSTRAR CONTACTOS=NO
A1 =ALINEACIÓN/INICIO,RECUPERAR:ARRANQUE,LISTA=SÍ
    ALINEACIÓN/TRANS,EJEZ,PNT M1
    ALINEACIÓN/TRANS,EJEX,PNT M2
    ALINEACIÓN/TRANS,EJEY,PNT M3
    ALINEACIÓN/FIN
  
```

```

COMENTARIO/OPER,NO,PANTALLA COMPLETA=NO,CONTINUAR AUTOM.=NO,OVC=No,
-----MODO AUTOMATICO----- PLANO SUPERIOR - 4 PUNTOS -----
MODO/DCC
MOV/PUNTO,NORMAL,<0,0,100>
PNT A1 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<5,5,0>,<0,0,1>
REAL/<5,5,0>,<0,0,1>
OBJETIVO/<5,5,0>,<0,0,1>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT A2 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<93,5,0>,<0,0,1>
REAL/<93,5,0>,<0,0,1>
OBJETIVO/<93,5,0>,<0,0,1>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT A3 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<93,93,0>,<0,0,1>
REAL/<93,93,0>,<0,0,1>
OBJETIVO/<93,93,0>,<0,0,1>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT A4 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<5,93,0>,<0,0,1>
REAL/<5,93,0>,<0,0,1>
OBJETIVO/<5,93,0>,<0,0,1>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
MOV/PUNTO,NORMAL,<20,20,50>

```

```

RETRACTAR/4
PLN-A =ELEM/PLANO,CARTESIANA,TRIÁNGULO,NO,CUAD_MÍN
      TEO/<49,49,0>,<0,0,1>
      REAL/<49,49,0>,<0,0,1>
      CONST/PLANO,MEJAJ,PNT A1,PNT A2,PNT A3,PNT A4,,
      ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
      FILTRO/DES,LONGITUDONDA=0
      PRECONT/4
      COMENTARIO/LECTURAS,NO,
      ----- CAJETÍN - 4 puntos ref: B -----
A2 =ALINEACIÓN/INICIO,RECUPERAR:A1,LISTA=SÍ
    ALINEACIÓN/NIVEL,Z+,PLN-A
    ALINEACIÓN/TRANS,EJEZ,PLN-A
    ALINEACIÓN/FIN
    MOV/PUNTO,NORMAL,<25,70,50>
PNT-B1 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
      TEO/<20,89,-1>,<0,-1,0>
      REAL/<20,89,-1>,<0,-1,0>
      OBJETIVO/<20,89,-1>,<0,-1,0>
      SALTAT=NO
      MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
      SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
      MODO MEDICIÓN=NOMINALES
      MEDREL=NING,NING,NING
      PULSO AUTOMÁTICO=NO
      ANÁLISIS GRÁFICO=NO
      LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
      MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
      MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
      MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT-B2 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
      TEO/<20,89,-3>,<0,-1,0>
      REAL/<20,89,-3>,<0,-1,0>
      OBJETIVO/<20,89,-3>,<0,-1,0>
      SALTAT=NO
      MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
      SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
      MODO MEDICIÓN=NOMINALES
      MEDREL=NING,NING,NING
      PULSO AUTOMÁTICO=NO
      ANÁLISIS GRÁFICO=NO
      LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
      MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
      MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
      MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT-B3 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
      TEO/<70,89,-3>,<0,-1,0>
      REAL/<70,89,-3>,<0,-1,0>
      OBJETIVO/<70,89,-3>,<0,-1,0>
      SALTAT=NO
      MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
      SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
      MODO MEDICIÓN=NOMINALES
      MEDREL=NING,NING,NING
      PULSO AUTOMÁTICO=NO
      ANÁLISIS GRÁFICO=NO
      LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
      MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
      MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
      MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT-B4 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
      TEO/<70,89,-1>,<0,-1,0>
      REAL/<70,89,-1>,<0,-1,0>
      OBJETIVO/<70,89,-1>,<0,-1,0>
      SALTAT=NO

```

```

MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT-B5 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<75,9,-1>,<0,1,0>
REAL/<75,9,-1>,<0,1,0>
OBJETIVO/<75,9,-1>,<0,1,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT-B6 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<75,9,-3>,<0,1,0>
REAL/<75,9,-3>,<0,1,0>
OBJETIVO/<75,9,-3>,<0,1,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT-B7 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<20,9,-3>,<0,1,0>
REAL/<20,9,-3>,<0,1,0>
OBJETIVO/<20,9,-3>,<0,1,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT-B8 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<20,9,-1>,<0,1,0>
REAL/<20,9,-1>,<0,1,0>
OBJETIVO/<20,9,-1>,<0,1,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO

```

```

ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PLN-B1 =ELEM/PLANO,CARTESIANA,TRIÁNGULO,NO,CUAD_MÍN
TEO/<45,89,-2>,<0,-1,0>
REAL/<45,89,-2>,<0,-1,0>
CONST/PLANO,MEJAJ,PNT-B1,PNT-B2,PNT-B3,PNT-B4,,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
FILTRO/DES,LONGITUDONDA=0
PLN-B2 =ELEM/PLANO,CARTESIANA,TRIÁNGULO,NO,CUAD_MÍN
TEO/<47.5,9,-2>,<0,1,0>
REAL/<47.5,9,-2>,<0,1,0>
CONST/PLANO,MEJAJ,PNT-B5,PNT-B6,PNT-B7,PNT-B8,,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
FILTRO/DES,LONGITUDONDA=0
PLN-B =ELEM/PLANO,CARTESIANA,TRIÁNGULO,NO
TEO/<46.25,49,-2>,<0,-1,0>
REAL/<46.25,49,-2>,<0,-1,0>
CONST/PLANO,MEDIO,PLN-B1,PLN-B2
PNT-C1 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<9,20,-1>,<1,0,0>
REAL/<9,20,-1>,<1,0,0>
OBJETIVO/<9,20,-1>,<1,0,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEŚOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT-C2 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<9,20,-3>,<1,0,0>
REAL/<9,20,-3>,<1,0,0>
OBJETIVO/<9,20,-3>,<1,0,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEŚOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT-C3 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<9,75,-3>,<1,0,0>
REAL/<9,75,-3>,<1,0,0>
OBJETIVO/<9,75,-3>,<1,0,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEŚOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10

```

```
PNT-C4      MOSTRAR CONTACTOS=NO
            =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
            TEO/<9,75,-1>,<1,0,0>
            REAL/<9,75,-1>,<1,0,0>
            OBJETIVO/<9,75,-1>,<1,0,0>
            SALTAT=NO
            MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
            SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
            MODO MEDICIÓN=NOMINALES
            MEDREL=NING,NING,NING
            PULSO AUTOMÁTICO=NO
            ANÁLISIS GRÁFICO=NO
            LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
            MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
            MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
            MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT-C5      =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
            TEO/<89,70,-1>,<-1,0,0>
            REAL/<89,70,-1>,<-1,0,0>
            OBJETIVO/<89,70,-1>,<-1,0,0>
            SALTAT=NO
            MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
            SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
            MODO MEDICIÓN=NOMINALES
            MEDREL=NING,NING,NING
            PULSO AUTOMÁTICO=NO
            ANÁLISIS GRÁFICO=NO
            LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
            MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
            MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
            MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT-C6      =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
            TEO/<89,70,-3>,<-1,0,0>
            REAL/<89,70,-3>,<-1,0,0>
            OBJETIVO/<89,70,-3>,<-1,0,0>
            SALTAT=NO
            MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
            SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
            MODO MEDICIÓN=NOMINALES
            MEDREL=NING,NING,NING
            PULSO AUTOMÁTICO=NO
            ANÁLISIS GRÁFICO=NO
            LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
            MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
            MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
            MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT-C7      =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
            TEO/<89,20,-3>,<-1,0,0>
            REAL/<89,20,-3>,<-1,0,0>
            OBJETIVO/<89,20,-3>,<-1,0,0>
            SALTAT=NO
            MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
            SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
            MODO MEDICIÓN=NOMINALES
            MEDREL=NING,NING,NING
            PULSO AUTOMÁTICO=NO
            ANÁLISIS GRÁFICO=NO
            LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
            MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
            MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
            MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT-C8      =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
            TEO/<89,20,-1>,<-1,0,0>
            REAL/<89,20,-1>,<-1,0,0>
            OBJETIVO/<89,20,-1>,<-1,0,0>
```

