



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Diseño y estudio técnico de un centro de mecanizado para elementos ornamentales de aluminio

MEMORIA PRESENTADA POR:

Iván Navarro Guillem

TUTOR/A:

Miguel Jorge Reig Pérez

Grado en Ingeniería Mecánica

Convocatoria de defensa: Marzo 2022

Resumen

El TFG tiene como objetivo el diseño de un bastidor estructural y los elementos móviles de un centro de mecanizado para producir elementos ornamentales de aluminio.

Con este supuesto, se han realizado una serie de cálculos, análisis y estudios, para encontrar la mejor solución posible para la creación en un futuro del centro de mecanizado. Después de mantener una reunión las partes interesadas, cliente y estudiante, se establecieron los elementos de entrada que resumían a grandes rasgos el centro de mecanizado. A partir de los supuestos ya se podrá empezar a plasmar la idea. Una idea nacida de la necesidad de optimizar el proceso de fabricación, ya que las piezas que se realiza el cliente tienen muchos procesos de acabado manual. De esta manera se planteó la creación de un equipo para minimizar el trabajo manual.

Por lo tanto, en este Trabajo Final de Grado se ha realizado el estudio y diseño de los diferentes componentes estructurales que conforman el centro de mecanizado.

Para que todos los cálculos mencionados anteriormente cumplieran con su finalidad se siguió la normativa exigible en todos los ámbitos relacionados con estos, para poder llevar a cabo la realización de este proyecto.

Una vez se realizó el diseño y cálculo pertinentes, se procedió al análisis de los datos obtenidos y posteriormente se realizó el estudio de costes y presupuesto de la solución técnica final.

Palabras clave

Centro
Mecanizado
Aluminio
Elementos ornamentales
Bastidor

Summary

The objective of the TFG is the design of a structural frame and the mobile elements of a machining center to produce ornamental aluminum elements.

With this assumption, a series of calculations, analyzes and studies have been carried out to find the best possible solution for the future creation of the machining center. After holding a meeting with the interested parties, client and student, the input elements that broadly summarized the machining center were established. From the assumptions you can start to shape the idea. An idea born from the need to optimize the manufacturing process, since the pieces that the client makes have many manual finishing processes. In this way, the creation of a team was proposed to minimize manual work.

Therefore, in this Final Degree Project, the study and design of the different structural components that make up the machining center have been carried out.

In order for all the calculations mentioned above to fulfill their purpose, the required regulations were followed in all areas related to them, in order to carry out this project.

Once the pertinent design and calculation were carried out, the data obtained was analyzed and subsequently the cost and budget study of the final technical solution was carried out.

Keywords

Center
Mechanize
Aluminum
Ornamental elements
Chassis

Tabla de contenidos

MEMORIA	9
1. Antecedente.	9
2. Introducción.	9
3. Estado del arte.	12
4. Metodología de trabajo.	16
4.1 Secuenciación de actividades.	16
5. Necesidades particulares y limitaciones	18
6. Justificación de la solución adoptada.	19
7. Desarrollo.	20
7.1 Elementos del centro de mecanizado	20
7.1.1 Elementos estructurales	20
7.1.2 Guías lineales	23
7.1.3 Husillo	24
7.1.4 Motores ejes	26
7.1.5 Motor cabezal corte	27
7.1.6 Rodamientos	28
7.2. Elementos de fabricación	31
7.2.1 Lateral derecho e izquierdo	31
7.2.2 Placa soporte lateral motor Y	32
7.2.3 Placa soporte motor eje Y	32
7.2.4 Placa soporte eje X	33
7.2.5 Placa guía eje X	33
7.2.6 Placa soporte rodamiento eje X	34
7.2.7 Placa base motor eje X	34
7.2.8 Placa soporte motor eje X	35
7.2.9 Placa soporte bloque cabezal	35
7.2.10 Placa guía eje Y	36
7.2.11 Placa soporte cabezal	36
8. Selección de materiales.	37
9. Recursos y medios empleados en el desarrollo del TFG.	37
10. Conclusiones.	38
11. Referencias Bibliográficas.	39
Referencias	39
ANEXOS	40
A1 – Cálculos justificativos.	40
A1.1- Determinación esfuerzos de corte	40
A1.2-Cálculo estructural de elementos del chasis.	43

A1.2.1- Cálculo carro móvil Fuerza en sentido axial.	43
A1.2.2- Cálculo carro móvil Fuerza vertical.	45
A1.2.3-Flecha máxima carro móvil	47
A1.2.4-Calculo componente 1200mm mesa	47
A1.2.5-Calculo componente 1800mm mesa	50
A1.3-Selección de materiales para componentes mecanizados	52
A1.4-Simulaciones.	55
Supuestos simulaciones	55
Tabla posiciones	59
Análisis posición 1	62
Análisis posición 2	64
Análisis posición 3	66
Análisis posición 4	68
Análisis posición 5	70
Análisis posición 6	72
Análisis posición 7	73
Análisis posición 8	74
Análisis posición 9	75
Resultados obtenidos.	76
A.2 Estudio económico	77
A.3 Catálogos.	83
PLANOS.	91
PLIEGO DE CONDICIONES.	119
PRESUPUESTO.	122
Subconjunto estructura mesa	122
Subconjunto cabezal+guías	124

Índice de tablas.

Tabla 1. Diagrama de Gantt.....	17
Tabla 2. Medida husillos	25
Tabla 3. Medida tuercas.....	26
Tabla 4. Especificaciones motor paso a paso	26
Tabla 5. Datos del cálculo rodamiento bolas eje X	29
Tabla 6. Datos del cálculo rodamiento bolas eje Y	30
Tabla 7. Datos iniciales calculo esfuerzos.....	40
Tabla 8. Datos obtenidos esfuerzos	42
Tabla 9. Resumen posiciones simuladas estructura completa.....	60
Tabla 10. Resumen posiciones simuladas subensamblajes	61
Tabla 11. Resumen datos obtenidos simulación.....	76
Tabla 12. Resumen supuestos económicos	78
Tabla 13. Datos supuesto 1.....	78
Tabla 14. Datos supuesto 2.....	79
Tabla 15. Datos supuesto 3.....	79
Tabla 16. Datos supuesto 4.....	80
Tabla 17. Datos supuesto 5.....	80
Tabla 18. Datos supuesto 6.....	80
Tabla 19. Datos supuesto 7.....	80
Tabla 20. Resumen amortización mensual	81
Tabla 21. Resumen amortización anual y tiempo amortización.....	81
Tabla 22. Resumen amortización de un 25%	82
Tabla 23. Comparación beneficios mensuales	82
Tabla 24. Componentes estructura mesa	122
Tabla 25. Coste elementos mesa.....	123
Tabla 26. Coste piezas fabricadas.....	131
Tabla 27. Coste elementos de compra	132
Tabla 28. Resumen costes totales	132

Índice de imágenes.

Figura 1.Kit medieval	10
Figura 2. Escudo 40x30 cm	10
Figura 3. Espada ornamental 70cm de largo	10
Figura 4.escudo con heráldica 60x40 cm	10
Figura 5.Escudo pulido y sin pulir 40x30 cm.....	11
Figura 6. Pechera	11
Figura 7. Brazalete.....	11
Figura 8. Centro de mecanizado sobremesa casero	12
Figura 9. Centro de mecanizado sobremesa casero	12
Figura 10. Centro de mecanizado sobremesa casero	13
Figura 11.Centro de mecanizado sobremesa casero	13
Figura 12. Centro de mecanizado sobremesa casero	13
Figura 13. Centro de mecanizado sobremesa casero (mesa móvil).....	14
Figura 14. Centro de mecanizado sobremesa casero (mesa fija).....	14
Figura 15. Centro de mecanizado para madera	14
Figura 16. Boceto centro de mecanizado.....	19

Figura 17. Centro de mecanizado en 3D	20
Figura 18. Mesa de trabajo en 3D.....	20
Figura 19. Perfil 60x60F 3D.....	21
Figura 20. Perfil 60x60F.....	21
Figura 21. Perfil 32x180 3D	22
Figura 22. Perfil 32x180.....	22
Figura 23. Perfil 32x180 en centro de mecanizado	22
Figura 24. Características guía 1800mm	23
Figura 25. Características guías 420 y 1300 mm	23
Figura 26. Tipo de mecanizado husillos de bolas.....	24
Figura 27. Husillo y tuerca rosca redonda.....	25
Figura 28. Tipos tuerca rosca redonda.....	25
Figura 29. Motores tipo 6067	27
Figura 30. Características motor seleccionado	27
Figura 31. Soportes de pie con rodamiento de bolas, SY 15 FM.....	28
Figura 32. Soporte de pie eje X, SY 503 M	28
Figura 33. Rodamiento bolas eje X, YET 203/15	29
Figura 34. Unidad de rodamiento de bolas con pestaña cuadrada, FY 15FM.....	29
Figura 35. Soporte con pestaña FY 503 M.....	30
Figura 36. Rodamiento bolas eje Y, YET 203/15	30
Figura 37. Lateral derecho 3D.....	31
Figura 38. Placa soporte lateral motor Y 3D.....	32
Figura 39. Placa soporte motor eje Y 3D	32
Figura 40. Placa soporte eje X 3D.....	33
Figura 41. Placa guía eje X 3D.....	33
Figura 42. Placa soporte rodamient eje X 3D.....	34
Figura 43. Placa base motor eje X 3D.....	34
Figura 44. Placa soporte motor eje X 3D	35
Figura 45. Placa soporte bloque cabezal 3D.....	35
Figura 46. Placa guía eje Y 3D.....	36
Figura 47. Placa soporte cabezal 3D	36
Figura 48. Fijaciones análisis	56
Figura 49. Estructura mallada.....	57
Figura 50. Dirección fuerzas en la simulación	57
Figura 51. Von Misses Posición 1	62
Figura 52. Von Misses posición 1 Escala.....	62
Figura 53. Deformación posición 1	63
Figura 54. Deformación posición 1 Escala.....	63
Figura 55. Von Misses posición 2	64
Figura 56. Von Misses posición 2 Escala.....	64
Figura 57. Deformación posición 2	65
Figura 58. Deformación posición 2 Escala.....	65
Figura 59. Von Misses posición 3	66
Figura 60. Von Misses posición 3 Escala.....	66
Figura 61. Deformación posición 3	67
Figura 62. Deformación posición 3 Escala.....	67
Figura 63. Von misses posición 4.....	68
Figura 64. Von misses posición 4 Escala	68

Figura 65. Deformación posición 4	69
Figura 66. Deformación posición 4 Escala.....	69
Figura 67. Von Misses Posicion 5	70
Figura 68. Von Misses Posicion 5 Escala	70
Figura 69. Deformación posición 5	71
Figura 70. Deformación posición 5 Escala.....	71
Figura 71. Von Misses posición 6 Escala.....	72
Figura 72. Deformación posición 6 Escala.....	72
Figura 73. Von Misses posición 7 Escala.....	73
Figura 74. Deformación posición 7 Escala.....	73
Figura 75. Von Misses posicion 8 Escala.....	74
Figura 76. Deformación posición 8 Escala.....	74
Figura 77. Von Misses posicion 9 Escala.....	75
Figura 78. Deformación posición 9 Escala.....	75

MEMORIA

1. Antecedente.

En este proyecto se ha realizado el estudio estructural de un centro de mecanizado, diseñado para un tipo de fabricación y material en concreto. Viendo los centros de mecanizado existentes en el mercado. Se ha realizado el diseño de una máquina herramienta más económica de creación casera que va a poder realizar la mayoría de las funciones de las máquinas herramientas sin mayor esfuerzo para la estructura. Ya que se ha diseñado a conciencia para que pueda favorecer el trabajo manual de un artesano del metal.

La idea desarrollada ha sido inspirada por las máquinas herramienta que hay actualmente en el mercado, adaptándola a las necesidades del cliente. Con lo que esta máquina herramienta está hecha a medida para hacer los trabajos para los que el cliente la necesita, y capacitada para hacer algunos trabajos extra que no se mencionan.

El objeto de este TFG es la optimización del trabajo artesano en la creación de elementos ornamentales mediante la fabricación de un centro de mecanizado Ad Hoc para la realización de dichas piezas ornamentales, elementos artesanales de tipo medieval, como por ejemplo escudos de chapa, espadas, cascos, etc... teniendo una mejora productiva en la creación de estos elementos, abaratando los costes de fabricación para intentar obtener un mayor beneficio en este tipo de elementos realizados a medida.

El objetivo del proyecto se basa en la optimización del trabajo realizado para las piezas ornamentales y elementos de tipo medieval realizadas por un artesano del metal. Para cumplir dicho objetivo, se plantea el estudio de diseñar una máquina que pueda reducir los tiempos de operación.

Gracias a la reducción de estos tiempos, se puede conseguir una mayor disponibilidad y un aumento de los beneficios por pieza entregada. Ambos puntos repercutirán en una mayor satisfacción del cliente y por tanto un mayor nivel de fidelidad.

Esta ventaja competitiva asociada a una estrategia de marketing planificada podría suponer un aumento de los encargos realizados.

2. Introducción.

La necesidad de este estudio viene dada por el supuesto de tener una máquina para adelantar trabajo manual, hacer grabados y aprovechar el tiempo que la máquina está trabajando para estar realizando otras operaciones.

Por estos motivos se pidió la creación de un centro de mecanizado al alumno en cuestión, para de esta forma tener un centro de mecanizado que se pueda ocupar de los trabajos previos al acabado de las piezas.

Este centro de mecanizado está pensado para cortar aluminio de hasta 3 mm máximo de espesor, el material utilizado por el cliente para realizar los elementos ornamentales que a continuación se mostrarán en imágenes.



Figura 1. Kit medieval



Figura 2. Escudo 40x30 cm



Figura 3. Espada ornamental 70cm de largo



Figura 4. escudo con heráldica 60x40 cm



Figura 5. Escudo pulido y sin pulir 40x30 cm



Figura 6. Pechera



Figura 7. Brazalete

Este tipo de trabajos es muy artesanal, y se quiere mejorar tiempos en la medida de lo posible, haciendo que el trabajo que se hace de forma manual con el corte, lo haga en este caso un centro de mecanizado. De esta forma se reduce el tiempo de espera del cliente final, también se consigue un mayor aprovechamiento del material base, se consiguen las medidas deseadas con mayor tolerancia.

Todo esto al final va a obtener un mayor beneficio para nuestro cliente. Se reducen tiempos, se reduce materia prima, etc...

3. Estado del arte.

Al realizar un estudio de lo que existe en el mercado, con respecto al centro de mecanizado se vieron multitud de máquinas caseras hechas a mano. Y observando las máquinas se fue iniciando la forma que se le quería dar a este centro de mecanizado, y más que la forma la manera en que se requería que trabajara. A continuación, se muestran algunas de las máquinas observadas en el mercado.

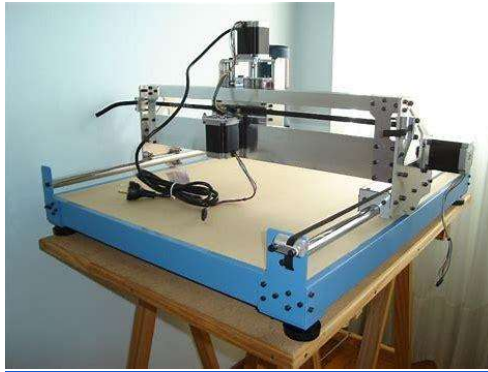


Figura 8. Centro de mecanizado sobremesa casero

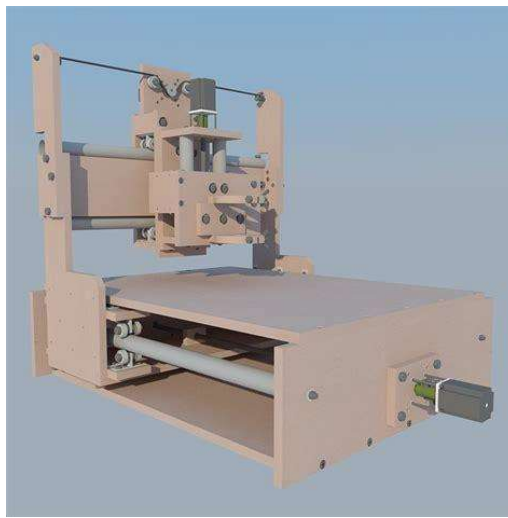


Figura 9. Centro de mecanizado sobremesa casero

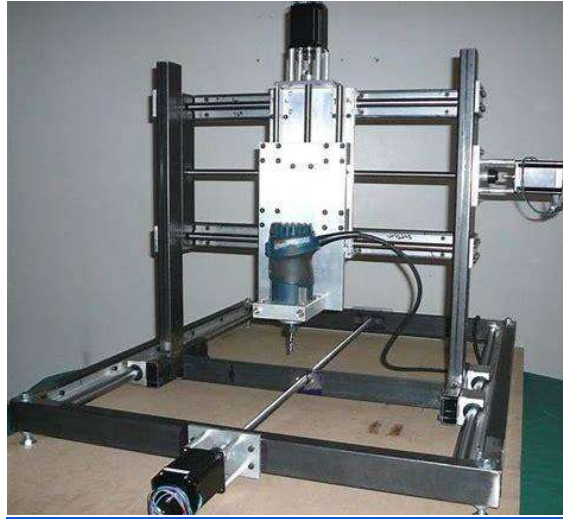


Figura 10. Centro de mecanizado sobremesa casero



Figura 11. Centro de mecanizado sobremesa casero



Figura 12. Centro de mecanizado sobremesa casero

Existen de centros de mecanizados, los cuales se pueden diferenciar en un punto en concreto, este punto es que la mesa se puede mover o los que es el pórtico que contiene el husillo el que posee todos los movimientos mientras que la mesa está fija.

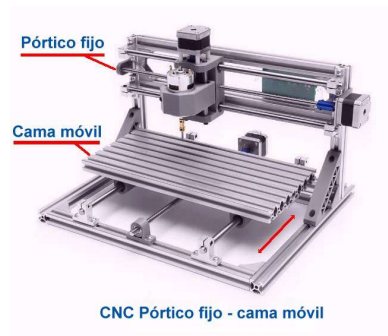


Figura 13. Centro de mecanizado sobremesa casero (mesa móvil)

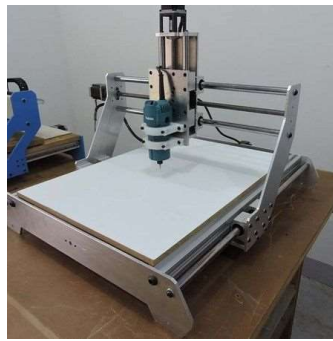


Figura 14. Centro de mecanizado sobremesa casero (mesa fija)

Observando los centros de mecanizado del mercado y los fabricados de forma casera, se llegó a la conclusión de que una de las mejores maneras para conseguir las dimensiones que se requerían por el tamaño de piezas a realizar. Era hacer una mesa con perfiles estructurales de aluminio a la que se le aplicaría encima la bancada móvil que recorriera el lado más largo, debido a que las dimensiones que el cliente requería eran que la bancada o el espacio útil de trabajo debía ser de 1500mm de largo por 1000 mm de ancho, debido al tamaño del material adquirido para la fabricación. Además de que en este caso se planteó el centro de mecanizado con una mesa fija, dándole el movimiento al pórtico que aloja el husillo, de esta forma se llegó a conseguir más margen de creación de piezas con un tamaño menor. El pórtico debe de ser móvil porque así se limitan los movimientos del carro en unos pocos elementos, la máquina no se hace tan voluminosa y con menor tamaño podemos conseguir las medidas que el cliente requiere por tamaño de piezas. También de esta manera la bancada ayuda a que sea la maquina más robusta.

En el mercado salvo alguna excepción de máquina que posea movimiento en un cuarto o quinto eje, se suele ver en un gran porcentaje centros de mecanizado con bancada fija en los cuales encontramos el movimiento en el pórtico.



Figura 15. Centro de mecanizado para madera

Como se aprecia en la ilustración 15 se ve un centro de mecanizado de madera con la bancada fija, en donde el pórtico soporta todos los movimientos. En este caso posee movimiento en los ejes X, Y, Z.

Una máquina de las dimensiones que requiere el cliente debe de ser una máquina robusta y capaz de soportar los esfuerzos a los que se va a someter.

Por lo que debía de realizar un buen estudio estructural para que dicha máquina soporte las cargas a las que se va a someter con el corte del material que especifica el cliente. Para ello en el trabajo se dividió la secuencia de trabajo.

4. Metodología de trabajo.

4.1 Secuenciación de actividades.

En la definición de este proyecto se ha seguido la siguiente secuenciación de actividades:

1. Definición básica de la estructura del centro de mecanizado.

En este apartado se ha definido la máquina en base a las especificaciones del cliente. En cuanto a dimensiones útiles de trabajo (1500x1000 mm), consensuada con el cliente la forma básica de la máquina, en función del espacio disponible que tenía en el taller, llegando a la conclusión de que la mejor forma tenía que disponer de una mesa estructural.

2. Definición de las características básicas del centro de mecanizado.

En este punto el cliente definió que material era el que iba a procesar con dicha máquina. En este caso en concreto el cliente trabajará con aluminio de espesores máximos de 3 mm. Con herramientas de un diámetro máximo de 3mm. Con estos datos de partida más los plasmados en las restricciones del cliente se procede al siguiente punto.

3. Cálculos previos de condiciones iniciales de corte.

En este punto se trata de hacer los cálculos previos de velocidades, fuerzas máximas, etc.... a las que la máquina estará expuesta durante su vida, para posteriormente poder realizar los cálculos estructurales de la máquina. Con la finalidad de conocer si cumpliera con los requisitos mínimos y máximos de estabilidad requeridos para su buena funcionalidad estructural.

4. Creación del 3d del centro de mecanizado.

En este apartado se va a crear el diseño 3d del centro de mecanizado con todos los elementos plasmados en el conjunto y ensamblados con la disposición final de estos dentro de la máquina.

5. Creación de planos técnicos.

En este apartado se obtendrán los planos técnicos de las piezas que conforman la estructura del centro de mecanizado, definiendo así las medidas de estos componentes para posteriormente poder fabricarlos y realizar en un futuro el centro de mecanizado.

6. Análisis estructural del 3d.

En dicho apartado se analiza estructuralmente el centro de mecanizado en las posiciones más desfavorables de trabajo con las fuerzas calculadas en el anexo de cálculos justificativos. Posteriormente se comentarán los resultados comprobando si el diseño realizado cumpliría con los requisitos máximos en los que se podría encontrar dicho centro de mecanizado en el momento en que esté realizando el trabajo para el cual se ha diseñado.

7. Cálculo del presupuesto.

Por último, se realizará un cálculo lo más aproximado posible del coste de la estructura del centro de mecanizado para poder compartir con el cliente y ver si se ajusta a su presupuesto.

ACTIVIDADES	TIEMPO DE DURACIÓN											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Definición básica de la estructura del centro de mecanizado.	■	■										
Definición de las características básicas del centro de mecanizado.		■	■									
Cálculos previos de condiciones iniciales de corte.			■	■								
Creación del 3D del centro de mecanizado.				■	■	■						
Creación de planos técnicos.						■	■					
Análisis estructural del 3D.							■	■	■	■		
Cálculo del presupuesto.										■	■	■

Tabla 1. Diagrama de Gantt

5. Necesidades particulares y limitaciones

El proyecto va anclado a una serie de restricciones dadas por cliente y seleccionadas por el alumno, para limitar la máquina que condicionan mucho las características de la máquina. Las restricciones son las siguientes:

- El material que cortar en la máquina será una chapa de aluminio **1050A** de un grosor máximo de **3mm**.
- La fresa máxima a utilizar será de un diámetro de **3 mm**, esta restricción es para intentar aprovechar al máximo el material y no desperdiciar material en la fabricación.
- Las dimensiones de la máquina son voluminosas por el tipo de piezas que se van a realizar en dicha máquina. Ya que el tipo de piezas son escudos de unos **600 mm**, espadas **700 mm**, se decidió que la bancada de la máquina debería de ser **1000 mm** de ancho mínimo, y **1500 mm** de largo mínimo. Tal como se puede ver en las imágenes anteriores. (Ver ilustraciones de la 1 a la 7)
- Las tolerancias de las piezas serán altas, ya que el tipo de piezas no son muy rigurosas y en el caso que no sean las medidas exactas se cree mejor para las piezas debido a que son piezas artesanales, con lo que no son ninguna igual, sino idénticas. Definida por la calidad de piezas que se quiere obtener la tolerancia dimensional elegida es de **±1 mm**.

6. Justificación de la solución adoptada.

La solución que se creyó más óptima por el tipo de piezas a elaborar fue la siguiente. Un centro de mecanizado en el cual los movimientos principales los soporte la mesa de trabajo. Una de las limitaciones que se han creído más convenientes es dotar al eje X con mayor movilidad que los ejes Y y Z. Ya que el centro de mecanizado ha sido compuesto con el eje X al largo de la mesa y el eje Y al ancho de la mesa.

Técnicamente se creyó que con esta tipología de máquina se podía conseguir una buena calidad de las piezas, además de conseguir que la máquina cumpliera con los requisitos que se determinan para su uso.

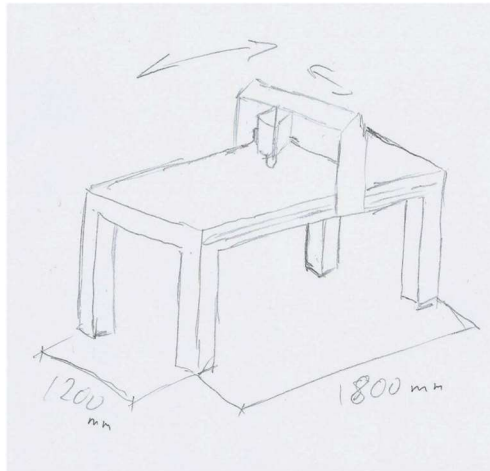


Figura 16. Boceto centro de mecanizado

Puesto que el movimiento será con el eje X como eje principal, esto proporciona una limitación de movimientos. Que a su vez también implica una reducción de costes puesto que al simplificar los movimientos sobre uno de los ejes como principal, no tenemos que utilizar más elementos móviles. Con esto se consigue menos piezas sobre las que ejercer mantenimiento y reducir los errores de construcción.