```

SALTAT=NO
MOSTRAR PARAMETROS ELEMENTO=SÍ
  SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
  MODO MEDICIÓN=NOMINALES
  MEDREL=NING, NING, NING
  PULSO AUTOMÁTICO=NO
  ANÁLISIS GRÁFICO=NO
  LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
  MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PLN-C1 =ELEM/PLANO,CARTESIANA,TRIÁNGULO,NO,CUAD_MÍN
  TEO/<9,47.5,-2>,<1,0,0>
  REAL/<9,47.5,-2>,<1,0,0>
  CONST/PLANO,MEJAJ,PNT-C1,PNT-C2,PNT-C3,PNT-C4,,
  ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
  FILTRO/DES, LONGITUDONDA=0
PLN-C2 =ELEM/PLANO,CARTESIANA,TRIÁNGULO,NO,CUAD_MÍN
  TEO/<89,45,-2>,<-1,0,0>
  REAL/<89,45,-2>,<-1,0,0>
  CONST/PLANO,MEJAJ,PNT-C5,PNT-C6,PNT-C7,PNT-C8,,
  ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
  FILTRO/DES, LONGITUDONDA=0
PLN-C =ELEM/PLANO,CARTESIANA,TRIÁNGULO,NO
  TEO/<49,46.25,-2>,<1,0,0>
  REAL/<49,46.25,-2>,<1,0,0>
  CONST/PLANO,MEDIO,PLN-C1,PLN-C2
A3 =ALINEACIÓN/INICIO,RECUPERAR:A2,LISTA=SÍ
  ALINEACIÓN/NIVEL,Z+,PLN-A
  ALINEACIÓN/TRANS,EJEZ,PLN-A
  ALINEACIÓN/GIRAR,Y-,A,PLN-B,ALREDEDOR,Z+
  ALINEACIÓN/TRANS,EJEY,PLN-B
  ALINEACIÓN/TRANS,EJEX,PLN-C
  ALINEACIÓN/FIN
  COMENTARIO/LECTURAS,NO,
MOV/PUNTO,NORMAL,<32,0,20>
CIR1 =ELEM/CIRCULO,CARTESIANA,DENTRO,CUAD_MÍN
  TEO/<32,0,-8>,<0,0,1>,12
  REAL/<32,0,-8>,<0,0,1>,12
  MED/CÍRCULO,4,Z+
  CONT/BASE,NORMAL,<38,0,-8>,<-1,0,0>,<38,0,-8>,USAR TEOR=SÍ
  CONT/BASE,NORMAL,<32,6,-8>,<0,-1,0>,<32,6,-8>,USAR TEOR=SÍ
  CONT/BASE,NORMAL,<26,0,-8>,<1,0,0>,<26,0,-8>,USAR TEOR=SÍ
  CONT/BASE,NORMAL,<32,-6,-8>,<0,1,0>,<32,-6,-8>,USAR TEOR=SÍ
  MOV/PUNTO,NORMAL,<32,0,20>
  MOV/PUNTO,NORMAL,<0,32,20>
  TERMINARMED/
CIR2 =ELEM/CIRCULO,CARTESIANA,DENTRO,CUAD_MÍN
  TEO/<0,32,-8>,<0,0,1>,12
  REAL/<0,32,-8>,<0,0,1>,12
  MED/CÍRCULO,4,Z+
  CONT/BASE,NORMAL,<6,32,-8>,<-1,0,0>,<6,32,-8>,USAR TEOR=SÍ
  CONT/BASE,NORMAL,<0,38,-8>,<0,-1,0>,<0,38,-8>,USAR TEOR=SÍ
  CONT/BASE,NORMAL,<-6,32,-8>,<1,0,0>,<-6,32,-8>,USAR TEOR=SÍ
  CONT/BASE,NORMAL,<0,26,-8>,<0,1,0>,<0,26,-8>,USAR TEOR=SÍ
  TERMINARMED/
  MOV/PUNTO,NORMAL,<0,32,20>
  MOV/PUNTO,NORMAL,<-32,0,20>
CIR3 =ELEM/CIRCULO,CARTESIANA,DENTRO,CUAD_MÍN
  TEO/<-32,0,-8>,<0,0,1>,12
  REAL/<-32,0,-8>,<0,0,1>,12
  MED/CÍRCULO,4,Z+
  CONT/BASE,NORMAL,<-26,0,-8>,<-1,0,0>,<-26,0,-8>,USAR TEOR=SÍ

```

```

CONT/BASE,NORMAL,<-32,6,-8>,<0,-1,0>,<-32,6,-8>,USAR TEOR=SÍ
CONT/BASE,NORMAL,<-38,0,-8>,<1,0,0>,<-38,0,-8>,USAR TEOR=SÍ
CONT/BASE,NORMAL,<-32,-6,-8>,<0,1,0>,<-32,-6,-8>,USAR TEOR=SÍ
TERMINARMED/
MOV/PUNTO,NORMAL,<-32,0,20>
MOV/PUNTO,NORMAL,<0,-32,20>
CIR4 =ELEM/CIRCULO,CARTESIANA,DENTRO,CUAD_MÍN
TEO/<0,-32,-8>,<0,0,1>,12
REAL/<0,-32,-8>,<0,0,1>,12
MED/CÍRCULO,4,Z+
CONT/BASE,NORMAL,<6,-32,-8>,<-1,0,0>,<6,-32,-8>,USAR TEOR=SÍ
CONT/BASE,NORMAL,<0,-26,-8>,<0,-1,0>,<0,-26,-8>,USAR TEOR=SÍ
CONT/BASE,NORMAL,<-6,-32,-8>,<1,0,0>,<-6,-32,-8>,USAR TEOR=SÍ
CONT/BASE,NORMAL,<0,-38,-8>,<0,1,0>,<0,-38,-8>,USAR TEOR=SÍ
TERMINARMED/
MOV/PUNTO,NORMAL,<0,-32,20>
MOV/PUNTO,NORMAL,<100,-32,200>
COMENTARIO/OPER,NO,PANTALLA COMPLETA=NO,CONTINUAR AUTOM.=NO,OVC=NO,
----- Cambio de Orientacion -----
PUNTA/T1A90B-90,VASTAGOIJK=1,0,0,ÁNGULO=-90
PLANODETRABAJO/X+
MOV/PUNTO,NORMAL,<100,-44,200>
MOV/PUNTO,NORMAL,<100,-44,-6>
PNT13 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<49,-44,-6>,<1,0,0>
REAL/<49,-44,-6>,<1,0,0>
OBJETIVO/<49,-44,-6>,<1,0,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
MOV/PUNTO,NORMAL,<70,-44,-6>
MOV/PUNTO,NORMAL,<70,44,-6>
PNT14 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<49,44,-8>,<1,0,0>
REAL/<49,44,-8>,<1,0,0>
OBJETIVO/<49,44,-8>,<1,0,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
MOV/PUNTO,NORMAL,<70,44,-8>
MOV/PUNTO,NORMAL,<70,44,-91>
PNT15 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<49,44,-91>,<1,0,0>
REAL/<49,44,-91>,<1,0,0>
OBJETIVO/<49,44,-91>,<1,0,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES

```

```

MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
MOV/PUNTO, NORMAL, <70, 44, -91>
MOV/PUNTO, NORMAL, <70, -44, -91>
PNT16 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN, CARTESIANA
TEO/<49, -44, -91>, <1, 0, 0>
REAL/<49, -44, -91>, <1, 0, 0>
OBJETIVO/<49, -44, -91>, <1, 0, 0>
SALTAT=NO
MOSTRAR PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING, 0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
MOV/PUNTO, NORMAL, <70, -44, -91>
PLN2 =ELEM/PLANO, CARTESIANA, TRIÁNGULO, NO, CUAD_MÍN
TEO/<49, 0, -49>, <1, 0, 0>
REAL/<49, 0, -49>, <1, 0, 0>
CONST/PLANO, MEJAJRE, PNT13, PNT14, PNT15, PNT16, ,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES, 3
FILTRO/DES, LONGITUDONDA=0
MOV/PUNTO, NORMAL, <70, -30, -70>
PNT17 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN, CARTESIANA
TEO/<46.5, -40, -75>, <0, 1, 0>
REAL/<46.5, -40, -75>, <0, 1, 0>
OBJETIVO/<46.5, -40, -75>, <0, 1, 0>
SALTAT=NO
MOSTRAR PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING, 0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT18 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN, CARTESIANA
TEO/<46.5, -40, -20>, <0, 1, 0>
REAL/<46.5, -40, -20>, <0, 1, 0>
OBJETIVO/<46.5, -40, -20>, <0, 1, 0>
SALTAT=NO
MOSTRAR PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING, 0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT19 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN, CARTESIANA
TEO/<46.5, 40, -28>, <0, -1, 0>
REAL/<46.5, 40, -28>, <0, -1, 0>

```

```

OBJETIVO/<46.5,40,-28>,<0,-1,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
  SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
  MODO MEDICIÓN=NOMINALES
  MEDREL=NING, NING, NING
  PULSO AUTOMÁTICO=NO
  ANÁLISIS GRÁFICO=NO
  LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
  MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT20 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<46.5,40,-75>,<0,-1,0>
REAL/<46.5,40,-75>,<0,-1,0>
OBJETIVO/<46.5,40,-75>,<0,-1,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
  SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
  MODO MEDICIÓN=NOMINALES
  MEDREL=NING, NING, NING
  PULSO AUTOMÁTICO=NO
  ANÁLISIS GRÁFICO=NO
  LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
  MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
LÍN7  =ELEM/LÍNEA,CARTESIANA,NODELIMITADO,NO
TEO/<46.5,-40,-75>,<0,0,1>
REAL/<46.5,-40,-75>,<0,0,1>
CONST/LÍNEA,MEJAJ,D3,PNT17,PNT18,,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
FILTRO/DES,LONGITUDONDA=0
LÍN8  =ELEM/LÍNEA,CARTESIANA,NODELIMITADO,NO
TEO/<46.5,40,-28>,<0,0,-1>
REAL/<46.5,40,-28>,<0,0,-1>
CONST/LÍNEA,MEJAJ,D3,PNT19,PNT20,,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
FILTRO/DES,LONGITUDONDA=0
LÍN9  =ELEM/LÍNEA,CARTESIANA,NODELIMITADO,NO
TEO/<46.5,0,-51.5>,<0,0,1>
REAL/<46.5,0,-51.5>,<0,0,1>
CONST/LÍNEA,MEDIO,LÍN7,LÍN8
PNT21 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<46.5,25,-89>,<0,0,1>
REAL/<46.5,25,-89>,<0,0,1>
OBJETIVO/<46.5,25,-89>,<0,0,1>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
  SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
  MODO MEDICIÓN=NOMINALES
  MEDREL=NING, NING, NING
  PULSO AUTOMÁTICO=NO
  ANÁLISIS GRÁFICO=NO
  LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
  MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT22 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<46.5,-25,-89>,<0,0,1>
REAL/<46.5,-25,-89>,<0,0,1>
OBJETIVO/<46.5,-25,-89>,<0,0,1>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
  SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0

```

```

MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO, NO, ""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT23 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN, CARTESIANA
TEO/<46.5, -25, -9>, <0, 0, -1>
REAL/<46.5, -25, -9>, <0, 0, -1>
OBJETIVO/<46.5, -25, -9>, <0, 0, -1>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING, 0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO, NO, ""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT24 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN, CARTESIANA
TEO/<46.5, 15, -9>, <0, 0, -1>
REAL/<46.5, 15, -9>, <0, 0, -1>
OBJETIVO/<46.5, 15, -9>, <0, 0, -1>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING, 0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO, NO, ""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
LÍN10 =ELEM/LÍNEA, CARTESIANA, NODELIMITADO, NO
TEO/<46.5, 25, -89>, <0, -1, 0>
REAL/<46.5, 25, -89>, <0, -1, 0>
CONST/LÍNEA, MEJAJ, D3, PNT21, PNT22, ,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES, 3
FILTRO/DES, LONGITUDONDA=0
LÍN11 =ELEM/LÍNEA, CARTESIANA, NODELIMITADO, NO
TEO/<46.5, -25, -9>, <0, 1, 0>
REAL/<46.5, -25, -9>, <0, 1, 0>
CONST/LÍNEA, MEJAJ, D3, PNT23, PNT24, ,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES, 3
FILTRO/DES, LONGITUDONDA=0
LÍN12 =ELEM/LÍNEA, CARTESIANA, NODELIMITADO, NO
TEO/<46.5, 0, -49>, <0, -1, 0>
REAL/<46.5, 0, -49>, <0, -1, 0>
CONST/LÍNEA, MEDIO, LÍN10, LÍN11
MOV/PUNTO, NORMAL, <70, 0, -49>
CIR5 =ELEM/CIRCULO, CARTESIANA, DENTRO, CUAD_MÍN
TEO/<41, 0, -49>, <1, 0, 0>, 12
REAL/<41, 0, -49>, <1, 0, 0>, 12
MED/CÍRCULO, 4, X+
CONT/BASE, NORMAL, <41, 0, -55>, <0, 0, 1>, <41, 0, -55>, USAR TEOR=SÍ
CONT/BASE, NORMAL, <41, 6, -49>, <0, -1, 0>, <41, 6, -49>, USAR TEOR=SÍ
CONT/BASE, NORMAL, <41, 0, -43>, <0, 0, -1>, <41, 0, -43>, USAR TEOR=SÍ
CONT/BASE, NORMAL, <41, -6, -49>, <0, 1, 0>, <41, -6, -49>, USAR TEOR=SÍ
TERMINARMED/
MOV/PUNTO, NORMAL, <70, 0, 200>

```

```

COMENTARIO/OPER,NO,PANTALLA COMPLETA=NO,CONTINUAR AUTOM.=NO,OVC=NO,
----- Cambio de Orientacion -----
-----
PUNTA/T1A90B0, VASTAGOIJK=0, 1, 0, ÁNGULO=-180
PLANO DE TRABAJO/Y+
MOV/PUNTO,NORMAL,<44,70,200>
MOV/PUNTO,NORMAL,<44,70,-6>
PNT25 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<44,49,-6>,<0,1,0>
REAL/<44,49,-6>,<0,1,0>
OBJETIVO/<44,49,-6>,<0,1,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
  SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
  MODO MEDICIÓN=NOMINALES
  MEDREL=NING,NING,NING
  PULSO AUTOMÁTICO=NO
  ANÁLISIS GRÁFICO=NO
  LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
  MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
MOV/PUNTO,NORMAL,<44,70,-6>
MOV/PUNTO,NORMAL,<-44,70,-6>
PNT26 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-44,49,-6>,<0,1,0>
REAL/<-44,49,-6>,<0,1,0>
OBJETIVO/<-44,49,-6>,<0,1,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
  SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
  MODO MEDICIÓN=NOMINALES
  MEDREL=NING,NING,NING
  PULSO AUTOMÁTICO=NO
  ANÁLISIS GRÁFICO=NO
  LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
  MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
MOV/PUNTO,NORMAL,<-44,70,-6>
MOV/PUNTO,NORMAL,<-44,70,-91>
PNT27 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-44,49,-91>,<0,1,0>
REAL/<-44,49,-91>,<0,1,0>
OBJETIVO/<-44,49,-91>,<0,1,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
  SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
  MODO MEDICIÓN=NOMINALES
  MEDREL=NING,NING,NING
  PULSO AUTOMÁTICO=NO
  ANÁLISIS GRÁFICO=NO
  LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
  MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
MOV/PUNTO,NORMAL,<-44,70,-91>
MOV/PUNTO,NORMAL,<44,70,-91>
PNT28 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<44,49,-91>,<0,1,0>
REAL/<44,49,-91>,<0,1,0>
OBJETIVO/<44,49,-91>,<0,1,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
  SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0

```