7. Desarrollo.

7.1 Elementos del centro de mecanizado

La solución adoptada y desarrollada se muestra en la siguiente figura. En ella se muestra el tipo de máquina conceptuada anteriormente con todos los elementos que conforman el centro de mecanizado.



Figura 17. Centro de mecanizado en 3D

A continuación, se va a desglosar las piezas que conforman el centro de mecanizado y para justificar la solución adoptada.

7.1.1 Elementos estructurales

Perfilería mesa



Figura 18. Mesa de trabajo en 3D

Como se observa en la figura anterior, la estructura de la mesa de trabajo esta ensamblada con perfiles estructurales. Dichos perfiles son de aluminio extruido. Los perfiles de aluminio extruidos que conforman la estructura de la mesa, se eligió que fueran de aluminio estructural ya que estos perfiles, se encuentran en el mercado de forma estandarizada. Además, ayudan a dar una solución más económica al diseño. Son de fácil montaje, además de poseer una gran resistencia estructural.

También absorben de una manera más eficiente las posibles vibraciones que puedan ocasionar el corte de las piezas deseadas.

El perfil de aluminio modular permite adaptar la configuración de cualquier máquina gracias a su flexibilidad de adaptación y al gran número de elementos de montaje que disponemos en el mercado. Este tipo de perfiles al ser de aluminio extruido son menos pesados y más maleables.

Estos perfiles estandarizados facilitan el montaje y desmontaje del centro de mecanizado, pero además aportan estructuras económicas pero robustas.

Toda la parte estructural que forma la estructura madre utiliza un perfil 60x60F de la casa MINITEC, con diferentes medidas en función a su ubicación.



Figura 19. Perfil 60x60F 3D

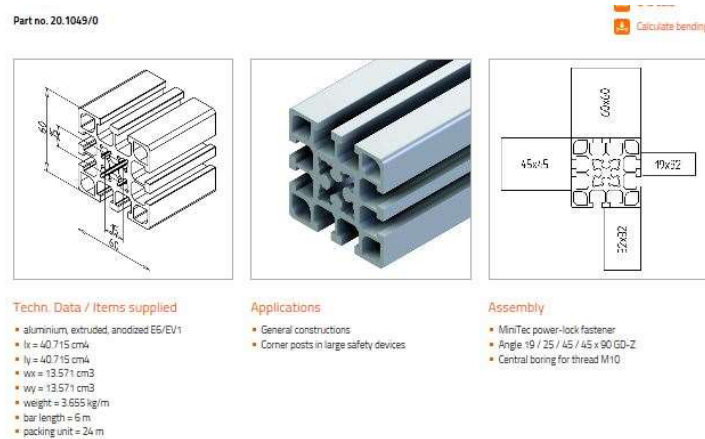


Figura 20. Perfil 60x60F

Esta perfilería solo contará con los siguientes procesos. Corte a medida con sierra circular (escuadradora), montaje con ensambles y tornillos adecuados.

Este tipo de perfilería no tendrá ningún proceso de taladrado, ya que su forma contiene hendiduras que facilitan el montaje con sus adecuados acoples.

En cuanto a la parte de apoyo de la mesa de trabajo estará compuesta por el siguiente tipo de perfil mostrado en la figura 21. Este perfil 32x180 es utilizado en muchas bancadas de máquinas, debido a la forma que posee, ya que da un sinfín de utilidades a dichas mesas, sobre todo para poder atornillar en ellas platos divisores, mordazas, etc.

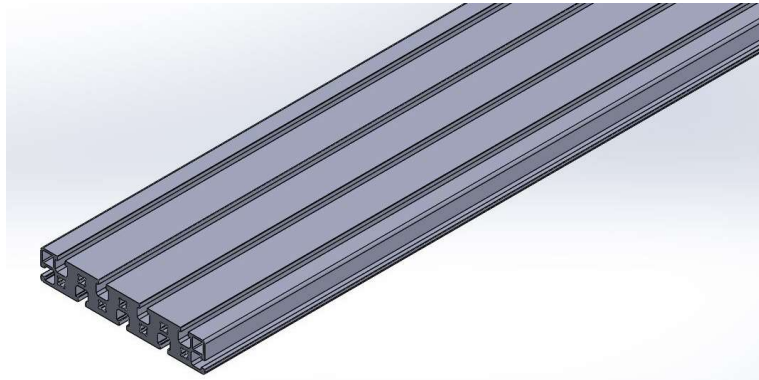


Figura 21. Perfil 32x180 3D

Part no. 20.1016/0 Calculate bending

Techn. Data / Items supplied <ul style="list-style-type: none">aluminium, extruded, anodized E6/EV1$I_x = 33.804 \text{ cm}^4$$I_y = 843.825 \text{ cm}^4$$W_x = 21.068 \text{ cm}^3$$W_y = 93.758 \text{ cm}^3$weight = 9.539 kg/mbar length = 6 mpacking unit = 6 m	Applications <ul style="list-style-type: none">Slide plate LRTensioning areaBase platesAll types of heavy constructions	Assembly <ul style="list-style-type: none">MiniTec power-lock fastenerMounting bracket 45 or 90Screw connection

Figura 22. Perfil 32x180

Estos perfiles mostrados en las figuras 21 y 22, fueron utilizados en la mesa de trabajo, y además se utilizan en el carro móvil como unión central del carro, como se puede observar en la siguiente figura 23.

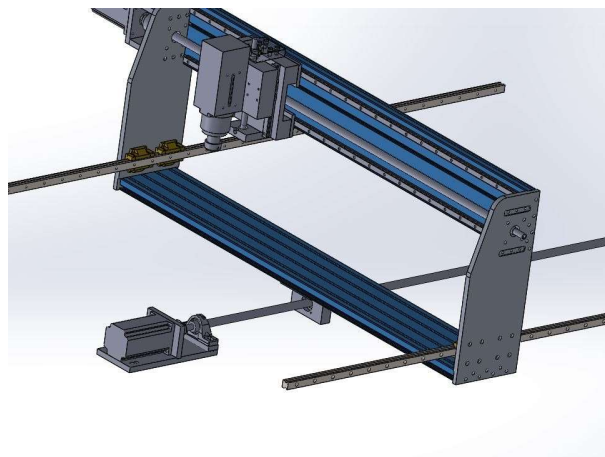


Figura 23. Perfil 32x180 en centro de mecanizado

Al igual que ocurre con los perfiles de 60x60F, estos perfiles tendrán como procesos de fabricación únicamente el corte y el montaje.

El proveedor además de vender las barras por metros también da la opción de vender dicha perfilería a la medida elegida.

7.1.2 Guías lineales

En cuanto a las guías lineales están seleccionadas de elementos estándar del mercado. Gracias a dicha solución, se aporta al centro de mecanizado una mayor flexibilidad en lo que afecta al mantenimiento, no dependiendo de utilizar soluciones específicas de un determinado fabricante. Dichas guías se han seleccionado de la casa HIWIN.

En este caso se necesitan varias medidas de longitud de guía, 1800 mm, 1300 mm y 200 mm, de cada una de ellas necesitaremos 2 unidades.

En el caso de las guías de 1800 mm de largo el ancho del carril es de 20 mm, en la captura de pantalla que se muestra a continuación se muestran las dimensiones estándar de la barra.

Estas guías son para el eje X del centro de mecanizado

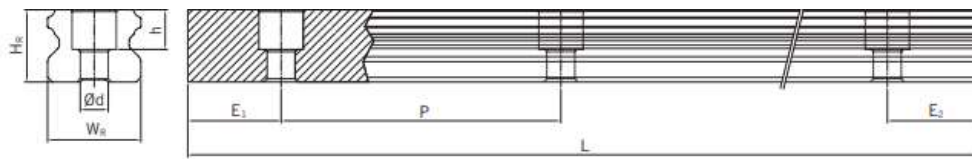


Tabla 3.9 DIMENSIONES DEL RAÍL HGR_R

Series / tamaño	Tornillo montaje para rail (mm)	Dimensiones del rail (mm)						Longitud máx. (mm)	Longitud máx. E ₁ = E ₂ (mm)	E _{1/2} mín. (mm)	E _{1/2} máx. (mm)	Peso (kg/m)
		W _R	H _R	D	h	d	P					
HGR15R	M4 × 16	15	15,0	7,5	5,3	4,5	60	4.000	3.900	6	54	1,45
HGR20R	M5 × 16	20	17,5	9,5	8,5	6,0	60	4.000	3.900	7	53	2,21
HGR25R	M6 × 20	23	22,0	11,0	9,0	7,0	60	4.000	3.900	8	52	3,21
HGR30R	M8 × 25	28	26,0	14,0	12,0	9,0	80	4.000	3.920	9	71	4,47
HGR35R	M8 × 25	34	29,0	14,0	12,0	9,0	80	4.000	3.920	9	71	6,30
HGR45R	M12 × 35	45	38,0	20,0	17,0	14,0	105	4.000	3.885	12	93	10,41
HGR55R	M14 × 45	53	44,0	23,0	20,0	16,0	120	4.000	3.840	14	106	15,08

Figura 24. Características guía 1800mm

En el caso de las guías de 200 y de 1300 milímetros el ancho del carril es de 15 mm en la captura de pantalla que se muestra a continuación se muestran las dimensiones estándar de la barra.

Las guías de 1300 mm de largo son para el eje Y del centro de mecanizado. Mientras que las guías de 200 mm son para el eje Z del centro de mecanizado.

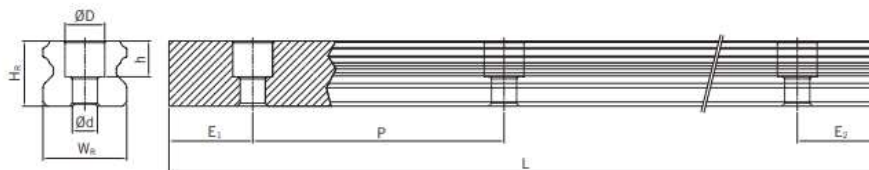


Tabla 3.9 DIMENSIONES DEL RAÍL HGR_R

Series / tamaño	Tornillo montaje para rail (mm)	Dimensiones del rail (mm)						Longitud máx. (mm)	Longitud máx. E ₁ = E ₂ (mm)	E _{1/2} mín. (mm)	E _{1/2} máx. (mm)	Peso (kg/m)
		W _R	H _R	D	h	d	P					
HGR15R	M4 × 16	15	15,0	7,5	5,3	4,5	60	4.000	3.900	6	54	1,45
HGR20R	M5 × 16	20	17,5	9,5	8,5	6,0	60	4.000	3.900	7	53	2,21
HGR25R	M6 × 20	23	22,0	11,0	9,0	7,0	60	4.000	3.900	8	52	3,21
HGR30R	M8 × 25	28	26,0	14,0	12,0	9,0	80	4.000	3.920	9	71	4,47
HGR35R	M8 × 25	34	29,0	14,0	12,0	9,0	80	4.000	3.920	9	71	6,30
HGR45R	M12 × 35	45	38,0	20,0	17,0	14,0	105	4.000	3.885	12	93	10,41
HGR55R	M14 × 45	53	44,0	23,0	20,0	16,0	120	4.000	3.840	14	106	15,08
HGR65R	M16 × 50	63	53,0	26,0	22,0	18,0	150	4.000	3.750	15	135	21,18

Figura 25. Características guías 420 y 1300 mm

Volviendo a las guías el perfil seleccionado aportan una gran resistencia a cargas en todas las direcciones debido a su disposición de 45° de las pistas de bolas. En este caso se contó con estas guías más estándar, ya que dentro de estas se podía solicitar con un recubrimiento de zinc o un recubrimiento de cobre. Para abaratar costos se pidieron sin ningún tipo de recubrimiento.

El material del cual están fabricadas es un acero templado, del cual el fabricante no quiere aportar ningún dato más para evitar plagios de la competencia.

Estas guías tienen como único proceso de fabricación el montaje y ensamblaje en la posición adecuada, mediante tornillos de M4 y M5.

7.1.3 Husillo

Los husillos son los elementos que con ayuda de un motor paso a paso aportan el movimiento en los distintos ejes. Estos pueden ser de varios tipos en función al tipo de rosca y al sentido de giro.

En cuanto al tipo de rosca, existen de rosca trapecial ACME, rosca cuadrada y rosca redonda rectificada.

- La rosca trapecial ACME es la más utilizada para máquinas que tengan que soportar grandes esfuerzos, como prensas o máquinas-herramienta.
- La rosca cuadrada es muy utilizada en tornillos de banco, mordazas, en elementos pequeños para regular el apriete de estos.
- La rosca redonda rectificada es la más utilizada en las máquinas CNC para el desplazamiento de carros o mesas de trabajo.

Se seleccionaron husillos con rosca redonda, cuyo material normalmente suele ser algún acero templado. Ya que este tipo de husillos suele trasladar mejor el movimiento en los ejes.

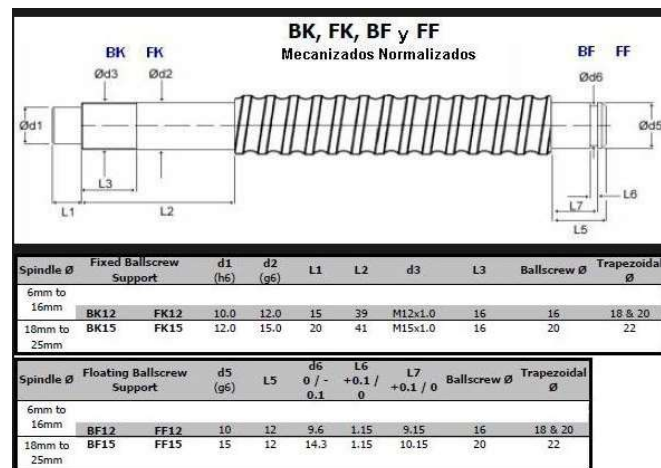


Figura 26. Tipo de mecanizado husillos de bolas



Figura 27. Husillo y tuerca rosca redonda

Como bien se observa en la imagen anterior, el husillo debe de ir en conjunto con una tuerca de bolas. Puesto que el elegido es un husillo de bolas la tuerca será con rosca redonda.

Este tipo de conjunto diseñado para el movimiento de carros es uno de los más fiables en cuanto a movimiento se refiere, ya que en este tipo de husillos existe un movimiento más controlado.

El husillo y tuerca elegida va en función del eje a desplazar. En este caso cada eje dispone de un husillo y tuerca de diferentes medidas.

Eje	Diámetro máx (mm)	Longitud (mm)	Referencia comercial	TYPE
X	20	1576	CNC30085	2005
Y	20	1467	CNC30085	2005
Z	16	267	CNC30082	1605

Tabla 2. Medida husillos

Las tuercas para estos husillos son:



Figura 28. Tipos tuerca rosca redonda

Las tuercas elegidas para los diferentes husillos son elegidas en función del diámetro del husillo en la siguiente tabla detallamos las tuercas:

Eje	Diámetro máx (mm)	Longitud (mm)	Referencia comercial	Modelo
X	20	51	CNC30056	CFU-2005-4 OVAL
Y	20	51	CNC30056	CFU-2005-4 OVAL
Z	16	50	CNC30054	CFU-1605-4 OVAL

Tabla 3. Medida tuercas

7.1.4 Motores ejes

En cuanto a los motores que se utilizaran en los diferentes ejes de movimiento se han elegido en función al avance que se quiere conseguir con estos. El avance máximo que se quería obtener en estos es de 0,1 mm y el mínimo a obtener es de 0.005 mm, con estos datos en los cálculos se obtiene el rango de motor que se necesitaba teniendo en cuenta los husillos y sus tuercas y la potencia del motor a elegir.

En este caso se utilizó un motor paso a paso 8425 (57mm.) que tiene las siguientes características:

Datos	Valor
Ángulo de paso(grados)	1,8
longitud del motor (mm)	76
Corriente nominal (A)	2,5
resistencia de fase (ohmios)	1,8
Inductancia de fase(mH)	6,5
Par de retención (N.cm mín.)	180
Par de retención (N.cm max.)	6,0
Inercia del rotor(g.cm ²)	440
Cable conductor (No.)	4
Peso del motor (g)	1050

Tabla 4. Especificaciones motor paso a paso

Con dichos motores se consiguió cumplir con los requisitos mínimos y máximos designados. Aunque en este documento, la finalidad es la de analizar estructuralmente el centro de mecanizado, el siguiente paso sería analizar y calcular todos los elementos móviles que conlleva el centro de mecanizado que en el documento simplemente se seleccionan.

7.1.5 Motor cabezal corte

El motor del cabezal que se iba a requerir se obtenía en relación con los datos del material a mecanizar, la fresa a utilizar y las revoluciones. Estos datos se encuentran calculados en el anexo 1 Cálculos justificativos (Apartado A1.1- Determinación esfuerzos de corte pagina 40). Con los datos calculados en dicho anexo se obtuvo la Potencia (kN) necesaria, y ya con este dato en la tabla del fabricante se realizó la elección del motor.

Para este caso la Potencia calculada es de 0,0069 kN con lo que dentro de la tabla del fabricante podemos observar que tenemos varios motores que cumplen con los requisitos. Los cuales se pasa a mostrar en la figura 29.

Type	Power kW	Voltage V	Freq. Hz	rpm	Absor. A	Weight kg
6067-A	1.25	220/380	50	3000	5.6/3.2	12.5
6067-D	1.6	220/380	50	3000	7.0/4.2	20
6067-A	1.9	220/380	100	6000	7.6/4.4	12.5
6067-D	3.3	220/380	100	6000	12.8/7.4	20
6067-A	3.0	220/380	200	12000	12.3/7.1	12.5
6067-D	4.5	220/380	200	12000	18.2/10.6	20
6067-A	4.5	220/380	300	18000	18.0/10.0	12.5
6067-D	7.0	220/380	300	18000	25.0/14.5	20

Figura 29. Motores tipo 6067

El motor elegido en este caso es el 6067-A que como se observa en la imagen tiene características que sobrepasan la potencia mínima requerida y el rango de revoluciones a las que se podría trabajar es mayor. El cálculo exige alrededor de unos 15000 rpm y el motor elegido oscila entre 0-18000 rpm.

Características técnicas

Portaherramientas ER32	
Energía	4,50 kilovatios
Ciclo de trabajo	S1
Esfuerzo de torsión	2,39 nm
Velocidad normal	18000 RPM
máxima velocidad	18000 RPM
Voltaje	220 V, 380 V
Peso	17,87 kg
Código de orden	COM60670010

Figura 30. Características motor seleccionado

En el apartado de planos página 88 se encuentra el plano del motor elegido, documentación facilitada por el [GRUPO GAES](#).

En este caso se excede el mínimo requerido en cuanto a potencia, ya que como se observa en la tabla los motores que sobrepasan este valor también sobrepasan las revoluciones a las que se trabajará con normalidad. Con una ventaja respecto a las revoluciones necesarias y la potencia, y es que al sobrepasar este mínimo el centro de mecanizado trabajará de una forma menos forzada y podrá realizar algún otro material que el cliente no solicita de manera explícita. Con lo que el centro de mecanizado gana en funcionalidad.

7.1.6 Rodamientos

En el centro de mecanizado se dispondrá de varios rodamientos en distintos ejes. En el eje X, Y, Z, dichos rodamientos, estos se calculan en función de las cargas y durabilidad que queremos obtener.

En el eje X utilizaremos unos rodamientos con soporte de la marca SKF. Este es un conjunto de elementos que contiene por un lado el soporte, el rodamiento de inserción y unos aros de asiento de caucho para rodamientos de inserción.

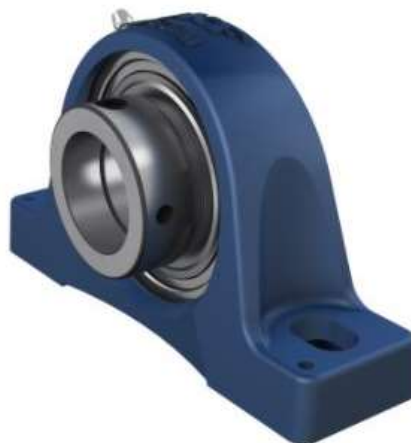


Figura 31. Soportes de pie con rodamiento de bolas, SY 15 FM

En el caso del soporte posee una altura de 57 mm, un ancho de 32 mm y una longitud de 127 mm, con un engrasador en la parte superior, que facilitará el mantenimiento del rodamiento.

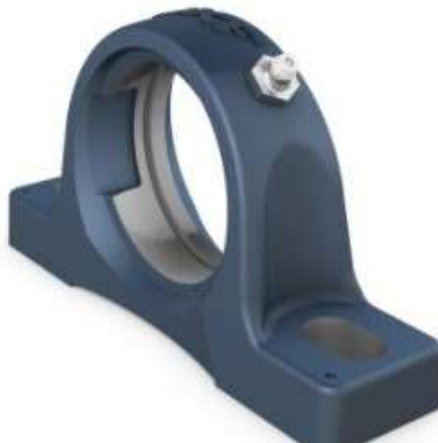


Figura 32. Soporte de pie eje X, SY 503 M

En el caso del rodamiento de bolas, el fabricante indica que sus datos que son los siguientes:

Datos	Valor
Capacidad de carga dinámica básica	9,56 kN
Capacidad de carga estática básica	4,75 kN
Carga límite de fatiga	0,2 kN
Velocidad límite	9.500 rpm
Factor de cálculo	13

Tabla 5. Datos del cálculo rodamiento bolas eje X



Figura 33. Rodamiento bolas eje X, YET 203/15

En el eje Y se utilizara unos rodamientos con soporte de la marca SKF. Este es un conjunto de elementos que contiene por un lado el soporte, el rodamiento de inserción y unos aros de asiento de caucho para rodamientos de inserción.



Figura 34. Unidad de rodamiento de bolas con pestaña cuadrada, FY 15FM

En el caso del soporte es un cuadrado de 76 mm, un ancho de 39,6 mm con un engrasador en la parte superior, que facilitará el mantenimiento del rodamiento.



Figura 35. Soporte con pestaña FY 503 M

En el caso del rodamiento de bolas, el fabricante indica que sus datos que son los siguientes:

Datos	Valor
Capacidad de carga dinámica básica	9,56 kN
Capacidad de carga estática básica	4,75 kN
Carga límite de fatiga	0,2kN
Velocidad límite	9.500rpm

Tabla 6. Datos del cálculo rodamiento bolas eje Y



Figura 36. Rodamiento bolas eje Y, YET 203/15

Toda la documentación proporcionada por la web del fabricante está localizada en la página 83 del anexo A3, allí se encuentran planos, y características de los elementos nombrados con anterioridad.

7.2. Elementos de fabricación

En cuanto a los demás elementos son bajo construcción a medida, son acoplamientos, soportes, etc. Estos elementos se construirán de aluminio para poder aligerar peso, debido a que la mayoría de estos elementos van situados en el carro móvil del centro de mecanizado.

Si reducimos peso sin reducir notablemente la rigidez, estos elementos cumplirán con los requisitos estructurales, consiguiendo un centro de mecanizado más ligero, pero igualmente robusto, capaz de soportar las cargas a las que va a estar sometido durante el trabajo.

Los elementos de los cuales estamos hablando son: laterales del carro móvil, soportes de motores paso a paso, soporte de cabezal, soporte de husillos de eje, etc. Cuyas medidas se encuentran desglosadas en los planos del centro de mecanizado (páginas a-z)

El material que se utilizara en estos elementos de fabricación es el aluminio 6061 T6, de acuerdo con lo descrito en el apartado A1.3-Selección de materiales para componentes mecanizados (página 53)

7.2.1 Lateral derecho e izquierdo

Es una pieza simétrica con lo que los procesos y dimensiones de ambas piezas son iguales pero invertidos.

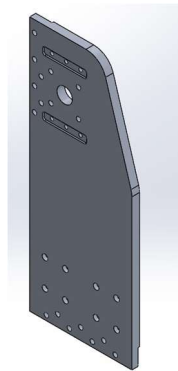


Figura 37. Lateral derecho 3D

En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.

Para la fabricación de los laterales se utilizará una aleación de aluminio, que aporta ligereza a la estructura. Dicha aleación es la 6061 T6.

7.2.2 Placa soporte lateral motor Y

Es una pieza simétrica con lo que los procesos y dimensiones de ambas piezas son iguales pero invertidos. Esta pieza es para el soporte del motor paso a paso del eje Y.

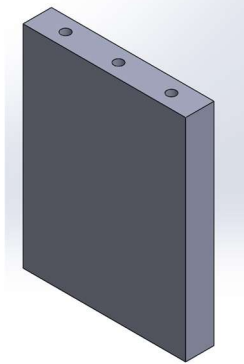


Figura 38. Placa soporte lateral motor Y 3D

En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.

Para la fabricación de las placas que soportan el motor Y se utilizará una aleación de aluminio, que aporta ligereza a la estructura. Dicha aleación es la 6061 T6.

7.2.3 Placa soporte motor eje Y

Es una pieza única en la cual se atornilla el motor paso a paso del eje Y, tiene una función estructural únicamente.

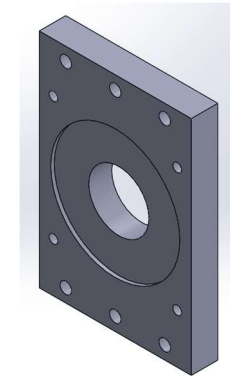


Figura 39. Placa soporte motor eje Y 3D

En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.

Para la fabricación de la placa que soportan el motor Y se utilizará una aleación de aluminio, que aporta ligereza a la estructura. Dicha aleación es la 6061 T6.

7.2.4 Placa soporte eje X

Es una pieza en la que se atornilla una guía para que el husillo del eje X se mantenga en la posición ideal. Esta pieza está ubicada en la parte inferior de la mesa de trabajo unida al carro móvil.

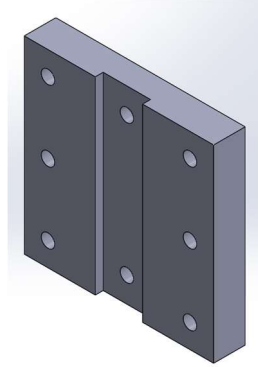


Figura 40. Placa soporte eje X 3D

En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.

En esta pieza se va a utilizar la aleación de aluminio 6061 T6.

7.2.5 Placa guía eje X

Esta pieza junto a la anterior son las que a través del husillo que soportan darán el movimiento en el eje X.

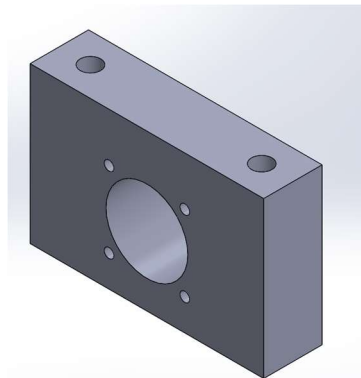


Figura 41. Placa guía eje X 3D

En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.

En esta pieza se va a utilizar la aleación de aluminio 6061 T6.

7.2.6 Placa soporte rodamiento eje X

Una pieza que tiene la función de anclar uno de los rodamientos del eje X en la ubicación del motor paso a paso del motor X. Levanta el rodamiento a la altura necesaria para que esté alineado con el eje del motor.

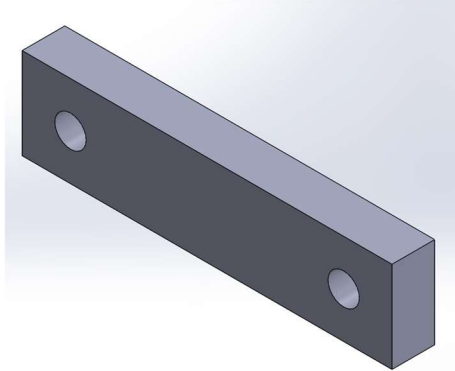


Figura 42. Placa soporte rodamient eje X 3D

En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.

En esta pieza se va a utilizar la aleación de aluminio 6061 T6.

7.2.7 Placa base motor eje X

Esta placa está unida a la estructura de la mesa, en el lugar en donde se aloja el motor del eje X. En ella estará ensamblado el motor, con el rodamiento y la placa que soporta el motor.

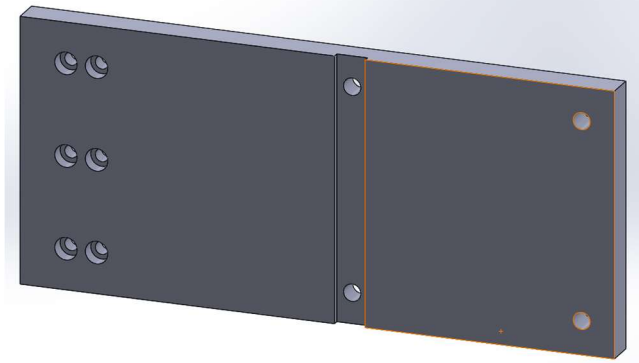


Figura 43. Placa base motor eje X 3D

En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.

En esta pieza se va a utilizar la aleación de aluminio 6061 T6.

7.2.8 Placa soporte motor eje X

Esta pieza es la placa que soporta el motor del eje X. Unida a la anterior que a su vez está unida a la estructura.

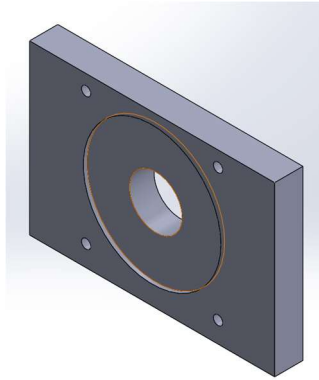


Figura 44. Placa soporte motor eje X 3D

En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.

En esta pieza se va a utilizar la aleación de aluminio 6061 T6.

7.2.9 Placa soporte bloque cabezal

Pieza creada para el soporte del bloque del cabezal de corte. De esta pieza hay dos unidades, una situada en la parte superior del cabezal y la otra en la parte inferior del cabezal. Estas dos piezas tienen como objetivo guiar el husillo del eje Z.

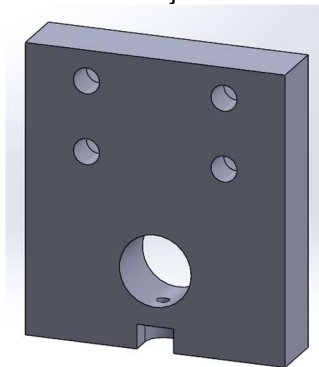


Figura 45. Placa soporte bloque cabezal 3D

En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.

En esta pieza se va a utilizar la aleación de aluminio 6061 T6.

7.2.10 Placa guía eje Y

Es la pieza más importante del cabezal de corte. Esta pieza es la encargada de anclar el cabezal al carro móvil, y dar movimiento en el eje Y al cabezal de corte.

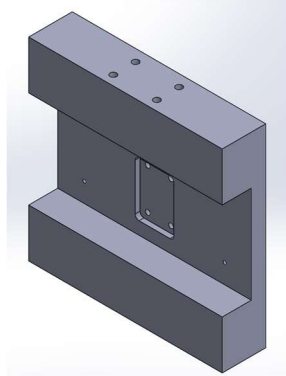


Figura 46. Placa guía eje Y 3D

En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeadado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.

En esta pieza se va a utilizar la aleación de aluminio 6061 T6.

7.2.11 Placa soporte cabezal

Esta placa es la encargada de amarra el cabezal de corte. Por tanto, es la primera pieza que sufre las fuerzas a las que está sometida dicho cabezal.

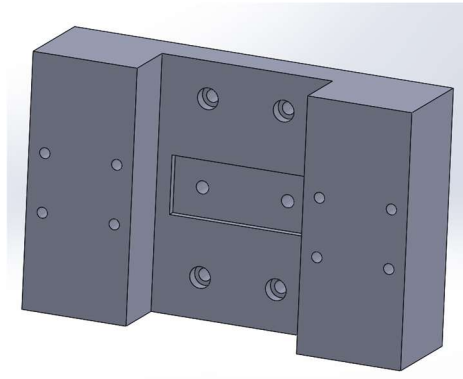


Figura 47. Placa soporte cabezal 3D

En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeadado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.

En esta pieza se va a utilizar la aleación de aluminio 6061 T6

8. Selección de materiales.

Se realizó una selección de materiales para los elementos de fabricación teniendo en cuenta el uso que va a tener el Centro de mecanizado.

Para todos los elementos a fabricar se ha seleccionado el mismo material, en este caso un aluminio que es el 6061 T6, el cual tiene sus características en el apartado del anexo (A1.3- Selección de materiales para componentes mecanizados)

9. Recursos y medios empleados en el desarrollo del TFG.

En el desarrollo del Proyecto, se utilizaron diversas fuentes de información que vendrán definidas en la bibliografía, además de diversas fuentes web de información.

Como soporte informático, se utilizaron los softwares cad 3d, SOLID WORKS 2017 y SOLID WORKS 2020, en donde se han dibujado todas las piezas correspondientes al centro de mecanizado. Se modelaron tanto los perfiles normalizados que se utilizaran, como las piezas que se deben de fabricar exclusivamente.

Una vez finalizado el diseño en 3d del centro de mecanizado se procedió a utilizar la herramienta para el análisis estructural del mismo software, concretamente el complemento de SOLIDWORKS SIMULATION. En este complemento se introdujeron las variables que se necesitaban y se realizó el cálculo que posteriormente se explica en el apartado de simulaciones.

10. Conclusiones.

Con los resultados obtenidos en las simulaciones realizadas en el software CAD Solidworks y comparando estos resultados con los datos de material seleccionados, se puede observar que en todos los puntos desfavorables en los que la estructura podría sufrir más, se cumplen los requisitos mínimos que se necesitan para que la estructura sea resistente a las operaciones que se han de realizar en este centro de mecanizado.

Puesto que los resultados son bastante optimistas se podría ver en un futuro si cabría la posibilidad de reducir la estructura para abaratar en materiales y así ofrecer una calidad media con un precio inferior al obtenido.

Los materiales no estructurales constatados en este documento, como bien pueden ser motor, husillos, rodamientos, motores paso a paso, etc..., son indicativos para seguir una línea concreta en el siguiente paso a este documento que podría ser el cálculo de mecanismos de transmisión, cálculos a fatiga y a fluencia de los rodamientos, etc....

En cuanto a las conclusiones obtenidas en el análisis estructural, habría que decir que todos los análisis estructurales previos han sido favorables para el soporte de los esfuerzos ocasionadas en el corte del material principal. Este material se ha expuesto anteriormente en otros apartados, siendo una aleación de aluminio 1050A con un espesor máximo de 3mm.

Dicho esto, cabe resaltar que la estructura de la máquina es lo suficientemente robusta para soportar las velocidades de casi 16000 rpm aproximadamente. Este tipo de centros de mecanizado suelen ser algo más pequeños en cuanto a dimensiones, con lo que los perfiles utilizados en su estructura menguan, pero al necesitar por especificaciones del cliente estas dimensiones de máquina se ha dado más robustez al cuerpo (estructura de la máquina). Cumpliendo así todas las especificaciones mencionadas en los antecedentes.

Para finalizar con las conclusiones, si se superan los parámetros máximos expuestos en los anexos de cálculo, se tendría que redimensionar el centro de mecanizado. Teniendo que recalcular la solución propuesta, variando el diseño, los materiales y las dimensiones de todos los elementos propuestos.

11. Referencias Bibliográficas.

Referencias

- [1] D. H. Myszka, MÁQUINAS Y MECANISMOS, PEARSON, 2012.
- [2] Gabrian International, [En línea]. Available: <https://www.gabrian.com/wp-content/uploads/2018/09/6061-Aluminum-Alloy-Properties-1.pdf>. [Último acceso: 20 1 2022].
- [3] R. L. Norton, DISEÑO DE MÁQUINAS, PEARSON, 2011.
- [4] R. L. NORTON, DISEÑO DE MAQUINARIA. Síntesis y análisis de maquinas y mecanismos, MC GRAW HILL, 2009.
- [5] SUMINISTROS INTEC, «SUMINISTROINTEC,» [En línea]. Available: https://suministrointec.com/acoplamiento-elastico/43833_acoplamiento-elastico-de-acero-para-eje-sr-50-acoplamiento-albert.html. [Último acceso: 13 12 2021].
- [6] MINITEC, [En línea]. Available: <https://www.minitec.de/en/produkte/profile-system#>. [Último acceso: 27 11 2021].
- [7] Sandvik Española S.A. - División Coromant, «SANDVIK COROMANT,» [En línea]. Available: <https://www.sandvik.coromant.com/es-es/knowledge/machining-formulas-definitions/pages/milling.aspx>. [Último acceso: 28 11 2021].
- [8] HIWIN, [En línea]. Available: https://www.hiwin.de/en/configurator/newConfiguration/CFG_GW/5-001920. [Último acceso: 14 12 2021].
- [9] Monografias.com S.A., [En línea]. Available: <https://www.monografias.com/trabajos104/factores-corte-fresado/factores-corte-fresado2>. [Último acceso: 26 11 2021].
- [10] A. V. M. S. R. P. F. T. B. V. Samuel Sánchez Caballero, Problemes resolts del disseny de màquines, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA, 2015.
- [11] N. L. Arrizabalaga, PRONTUARIO DE MAQUINAS, PARANINFO, 1989.
- [12] TEKNOMOTOR, [En línea]. Available: <http://www.tecnopower.es/productos>. [Último acceso: 13 12 2021].
- [13] GRUPO GAES, «GRUPO GAES,» [En línea]. Available: www.grupogaes.com. [Último acceso: 15 12 2021].
- [14] SKF, «skf,» [En línea]. Available: <https://www.skf.com/es/products>. [Último acceso: 13 12 2021].
- [15] C. ROBOTICA, «cnc-robotica,» [En línea]. Available: <http://cnc-robotica.com/gb/>. [Último acceso: 20 12 2021].
- [16] ALACERMAS, [En línea]. Available: https://www.alacermas.com/img/galeria/files/aluminio/chapa_1050_aluminio.pdf. [Último acceso: 15 12 2021].

ANEXOS

A1 – Cálculos justificativos.

A1.1- Determinación esfuerzos de corte

Los primeros pasos en los cálculos son la elección de las fresas para realizar el corte y la obtención de los datos del material o materiales a cortar. En este caso el material a cortar es una chapa de aluminio de **3 mm** de grosor como máximo y de **1 mm** de grosor como mínimo. La aleación de aluminio utilizada es **1050 A/ EN573-3**. Referencia al documento en la bibliografía.

Una vez conocido el material a cortar y con el diámetro máximo de fresa, definidos en los elementos de entrada del cliente, se determinan los cálculos de velocidades de corte, avances, profundidades, fuerzas de corte, par del motor, potencia del motor.

A partir de los siguientes datos se van obteniendo los datos mencionados en el párrafo anterior.

	DATOS
Velocidad de corte (m/min)	60-150
Diámetro fresa (mm)	3 ¹
Profundidad de pasada (mm)	0,5
Número de filos	3
K_c (N/mm²)	350 ²
f (mm/rev)	0,01 ³
K_s (N/mm²)	27.000
E (N/mm²)	73.000

Tabla 7. Datos iniciales calculo esfuerzos

La velocidad de corte es un parámetro que se encuentra en tabla en función del material a manipular en este caso el material es un tipo de aluminio. Como se observa en las siguientes tablas, se puede apreciar que, en función del tipo de material de la fresa designada, se utilizan unas velocidades u otras en este caso. Se eligió coger un rango de velocidad de corte que está comprendido entre 60-150 m/min. Del cual para cálculos previos se utilizará el rango máximo de 150 m/min. El material de la fresa a utilizar para este tipo de trabajos suele ser acero rápido o alguna aleación de acero al carbono. Aunque en la actualidad se están utilizando algunas fresas más especializadas. Pero en cuanto a calidad precio las herramientas de metal duro son las más baratas del mercado.

¹ Datos designados por el diseñador en función de los elementos de entrada del cliente con respeto a la funcionalidad de la máquina.

² Constante de corte o resistencia a la cizalladura designada por el tipo de material a mecanizar. En este caso es una aleación de aluminio **1050 A/ EN573-3**.

³ Se ha designado el número de filos en función a mi experiencia previa en el campo de la mecanización de materiales metálicos. Se cree que de esta manera la herramienta durará más tiempo.

En primer lugar, se realizó el cálculo de las revoluciones del husillo para el corte del material. La velocidad de corte elegida es una velocidad intermedia entre los valores expuestos en la tabla **150 m/min**.

$$n = \frac{V_c * 1000}{\pi * D_t} = \frac{150 * 1000}{\pi * 3} = 15915,49 \text{ rpm}$$

n= revoluciones por min (rpm)

V_c= velocidad de corte (m/min)

D_t= diámetro fresa (mm)

A partir de este dato se pudo conocer la velocidad de avance. El avance por revolución está fijado por el alumno. En este caso el avance es de **0,05 mm/rev** y la fresa utilizada tiene **3** filos.

$$f_z = \frac{f}{n_z} = \frac{0,05}{3} = 0,0016 \text{ mm/diente}$$

$$V_f = f * n = 0,05 * 15915,49 = 795,77 \text{ mm/min}$$

f_z= avance por diente (mm/diente)

f= avance (mm/rev)

n_z= número de dientes

V_f= avance máquina (mm/min)

Posteriormente y como último cálculo previo calculamos la potencia necesaria para el corte, lo que ayudará a la elección del motor capaz de soportar estas fuerzas y revoluciones.

$$P_c = \frac{a_p * a_c * V_f * K_c}{60 * 10^6}$$

$$P_c = \frac{0,5 * 3 * 795,77 * 350}{60 * 10^6} = 0,00696 \text{ kW}$$

P_c= Potencia de corte (kW)

a_c= ancho de corte (mm)

a_p= profundidad de pasada (mm)

A partir de este dato también se pudo obtener el par de torsión necesario.

$$M_c = \frac{P_c * 30 * 10^3}{\pi * n}$$

$$M_c = \frac{0,0069629 * 30 * 10^3}{\pi * 15915,49} = 4,178E^{-3} \text{ Nm}$$

M_c= Par torsor (Nm)

A continuación, se procede al cálculo de la fuerza tangencial. Para esto se requiere la fuerza específica del material a cortar (k_c), junto con el ancho de corte y la profundidad, se obtiene la fuerza necesaria para penetrar o cortar el material definido por el cliente.

$$P_c = F * V_f$$

P_c =fuerza específica material (N/mm²)

F = fuerza tangencial (N)

V_f = velocidad de avance (mm/min)

Despejando la fuerza de la fórmula anterior, se obtuvo lo siguiente:

$$F = \frac{P_c}{V_f} = \frac{0,00696 * 1000}{\frac{795,77}{1000 * 60}} = \frac{0,00696 * 1000}{1,326E^{-2}} = 524,77 \text{ N}$$

	Resultado Calculado
Revoluciones por min (rpm)	15915,49
Avance máquina (mm/min)	795,77
Fuerza tangencial (N)	524,77
Par torsor (Nm)	4,178E ⁻³
Potencia de corte (kW)	0,00696

Tabla 8. Datos obtenidos esfuerzos

A1.2-Cálculo estructural de elementos del chasis.

Se realizó un cálculo de reacciones en vigas sobre la estructura de la mesa, esta estructura tiene 1800 mm en X y 1200 mm en Y, ambas distancias van a ser analizadas. En este caso el cálculo de reacciones en la viga partiendo del supuesto de una viga biapoyada con la fuerza aplicada en el centro de esta. Se va a realizar varios cálculos de este tipo.

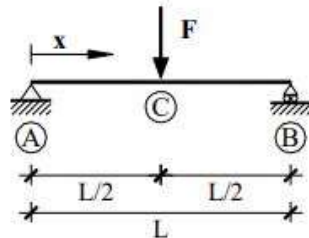


Figura 50. Vigas biapoyada

A1.2.1- Cálculo carro móvil Fuerza en sentido axial.

1º Cálculo de reacciones:

$$R_A = R_B = \frac{F}{2} = \frac{524,77}{2} = 262,385 \text{ N}$$

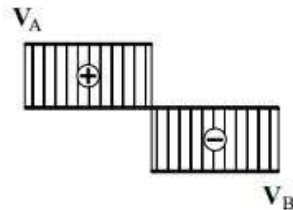
F= fuerza aplicada

L= longitud barra

x= longitud hasta mitad barra

R= Reacciones

2º Cálculo de cortantes:



$$V_A = \frac{F}{2} = \frac{524,77}{2} = 262,385 \text{ N}$$

$$V_B = -\frac{F}{2} = -\frac{524,77}{2} = -262,385 \text{ N}$$

F= fuerza aplicada

L= longitud barra

x= longitud hasta mitad barra

V= Fuerzas cortantes

3º Cálculo de flectores:



$$M_{AC} = \frac{F}{2} * x = \frac{524,77}{2} * 0,67 = 175,798 Nm$$

$$M_{CB} = \frac{F}{2} * (L - x) = \frac{524,77}{2} * (1,34 - 0,67) = 175,798 Nm$$

$$M_{m\acute{a}x} = M_C = \frac{FL}{4} = \frac{524,77 * 1,34}{4} = 175,798 Nm$$

F= fuerza aplicada

L= longitud barra

x= longitud hasta mitad barra

M= momento flector

4º Cálculo de deformaciones de giros:

$$\phi_A = \frac{FL^2}{16EI} = \frac{524,77 * 1,34^2}{16 * 145 * 10^6 * 0,00843} = 4,818E^{-5}$$

$$\phi_B = \frac{FL^2}{16EI} = \frac{524,77 * 1,34^2}{16 * 145 * 10^6 * 0,00843} = 4,818E^{-5}$$

E= módulo elasticidad material

I= centro de masa

F= fuerza aplicada

L= longitud barra

ϕ = deformación de giro

5º Cálculo de deformaciones elásticas:

$$y_{AC} = \frac{FL^2x}{16EI} \left(1 - \frac{4x^2}{3L^2}\right) = \frac{524,77 * 1,34^2 * 0,67}{16 * 145 * 10^6 * 0,00843} \left(1 - \frac{4 * 0,67^2}{3 * 1,34^2}\right) = 2,152E^{-5} m$$

$$y_{CB} = \frac{FL^2(L-x)}{12EI} \left(\frac{4}{3} - \frac{(L-x)^2}{L^2}\right) = \frac{524,77 * 1,34^2 * (1,34 - 0,67)}{12 * 145 * 10^6 * 0,00843} \left(\frac{4}{3} - \frac{(1,34 - 0,67)^2}{1,34^2}\right) = 4,663E^{-5} m$$

E= módulo elasticidad material

I= centro de masa

F= fuerza aplicada

L= longitud barra

x= longitud hasta mitad barra

6º Cálculo de Flecha máxima:

$$x = \frac{L}{2} = \frac{1,34}{2} = 0,67 \text{ m}$$
$$y_{max} = y_c = \frac{FL^3}{48EI} = \frac{524,77 * 1,34^3}{48 * 145 * 10^6 * 0,00843} = 2,15E^{-5}m$$

E= módulo elasticidad material

I= centro de masa

F= fuerza aplicada

L= longitud barra

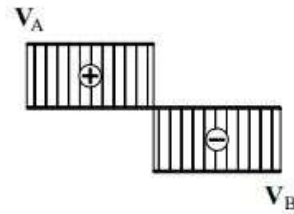
x= longitud hasta mitad barra

A1.2.2- Cálculo carro móvil Fuerza vertical.

1º Cálculo de reacciones:

$$R_A = R_B = \frac{F}{2} = \frac{784,8}{2} = 392,4 \text{ N}$$

2º Cálculo de cortantes:



$$V_A = \frac{F}{2} = \frac{784,8}{2} = 392,4 \text{ N}$$
$$V_B = -\frac{F}{2} = -\frac{784,8}{2} = -392,4 \text{ N}$$

3º Cálculo de flectores:



$$M_{AC} = \frac{F}{2} * x = \frac{784,8}{2} * 0,67 = 250,848 \text{ Nm}$$

$$M_{CB} = \frac{F}{2} * (L - x) = \frac{784,8}{2} * (1,34 - 0,67) = 262,774 \text{ Nm}$$

$$M_{m\acute{a}x} = M_C = \frac{FL}{4} = \frac{784,8 * 1,34}{2} = 525,816 \text{ Nm}$$

4º Cálculo de deformaciones de giros:

$$\phi_A = \frac{FL^2}{16EI} = \frac{784,8 * 1,34^2}{16 * 145 * 10^6 * 0,000338} = 1,797E^{-3}$$

$$\phi_B = \frac{FL^2}{16EI} = \frac{784,8 * 1,34^2}{16 * 145 * 10^6 * 0,000338} = 1,797E^{-3}$$

5º Cálculo de deformaciones elásticas:

$$y_{AC} = \frac{FL^2x}{16EI} \left(1 - \frac{4x^2}{3L^2}\right) = \frac{784,8 * 1,34^2 * 0,67}{16 * 145 * 10^6 * 0,000338} \left(1 - \frac{4 * 0,67^2}{3 * 1,34^2}\right) = 1,284E^{-2} \text{ m}$$

$$y_{CB} = \frac{FL^2(L-x)}{12EI} \left(\frac{4}{3} - \frac{(L-x)^2}{L^2}\right) = \frac{784,8 * 1,34^2 * (1,34 - 0,67)}{12 * 145 * 10^6 * 0,000338} \left(\frac{4}{3} - \frac{(1,34 - 0,67)^2}{1,34^2}\right) = 1,739E^{-3} \text{ m}$$

6º Cálculo de Flecha máxima:

$$x = \frac{L}{2} = \frac{1,34}{2} = 0,67 \text{ m}$$

$$y_{max} = y_c = \frac{FL^3}{48EI} = \frac{784,8 * 1,34^3}{48 * 145 * 10^6 * 0,000338} = 8,027E^{-4} \text{ m}$$

A1.2.3-Flecha máxima carro móvil

Dato sentido vertical (a)= $8,027E^{-4}m$

Dato sentido axial (b)= $2,15E^{-5}m$

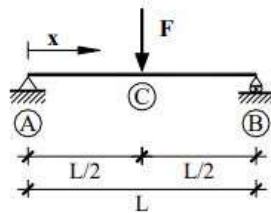
$$c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(8,027E^{-4})^2 + (2,15E^{-5})^2} = \sqrt{0,000803^2 + 0,0000215^2} = 8,033E^{-4}m$$

Flecha máxima permitida es de 0,803 mm, 8 décimas de milímetro.

A1.2.4-Cálculo componente 1200mm mesa

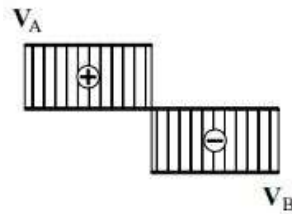
En este caso se analiza las reacciones que tiene la bancada en la dirección Y del centro de mecanizado con una longitud de viga de 1200mm.