```

MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO, NO, ""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
MOV/PUNTO, NORMAL, <44, 70, -91>
PLN3 =ELEM/ PLANO, CARTESIANA, TRIÁNGULO, NO, CUAD_MÍN
      TEO/<0, 49, -48.5>, <0, 1, 0>
      REAL/<0, 49, -48.5>, <0, 1, 0>
      CONST/PLANO, MEJAJ, PNT25, PNT26, PNT27, PNT28,,
      ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES, 3
      FILTRO/DES, LONGITUDONDA=0
      MOV/PUNTO, NORMAL, <25, 70, -75>
PNT29 =ELEM/ CONTACTO/ PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN, CARTESIANA
      TEO/<40, 46.5, -75>, <-1, 0, 0>
      REAL/<40, 46.5, -75>, <-1, 0, 0>
      OBJETIVO/<40, 46.5, -75>, <-1, 0, 0>
      SALTAT=NO
      MOSTRAR PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
        SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING, 0
        MODO MEDICIÓN=NOMINALES
        MEDREL=NING, NING, NING
        PULSO AUTOMÁTICO=NO
        ANÁLISIS GRÁFICO=NO
        LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO, NO, ""
      MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
        MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
      MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT30 =ELEM/ CONTACTO/ PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN, CARTESIANA
      TEO/<40, 46.5, -30>, <-1, 0, 0>
      REAL/<40, 46.5, -30>, <-1, 0, 0>
      OBJETIVO/<40, 46.5, -30>, <-1, 0, 0>
      SALTAT=NO
      MOSTRAR PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
        SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING, 0
        MODO MEDICIÓN=NOMINALES
        MEDREL=NING, NING, NING
        PULSO AUTOMÁTICO=NO
        ANÁLISIS GRÁFICO=NO
        LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO, NO, ""
      MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
        MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
      MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT31 =ELEM/ CONTACTO/ PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN, CARTESIANA
      TEO/<-40, 46.5, -25>, <1, 0, 0>
      REAL/<-40, 46.5, -25>, <1, 0, 0>
      OBJETIVO/<-40, 46.5, -25>, <1, 0, 0>
      SALTAT=NO
      MOSTRAR PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
        SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING, 0
        MODO MEDICIÓN=NOMINALES
        MEDREL=NING, NING, NING
        PULSO AUTOMÁTICO=NO
        ANÁLISIS GRÁFICO=NO
        LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO, NO, ""
      MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
        MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
      MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT32 =ELEM/ CONTACTO/ PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN, CARTESIANA
      TEO/<-40, 46.5, -75>, <1, 0, 0>
      REAL/<-40, 46.5, -75>, <1, 0, 0>
      OBJETIVO/<-40, 46.5, -75>, <1, 0, 0>

```

```

SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
MODO_MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO_AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
LÍN13 =ELEM/LÍNEA, CARTESIANA, NODELIMITADO, NO
TEO/<40,46.5,-75>,<0,0,1>
REAL/<40,46.5,-75>,<0,0,1>
CONST/LÍNEA,MEJAJ,D3,PNT29,PNT30,,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
FILTRO/DES, LONGITUDONDA=0
LÍN14 =ELEM/LÍNEA, CARTESIANA, NODELIMITADO, NO
TEO/<-40,46.5,-25>,<0,0,-1>
REAL/<-40,46.5,-25>,<0,0,-1>
CONST/LÍNEA,MEJAJ,D3,PNT31,PNT32,,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
FILTRO/DES, LONGITUDONDA=0
LÍN15 =ELEM/LÍNEA, CARTESIANA, NODELIMITADO, NO
TEO/<0,46.5,-50>,<0,0,1>
REAL/<0,46.5,-50>,<0,0,1>
CONST/LÍNEA,MEDIO,LÍN13,LÍN14
PNT33 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-25,46.5,-89>,<0,0,1>
REAL/<-25,46.5,-89>,<0,0,1>
OBJETIVO/<-25,46.5,-89>,<0,0,1>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
MODO_MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO_AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT34 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<25,46.5,-89>,<0,0,1>
REAL/<25,46.5,-89>,<0,0,1>
OBJETIVO/<25,46.5,-89>,<0,0,1>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
MODO_MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO_AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT35 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<20,46.5,-9>,<0,0,-1>
REAL/<20,46.5,-9>,<0,0,-1>
OBJETIVO/<20,46.5,-9>,<0,0,-1>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
MODO_MEDICIÓN=NOMINALES

```

```

MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO, NO, ""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT36 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-25, 46.5, -9>, <0, 0, -1>
REAL/<-25, 46.5, -9>, <0, 0, -1>
OBJETIVO/<-25, 46.5, -9>, <0, 0, -1>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING, 0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO, NO, ""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
LÍN16 =ELEM/LÍNEA, CARTESIANA, NODELIMITADO, NO
TEO/<-25, 46.5, -89>, <1, 0, 0>
REAL/<-25, 46.5, -89>, <1, 0, 0>
CONST/LÍNEA, MEJAJ, D3, PNT33, PNT34, ,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES, 3
FILTRO/DES, LONGITUDONDA=0
LÍN17 =ELEM/LÍNEA, CARTESIANA, NODELIMITADO, NO
TEO/<20, 46.5, -9>, <-1, 0, 0>
REAL/<20, 46.5, -9>, <-1, 0, 0>
CONST/LÍNEA, MEJAJ, D3, PNT35, PNT36, ,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES, 3
FILTRO/DES, LONGITUDONDA=0
LÍN18 =ELEM/LÍNEA, CARTESIANA, NODELIMITADO, NO
TEO/<-2.5, 46.5, -49>, <1, 0, 0>
REAL/<-2.5, 46.5, -49>, <1, 0, 0>
CONST/LÍNEA, MEDIO, LÍN16, LÍN17
MOV/PUNTO, NORMAL, <0, 70, -49>
CIR6 =ELEM/CÍRCULO, CARTESIANA, DENTRO, CUAD_MÍN
TEO/<0, 41, -49>, <0, 1, 0>, 12
REAL/<0, 41, -49>, <0, 1, 0>, 15.942
MED/CÍRCULO, 4, Y+
CONT/BASE, NORMAL, <-6, 41, -49>, <1, 0, 0>, <-7.971, 41, -49>, USAR TEOR=SÍ
MOV/CIRCULAR
CONT/BASE, NORMAL, <0, 41, -43>, <0, 0, -1>, <0, 41, -41.029>, USAR TEOR=SÍ
MOV/CIRCULAR
CONT/BASE, NORMAL, <6, 41, -49>, <-1, 0, 0>, <7.971, 41, -49>, USAR TEOR=SÍ
MOV/CIRCULAR
CONT/BASE, NORMAL, <0, 41, -55>, <0, 0, 1>, <0, 41, -56.971>, USAR TEOR=SÍ
TERMINARMED/
MOV/PUNTO, NORMAL, <0, 70, -49>
MOV/PUNTO, NORMAL, <0, 70, 200>
COMENTARIO/OPER, NO, PANTALLA COMPLETA=NO, CONTINUAR AUTOM.=NO, OVC=NO,
----- Cambio de Orientacion -----
-----
PUNTA/T1A90B90, VASTAGOIJK=-1, 0, 0, ÁNGULO=90
PLANODETRABAJO/X-
MOV/PUNTO, NORMAL, <-70, 44, 200>
MOV/PUNTO, NORMAL, <-70, 44, -6>
PNT37 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-49, 44, -6>, <-1, 0, 0>
REAL/<-49, 44, -6>, <-1, 0, 0>
OBJETIVO/<-49, 44, -6>, <-1, 0, 0>
SALTAT=NO

```

```

MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEJOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT38 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-49,-44,-6>,<-1,0,0>
REAL/<-49,-44,-6>,<-1,0,0>
OBJETIVO/<-49,-44,-6>,<-1,0,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEJOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT39 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-49,-44,-91>,<-1,0,0>
REAL/<-49,-44,-91>,<-1,0,0>
OBJETIVO/<-49,-44,-91>,<-1,0,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEJOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT40 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-49,44,-91>,<-1,0,0>
REAL/<-49,44,-91>,<-1,0,0>
OBJETIVO/<-49,44,-91>,<-1,0,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEJOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PLN4 =ELEM/PLANO,CARTESIANA,TRIÁNGULO,NO,CUAD_MÍN
TEO/<-49,0,-48.5>,<-1,0,0>
REAL/<-49,0,-48.5>,<-1,0,0>
CONST/PLANO,MEJAJ,PNT37,PNT38,PNT39,PNT40,,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
FILTRO/DES, LONGITUDONDA=0
MOV/PUNTO,NORMAL,<-70,25,-75>
PNT41 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-46.5,40,-75>,<0,-1,0>
REAL/<-46.5,40,-75>,<0,-1,0>

```

```

OBJETIVO/<-46.5,40,-75>,<0,-1,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
  SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
  MODO MEDICIÓN=NOMINALES
  MEDREL=NING, NING, NING
  PULSO AUTOMÁTICO=NO
  ANÁLISIS GRÁFICO=NO
  LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
  MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT42 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-46.5,40,-20>,<0,-1,0>
REAL/<-46.5,40,-20>,<0,-1,0>
OBJETIVO/<-46.5,40,-20>,<0,-1,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
  SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
  MODO MEDICIÓN=NOMINALES
  MEDREL=NING, NING, NING
  PULSO AUTOMÁTICO=NO
  ANÁLISIS GRÁFICO=NO
  LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
  MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT43 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-46.5,-40,-20>,<0,1,0>
REAL/<-46.5,-40,-20>,<0,1,0>
OBJETIVO/<-46.5,-40,-20>,<0,1,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
  SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
  MODO MEDICIÓN=NOMINALES
  MEDREL=NING, NING, NING
  PULSO AUTOMÁTICO=NO
  ANÁLISIS GRÁFICO=NO
  LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
  MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT44 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-46.5,-40,-75>,<0,1,0>
REAL/<-46.5,-40,-75>,<0,1,0>
OBJETIVO/<-46.5,-40,-75>,<0,1,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
  SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
  MODO MEDICIÓN=NOMINALES
  MEDREL=NING, NING, NING
  PULSO AUTOMÁTICO=NO
  ANÁLISIS GRÁFICO=NO
  LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
  MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
LÍN19 =ELEM/LÍNEA,CARTESIANA,NODELIMITADO,NO
TEO/<-46.5,40,-75>,<0,0,1>
REAL/<-46.5,40,-75>,<0,0,1>
CONST/LÍNEA,MEJAJ,D3,PNT41,PNT42,,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
FILTRO/DES,LONGITUDONDA=0
LÍN20 =ELEM/LÍNEA,CARTESIANA,NODELIMITADO,NO
TEO/<-46.5,-40,-20>,<0,0,-1>

```

```

REAL/<-46.5,-40,-20>,<0,0,-1>
CONST/LÍNEA,MEJAJ,D3,PNT43,PNT44,,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
FILTRO/DES, LONGITUDONDA=0
LÍN21 =ELEM/LÍNEA,CARTESIANA,NODELIMITADO,NO
TEO/<-46.5,0,-47.5>,<0,0,1>
REAL/<-46.5,0,-47.5>,<0,0,1>
CONST/LÍNEA,MEDIO,LÍN19,LÍN20
PNT45 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-46.5,-25,-89>,<0,0,1>
REAL/<-46.5,-25,-89>,<0,0,1>
OBJETIVO/<-46.5,-25,-89>,<0,0,1>
SALTAT=NO
    MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
    SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
    MODO MEDICIÓN=NOMINALES
    MEDREL=NING,NING,NING
    PULSO AUTOMÁTICO=NO
    ANÁLISIS GRÁFICO=NO
    LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
    MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
    MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
    MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT46 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-46.5,25,-89>,<0,0,1>
REAL/<-46.5,25,-89>,<0,0,1>
OBJETIVO/<-46.5,25,-89>,<0,0,1>
SALTAT=NO
    MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
    SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
    MODO MEDICIÓN=NOMINALES
    MEDREL=NING,NING,NING
    PULSO AUTOMÁTICO=NO
    ANÁLISIS GRÁFICO=NO
    LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
    MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
    MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
    MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT47 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-46.5,25,-9>,<0,0,-1>
REAL/<-46.5,25,-9>,<0,0,-1>
OBJETIVO/<-46.5,25,-9>,<0,0,-1>
SALTAT=NO
    MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
    SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
    MODO MEDICIÓN=NOMINALES
    MEDREL=NING,NING,NING
    PULSO AUTOMÁTICO=NO
    ANÁLISIS GRÁFICO=NO
    LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
    MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
    MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
    MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT48 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-46.5,-25,-9>,<0,0,-1>
REAL/<-46.5,-25,-9>,<0,0,-1>
OBJETIVO/<-46.5,-25,-9>,<0,0,-1>
SALTAT=NO
    MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
    SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
    MODO MEDICIÓN=NOMINALES
    MEDREL=NING,NING,NING
    PULSO AUTOMÁTICO=NO
    ANÁLISIS GRÁFICO=NO
    LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""

```

```

MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
MOV/PUNTO, NORMAL, <-70, -25, -19>
MOV/PUNTO, NORMAL, <-70, 0, -49>
LÍN22 =ELEM/LÍNEA, CARTESIANA, NODELIMITADO, NO
TEO/<-46.5, -25, -89>, <0, 1, 0>
REAL/<-46.5, -25, -89>, <0, 1, 0>
CONST/LÍNEA, MEJAJ, D3, PNT45, PNT46,,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES, 3
FILTRO/DES, LONGITUDONDA=0
LÍN23 =ELEM/LÍNEA, CARTESIANA, NODELIMITADO, NO
TEO/<-46.5, 25, -9>, <0, -1, 0>
REAL/<-46.5, 25, -9>, <0, -1, 0>
CONST/LÍNEA, MEJAJ, D3, PNT47, PNT48,,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES, 3
FILTRO/DES, LONGITUDONDA=0
LÍN24 =ELEM/LÍNEA, CARTESIANA, NODELIMITADO, NO
TEO/<-46.5, 0, -49>, <0, 1, 0>
REAL/<-46.5, 0, -49>, <0, 1, 0>
CONST/LÍNEA, MEDIO, LÍN22, LÍN23
CIR7 =ELEM/CÍRCULO, CARTESIANA, DENTRO, CUAD_MÍN
TEO/<-41, 0, -49>, <-1, 0, 0>, 12
REAL/<-41, 0, -49>, <-1, 0, 0>, 12
MED/CÍRCULO, 4, X-
CONT/BASE, NORMAL, <-41, 0, -43>, <0, 0, -1>, <-41, 0, -43>, USAR TEOR=SÍ
CONT/BASE, NORMAL, <-41, 6, -49>, <0, -1, 0>, <-41, 6, -49>, USAR TEOR=SÍ
CONT/BASE, NORMAL, <-41, 0, -55>, <0, 0, 1>, <-41, 0, -55>, USAR TEOR=SÍ
CONT/BASE, NORMAL, <-41, -6, -49>, <0, 1, 0>, <-41, -6, -49>, USAR TEOR=SÍ
TERMINARMED/
MOV/PUNTO, NORMAL, <-70, 0, -49>
MOV/PUNTO, NORMAL, <-70, 0, 200>
COMENTARIO/OPER, NO, PANTALLA COMPLETA=NO, CONTINUAR AUTOM.=NO, OVC=No,
----- Cambio de Orientacion -----
-----
PUNTA/T1A90B180, VASTAGO IJK=0, -1, 0, ÁNGULO=180
PLANODETRABAJO/Y-
MOV/PUNTO, NORMAL, <-44, -70, 200>
MOV/PUNTO, NORMAL, <-44, -70, -6>
PNT49 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN, CARTESIANA
TEO/<-44, -49, -6>, <0, -1, 0>
REAL/<-44, -49, -6>, <0, -1, 0>
OBJETIVO/<-44, -49, -6>, <0, -1, 0>
SALTAT=NO
MOSTRAR PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING, 0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO, NO, ""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT50 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN, CARTESIANA
TEO/<44, -49, -6>, <0, -1, 0>
REAL/<44, -49, -6>, <0, -1, 0>
OBJETIVO/<44, -49, -6>, <0, -1, 0>
SALTAT=NO
MOSTRAR PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING, 0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING, NING, NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO

```