1º Cálculo de reacciones:



$$R_A = R_B = \frac{F}{2} = \frac{784,8}{2} = 392,4 N$$

2º Cálculo de cortantes:



$$V_A = \frac{F}{2} = \frac{784,8}{2} = 392,4 N$$

$$V_B = -\frac{F}{2} = -\frac{784,8}{2} = -392,4 N$$

3º Cálculo de flectores:



$$M_{AC} = \frac{F}{2} * x = \frac{784,8}{2} * 0,6 = 235,44 \text{ Nm}$$

$$M_{CB} = \frac{F}{2} * (L - x) = \frac{784,8}{2} * (1,2 - 0,6) = -235,44 \text{ Nm}$$

$$M_{máx} = M_C = \frac{FL}{4} = \frac{784,8 * 1,2}{2} = 235,44 \text{ Nm}$$

4º Cálculo de deformaciones de giros:

$$\phi_A = \frac{FL^2}{16EI} = \frac{784,8 * 1,2^2}{16 * 145 * 10^6 * 0,00843} = 5,778E^{-5}$$

$$\phi_B = \frac{FL^2}{16EI} = \frac{784,8 * 1,2^2}{16 * 145 * 10^6 * 0,00843} = 5,778E^{-5}$$

5º Cálculo de deformaciones elásticas:

$$y_{AC} = \frac{FL^2x}{16EI} \left(1 - \frac{4x^2}{3L^2}\right) = \frac{784,8 * 1,2^2 * 0,6}{16 * 145 * 10^6 * 0,00843} \left(1 - \frac{4 * 0,6^2}{3 * 1,2^2}\right) = 2,311E^{-5}m$$

$$y_{CB} = \frac{FL^2(L-x)}{12EI} \left(\frac{4}{3} - \frac{(L-x)^2}{L^2}\right) = \frac{784,8 * 1,2^2 * (1,2 - 0,6)}{12 * 145 * 10^6 * 0,00843} \left(\frac{4}{3} - \frac{(1,2 - 0,6)^2}{1,2^2}\right) = 6,0095E^{-5}m$$

6º Cálculo de Flecha máxima:

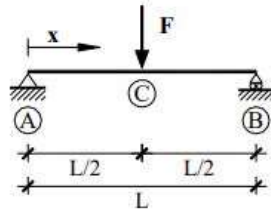
$$x = \frac{L}{2} = \frac{1,2}{2} = 0,6 \text{ m}$$

$$y_{max} = y_c = \frac{FL^3}{48EI} = \frac{784,8 * 1,2^3}{48 * 145 * 10^6 * 0,00843} = 2,311E^{-5} \text{ m}$$

A1.2.5-Cálculo componente 1800mm mesa

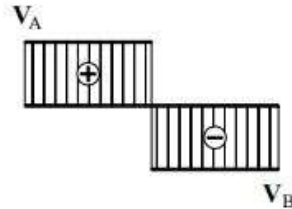
En este caso se analiza las reacciones que tiene la bancada en la dirección X del centro de mecanizado con una longitud de viga de 1800mm.

1º Cálculo de reacciones:



$$R_A = R_B = \frac{F}{2} = \frac{784,8}{2} = 392,4 \text{ N}$$

2º Cálculo de cortantes:



$$V_A = \frac{F}{2} = \frac{784,8}{2} = 392,4 \text{ N}$$

$$V_B = -\frac{F}{2} = -\frac{784,8}{2} = -392,4 \text{ N}$$

3º Cálculo de flectores:



$$M_{AC} = \frac{F}{2} * x = \frac{784,8}{2} * 0,9 = 353,16 \text{ Nm}$$

$$M_{CB} = \frac{F}{2} * (L - x) = \frac{784,8}{2} (1,8 - 0,9) = 353,16 \text{ Nm}$$

$$M_{m\acute{a}x} = M_C = \frac{FL}{4} = \frac{784,8 * 1,8}{4} = 353,16 \text{ Nm}$$

4º Cálculo de deformaciones de giros:

$$M_A = \frac{FL^2}{16EI} = \frac{784,8 * 1,8^2}{16 * 145 * 10^6 * 0,00843} = 1,30E^{-4}$$

$$M_B = \frac{FL^2}{16EI} = \frac{784,8 * 1,8^2}{16 * 145 * 10^6 * 0,00843} = 1,30E^{-4}$$

5º Cálculo de deformaciones elásticas:

$$y_{AC} = \frac{FL^2x}{16EI} \left(1 - \frac{4x^2}{3L^2}\right) = \frac{784,8 * 1,8^2 * 0,9}{16 * 145 * 10^6 * 0,00843} \left(1 - \frac{4 * 0,9^2}{3 * 1,8^2}\right) = 7,801E^{-5}m$$

$$y_{CB} = \frac{FL^2(L-x)}{12EI} \left(\frac{4}{3} - \frac{(L-x)^2}{L^2}\right) = \frac{784,8 * 1,8^2 * (1,8 - 0,9)}{12 * 145 * 10^6 * 0,00843} \left(\frac{4}{3} - \frac{(1,8 - 0,9)^2}{1,8^2}\right) = 1,69E^{-4}m$$

6º Cálculo de Flecha máxima:

$$x = \frac{L}{2} = \frac{1,8}{2} = 0,9 \text{ m}$$

$$y_{max} = y_c = \frac{FL^3}{48EI} = \frac{784,8 * 1,8^3}{48 * 145 * 10^6 * 0,00843} = 7,801E^{-5}m$$

A1.3-Selección de materiales para componentes mecanizados

En la elección del material se va a derivar por elementos de aluminio que darán al centro de mecanizado una combinación de ligereza y robustez correcta a la máquina, también reduciendo costes de fabricación de piezas y montaje.

	ALUMINIO 6061	ALUMINIO 6063
Resistencia mecánica	Mayor resistencia que aluminio 6063	Resistencia media
Corrosión	Excelente resistencia	Alta resistencia
Maquinabilidad	Buena	X
Extrudabilidad	X	Excelente
Acabado superficial	X	Buen
Anodización	X	Buena
Soldable	Satisfactoriamente	X

Tabla x

A continuación, se indican algunas diferencias entre ambos materiales.

-Aluminio 6061: Resistencia mecánica superior a la aleación 6063, excelente resistencia a la corrosión, buena maquinabilidad, suelda satisfactoriamente, tratable térmicamente para maximizar sus propiedades.

Algunos usos: Moldes de inyección de plásticos, Miembros estructurales, equipo de transportación, fabricación de muebles, barandales, escaleras y puentes.

- Aluminio 6063: Excelente extrudabilidad, mediana resistencia mecánica, alta resistencia a la corrosión, buen acabado superficial, especial para anodizar. ALGUNOS USOS: Perfiles de cancelería, ventanas, puertas, fabricación de muebles, tuberías para riego, etc.

Como se observa en la tabla anterior de ambos materiales seleccionados de aluminio, el más trabajable para la realización de fresados, roscado, etc. es el aluminio 6061. Con lo que las piezas que serán mecanizadas para algunos elementos del centro de mecanizado serán de alguna aleación de este material.

Características del aluminio 6063

-6063- (ALUMINIO – MAGNESIO – SILICIO)

COMPOSICIÓN QUÍMICA

%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Otros elementos	Al
Mínimo	0,30	0,10			0,40					
Máximo	0,60	0,30	0,10	0,30	0,60	0,05	0,15	0,20	0,15	El resto

PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS (a temperatura ambiente de 20°C)

Estado	Características a la tracción			Límite a la fatiga N/mm ²	Resistencia a la cizalladura τ N/mm ²	Dureza Brinell (HB)
	Carga de rotura Rm. N/mm ²	Límite elástico Rp 0,2, N/mm ²	Alargamiento A 5,65%			
0	100	50	27	110	70	25
T1	150	90	26	150	95	45
T4	160	90	21	150	110	50
T5	215	175	14	150	135	60
T6	245	210	14	150	150	75
T8	260	240			155	80

PROPIEDADES FÍSICAS TÍPICAS (a temperatura ambiente de 20°C)

Módulo elástico N/mm ²	Peso específico g/cm ³	Intervalo de fusión °C	Coefficiente de dilatación lineal 1/10 ⁶ K	Conductividad térmica W/m K	Resistividad eléctrica a 20°C - $\mu\Omega$ cm	Conductividad eléctrica % IACS	Potencial de disolución V
69,500	2,70	615-655	23,5	T1-193 T5-209	T1-3,4 T5-3,1	T1-50,5 T5-55,5	-0,80

Características del aluminio 6061

6061 Aluminum Alloy: Properties

General Characteristics

Characteristic	Appraisal
Strength	Medium to High
Corrosion Resistance	Good
Weldability & Brazability	Good
Workability	Good
Machinability	Good

Chemical Composition

Element	Minimum %	Maximum %
Magnesium	0.8	1.2
Silicon	0.4	0.8
Iron	No Min	0.7
Copper	0.15	0.4
Manganese	No Min	0.15
Chromium	0.04	0.35
Zinc	No Min	0.25
Titanium	No Min	0.15
Other Elements	No Min	0.05 each, 0.15 in total

Physical Properties

Property	6061-T4	6061-T6
Density	2.70 g/cc 0.0975 lb/in ³	2.70 g/cc 0.0975 lb/in ³

Mechanical Properties

Property	6061-T4	6061-T6
Tensile Strength	241 MPa 35000 psi	310 MPa 45000 psi
Yield Strength	145 MPa 21000 psi	276 MPa 40000 psi
Modulus of Elasticity	68.9 GPa 10000 ksi	68.9 GPa 10000 ksi

Thermal Properties

Property	6061-T4	6061-T6
Coefficient of Thermal Expansion @ 20.0 - 100 °C Temp	23.6 μm/m-°C 13.1 μin/in-°F	23.6 μm/m-°C 13.1 μin/in-°F
Thermal Conductivity	154 W/m-K 1070 BTU-in/hr-ft ² -°F	167 W/m-K 1160 BTU-in/hr-ft ² -°F

En cuanto al aluminio seleccionado se puede observar que tiene un módulo elástico muy superior a cualquier aluminio 6063, además que tiene muy buenas características.

A1.4-Simulaciones.

Las simulaciones realizadas en el software CAD en base a los cálculos justificativos iniciales se mostrarán con capturas de pantalla. Estas simulaciones se han realizado analizando la deformación en mm y las tensiones generadas según Von Misses.

El análisis se ha realizado en el ensamblaje general del centro de mecanizado. En este se han analizado los puntos más desfavorables estructuralmente. Las posiciones más desfavorables se detallan a continuación en una tabla.

Además, se ha analizado la estructura desglosada en subensamblajes, los cuales también serán detallados a continuación, en una tabla resumen. Se ha dividido en varios subensamblajes bancada móvil y cabezal. Simplificando los análisis para poder realizar una mejor evaluación del diseño realizado.

En estos supuestos en los que se va a analizar, la herramienta y la estructura sufren de manera considerable, las fuerzas que se crean al cortar el material. En cualquiera de los casos el punto más desfavorable de todos es cuando la herramienta está en el centro de la mesa.

Cuando el peso del motor y las fuerzas que se ejercen al cortar el material se encuentran situadas en el punto central o Posición 1, el centro de mecanizado sufrirá su deformación máxima y las tensiones de Von Mises generadas serán el máximo

Supuestos simulaciones

En las simulaciones se han empleado los siguientes parámetros, para definir y ejecutar dichas simulaciones. Los parámetros utilizados son:

1. La definición de los materiales de dicha simulación, quedando de la siguiente manera:
 - Para las barras de 60x60F se han definido una aleación de aluminio estructural que es el 6063 T5.
 - Para las bancadas de 32x180 de 1800 mm se ha definido una aleación de aluminio estructural que es el 6063 T5.
 - Para las bancadas de 32x180 de 1326 mm se han definido una aleación de aluminio estructural que es el 6063 T5.
 - Para los laterales y piezas que conforman la estructura del cabezal se han definido una aleación de aluminio estructural que es el 6063 T5.
 - Para todas las guías lineales utilizadas se ha definido como material el AISI 304, ya que estas guías deben de soportar el movimiento del centro de mecanizado.

ELEMENTO	MATERIAL	LIMITE ELASTICO (Mpa)
BARRAS 60x60F	6063 T5	145
BANCADA 32x180 DE 1800 mm	6063 T5	145
BANCADA 32x180 DE 1326 mm	6063 T5	145
ELEMENTOS DE FABRICACION	6061 T6	275
PATINES	6063 T1	90
GUÍAS LINEALES	AISI 304	275

Tabla 3. Resumen materiales análisis

- Definición de las uniones de los elementos. Debido a la complejidad del diseño se ha simplificado y para evitar movimientos de componentes se han supuestos en todas las simulaciones una unión rígida. **Todos los elementos se han simulado con las uniones definidas como unión rígida, para simplificar los cálculos a obtener.** Se eligió de esta forma ya que todas las piezas de la estructura irán ancladas con tornillería, por lo que era la mejor elección para simplificar los cálculos.
- Definición de fijaciones. Puesto que los elementos del carro de trabajo serán móviles, los únicos elementos que pueden ser fijados, son los elementos de la mesa y las guías del carro de 1800 mm (X). Las fijaciones elegidas se pueden observar en la siguiente imagen, en donde se aprecia que estos elementos están bloqueados en todas las direcciones.

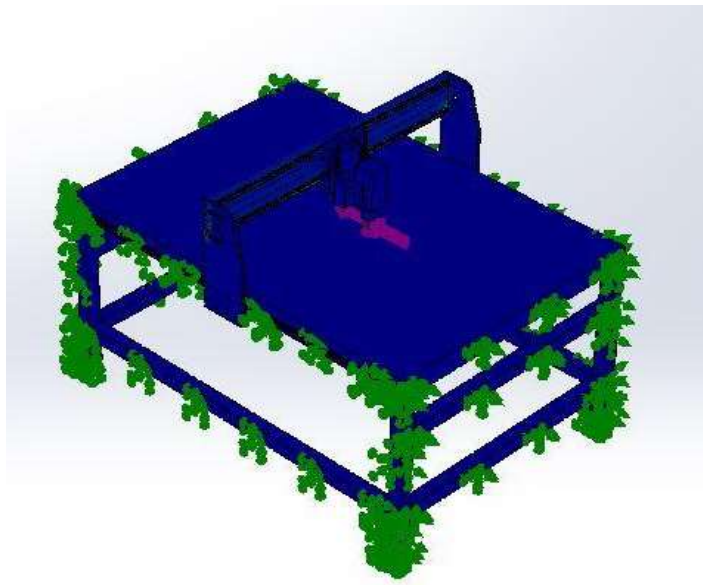


Figura 48. Fijaciones análisis

- Definición de fuerzas. Las fuerzas están aplicadas en el eje del husillo del cabezal. Las fuerzas a aplicar son de 545,77 N axialmente en la dirección del movimiento y de 784,8 N en el eje Z, esta fuerza corresponde con el peso de los componentes que forman el bloque principal en donde está alojado el cabezal.

- Definición de mallado de piezas. En el mismo editor de malla se configuran las mallas para que tengan una dimensión máxima de 15 mm y una dimensión mínima de 5 mm. Y se ejecuta el mallado. En la siguiente imagen se observa el ensamblaje mallado.

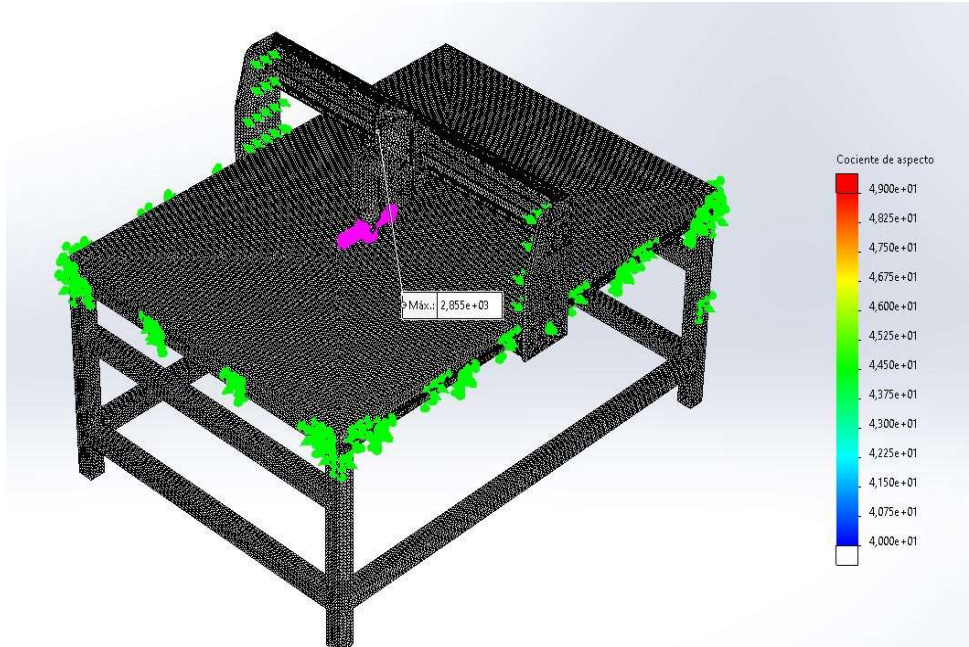


Figura 49. Estructura mallada

- Como último punto se ejecutan los diferentes análisis en las diferentes posiciones. En el cálculo solo se van a observar la tensión modal según Von Mises y por otro lado las deformaciones. Los resultados están justificados más adelante en función de cada posición de análisis.

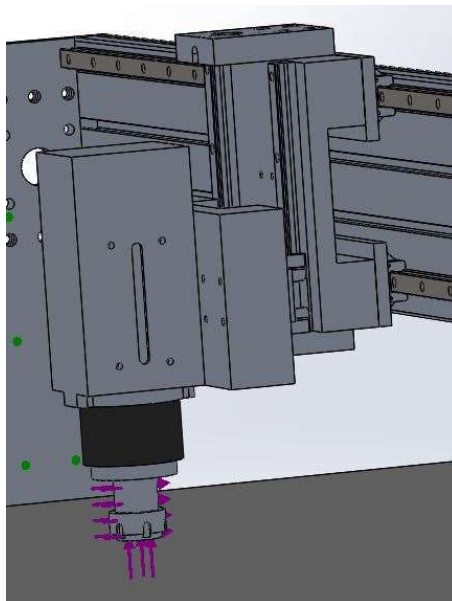
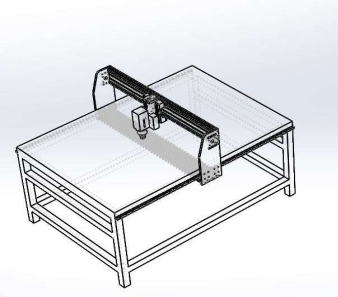
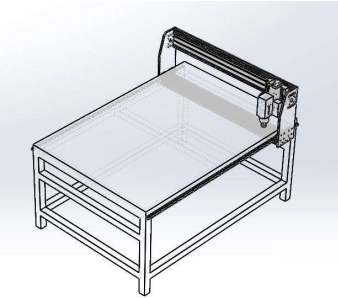


Figura 50. Dirección fuerzas en la simulación

	X/Y (mm)	Fuerza axial (N)	Fuerza vertical (N)
Posición 1	1022'47 /624'79	545,77	784,8
Posición 2	281'14 /93'20	545,77	784,8
Posición 3	281'14 /1166'80	545,77	784,8
Posición 4	1768'50 /93'20	545,77	784,8
Posición 5	1768'50 /1166'80	545,77	784,8
Posición 6	-	545,77	784,8
Posición 7	-	545,77	784,8
Posición 8	-	545,77	784,8
Posición 9	-	545,77	784,8

Tabla 2. Datos entrada simulaciones

Tabla posiciones

POSICIÓN	X/Y (mm)	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Posición 1	1022'47 /624'79	Es uno de los puntos más desfavorables para su análisis. Su posición es en el centro del eje X y en el centro del eje Y. Resultado subapartado pagina 62.	
Posición 2	281'14 /93'20	Este punto es el cero de la máquina. Resultado subapartado pagina 64.	



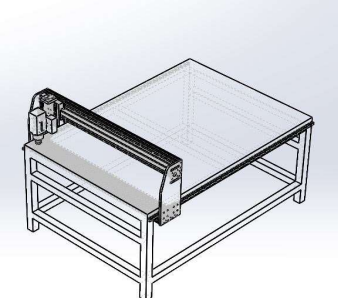
Posición 3	281'14 /1166'80	Esta posición se encuentra en la distancia máxima del eje Y y el punto 0 del eje X. Resultado subapartado pagina 66.	
Posición 4	1768'50 /93'20	Esta posición se encuentra en la distancia máxima del eje X y el punto 0 del eje Y. Resultado subapartado pagina 68.	
Posición 5	1768'50 /1166'80	Esta posición se encuentra a la distancia máxima en el eje X y en el eje Y. Resultado subapartado pagina 70.	

Tabla 9. Resumen posiciones simuladas estructura completa

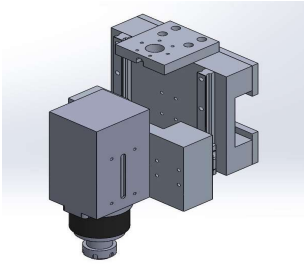
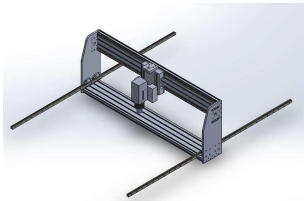

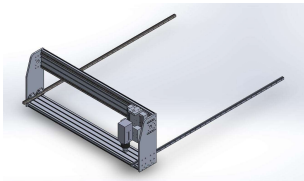
POSICIÓN	X/Y (mm)	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Posición 6		Cabezal en posición de trabajo, al mínimo de z. Resultado subapartado pagina 72.	
Posición 7		Bancada con el cabezal en posición central Resultado subapartado pagina 73.	
Posición 8		Bancada con el cabezal en posición izquierda Resultado subapartado pagina 74.	
Posición 9		Bancada con el cabezal en posición derecha Resultado subapartado pagina 75.	

Tabla 10. Resumen posiciones simuladas subensamblajes

Análisis posición 1

El primer punto más desfavorable analizado es en el centro de la mesa y con el cabezal en la posición más baja. Como se observa en la siguiente fotografía la carga máxima a la que estaría sometido el centro de mecanizado en ese punto es de 36 MPa.

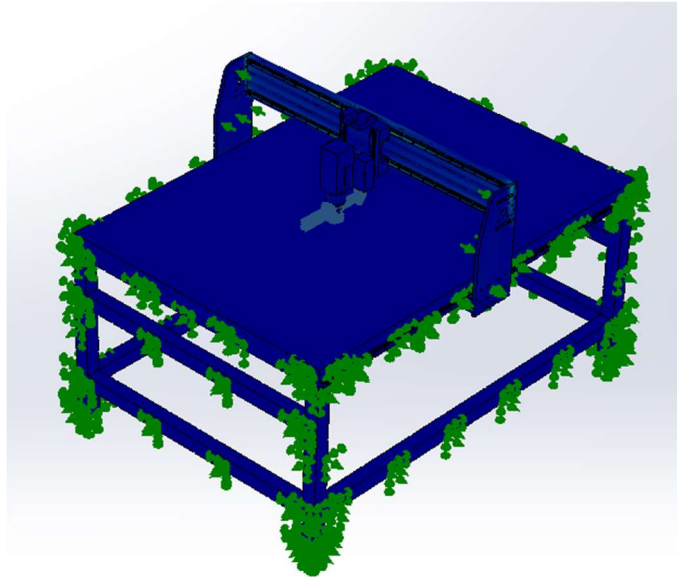


Figura 51. Von Misses Posición 1

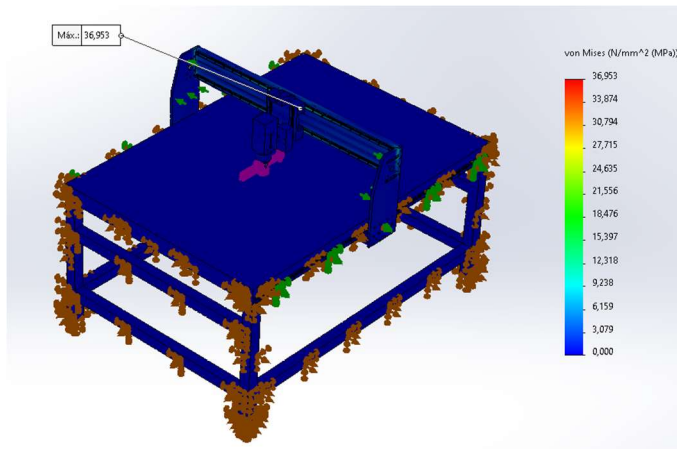


Figura 52. Von Misses posicion 1 Escala

Analizando el resultado de la tensión de Von misses, sabiendo que el límite elástico del material más desfavorable es de 90 MPa.

$$FDS = \frac{\sigma_{misses}}{E} = \frac{36}{90} = 0,4$$

En el resultado comparado con el límite elástico del material más perjudicial que es el aluminio 6063T1 es de 90 MPa. En la comparación del dato obtenido en la simulación con el límite elástico comentado, se observa que no se sobrepasa el límite con una amplia seguridad. Con lo que se puede concluir que cumple la resistencia a las fuerzas aplicadas.