```

LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT51 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<44,-49,-91>,<0,-1,0>
REAL/<44,-49,-91>,<0,-1,0>
OBJETIVO/<44,-49,-91>,<0,-1,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT52 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-44,-49,-91>,<0,-1,0>
REAL/<-44,-49,-91>,<0,-1,0>
OBJETIVO/<-44,-49,-91>,<0,-1,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
MOV/PUNTO,NORMAL,<-20,-70,-75>
PLN5 =ELEM/PLANO,CARTESIANA,TRIÁNGULO,NO,CUAD_MÍN
TEO/<0,-49,-48.5>,<0,-1,0>
REAL/<0,-49,-48.5>,<0,-1,0>
CONST/PLANO,MEJAJ,PNT49,PNT50,PNT51,PNT52,,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
FILTRO/DES,LONGITUDONDA=0
PNT53 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-40,-46.5,-75>,<1,0,0>
REAL/<-40,-46.5,-75>,<1,0,0>
OBJETIVO/<-40,-46.5,-75>,<1,0,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT54 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-40,-46.5,-25>,<1,0,0>
REAL/<-40,-46.5,-25>,<1,0,0>
OBJETIVO/<-40,-46.5,-25>,<1,0,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR_PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPESOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING

```

```

PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT55 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<40,-46.5,-25>,<-1,0,0>
REAL/<40,-46.5,-25>,<-1,0,0>
OBJETIVO/<40,-46.5,-25>,<-1,0,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEŚOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT56 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<40,-46.5,-75>,<-1,0,0>
REAL/<40,-46.5,-75>,<-1,0,0>
OBJETIVO/<40,-46.5,-75>,<-1,0,0>
SALTAT=NO
MOSTRAR PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEŚOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS,DISTANCIA ANTES=10,DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
LÍN25 =ELEM/LÍNEA,CARTESIANA,NODELIMITADO,NO
TEO/<-40,-46.5,-75>,<0,0,1>
REAL/<-40,-46.5,-75>,<0,0,1>
CONST/LÍNEA,MEJAJ,D3,PNT53,PNT54,,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
FILTRO/DES,LONGITUDONDA=0
LÍN26 =ELEM/LÍNEA,CARTESIANA,NODELIMITADO,NO
TEO/<40,-46.5,-25>,<0,0,-1>
REAL/<40,-46.5,-25>,<0,0,-1>
CONST/LÍNEA,MEJAJ,D3,PNT55,PNT56,,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
FILTRO/DES,LONGITUDONDA=0
LÍN27 =ELEM/LÍNEA,CARTESIANA,NODELIMITADO,NO
TEO/<0,-46.5,-50>,<0,0,1>
REAL/<0,-46.5,-50>,<0,0,1>
CONST/LÍNEA,MEDIO,LÍN25,LÍN26
MOV/PUNTO,NORMAL,<0,-70,-49>
PNT1 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<25,-46.5,-89>,<0,0,1>
REAL/<25,-46.5,-89>,<0,0,1>
OBJETIVO/<25,-46.5,-89>,<0,0,1>
SALTAT=NO
MOSTRAR PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEŚOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""

```

```

MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT2 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-25,-46.5,-89>,<0,0,1>
REAL/<-25,-46.5,-89>,<0,0,1>
OBJETIVO/<-25,-46.5,-89>,<0,0,1>
SALTAT=NO
MOSTRAR PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT3 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<-25,-46.5,-9>,<0,0,-1>
REAL/<-25,-46.5,-9>,<0,0,-1>
OBJETIVO/<-25,-46.5,-9>,<0,0,-1>
SALTAT=NO
MOSTRAR PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
PNT4 =ELEM/CONTACTO/PUNTO VECTORIAL/POR_OMISIÓN,CARTESIANA
TEO/<25,-46.5,-9>,<0,0,-1>
REAL/<25,-46.5,-9>,<0,0,-1>
OBJETIVO/<25,-46.5,-9>,<0,0,-1>
SALTAT=NO
MOSTRAR PARAMETROS_ELEMENTO=SÍ
SUPERFICIE=ESPEÑOR_NING,0
MODO MEDICIÓN=NOMINALES
MEDREL=NING,NING,NING
PULSO AUTOMÁTICO=NO
ANÁLISIS GRÁFICO=NO
LOCALIZADOR DE ELEMENTOS=NO,NO,""
MOSTRAR PARÁMETROS CONTACTO=SÍ
MOVIMIENTO EVITACIÓN=AMBOS, DISTANCIA ANTES=10, DISTANCIA DESPUÉS=10
MOSTRAR CONTACTOS=NO
LÍN28 =ELEM/LÍNEA,CARTESIANA,NODELIMITADO,NO
TEO/<25,-46.5,-89>,<-1,0,0>
REAL/<25,-46.5,-89>,<-1,0,0>
CONST/LÍNEA,MEJAJ,2D,PNT1,PNT2,,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
FILTRO/DES,LONGITUDONDA=0
LÍN29 =ELEM/LÍNEA,CARTESIANA,NODELIMITADO,NO
TEO/<-25,-46.5,-9>,<1,0,0>
REAL/<-25,-46.5,-9>,<1,0,0>
CONST/LÍNEA,MEJAJ,2D,PNT3,PNT4,,
ELIMINACIÓN_OUTLIERS/DES,3
FILTRO/DES,LONGITUDONDA=0
LÍN30 =ELEM/LÍNEA,CARTESIANA,NODELIMITADO,NO
TEO/<0,-46.5,-49>,<-1,0,0>
REAL/<0,-46.5,-49>,<-1,0,0>
CONST/LÍNEA,MEDIO,LÍN28,LÍN29
CIR8 =ELEM/CIRCULO,CARTESIANA,DENTRO,CUAD_MÍN

```

```
TEO/<0,-41,-49>,<0,-1,0>,12
REAL/<0,-41,-49>,<0,-1,0>,12
MED/CÍRCULO,4,Y-
  CONT/BASE,NORMAL,<6,-41,-49>,<-1,0,0>,<6,-41,-49>,USAR TEOR=SÍ
  CONT/BASE,NORMAL,<0,-41,-43>,<0,0,-1>,<0,-41,-43>,USAR TEOR=SÍ
  CONT/BASE,NORMAL,<-6,-41,-49>,<1,0,0>,<-6,-41,-49>,USAR TEOR=SÍ
  CONT/BASE,NORMAL,<0,-41,-55>,<0,0,1>,<0,-41,-55>,USAR TEOR=SÍ
TERMINARMED/
MOV/PUNTO,NORMAL,<0,-70,-49>
MOV/PUNTO,NORMAL,<0,-70,200>
COMENTARIO/OPER,NO,PANTALLA COMPLETA=NO,CONTINUAR AUTOM.=NO,OVC=NO,
----- INFORME -----
```

--

```
DIM UBIC1= UBICACIÓN DE CÍRCULO CIR1 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
X 32.000 0.010 0.010 32.000 0.000 0.000 #---
Y 0.000 0.010 0.010 0.000 0.000 0.000 #---
D 12.000 0.010 0.010 12.000 0.000 0.000 #---
```

FIN DE DIMENSIÓN UBIC1

```
DIM UBIC2= UBICACIÓN DE CÍRCULO CIR2 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
X 0.000 0.010 0.010 0.000 0.000 0.000 #---
Y 32.000 0.010 0.010 32.000 0.000 0.000 #---
D 12.000 0.010 0.010 12.000 0.000 0.000 #---
```

FIN DE DIMENSIÓN UBIC2

```
DIM UBIC3= UBICACIÓN DE CÍRCULO CIR3 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
X -32.000 0.010 0.010 -32.000 0.000 0.000 #---
Y 0.000 0.010 0.010 0.000 0.000 0.000 #---
D 12.000 0.010 0.010 12.000 0.000 0.000 #---
```

FIN DE DIMENSIÓN UBIC3

```
DIM UBIC4= UBICACIÓN DE CÍRCULO CIR4 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
X 0.000 0.010 0.010 0.000 0.000 0.000 #---
Y -32.000 0.010 0.010 -32.000 0.000 0.000 #---
D 12.000 0.010 0.010 12.000 0.000 0.000 #---
```

FIN DE DIMENSIÓN UBIC4

COMENTARIO/LECTURAS,NO,

----- LADO 1 -----

```
DIM PERP_P2-A= PERPENDICULARIDAD DE PLANO PLN2,RFS A PLANO PLN-A,RFS UNIDADES=MM
,$
```

```
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
M 0.000 0.010 0.000 0.000 0.000 0.000 #---
```

```
DIM PERP_P2-B= PERPENDICULARIDAD DE PLANO PLN2,RFS A PLANO PLN-B,RFS UNIDADES=MM
,$
```

```
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
M 0.000 0.010 0.000 0.000 0.000 0.000 #---
```

DIM UBIC_P2= UBICACIÓN DE PLANO PLN2 UNIDADES=MM , \$