En las imágenes se muestra la deformación máxima en todo el ensamblaje, la deformación máxima en el punto más desfavorable a la hora de trabajo del centro de mecanizado. La deformación máxima obtenida es de 0,52mm

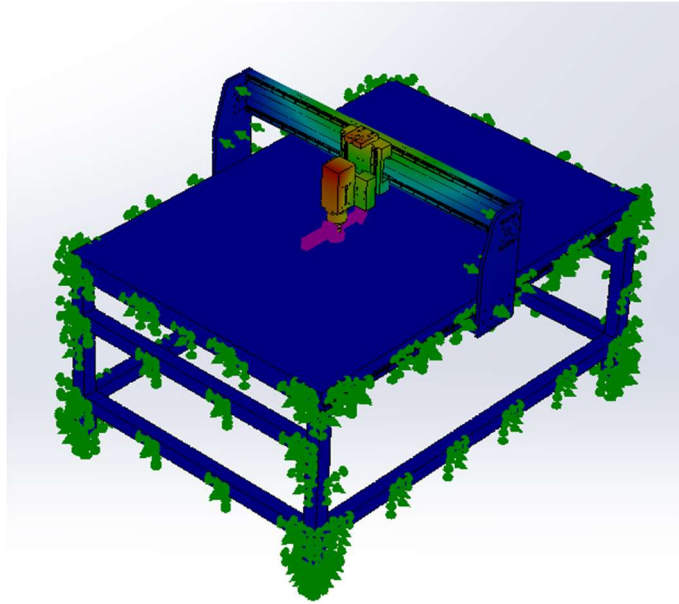


Figura 53. Deformación posición 1

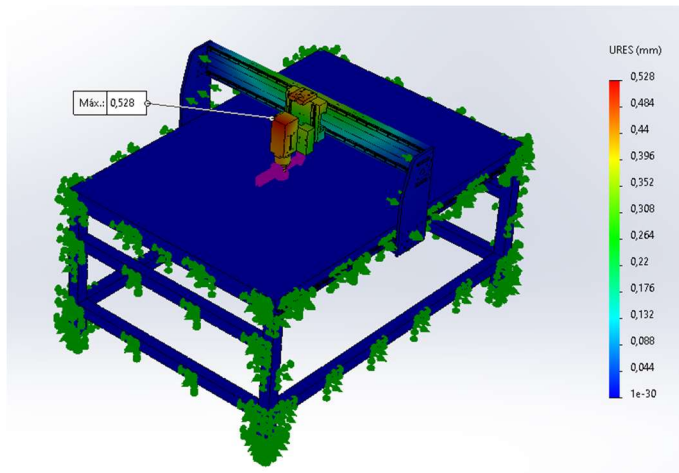


Figura 54. Deformación posición 1 Escala

En cuanto a la deformación, conociendo la máxima deformación calculada y asumiendo que el cálculo no está correctamente ejecutado ya que, la definición de las uniones en el simulador es errónea, como se explica en los supuestos definidos en la página 53 (supuesto 2). En el apartado A1.2.3 se calculó la deformación máxima permitida esta dio como resultado 0,803.mm. En simulación se obtiene 0,52mm. La deformación obtenida está por debajo del límite calculado, con lo que se puede decir que es una deformación válida para el conjunto. Aunque se sabe que la elección de las uniones en la simulación no es la correcta por ser uniones rígidas en todo el conjunto.

Análisis posición 2

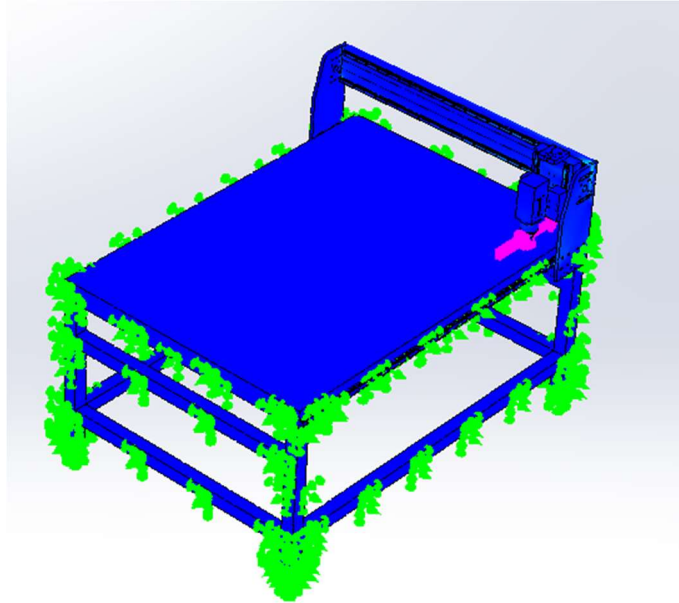


Figura 55. Von Misses posición 2

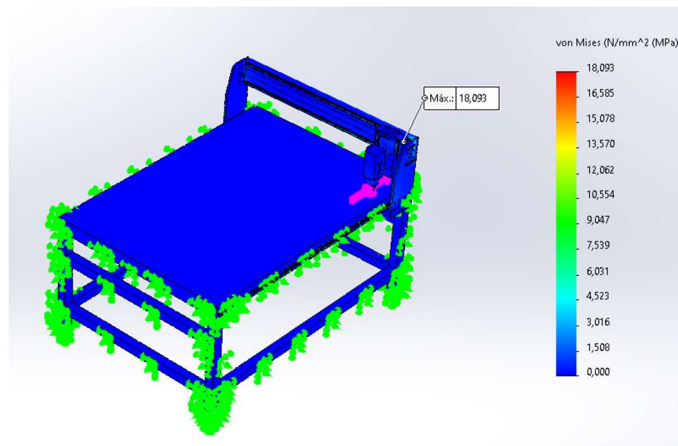


Figura 56. Von Misses posición 2 Escala

Analizando el resultado de la tensión de Von misses, sabiendo que el límite elástico del material más desfavorable es de 90 MPa.

$$FDS = \frac{\sigma_{misses}}{E} = \frac{18}{90} = 0,2$$

En el resultado comparado con el límite elástico del material más perjudicial que es el aluminio 6063T1 es de 90 MPa. En la comparación del dato obtenido en la simulación con el límite elástico comentado, se observa que no se sobrepasa el límite con una amplia seguridad. Con lo que se puede concluir que cumple la resistencia a las fuerzas aplicadas.

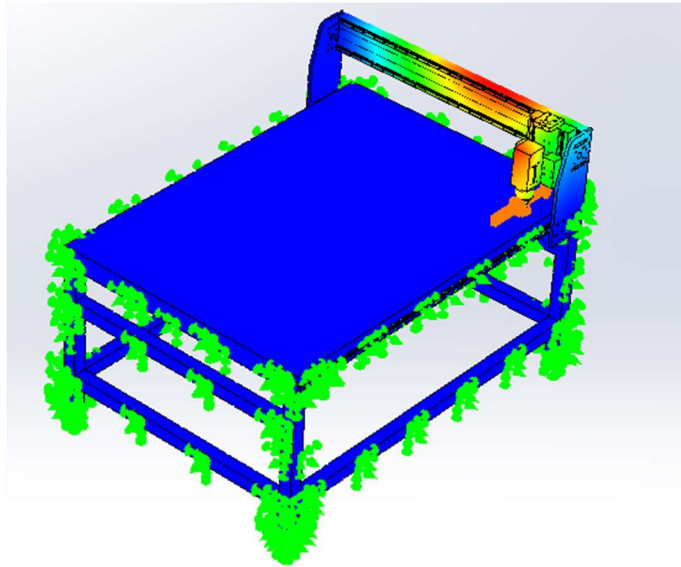


Figura 57. Deformación posición 2

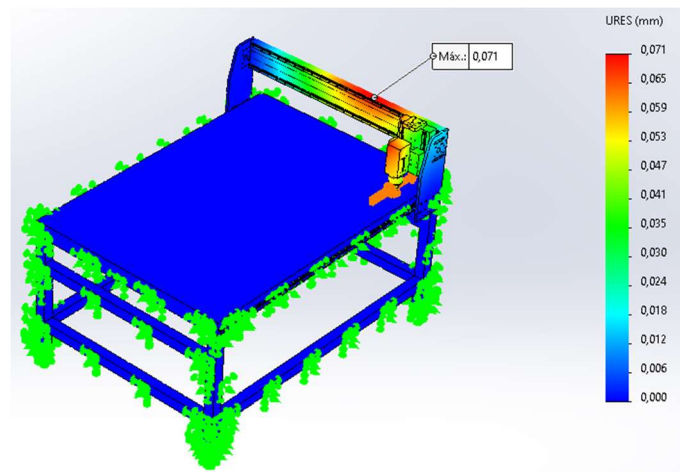


Figura 58. Deformación posición 2 Escala

En cuanto a la deformación, conociendo la máxima deformación calculada y asumiendo que el cálculo no está correctamente ejecutado ya que, la definición de las uniones en el simulador es errónea, como se explica en los supuestos definidos en la página 53 (supuesto 2). En el apartado A1.2.3 se calculó la deformación máxima permitida esta dio como resultado 0,803mm. En simulación se obtiene 0,07mm. La deformación obtenida está por debajo del límite calculado, con lo que se puede decir que es una deformación válida para el conjunto. Aunque se sabe que la elección de las uniones en la simulación no es la correcta por ser uniones rígidas en todo el conjunto.

Análisis posición 3

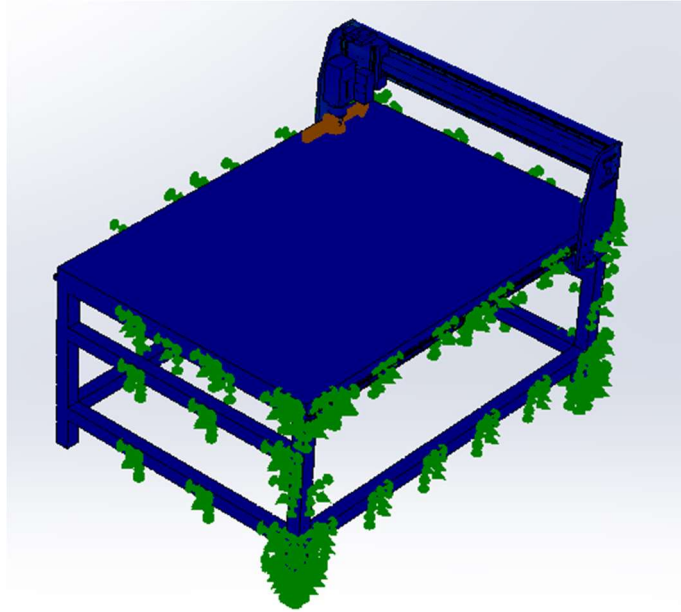


Figura 59. Von Misses posición 3

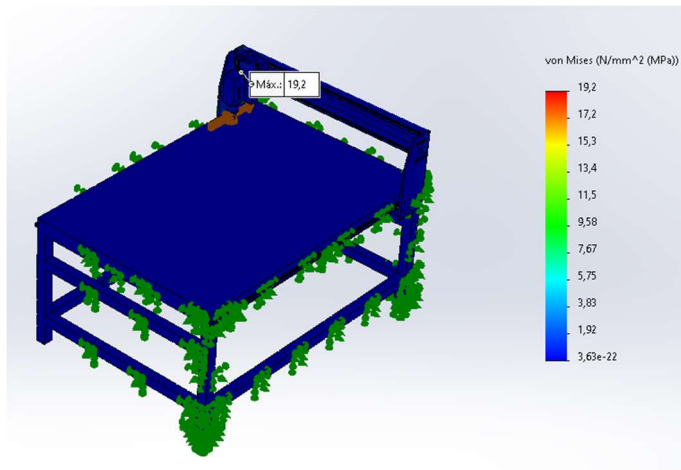


Figura 60. Von Misses posición 3 Escala

Analizando el resultado de la tensión de Von misses, sabiendo que el límite elástico del material más desfavorable es de 90 MPa.

$$FDS = \frac{\sigma_{misses}}{E} = \frac{19,2}{90} = 0,21$$

En el resultado comparado con el límite elástico del material más perjudicial que es el aluminio 6063T1 es de 90 MPa. En la comparación del dato obtenido en la simulación con el límite elástico comentado, se observa que no se sobrepasa el límite con una amplia seguridad. Con lo que se puede concluir que cumple la resistencia a las fuerzas aplicadas.

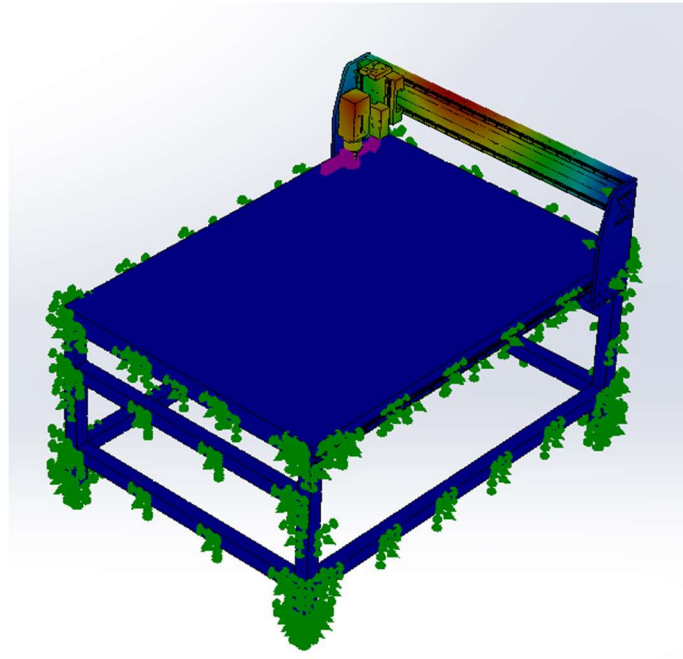


Figura 61. Deformación posición 3

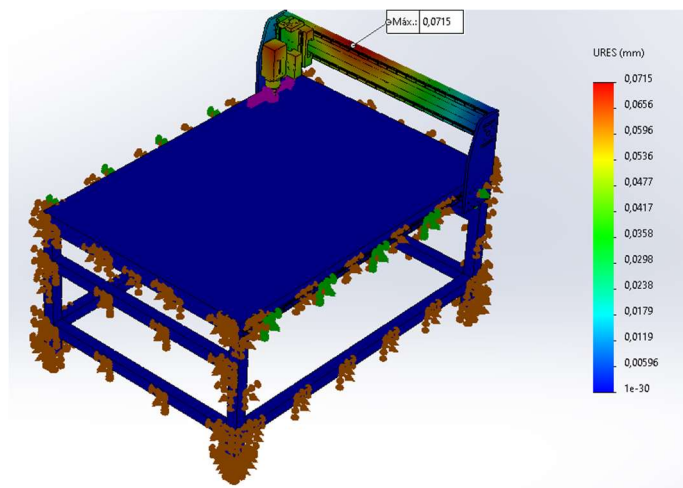


Figura 62. Deformación posición 3 Escala

En cuanto a la deformación, conociendo la máxima deformación calculada y asumiendo que el cálculo no está correctamente ejecutado ya que, la definición de las uniones en el simulador es errónea, como se explica en los supuestos definidos en la página 53 (supuesto 2). En el apartado A1.2.3 se calculó la deformación máxima permitida esta dio como resultado 0,803mm. En simulación se obtiene 0,07mm. La deformación obtenida está por debajo del límite calculado, con lo que se puede decir que es una deformación válida para el conjunto.

Análisis posición 4

El cuarto punto más desfavorable analizado, es en una de las esquinas, concretamente en la esquina superior izquierda, con el cabezal en la posición más baja.

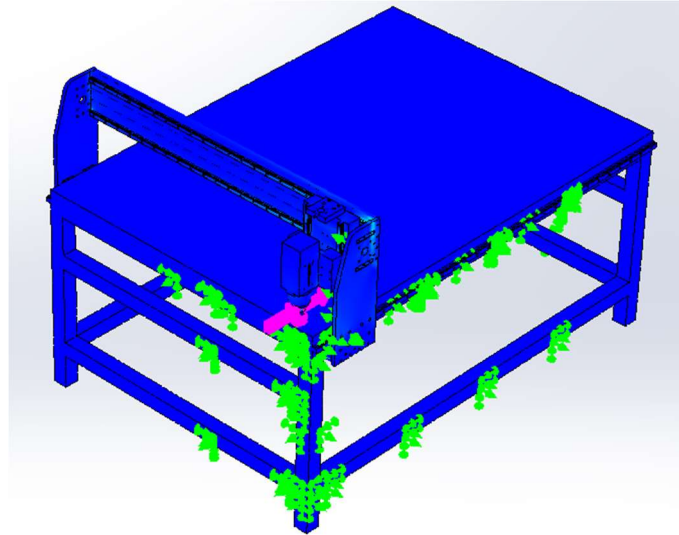


Figura 63. Von misses posición 4

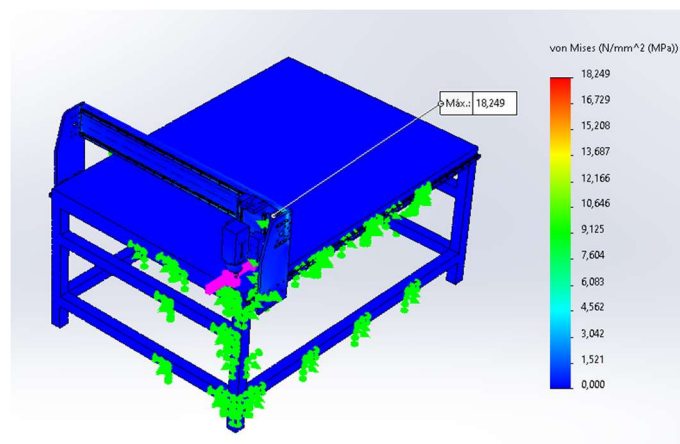


Figura 64. Von misses posición 4 Escala

Analizando el resultado de la tensión de Von misses, sabiendo que el límite elástico del material más desfavorable es de 90 MPa.

$$FDS = \frac{\sigma_{misses}}{E} = \frac{18,25}{90} = 0,203$$

En el resultado comparado con el límite elástico del material más perjudicial que es el aluminio 6063T1 es de 90 MPa. En la comparación del dato obtenido en la simulación con el límite elástico comentado, se observa que no se sobrepasa el límite con una amplia seguridad. Con lo que se puede concluir que cumple la resistencia a las fuerzas aplicadas.

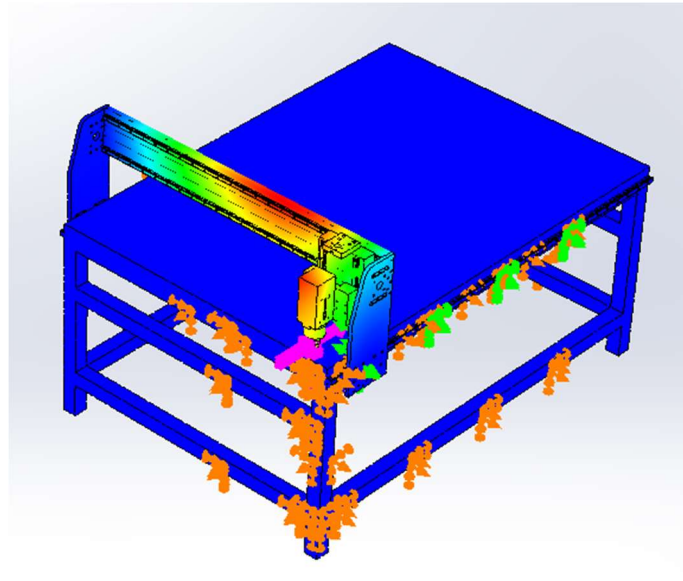


Figura 65. Deformación posición 4

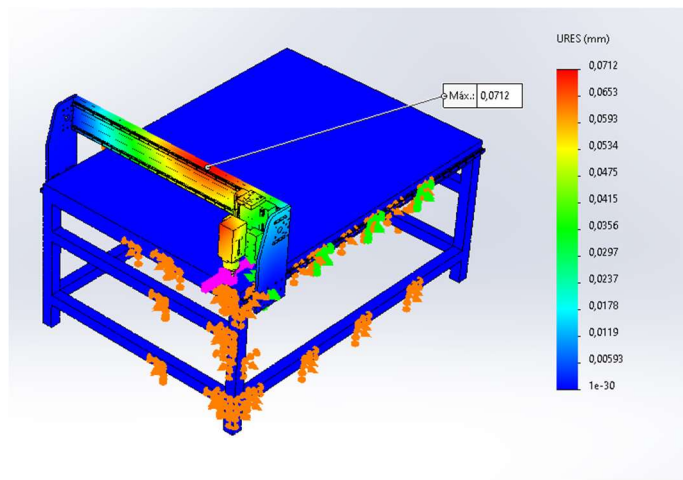


Figura 66. Deformación posición 4 Escala

En cuanto a la deformación, conociendo la máxima deformación calculada y asumiendo que el cálculo no está correctamente ejecutado ya que, la definición de las uniones en el simulador es errónea, como se explica en los supuestos definidos en la página 53 (supuesto 2). En el apartado A1.2.3 se calculó la deformación máxima permitida esta dio como resultado 0,803mm. En simulación se obtiene 0,07mm. La deformación obtenida está por debajo del límite calculado, con lo que se puede decir que es una deformación válida para el conjunto.

Análisis posición 5

El quinto punto más desfavorable analizado, es en una de las esquinas, concretamente en la esquina superior derecha, con el cabezal en la posición más baja.

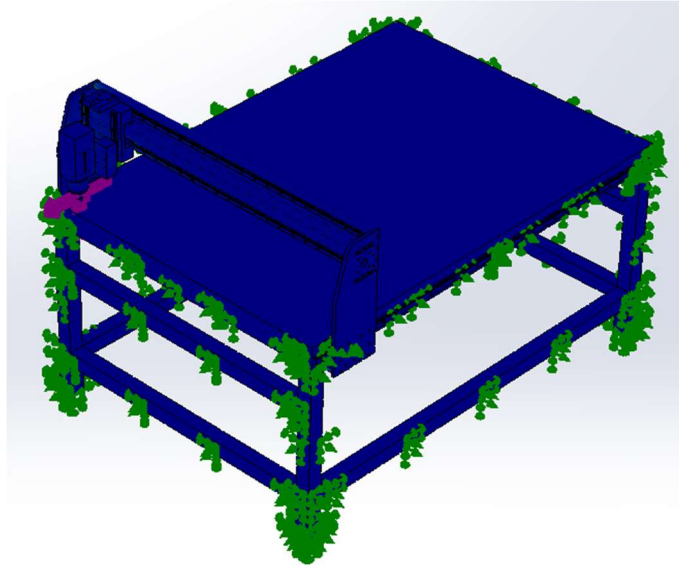


Figura 67. Von Misses Posicion 5

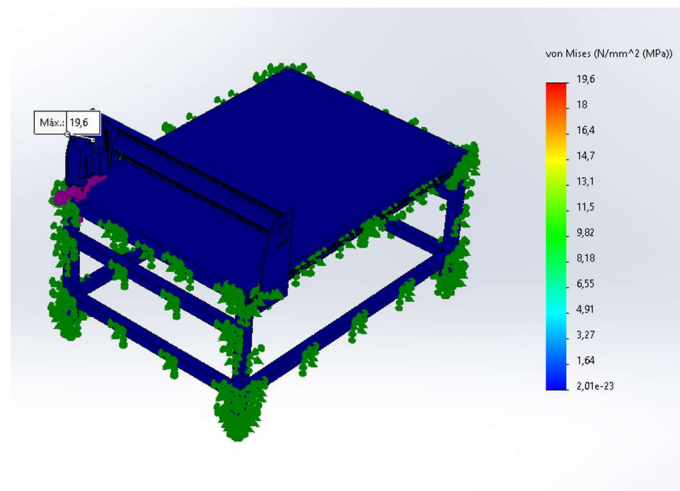


Figura 68. Von Misses Posicion 5 Escala

Analizando el resultado de la tensión de Von misses, sabiendo que el límite elástico del material más desfavorable es de 90 MPa.

$$FDS = \frac{\sigma_{misses}}{E} = \frac{19,6}{90} = 0,218$$

En el resultado comparado con el límite elástico del material más perjudicial que es el aluminio 6063T1 es de 90 MPa. En la comparación del dato obtenido en la simulación con el límite elástico comentado, se observa que no se sobrepasa el límite con una amplia seguridad. Con lo que se puede concluir que cumple la resistencia a las fuerzas aplicadas.

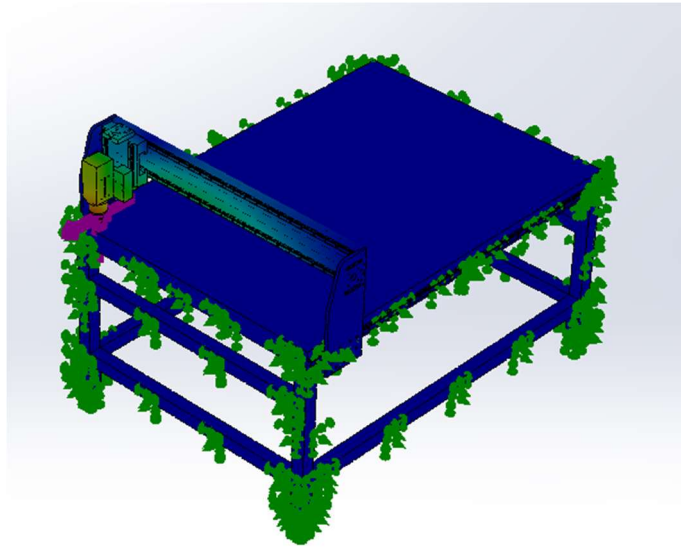


Figura 69. Deformación posición 5

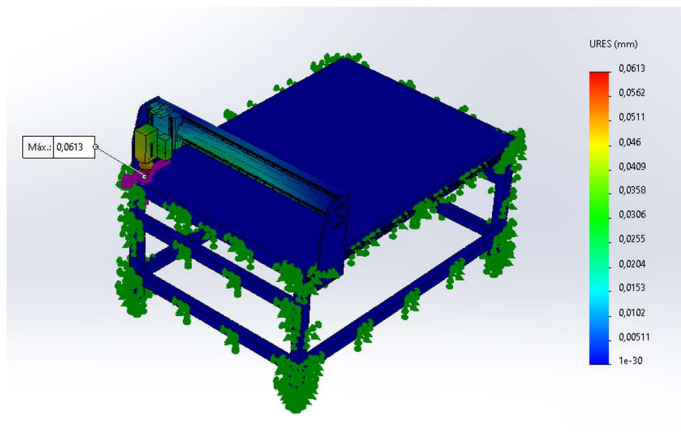


Figura 70. Deformación posición 5 Escala

En cuanto a la deformación, conociendo la máxima deformación calculada y asumiendo que el cálculo no está correctamente ejecutado ya que, la definición de las uniones en el simulador es errónea, como se explica en los supuestos definidos en la página 53 (supuesto 2). En el apartado A1.2.3 se calculó la deformación máxima permitida esta dio como resultado 0,803mm. En simulación se obtiene 0,06mm. La deformación obtenida está por debajo del límite calculado, con lo que se puede decir que es una deformación válida para el conjunto. Aunque se sabe que la elección de las uniones en la simulación no es la correcta por ser uniones rígidas en todo el conjunto.