```
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
X 49.000 0.010 0.010 49.000 0.000 0.000 #---
```

FIN DE DIMENSIÓN UBIC_P2

DIM UBIC_C5= UBICACIÓN DE CÍRCULO CIR5 UNIDADES=MM , \$

```
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
Y 0.000 0.010 0.010 0.000 0.000 0.000 #---
Z -49.000 0.010 0.010 -49.000 0.000 0.000 #---
D 12.000 0.010 0.010 12.000 0.000 0.000 #---
```

FIN DE DIMENSIÓN UBIC_C5

```

DIM PARL1= PARALELISMO DE LÍNEA LÍN9,RFS A PLANO PLN-B,RFS LONGEXTENDIDA=0.000
UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
M 0.000 0.010 0.000 0.000 0.000 0.000 # ---
DIM PARL2= PARALELISMO DE LÍNEA LÍN12,RFS A PLANO PLN-A,RFS LONGEXTENDIDA=0.000
UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
M 0.000 0.010 0.000 0.000 0.000 0.000 # ---
COMENTARIO/LECTURAS,NO,
----- LADO 2 -----
DIM PERP_P3-A= PERPENDICULARIDAD DE PLANO PLN3,RFS A PLANO PLN-A,RFS UNIDADES=MM
, $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
M 0.000 0.010 0.000 0.000 0.000 0.000 # ---
DIM PERP_P3-C= PERPENDICULARIDAD DE PLANO PLN3,RFS A PLANO PLN-C,RFS UNIDADES=MM
, $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
M 0.000 0.010 0.000 0.000 0.000 0.000 # ---
DIM UBIC_P3= UBICACIÓN DE PLANO PLN3 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
Y 49.000 0.010 0.010 49.000 0.000 0.000 -# ---
FIN DE DIMENSIÓN UBIC_P3
DIM UBIC_C6= UBICACIÓN DE CÍRCULO CIR6 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
X 0.000 0.010 0.010 0.000 0.000 0.000 -# ---
Z -49.000 0.010 0.010 -49.000 0.000 0.000 -# ---
D 12.000 0.010 0.010 15.942 3.942 3.932 --->
FIN DE DIMENSIÓN UBIC_C6
DIM PARL3= PARALELISMO DE LÍNEA LÍN15,RFS A PLANO PLN-C,RFS LONGEXTENDIDA=0.000
UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
M 0.000 0.010 0.000 0.000 0.000 0.000 # ---
DIM PARL4= PARALELISMO DE LÍNEA LÍN18,RFS A PLANO PLN-A,RFS LONGEXTENDIDA=0.000
UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
M 0.000 0.010 0.000 0.000 0.000 0.000 # ---
COMENTARIO/LECTURAS,NO,
----- LADO 3 -----
DIM PERP_P4-A= PERPENDICULARIDAD DE PLANO PLN4,RFS A PLANO PLN-A,RFS UNIDADES=MM
, $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
M 0.000 0.010 0.000 0.000 0.000 0.000 # ---
DIM PERP_P4-B= PERPENDICULARIDAD DE PLANO PLN4,RFS A PLANO PLN-B,RFS UNIDADES=MM
, $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
M 0.000 0.010 0.000 0.000 0.000 0.000 # ---
DIM UBIC_P4= UBICACIÓN DE PLANO PLN4 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
X -49.000 0.010 0.010 -49.000 0.000 0.000 -# ---
FIN DE DIMENSIÓN UBIC_P4
DIM UBIC5= UBICACIÓN DE CÍRCULO CIR7 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO
EJE NOMINAL +TOL -TOL MED DESV FUERATOL
Y 0.000 0.010 0.010 0.000 0.000 0.000 -# ---

```