Análisis posición 6

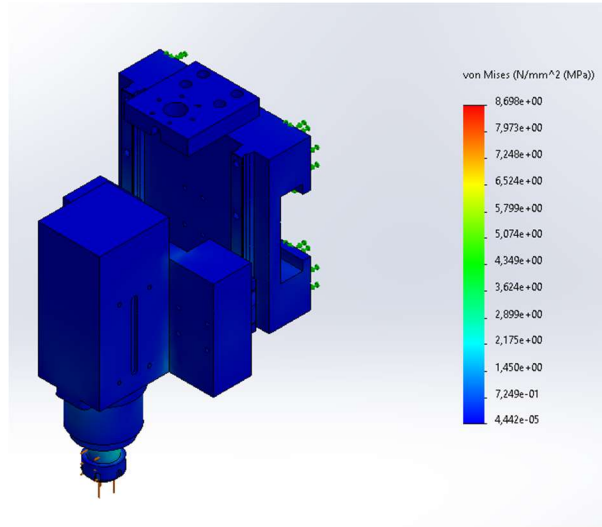


Figura 71. Von Misses posición 6 Escala

Analizando el resultado de la tensión de Von misses, sabiendo que el límite elástico del material más desfavorable es de 90 MPa.

$$FDS = \frac{\sigma_{misses}}{E} = \frac{8,7}{90} = 0,097$$

En el resultado comparado con el límite elástico del material más perjudicial que es el aluminio 6063T1 es de 90 MPa. En la comparación del dato obtenido en la simulación con el límite elástico comentado, se observa que no se sobrepasa el límite con una amplia seguridad. Con lo que se puede concluir que cumple la resistencia a las fuerzas aplicadas.

En las imágenes se muestra la deformación máxima en todo el ensamblaje, la deformación máxima en el punto más desfavorable a la hora de trabajo del centro de mecanizado. La deformación máxima obtenida es de 0,01mm

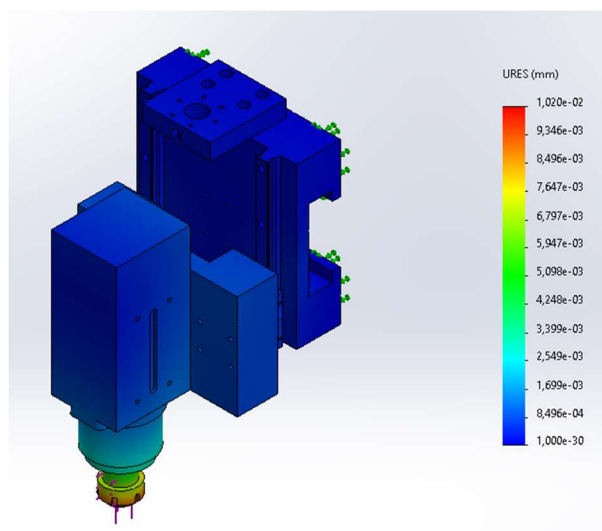


Figura 72. Deformación posición 6 Escala

En simulación se obtiene 0,01mm. La deformación obtenida está por debajo del límite calculado, con lo que se puede decir que es una deformación válida para el conjunto.

Análisis posición 7

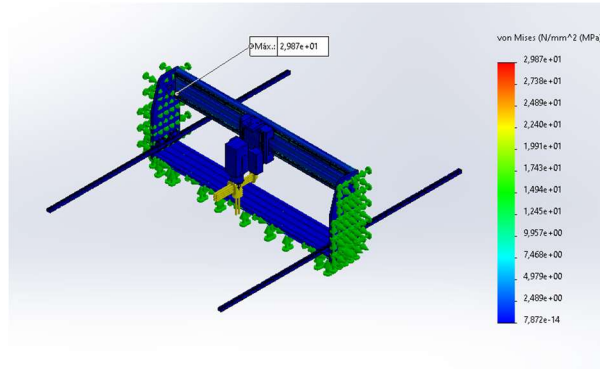


Figura 73. Von Misses posición 7 Escala

Analizando el resultado de la tensión de Von misses, sabiendo que el límite elástico del material más desfavorable es de 90 MPa.

$$FDS = \frac{\sigma_{misses}}{E} = \frac{29,87}{90} = 0,332$$

En el resultado comparado con el límite elástico del material más perjudicial que es el aluminio 6063T1 es de 90 MPa. En la comparación del dato obtenido en la simulación con el límite elástico comentado, se observa que no se sobrepasa el límite con una amplia seguridad. Con lo que se puede concluir que cumple la resistencia a las fuerzas aplicadas.

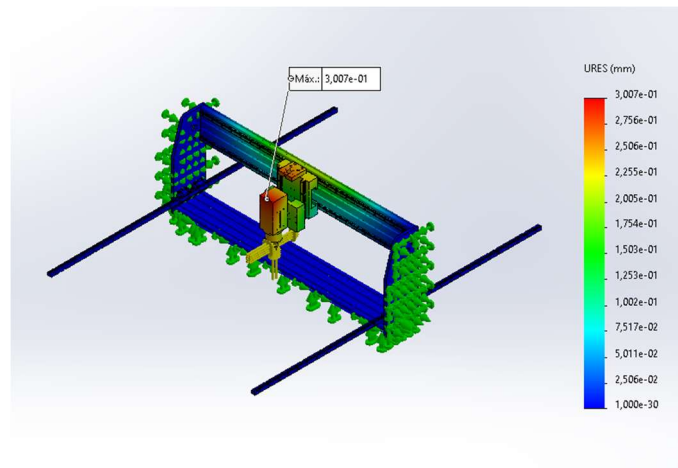


Figura 74. Deformación posición 7 Escala

En las imágenes se muestra la deformación máxima en todo el ensamblaje, la deformación máxima en el punto más desfavorable a la hora de trabajo del centro de mecanizado. La deformación máxima obtenida es de 0,31mm. La deformación obtenida está por debajo del límite calculado, con lo que se puede decir que es una deformación válida para el conjunto.

Análisis posición 8

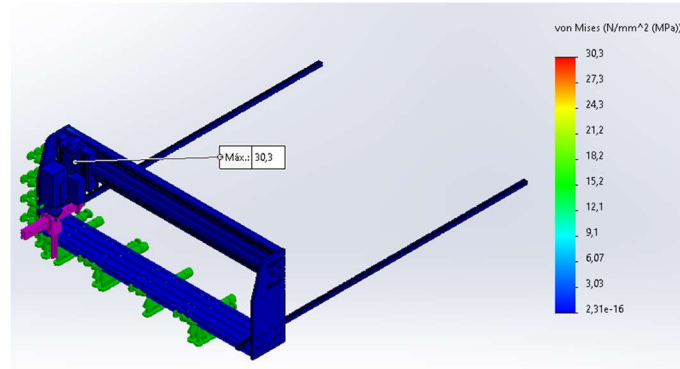


Figura 75. Von Misses posición 8 Escala

Analizando el resultado de la tensión de Von misses, sabiendo que el límite elástico del material más desfavorable es de 90 MPa.

$$FDS = \frac{\sigma_{misses}}{E} = \frac{30,3}{90} = 0,337$$

En el resultado comparado con el límite elástico del material más perjudicial que es el aluminio 6063T1 es de 90 MPa. En la comparación del dato obtenido en la simulación con el límite elástico comentado, se observa que no se sobrepasa el límite con una amplia seguridad. Con lo que se puede concluir que cumple la resistencia a las fuerzas aplicadas.

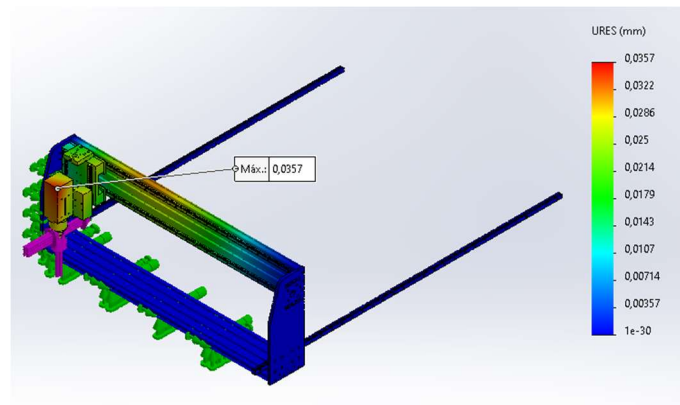


Figura 76. Deformación posición 8 Escala

En simulación se obtiene 0,04mm. La deformación obtenida está por debajo del límite calculado, con lo que se puede decir que es una deformación válida para el conjunto.

Análisis posición 9

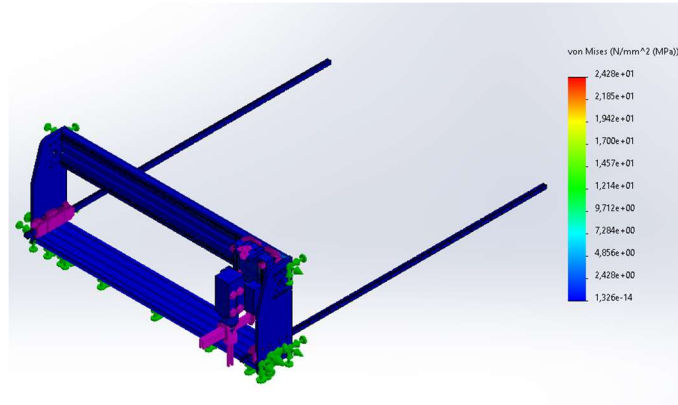


Figura 77. Von Misses posicion 9 Escala

Analizando el resultado de la tensión de Von misses, sabiendo que el límite elástico del material más desfavorable es de 90 MPa.

$$FDS = \frac{\sigma_{misses}}{E} = \frac{24,28}{90} = 0,27$$

En las imágenes se muestra la deformación máxima en todo el ensamblaje, la deformación máxima en el punto más desfavorable a la hora de trabajo del centro de mecanizado. La deformación máxima obtenida es de 0,036mm.

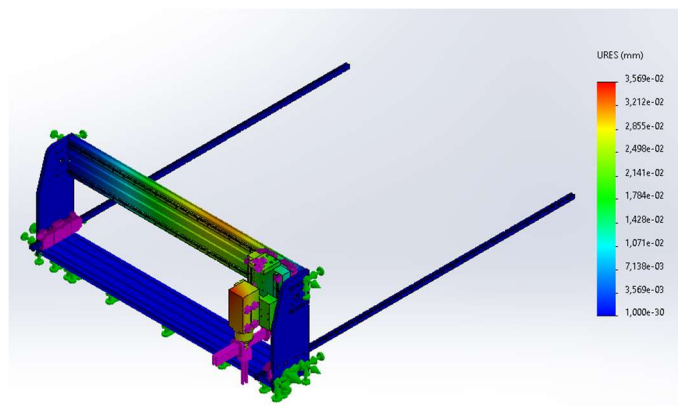


Figura 78. Deformación posicion 9 Escala

La deformación obtenida está por debajo del límite calculado, con lo que se puede decir que es una deformación válida para el conjunto.

Resultados obtenidos.

Como se observa en la tabla a continuación todas las tensiones obtenidas están por debajo del límite elástico más desfavorable de los materiales seleccionados en simulación. Con lo cual se puede llegar a la conclusión de que la estructura es válida en cuanto a tensiones analizadas.

Al igual que ocurre con las tensiones, las deformaciones obtenidas en todas las simulaciones realizadas son inferiores al límite calculado en el anexo A1.2.3, se puede llegar a la conclusión de que la estructura analizada es válida.

Aun sabiendo que una de la hipótesis escogida para la simplificación de la estructura en el análisis estático no es correcta, ya que los contactos en un conjunto de este tipo son realizados con tornillería y no cumplen con que es un contacto rígido. Pero también se conoce que en este supuesto la deformación en cada una de las posiciones analizadas esta calculada por encima de la capacidad máxima. Se quiere decir con esto que, si la simulación se realizada con las uniones definidas tal cual son, dicha deformación seria más pequeña que la obtenida, y se cumpliría con los requisitos más holgadamente.

Posición	Límite elástico (MPa)	Von Misses (MPa)	FDS	Límite deformación (mm)	Deformación (mm)
Posición 1	90	36	0,4	0,803	0,52
Posición 2	90	18	0,2	0,803	0,07
Posición 3	90	19,2	0,21	0,803	0,07
Posición 4	90	18,25	0,203	0,803	0,07
Posición 5	90	19,6	0,218	0,803	0,06
Posición 6	90	8,7	0,097	0,803	0,01
Posición 7	90	29,87	0,332	0,803	0,31
Posición 8	90	30,3	0,337	0,803	0,04
Posición 9	90	24,28	0,27	0,803	0,04

Tabla 11. Resumen datos obtenidos simulación

En conclusión, el diseño realizado del centro de mecanizado para los esfuerzos a los que va a estar sometido es completamente apto y validable, para su fabricación.

A.2 Estudio económico

El cliente pidió una valoración del tiempo necesario para la amortización del centro de mecanizado. Por tanto, se realizó una simulación de lo que supondría la inversión en el centro de mecanizado.

Viendo el presupuesto realizado en el apartado de presupuesto página 120-130, el coste de la máquina en cuestión es de 7.721,52€, sumando el tiempo de diseño de esta y los materiales a utilizar para su montaje y puesta en marcha.

Por ello se calculó en primer lugar el coste del centro de mecanizado por horas. Sabiendo que en los talleres de mecanizado el coste por hora es de 38€/hora, se escogió un valor por debajo de este para realizar la simulación, el valor fue 30€/hora.

Siendo el valor de sus productos comprendido entre **60-120 €** cada uno, en función del trabajo que requiera y del tipo de producto que sea. Y con una venta mensual de unos 30 productos de media anual, según el cliente.

Conociendo el valor de los productos y se realizó el siguiente supuesto.

En el caso de las piezas de valor de 60€, en centro de mecanizado si se consiguiera realizar 6 piezas la hora, cada pieza tendrá un valor de 5 €/hora con lo que para poder amortizar la máquina se necesitaría 1544,3 horas.

En el caso de las piezas del valor de 120€, si se consiguiera realizar 4 piezas por hora, esta tendrá un valor de 7 '5 €/hora con lo que se necesitan 1029,5 horas.

En el caso de las piezas de valor de 60€ se necesitaría un tiempo de 9,7 meses y en el caso de las piezas de valor de 120€ se necesita un tiempo de 6,4 meses.

Al combinarlo con el número de piezas que se venden mensualmente que son 30 y sabiendo el número de piezas realizadas a la hora de cada una de las piezas. Obtenemos lo siguiente:

De la pieza de 60€ se trabaja al mes 5 horas y de la pieza de 120€ se trabaja al mes 7,5 horas para obtener el número mensual de ventas. Con lo que obtenemos que para la primera de las piezas a este ritmo de ventas se necesitan 308,9 meses. En el caso de la segunda pieza se necesitan 137,3 meses.

Con estos datos está claro que se debe replantear las ventas supuestas, ya que la amortización según horas de máquina es una barbaridad de tiempo.

Supuestos	Unidades mensuales precio 60 €	% piezas 60 €	Unidades mensuales precio 120 €	% piezas 120 €	Total piezas mensuales
Supuesto 1	30	100,00%	0	0,00%	30
Supuesto 2	0	0,00%	30	100,00%	30
Supuesto 3	15	50,00%	15	50,00%	30
Supuesto 4	10	33,33%	20	66,67%	30
Supuesto 5	20	66,67%	10	33,33%	30
Supuesto 6	5	16,67%	25	83,33%	30
Supuesto 7	25	83,33%	5	16,67%	30

Tabla 12. Resumen supuestos económicos

El cliente indicó que del precio de cada producto se descuenta un 15% en concepto de amortización de maquinaria nueva y antigua, para ir pagando dichas inversiones. De esta manera ya se realiza amortización en las máquinas, pero además se puede añadir algo más si se cree necesario en función de los beneficios mensuales.

También hay que tener en cuenta los gastos fijos, que suponen un 40% del precio de venta del producto.

Supuesto 1

El primer supuesto se pensó que las ventas mensuales son del producto más barato, es decir el que tiene el valor de 60 €. En este supuesto mensualmente se obtienen **2100€** de los cuales se ha de tener en cuenta que el material, el tiempo de realización, etc. son gastos que descontar al precio de venta. Con lo que si de estos 60€ se obtienen 27€ de beneficio neto, con lo que realmente al mes obtenemos **810 €**.

Pero la amortización definida por el cliente es del 15 %, con lo que la aportación que se realiza para dicha amortización es de 270€

Con esta amortización mensual, al año se obtendrán 3240 €, y la amortización de la máquina se realizaría en 28,6 meses tendríamos amortizada la inversión.

PVP pieza (€)	Amortización (€)	Amort. 1 año (€)	Amort. mensual (€)	Tiempo total amort.
60	9	3240	270	28,6 meses

Tabla 13. Datos supuesto 1

Supuesto 2

El segundo supuesto las ventas mensuales son del producto más caro, es decir el que tiene el valor de 120 €. En este supuesto mensualmente se obtienen **3600€** de los cuales se debe tener en cuenta que el material, el tiempo de realización, etc. son gastos que descontar al precio de venta. Con lo que si de estos 120 € se obtienen 54 € de beneficio neto, con lo que realmente al mes obtenemos **1620 €**.

Con estos beneficios mensuales, al año se obtendrán 19440 €.

La amortización del 15% mensual sería de 540€, que al año supondría 6480€ de amortización del centro de mecanizado. La amortización de la máquina se realizaría en unos 14,3 meses tendríamos amortizada la inversión.

PVP pieza (€)	Amortización (€)	Amort. 1 año (€)	Amort. mensual (€)	Tiempo total amort.
120	18	6480	540	14,3 meses

Tabla 14. Datos supuesto 2

Supuesto 3

El tercer supuesto las ventas mensuales son al 50% de cada uno de los productos. En este supuesto mensualmente se obtienen **1215€**.

Aunque realmente la amortización indicada por el cliente nos proporciona una cifra de 405€ mensuales. Anualmente esta cifra se convierte en 4860 €

Con esta amortización mensual, al año se obtendrán 4860 €, y la amortización de la máquina se realizaría en 19,1 meses tendríamos amortizada la inversión.

PVP pieza (€)	Amortización (€)	Amort. 1 año (€)	Amort. mensual (€)	Tiempo total amort.
60(50%) 120(50%)	9-18	4860	405	19,1

Tabla 15. Datos supuesto 3

Supuesto 4

En el cuarto supuesto las ventas mensuales son un 33,3% del producto de 60€ y un 66,67% del producto de 120€. Con lo que mensualmente se obtendrán en beneficio 1350€.

La amortización definida por el cliente es del 15 % del PVP de las piezas. En este supuesto en el que se venden 10 y 20 piezas respectivamente, estamos hablando de una amortización mensual de 450€.

Con esta amortización mensual, al año se obtendrán 5400 €, y la amortización de la máquina se realizaría en 17,2 meses tendríamos amortizada la inversión.

PVP pieza (€)	Amortización (€)	Amort. 1 año (€)	Amort. mensual (€)	Tiempo total amort.
60(33,3%) 120(66,67%)	9-18	5400	450	17,2

Tabla 16. Datos supuesto 4

Supuesto 5

En el quinto supuesto las ventas de producto son del 66,67% del producto de 60€ y del 33,33% del producto de 120€. Con estas variables la amortización mensual es de 360€, lo que supone 4320€ anuales.

Y la amortización del centro de mecanizado se realizaría en 21,4 meses.

PVP pieza (€)	Amortización (€)	Amort. 1 año (€)	Amort. mensual (€)	Tiempo total amort.
60(66,67%) 120(33,33%)	9-18	4320	360	21,4

Tabla 17. Datos supuesto 5

Supuesto 6

En el sexto supuesto las ventas de producto son del 16,67% del producto de 60€ y del 83,33% del producto de 120€. Con estas variables la amortización mensual es de 495€, lo que supone 5940€ anuales.

Y la amortización del centro de mecanizado se realizaría en 15,6 meses.

PVP pieza (€)	Amortización (€)	Amort. 1 año (€)	Amort. mensual (€)	Tiempo total amort.
60(16,67%) 120(83,33%)	9-18	5940	495	15,6

Tabla 18. Datos supuesto 6

Supuesto 7

En el séptimo supuesto las ventas de producto son del 83,33% del producto de 60€ y del 16,67% del producto de 120€. Con estas variables la amortización mensual es de 315€, lo que supone 3780€ anuales.

Y la amortización del centro de mecanizado se realizaría en 24,5 meses.

PVP pieza (€)	Amortización (€)	Amort. 1 año (€)	Amort. mensual (€)	Tiempo total amort.
60(83,33%) 120(16,67%)	9-18	3780	315	24,5

Tabla 19. Datos supuesto 7

A continuación, se muestran varias tablas resumen de lo nombrado con anterioridad.

Supuestos	Amor. mensual pieza 60€ (%)	Amor. mensual (€)	Amor. mensual pieza 120€ (%)	Amor. mensual (€)	TOTAL
Supuesto 1	100,00%	270€	0,00%	0€	270€
Supuesto 2	0,00%	0€	100,00%	540€	540€
Supuesto 3	50,00%	135€	50,00%	270€	405€
Supuesto 4	33,33%	90€	66,67%	360€	450€
Supuesto 5	66,67%	180€	33,33%	180€	360€
Supuesto 6	16,67%	45€	83,33%	450€	495€
Supuesto 7	83,33%	225€	16,67%	90€	315€

Tabla 20. Resumen amortización mensual

Supuestos	Amor. anual pieza 60€ (%)	Amor. anual (€)	Amor. anual pieza 120€ (%)	Amor. anual (€)	TOTAL	Tiempo amor.	Meses amor.
Supuesto 1	100,00%	3.240€	0,00%	0€	3.240€	2,38	28,6
Supuesto 2	0,00%	0€	100,00%	6.480€	6.480€	1,19	14,3
Supuesto 3	50,00%	1.620€	50,00%	3.240€	4.860€	1,59	19,1
Supuesto 4	33,33%	1.080€	66,67%	4.320€	5.400€	1,43	17,2
Supuesto 5	66,67%	2.160€	33,33%	2.160€	4.320€	1,79	21,4
Supuesto 6	16,67%	540€	83,33%	5.400€	5.940€	1,30	15,6
Supuesto 7	83,33%	2.700€	16,67%	1.080€	3.780€	2,04	24,5

Tabla 21. Resumen amortización anual y tiempo amortización

Teniendo en cuenta que el porcentaje del 15% los datos de amortización son realmente buenos, ya que normalmente las inversiones de este tipo por las empresas suelen amortizarse en más tiempo del calculado en los supuestos.

Pero para realizar la amortización más rápida se podría tener en cuenta sumar parte del beneficio obtenido mensualmente y de esta manera se reducirían los plazos de amortización, si se cogiera un 10% de los beneficios para el concepto de amortización. Se obtendrán los siguientes datos:

Supuestos	Amor. Mensual (€)	Amor. anual (€)	Tiempo de amor.	Meses amor.
Supuesto 1	450€	5.400€	1,43	17,2
Supuesto 2	900€	10.800€	0,71	8,6
Supuesto 3	675€	8.100€	0,95	11,4
Supuesto 4	750€	9.000€	0,86	10,3
Supuesto 5	600€	7.200€	1,07	12,9
Supuesto 6	825€	9.900€	0,78	9,4
Supuesto 7	525€	6.300€	1,23	14,7

Tabla 22. Resumen amortización de un 25%

Como se puede observar en el primer supuesto que era el más desfavorable de los siete, que si ampliamos la amortización en un 10% se reduce el tiempo en 20 meses.

Pero claro todo esto tiene repercusión en los beneficios obtenidos que se ven afectados como se observa en la siguiente tabla:

Supuestos	Beneficios con 15% amor.	Beneficios con 25% amor.
Supuesto 1	810€	630€
Supuesto 2	1.620€	1.260€
Supuesto 3	1.215€	945€
Supuesto 4	1.350€	1.050€
Supuesto 5	1.080€	840€
Supuesto 6	1.485€	1.155€
Supuesto 7	945€	735€

Tabla 23. Comparación beneficios mensuales

Analizando la tabla anterior se puede observar que en los supuestos 1, 5 y 7 no se debería aplicar esta ampliación de la amortización, ya que los beneficios se reducen de tal forma que el cliente no tiene un sueldo en condiciones.

Con toda esta información, dejamos de la mano del cliente que pueda elegir qué tipo de amortización desea tener.

A.3 Catálogos.

Ref. CNC-Robotica	Type	∅	∅Ball mm	Adv. mm	Precision
CNC30081	1204	12	2.381	4	C7
CNC30082	1605	16	3.175	5	C7
CNC30083	1610	16	3.175	10	C7
CNC30084	1616	16	3.175	16	C7
CNC30085	2005	20	3.175	5	C7
CNC30086	2010	20	3.175	10	C7
CNC30087	2020	20	3.175	20	C7
CNC30088	2505	25	3.175	5	C7
CNC30089	2510	25	4.763	10	C7
CNC30090	2525	25	3.969	25	C7

Ref. CNC-Robotica	Type	∅	∅Ball mm	Adv. mm	Precision
CNC30081	1204	12	2.381	4	C7
CNC30082	1605	16	3.175	5	C7
CNC30083	1610	16	3.175	10	C7
CNC30084	1616	16	3.175	16	C7
CNC30085	2005	20	3.175	5	C7
CNC30086	2010	20	3.175	10	C7
CNC30087	2020	20	3.175	20	C7
CNC30088	2505	25	3.175	5	C7
CNC30089	2510	25	4.763	10	C7
CNC30090	2525	25	3.969	25	C7

BK, FK, BF y FF
Mecanizados Normalizados

Spindle Ø	Fixed Ballscrew Support		d1 (h6)	d2 (g5)	L1	L2	d3	L3	Ballscrew Ø	Trapezoidal Ø
6mm to 16mm	BK12	FK12	10.0	12.0	15	39	M12x1.0	16	16	18 & 20
18mm to 25mm	BK15	FK15	12.0	15.0	20	41	M15x1.0	16	20	22

Spindle Ø	Floating Ballscrew Support		d5 (g6)	L5	d6	L6	L7	Ballscrew Ø	Trapezoidal Ø
6mm to 16mm	BF12	FF12	10	12	0 / -0.1	+0.1 / 0	9.15	16	18 & 20
18mm to 25mm	BF15	FF15	15	12	14.3	1.15	10.15	20	22

Material	Velocidad corte v(m/min)		Velocidad avance a (mm/min)
	Desbaste	Acabado	
Cobre y aluminio	60-80	80-100	80-120
Bronce común	25-28	35-40	80
Acero dulce	16-20	25-30	60
Acero semiduro	12-16	18-22	30
Acero duro	10-15	16-18	25
Acero muy duro	8-12	13-15	20
Fundición gris	12-15	18-20	45

Velocidad de corte de la maquina fresadora

Material	Fresa de acero de alta velocidad		Fresa de carburo	
	Pie/min	m/min	Pie/min	m/min
Acero aleado	40 a 70	12 a 20	150 a 250	45 a 75
Aluminio	500 a 1000	150 a 300	1000 a 2000	300 a 600
Bronce	65 a 120	20 a 35	200 a 400	60 a 120
Hierro fundido	50 a 80	15 a 25	125 a 200	40 a 60
Acero de maquinado libre	100 a 150	30 a 45	400 a 600	120 a 180
Acero para maquina	70 a 100	21 a 30	150 a 250	45 a 75
Acero inoxidable	30 a 80	10 a 25	100 a 300	30 a 90
Acero para herramienta	60 a 70	18 a 20	125 a 200	40 a 60



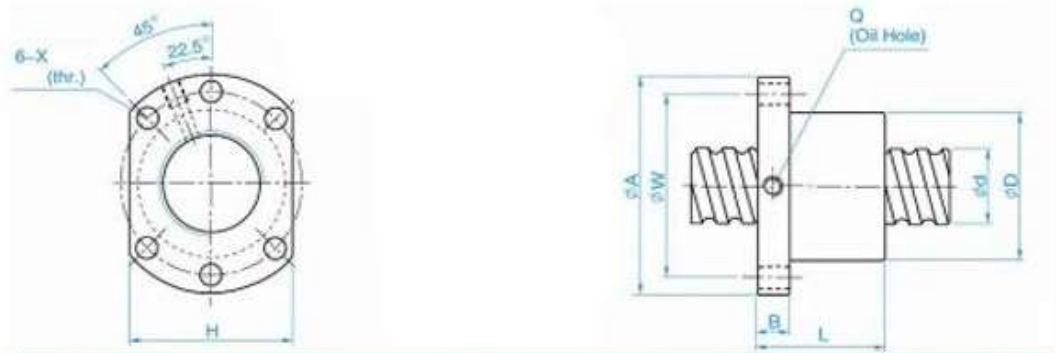
Más información

Especificaciones electricas :

Ángulo de paso (grados)	1,8
Longitud del motor (mm)	76
Corriente nominal (A)	2,5
Resistencia de fase (ohmios)	1,8
Inductancia de fase (mH)	6,5
Par de retención (N.cm mín.)	180
Par de retención (N.cm máx.)	6,0
Inercia del rotor (g.cm ²)	440
Cable conductor (No.)	4
Peso del motor (g)	1050

Type	Power kW	Voltage V	Freq. Hz	rpm	Absor. A	Weight kg
6067-A	1.25	220/380	50	3000	5.6/3.2	12.5
6067-D	1.6	220/380	50	3000	7.0/4.2	20
6067-A	1.9	220/380	100	6000	7.6/4.4	12.5
6067-D	3.3	220/380	100	6000	12.8/7.4	20
6067-A	3.0	220/380	200	12000	12.3/7.1	12.5
6067-D	4.5	220/380	200	12000	18.2/10.6	20
6067-A	4.5	220/380	300	18000	18.0/10.0	12.5

Type	Power kW	Voltage V	Freq. Hz	rpm	Absor. A	Weight kg
5160-D	1.1	220/380	50	3000	5.5/3.15	12.5
5160-D	2.2	220/380	100	6000	9.9/5.7	12.5
5160-A	2.2	220/380	200	12000	9.7/5.6	11.0
5160-B	2.6	220/380	200	12000	10.4/6.0	11.3
5160-C	3.0	220/380	200	12000	12.5/7.2	12.0
5160-D	3.7	220/380	200	12000	15.0/8.7	12.5
5160-A	3.3	220/380	300	18000	13.7/7.9	11.0
5160-D	5.6	220/380	300	18000	20.0/11.5	12.5



1: Lead		Da:	Ball Dia.	n:	Number of Circuits	K:	Stiffness (Kgf/μm)								
Ca:		Basic Dynamic Rating Load (Kgf)				Coa:		Basic Static Rating Load(Kgf)							
Model No.	Dimensions														
	d	l	Da	D	A	B	L	W	X	H	Q	n	Ca	Coa	K
SFU-1204-3 RED	12	4	2,5	24	40	10	40	32	4,5	30	M6x1	1x3	451	709	12,5
SFU-1605-3 RED	16	5	3,175	28	48	10	42	38	5,5	40	M6x1	1x3	666	1143	35
SFU-1610-4 RED	16	10	3,175	28	48	10	42	38	5,5	40	M6x1	1x4	716	1232	15
SFU-2010-4 RED	20	10	3,175	36	58	10	42	47	6,6	44	M6x1	1x4	749	1465	25
CFU-1605-4 OVAL	16	5	3,175	28	48	10	50	38	5,5	40	M6x1	1x4	888	1525	20
CFU-2005-4 OVAL	20	5	3,175	36	58	10	51	47	6,6	44	M6x1	1x4	999	1994	25
CFU-2505-4 OVAL	25	5	3,175	40	62	10	51	51	6,6	48	M6x1	1x4	1119	2581	35
SFS-1610-2.8	15	10	2,778	28	48	10	47	38	5,5	40	M6x11x2,8		839	1821	
SFS-2010-3.8	20	10	3,175	36	58	10	60	47	6,6	44	M6x11x3,8		1516	3833	
SFS-2510-3.8	25	10	3,175	40	62	12	62	51	6,6	48	M6x11x3,8		1638	4633	

GUÍAS LINEALES. SERIES HG Y QH



DIMENSIONES DE LOS PATINES HG / QH

DIMENSIONES DE HGW / QHW

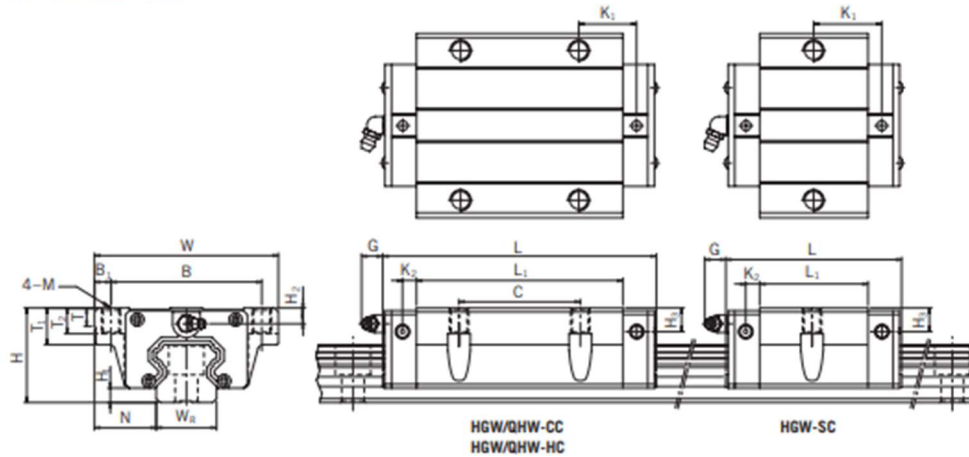
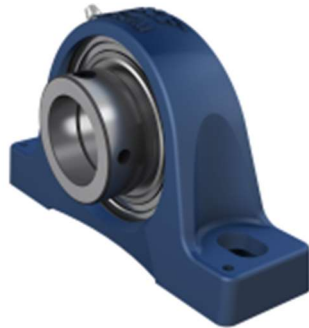


Tabla 3.8 DIMENSIONES DEL PATÍN

Series / tamaño	Dimensiones instalación (mm)			Dimensiones del patín (mm)															Capacidades de carga (N)		Peso (kg)
	H	H ₁	N	W	B	B ₁	C	L ₁	L	K ₁	K ₂	M	G	T	T ₁	T ₂	H ₂	H ₃	C _{dyn}	C _{st}	
HGW15CC	24	4,3	16,0	47	38	4,5	30	39,4	61,4	8,00	4,85	M5	5,3	6,0	8,9	7,0	3,95	3,7	11.380	16.970	0,17
QHW15CC	24	4,0	16,0	47	38	4,5	30	39,4	61,4	8,00	5,00	M5	5,3	6,0	8,9	7,0	3,95	4,2	13.880	14.360	0,17
HGW20SC	30	4,6	21,5	63	53	5,0	-	29,5	54,3	19,65	6,00	M6	12,0	8,0	10,0	9,5	6,00	6,0	12.190	16.110	0,28
HGW20CC							40	50,5	77,5	10,25									17.750	27.760	0,40
HGW20HC	30	4,6	21,5	63	53	5,0	40	65,2	92,2	17,60	6,00	M6	12,0	8,0	10,0	9,5	6,00	6,0	21.180	35.900	0,52
QHW20CC								50,5	76,7	9,75									23.080	25.630	0,40
QHW20HC	30	4,6	21,5	63	53	5,0	40	65,2	91,4	17,10	6,00	M6	12,0	8,0	10,0	9,5	6,00	6,0	27.530	31.670	0,52
HGW25SC								-	38,2	64,2									23,20	18.650	24.290
HGW25CC	36	5,5	23,5	70	57	6,5	45	58,0	84,0	10,70	6,00	M8	12,0	8,0	14,0	10,0	6,00	5,0	26.480	36.490	0,59
HGW25HC								78,6	104,6	21,00									32.750	49.440	0,80
QHW25CC	36	5,5	23,5	70	57	6,5	45	58,0	83,4	10,70	6,00	M8	12,0	8,0	14,0	10,0	6,00	5,0	31.780	33.680	0,59
QHW25HC								78,6	104,0	21,00									39.300	43.620	0,80
HGW30CC	42	6,0	31,0	90	72	9,0	52	70,0	97,41	14,25	6,00	M10	12,0	8,5	16,0	10,0	6,50	10,8	38.740	52.190	1,09
HGW30HC								93,0	120,42	25,75									47.270	69.160	1,44
QHW30CC	42	6,0	31,0	90	72	9,0	52	70,0	97,4	13,50	6,25	M10	12,0	8,5	16,0	10,0	6,50	6,0	46.490	48.170	1,09
QHW30HC								93,0	120,4	25,75									56.720	65.090	1,44
HGW35CC	48	7,5	33,0	100	82	9,0	62	80,0	112,4	14,60	7,00	M10	12,0	10,1	18,0	13,0	9,00	12,6	49.520	69.160	1,56
HGW35HC								105,8	138,2	27,50									60.210	91.630	2,06
QHW35CC	48	7,5	33,0	100	82	9,0	62	80,0	113,6	13,00	7,50	M10	12,0	10,1	18,0	13,0	8,50	6,5	60.520	63.840	1,56
QHW35HC								105,8	139,4	25,90									73.590	86.240	2,06
HGW45CC	60	9,5	37,5	120	100	10,0	80	97,0	139,4	13,00	10,00	M12	12,9	15,1	22,0	15,0	8,50	20,5	77.570	102.710	2,79
HGW45HC								128,8	171,2	28,90									94.540	136.460	3,69
QHW45CC	60	9,2	37,5	120	100	10,0	80	97,0	139,4	13,00	10,00	M12	12,9	15,1	22,0	15,0	8,50	10,0	89.210	94.810	2,79
QHW45HC								128,8	171,2	28,90									108.720	128.430	3,69
HGW55CC	70	13,0	43,5	140	116	12,0	95	117,7	166,7	17,35	11,00	M14	12,9	17,5	26,5	17,0	12,00	19,0	114.440	148.330	4,52
HGW55HC								155,8	204,8	36,40									139.350	196.200	5,96
HGW65CC	90	15,0	53,5	170	142	14,0	110	144,2	200,2	23,10	14,00	M16	12,9	25	37,5	23,0	15,00	15,0	163.630	215.330	9,17
HGW65HC								203,6	259,6	52,80									208.360	303.130	12,89



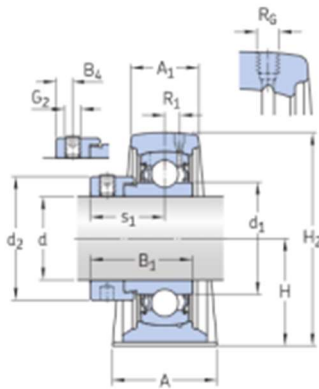
SY 15 FM

Soportes de pie con rodamientos de bolas

Especificación técnica

Cumplimiento con el estándar	ISO
Purpose specific	Para aplicaciones de manipulación de materiales
Material del soporte	Fundición
Sealing solution	Standard seals

DIMENSIONES



d	15 mm	Diámetro del agujero
d1	±24.2 mm	Diámetro del resalte del aro interior
d2	27.2 mm	Diámetro exterior del anillo de fijación
A	32 mm	Ancho de la base
A ₁	18 mm	Top width
B ₁	28.6 mm	Ancho total del rodamiento
B ₄	4.75 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro de la rosca
H	30.2 mm	Altura del centro del asiento esférico
H ₁	14 mm	Foot height
H ₂	57 mm	Altura total

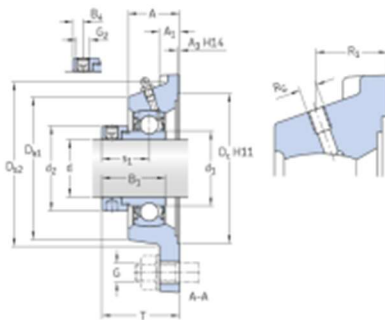


FY 15 FM

Unidades de rodamientos de bolas con pestaña cuadrada

Especificación técnica

Cumplimiento con el estándar	ISO
Purpose specific	Para aplicaciones de manipulación de materiales
Material del soporte	Fundición
Sealing solution	Standard seals



DIMENSIONES

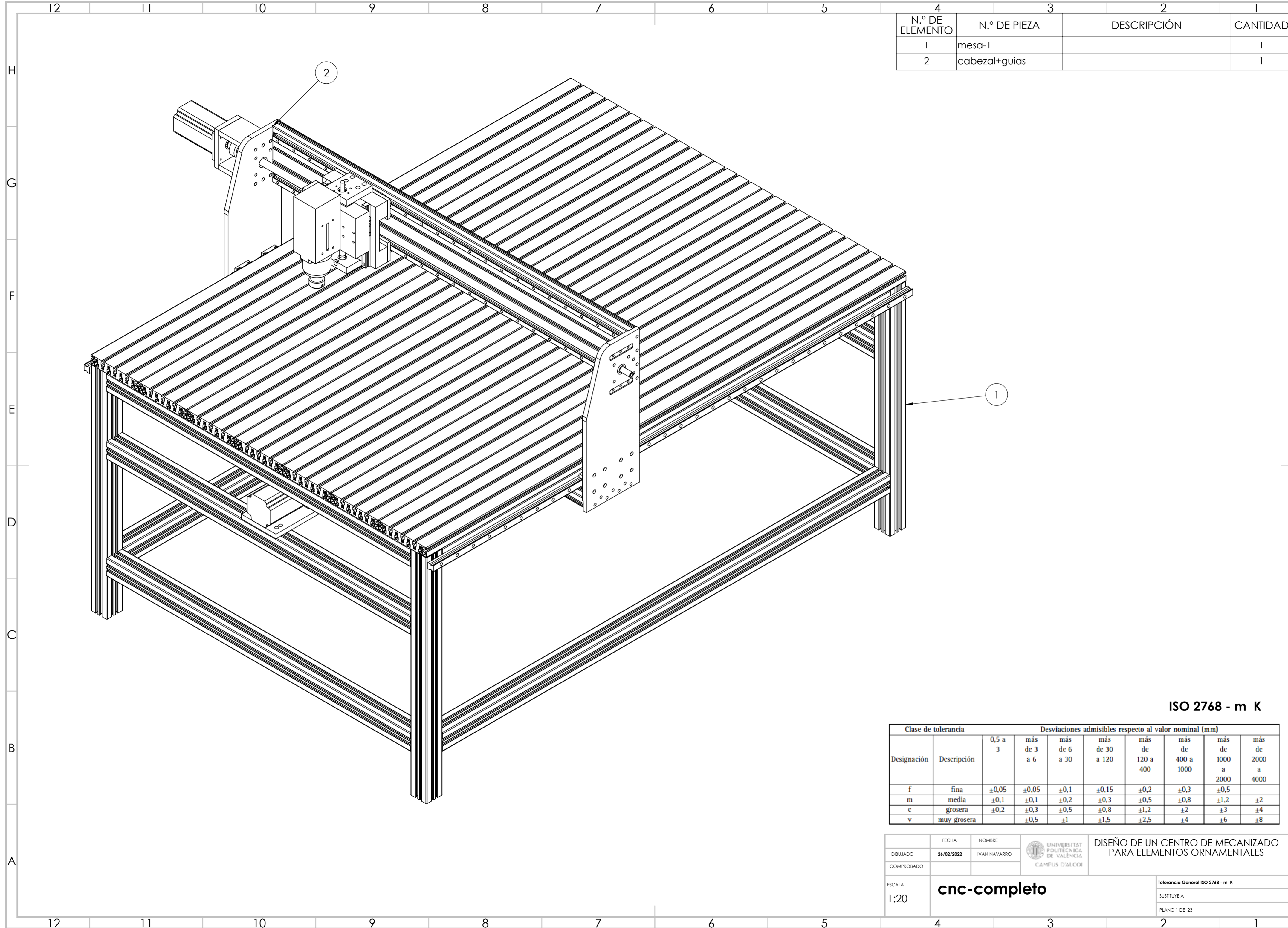
d	15 mm	Diámetro del agujero
d1	+24.2 mm	Diámetro exterior del aro interior
d2	27.2 mm	Diámetro exterior del anillo de fijación
A	26 mm	Ancho total
A ₁	11 mm	Ancho de la pestaña
A ₃	3.2 mm	Profundidad del rebaje de centrado
B ₁	28.6 mm	Ancho total del rodamiento
B ₄	4.75 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro de la rosca
D _{b1}	50	Diámetro superior externo

PLANOS.

Los planos del ensamblaje, los subensamblajes y las piezas que conforman todo el centro de mecanizado, están en él. Están divididos en tres partes, primero el ensamblaje general, posteriormente se encuentran los subensamblajes que conforman el ensamblaje general y por último las piezas que conforman cada subensamblaje. Con lo que tenemos los planos divididos en tres niveles.

Índice planos

Cnc completo.....	92
Estructura mesa	93
Bancada	94
Barra 1140	95
Barra 1680	96
Barra 800.....	97
Cabezal y guías	98
Cabezal	99
Placa soporte cabezal.....	100
Placa soporte bloque cabezal.....	102
Placa guía eje Y	103
Placa centradora eje Y.....	105
Bancada 1336	106
Lateral derecho	107
Husillo eje Z	109
Husillo eje Y	110
Placa guía eje Z	111
Husillo eje X.....	112
Placa soporte lateral motor eje Y	113
Soporte motor eje Y.....	114
Placa base motor eje X.....	115
Placa soporte motor eje X	116
Placa soporte rodamiento eje X	117
Plano motor cabezal.....	118



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	mesa-1		1
2	cabezal+guías		1

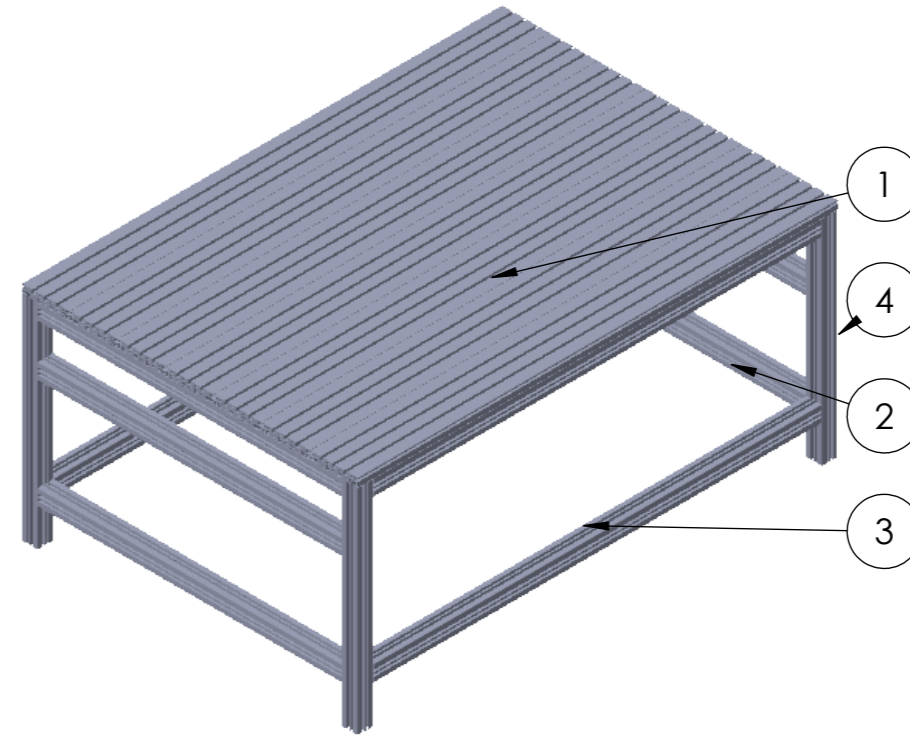
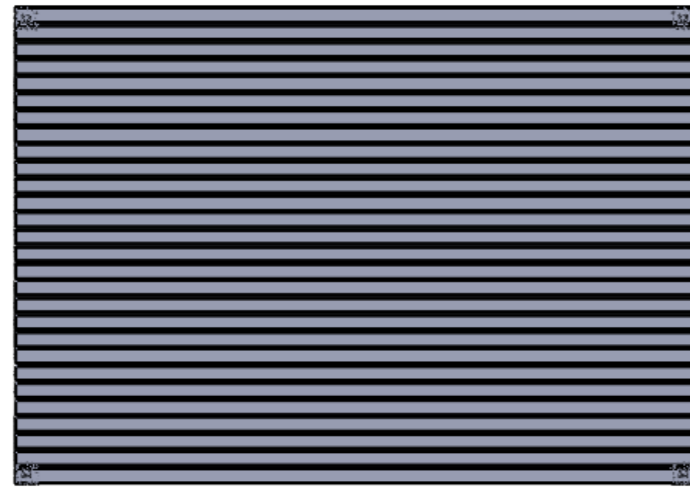
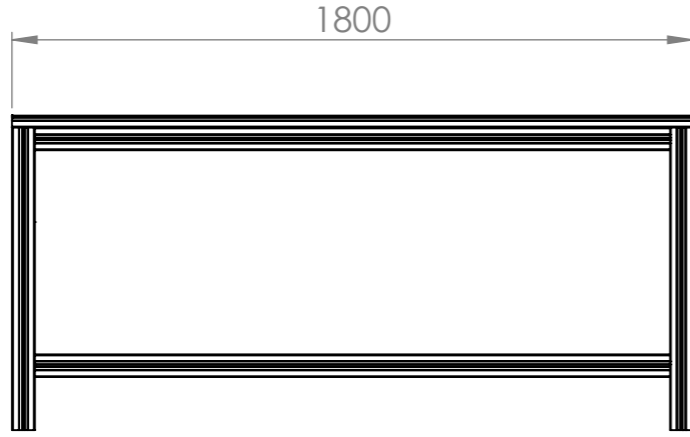
ISO 2768 - m K

Clase de tolerancia	Designación	Descripción	Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
			0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina		±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media		±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera		±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

FECHA	NOMBRE		DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES
DIBUJADO	26/02/2022		
COMPROBADO			
ESCALA	cnc-completo		Tolerancia General ISO 2768 - m K
1:20			SUSTITUYE A
			PLANO 1 DE 23