```

Z      -49.000    0.010    0.010    -49.000    0.000    0.000  -#--
D      12.000    0.010    0.010    12.000    0.000    0.000  -#--
FIN DE DIMENSIÓN UBIC5
DIM PARL5= PARALELISMO DE LÍNEA LÍN21,RFS A PLANO PLN-B,RFS LONGEXTENDIDA=0.000
UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE    NOMINAL    +TOL    -TOL    MED    DESV    FUERATOL
M      0.000      0.010    0.000    0.000    0.000    0.000  #---
DIM PARL6= PARALELISMO DE LÍNEA LÍN24,RFS A PLANO PLN-A,RFS LONGEXTENDIDA=0.000
UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE    NOMINAL    +TOL    -TOL    MED    DESV    FUERATOL
M      0.000      0.010    0.000    0.000    0.000    0.000  #---
COMENTARIO/LECTURAS,NO,
----- LADO 4 -----
DIM PERP_P5-A= PERPENDICULARIDAD DE PLANO PLN5,RFS A PLANO PLN-A,RFS UNIDADES=MM
, $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE    NOMINAL    +TOL    -TOL    MED    DESV    FUERATOL
M      0.000      0.010    0.000    0.000    0.000    0.000  #---
DIM PERP_P5-C= PERPENDICULARIDAD DE PLANO PLN5,RFS A PLANO PLN-C,RFS UNIDADES=MM
, $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE    NOMINAL    +TOL    -TOL    MED    DESV    FUERATOL
M      0.000      0.010    0.000    0.000    0.000    0.000  #---
DIM UBIC_P5= UBICACIÓN DE PLANO PLN5 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO
EJE    NOMINAL    +TOL    -TOL    MED    DESV    FUERATOL
Y      -49.000    0.010    0.010    -49.000    0.000    0.000  -#--
FIN DE DIMENSIÓN UBIC_P5
DIM UBIC6= UBICACIÓN DE CÍRCULO CIR8 UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS SEMIÁNGULO=NO
EJE    NOMINAL    +TOL    -TOL    MED    DESV    FUERATOL
X      0.000      0.010    0.010    0.000    0.000    0.000  -#--
Z      -49.000    0.010    0.010    -49.000    0.000    0.000  -#--
D      12.000    0.010    0.010    12.000    0.000    0.000  -#--
FIN DE DIMENSIÓN UBIC6
DIM PARL7= PARALELISMO DE LÍNEA LÍN27,RFS A PLANO PLN-C,RFS LONGEXTENDIDA=0.000
UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE    NOMINAL    +TOL    -TOL    MED    DESV    FUERATOL
M      0.000      0.010    0.000    0.000    0.000    0.000  #---
DIM PARL8= PARALELISMO DE LÍNEA LÍN30,RFS A PLANO PLN-A,RFS LONGEXTENDIDA=0.000
UNIDADES=MM , $
GRAFICO=DES TEXTO=DES MULT=10.00 SALIDA=AMBOS
EJE    NOMINAL    +TOL    -TOL    MED    DESV    FUERATOL
M      0.000      0.010    0.000    0.000    0.000    0.000  #---

```

Anexo 3

Informe resultante de medición CMM



NOMBRE DE PIEZA : TFM

julio 03, 2024

17:52

NUMERO DE REV :

NUMERO DE SERIE :

CUENTA DE ESTADS : 1

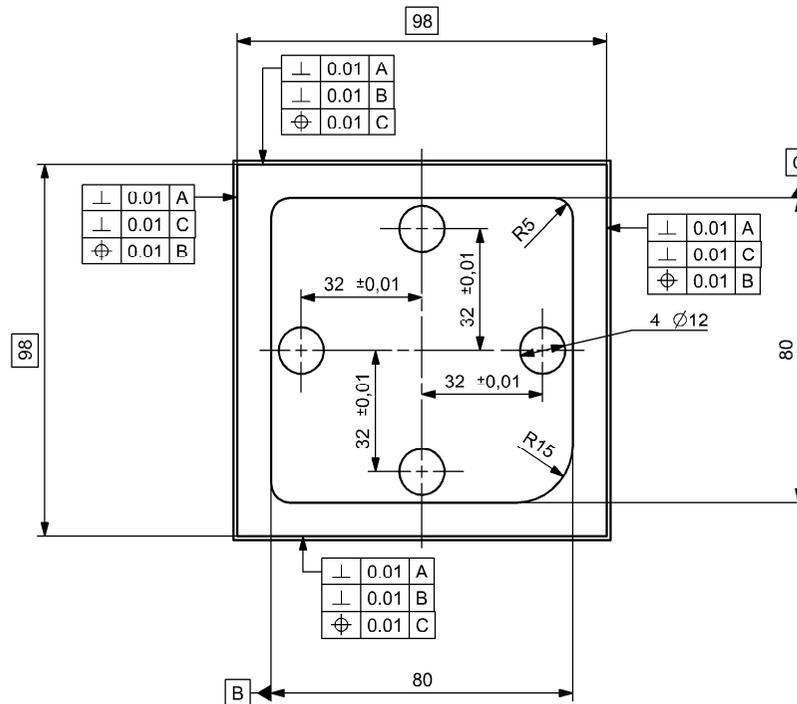
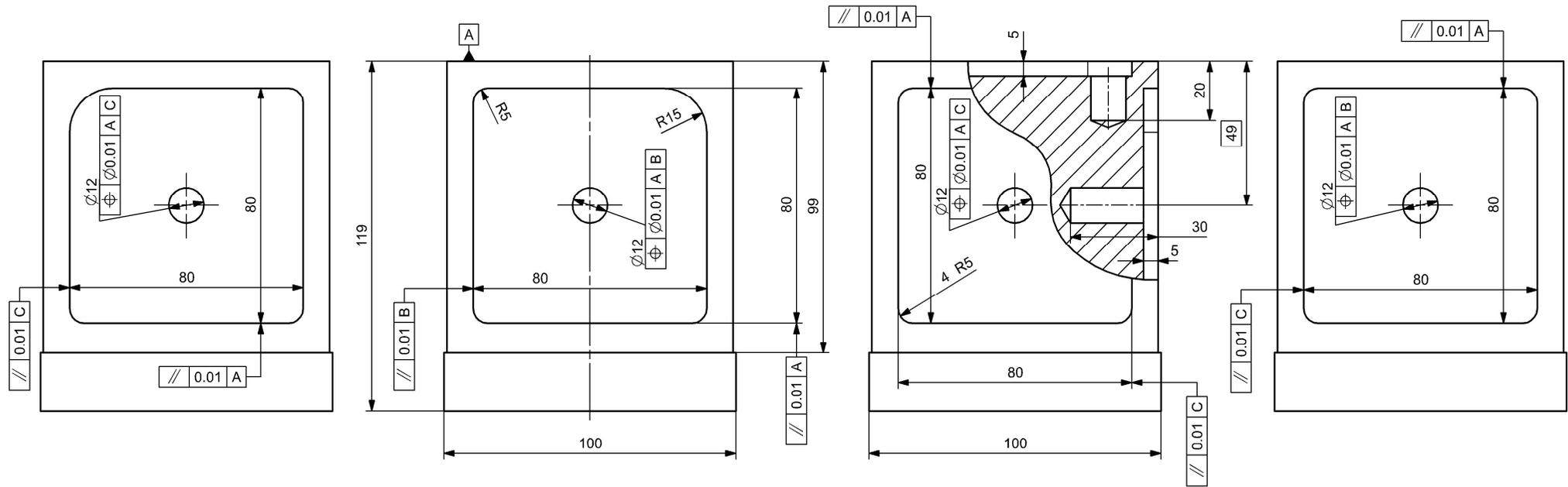
⊕		MM	UBIC1 - CIR1				
EJE	NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FUERATOL	
X	32.000	0.010	0.010	32.000	0.000	0.000	
Y	0.000	0.010	0.010	0.000	0.000	0.000	
D	12.000	0.010	0.010	12.000	0.000	0.000	
⊕		MM	UBIC2 - CIR2				
EJE	NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FUERATOL	
X	0.000	0.010	0.010	0.000	0.000	0.000	
Y	32.000	0.010	0.010	32.000	0.000	0.000	
D	12.000	0.010	0.010	12.000	0.000	0.000	
⊕		MM	UBIC3 - CIR3				
EJE	NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FUERATOL	
X	-32.000	0.010	0.010	-32.000	0.000	0.000	
Y	0.000	0.010	0.010	0.000	0.000	0.000	
D	12.000	0.010	0.010	12.000	0.000	0.000	
⊕		MM	UBIC4 - CIR4				
EJE	NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FUERATOL	
X	0.000	0.010	0.010	0.000	0.000	0.000	
Y	-32.000	0.010	0.010	-32.000	0.000	0.000	
D	12.000	0.010	0.010	12.000	0.000	0.000	
└		MM	PERP_P2-A - PLN2 A PLN-A				
EJE	NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FUERATOL	
M	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	
└		MM	PERP_P2-B - PLN2 A PLN-B				
EJE	NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FUERATOL	
M	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	
⊕		MM	UBIC_P2 - PLN2				
EJE	NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FUERATOL	
X	49.000	0.010	0.010	49.000	0.000	0.000	
⊕		MM	UBIC_C5 - CIR5				
EJE	NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FUERATOL	
Y	0.000	0.010	0.010	0.000	0.000	0.000	
Z	-49.000	0.010	0.010	-49.000	0.000	0.000	
D	12.000	0.010	0.010	12.000	0.000	0.000	
//		MM	PARL1 - LÍN9 A PLN-B				
EJE	NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FUERATOL	
M	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	

//	MM	PARL2 - LÍN12 A PLN-A					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
M		0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	<input type="text"/>
└	MM	PERP_P3-A - PLN3 A PLN-A					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
M		0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	<input type="text"/>
└	MM	PERP_P3-C - PLN3 A PLN-C					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
M		0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	<input type="text"/>
⊕	MM	UBIC_P3 - PLN3					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
Y		49.000	0.010	0.010	49.000	0.000	<input type="text"/>
⊕	MM	UBIC_C6 - CIR6					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
X		0.000	0.010	0.010	0.000	0.000	<input type="text"/>
Z		-49.000	0.010	0.010	-49.000	0.000	<input type="text"/>
D		12.000	0.010	0.010	12.000	0.000	<input type="text"/>
//	MM	PARL3 - LÍN15 A PLN-C					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
M		0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	<input type="text"/>
//	MM	PARL4 - LÍN18 A PLN-A					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
M		0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	<input type="text"/>
└	MM	PERP_P4-A - PLN4 A PLN-A					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
M		0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	<input type="text"/>
└	MM	PERP_P4-B - PLN4 A PLN-B					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
M		0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	<input type="text"/>
⊕	MM	UBIC_P4 - PLN4					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
X		-49.000	0.010	0.010	-49.000	0.000	<input type="text"/>
⊕	MM	UBIC5 - CIR7					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
Y		0.000	0.010	0.010	0.000	0.000	<input type="text"/>
Z		-49.000	0.010	0.010	-49.000	0.000	<input type="text"/>
D		12.000	0.010	0.010	12.000	0.000	<input type="text"/>
//	MM	PARL5 - LÍN21 A PLN-B					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
M		0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	<input type="text"/>

//	MM	PARL6 - LÍN24 A PLN-A					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
M		0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
└	MM	PERP_P5-A - PLN5 A PLN-A					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
M		0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
└	MM	PERP_P5-C - PLN5 A PLN-C					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
M		0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
⊕	MM	UBIC_P5 - PLN5					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
Y		-49.000	0.010	0.010	-49.000	0.000	0.000
⊕	MM	UBIC6 - CIR8					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
X		0.000	0.010	0.010	0.000	0.000	0.000
Z		-49.000	0.010	0.010	-49.000	0.000	0.000
D		12.000	0.010	0.010	12.000	0.000	0.000
//	MM	PARL7 - LÍN27 A PLN-C					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
M		0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
//	MM	PARL8 - LÍN30 A PLN-A					
EJE		NOMINAL	+TOL	-TOL	MED	DESV	FJERATOL
M		0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000

Anexo 4

Plano de la pieza



1. Vistas laterales son iguales exepcto R15.
2. Tolerancias no especificadas según ISO 2768-mK.
3. Rugosidad Ra 2.5.
4. Se permiten radios 0,5 mm max de herramienta de corte.

				Aluminio	6061	100x100x120
Nº	Observaciones	Norma		Material	Marca	Medidas en Bruto
Edición						
Dibujado	Fecha:	01.07.2024	Nombre	Pável Vólkin		
Comprobado	Fecha:		Nombre			
Escala: 1:1						
Unidades: mm						
Pieza de prueba						
						Lamina 1/1