ISO 2768 - m K

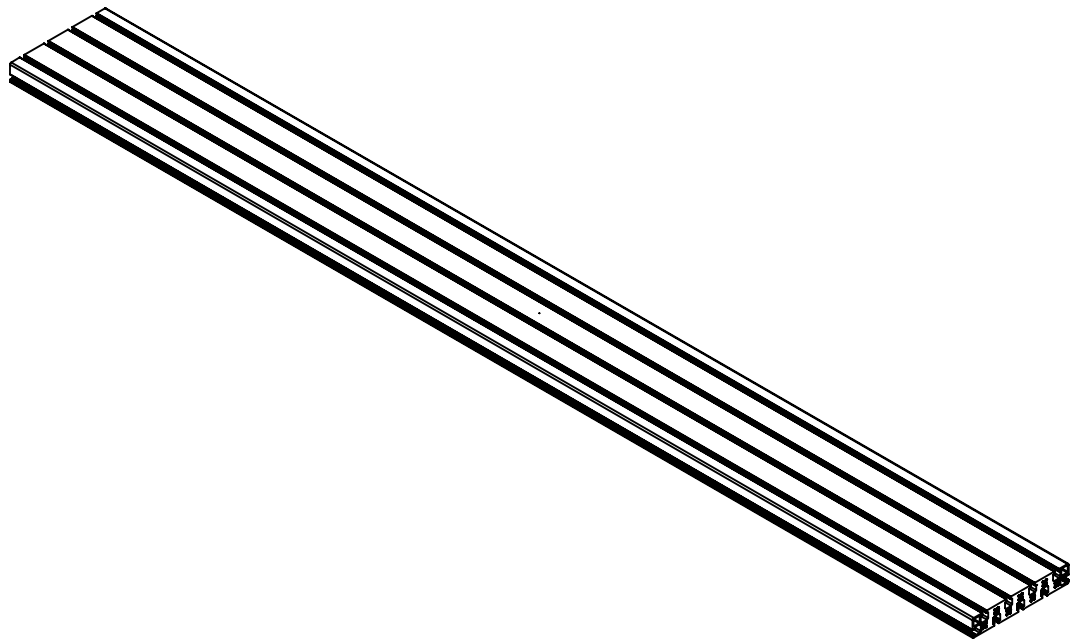
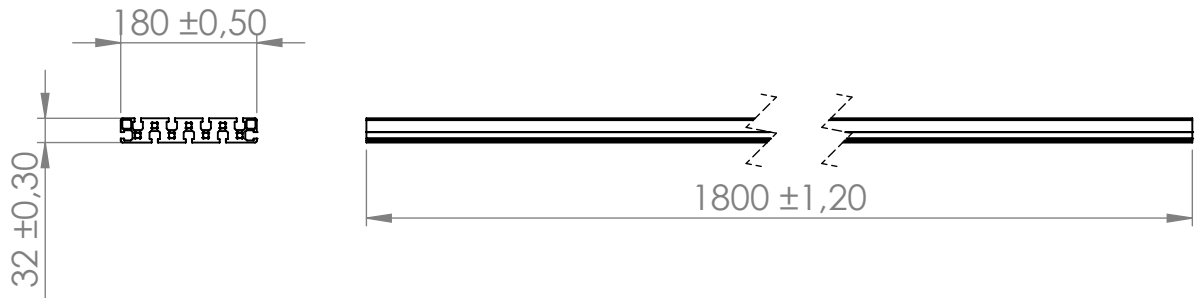
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	bancada		7
2	barra-1140		7
3	Barra-1680		4
4	barra-800		4



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

FECHA	NOMBRE		DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES	
DIBUJADO	26/02/2022			IVAN NAVARRO
COMPROBADO				
ESCALA	estructura-mesa		Tolerancia General ISO 2768 - m K	
1:20			SUSTITUYE A	
			A3 PLANO 2 DE 23	

ISO 2768 - m K



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

FECHA	NOMBRE
DIBUJADO 26/02/2022	IVAN NAVARRO
COMPROBADO	



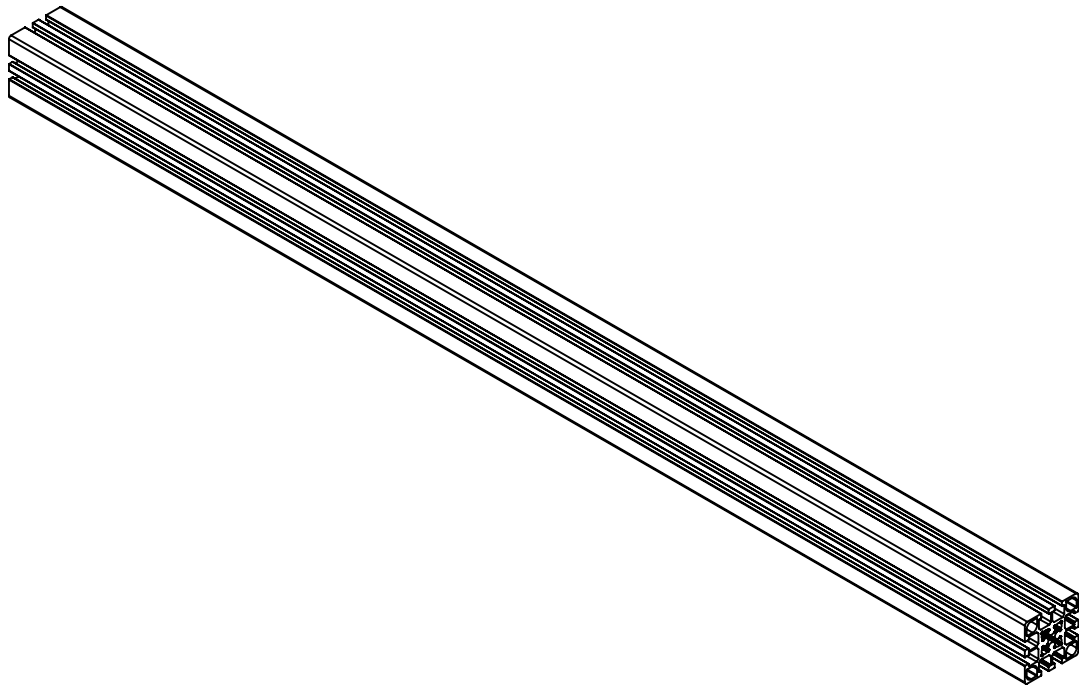
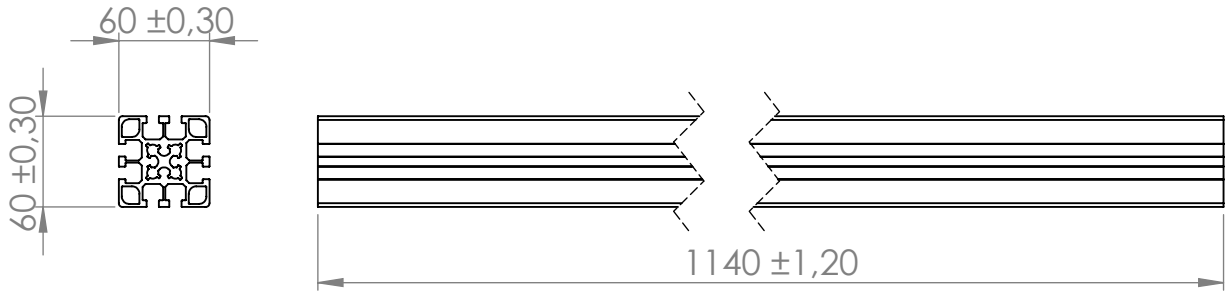
DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES

ESCALA
1:20

bancada

Tolerancia General ISO 2768 - m K
SUSTITUYE A
PLANO 3 DE 23

ISO 2768 - m K



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

	FECHA	NOMBRE
DIBUJADO	26/02/2022	IVAN NAVARRO
COMPROBADO		



DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES

ESCALA
1:20

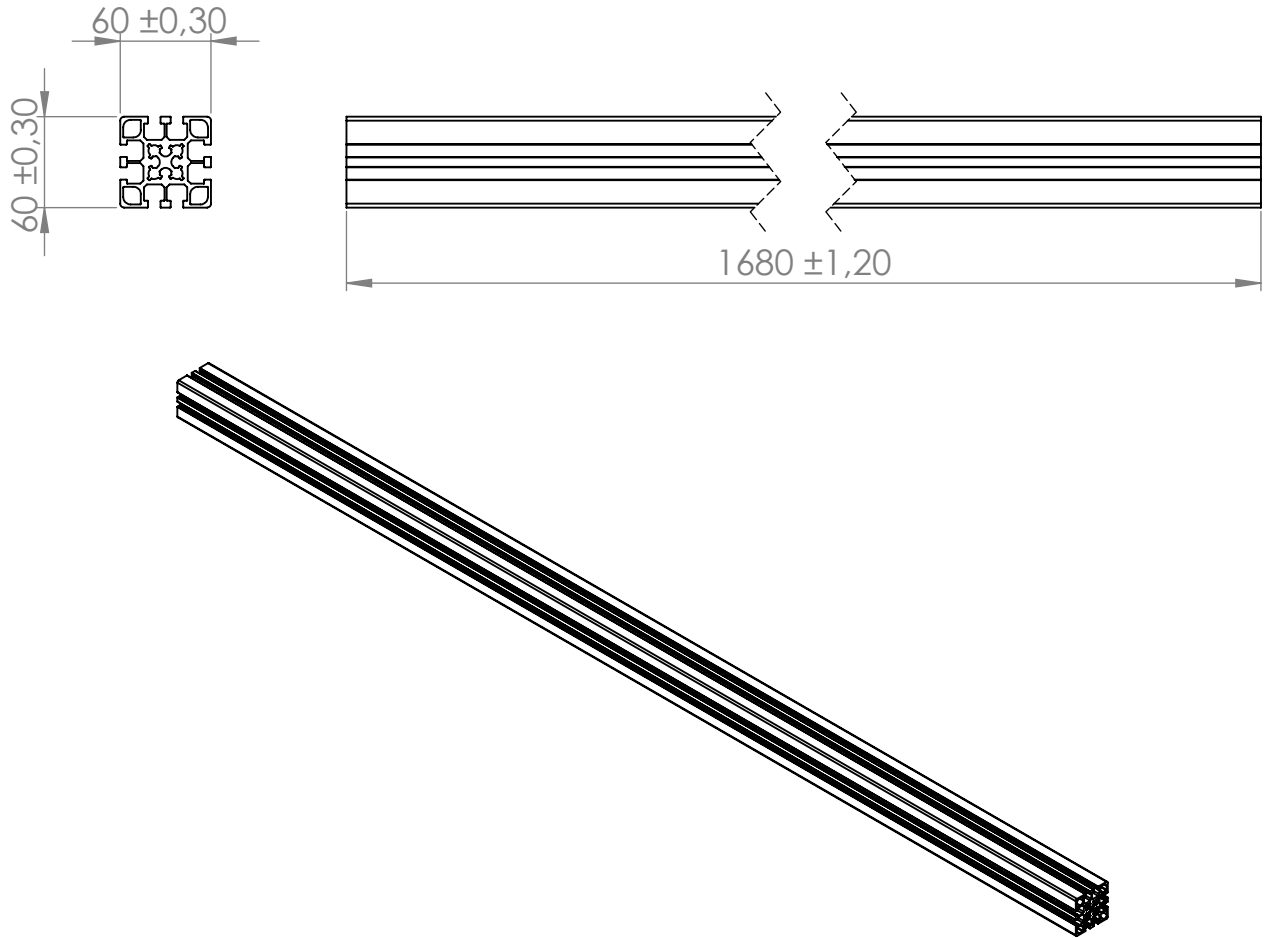
barra-1140

Tolerancia General ISO 2768 - m K

SUSTITUYE A

PLANO 4 DE 23

ISO 2768 - m K



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

FECHA	NOMBRE
DIBUJADO 26/02/2022	IVAN NAVARRO
COMPROBADO	



DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES

ESCALA
1:20

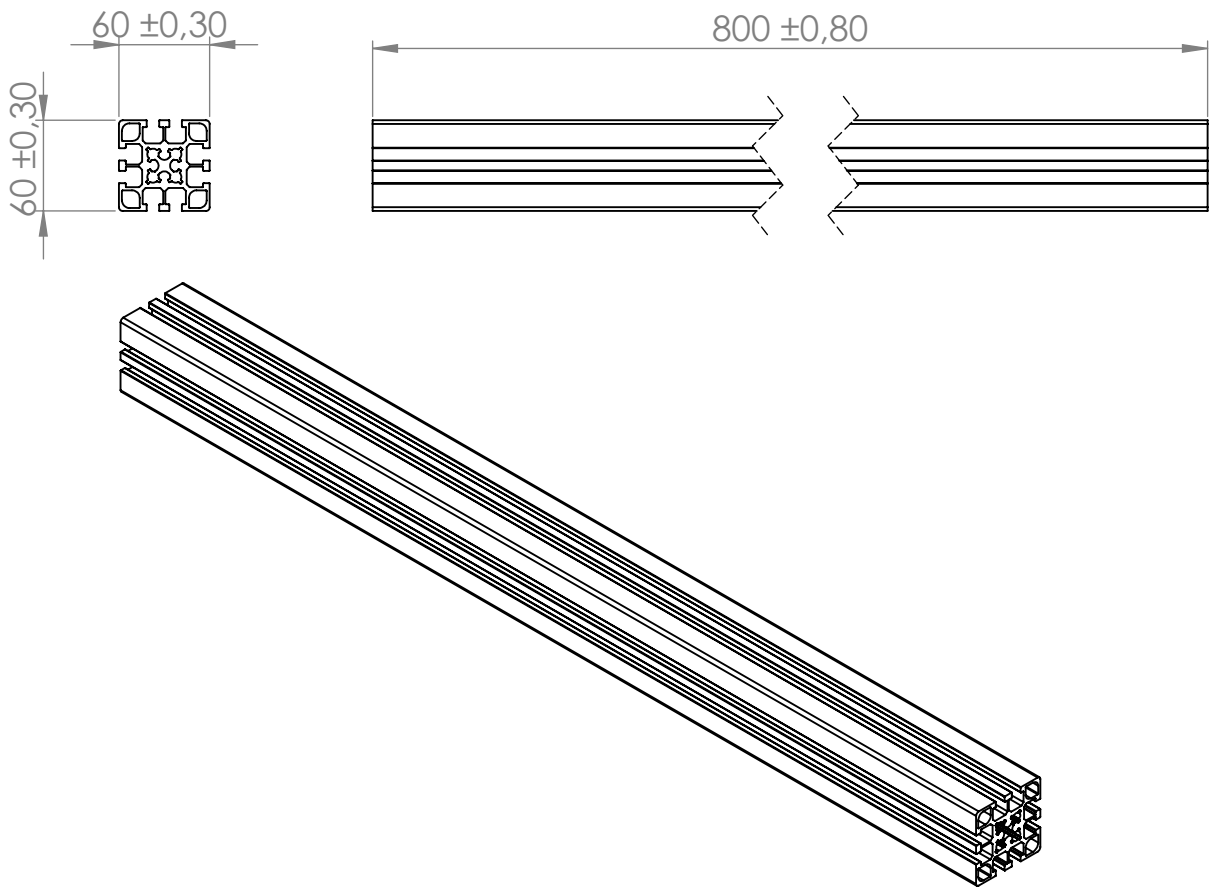
Barra-1680

Tolerancia General ISO 2768 - m K

SUSTITUYE A

PLANO 5 DE 23

ISO 2768 - m K



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

FECHA	NOMBRE
DIBUJADO 26/02/2022	IVAN NAVARRO
COMPROBADO	



DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES

ESCALA
1:10

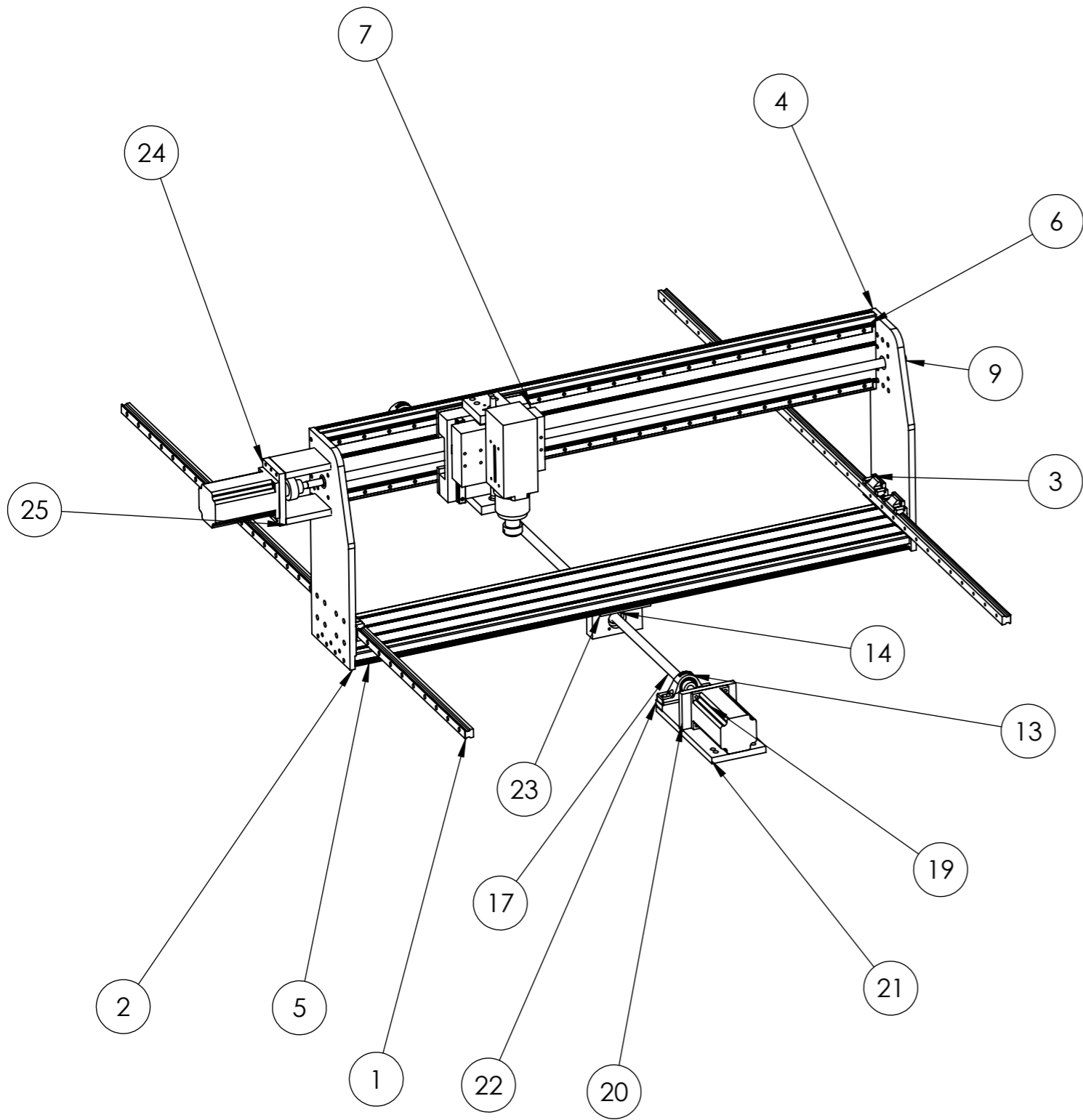
barra-800

Tolerancia General ISO 2768 - m K

SUSTITUYE A

PLANO 6 DE 23

ISO 2768 - m K



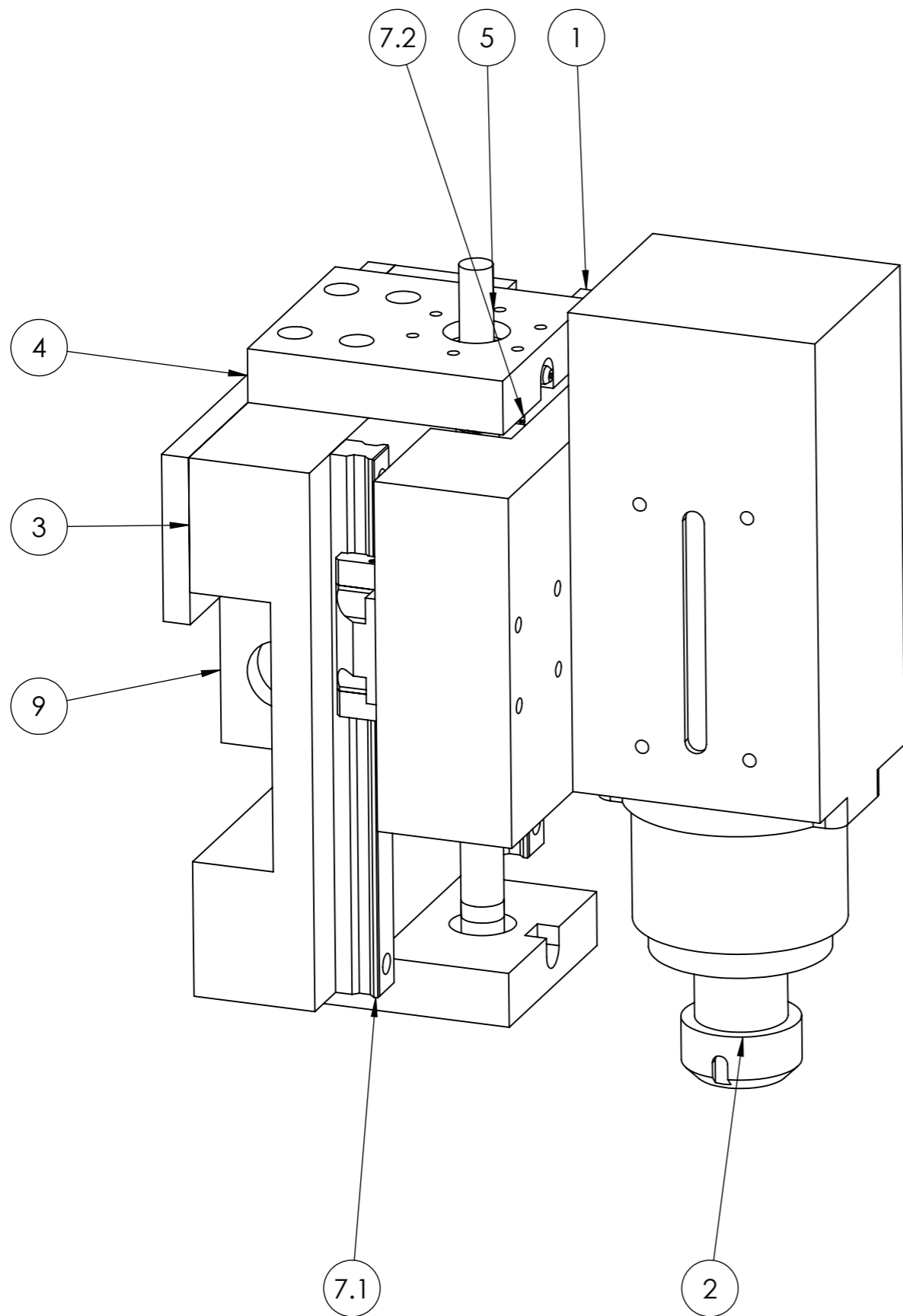
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	LLRHS20AB1T1-1800P5W1D2E0_ASM_ASM		1
2	lateral-izqu		1
3	LRHS20AB1T1-1800P5W1D2E0_1_ASM_ASM		1
4	lateral-derecho		1
5	bancada-1336		2
6	LLRHS15A2T1-1300P5W1E0_ASM_ASM		2
7	cabezal		1
9	husillo-eje-Y		1
13	SY_15_FM_ASM_ASM		2
14	placa-guia-eje-x		1
17	husillo-eje-x		1
19	SR_50		2
20	placa-soporte-motor-eje-x		1
21	placa-base-motor-x		1
22	placa-soporte-rodamiento-eje-x		1
23	placa-soporte-eje-x		1
24	placa-soporte-motor-eje-y		1
25	placa-soporte-lateral-motor-y		2

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

FECHA	NOMBRE		DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES
DIBUJADO	IVAN NAVARRO		
COMPROBADO			
ESCALA	cabezal+guías		TOLERANCIA GENERAL ISO 2768 - m K
1:50			SUSTITUYE A
			PLANO 7 DE 23

A3

ISO 2768 - m K



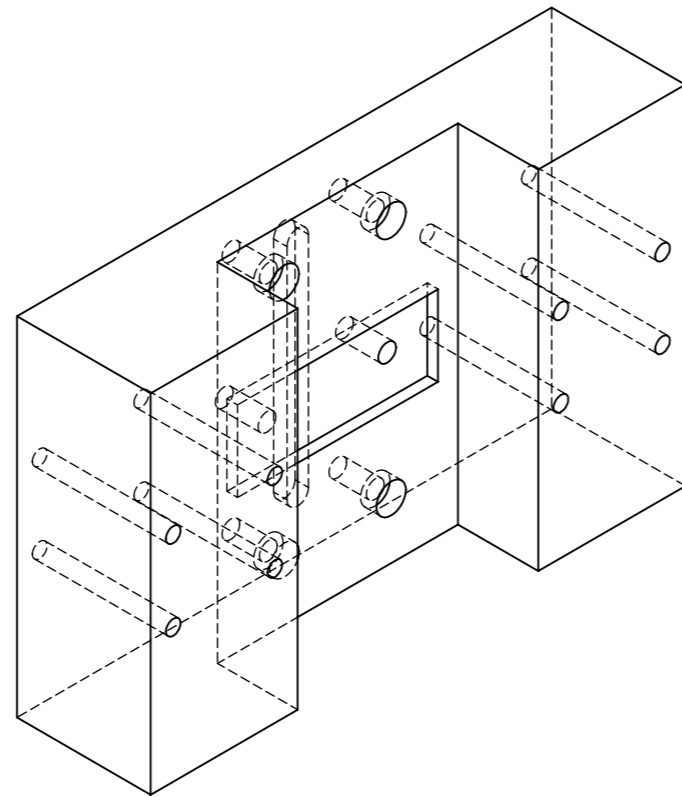
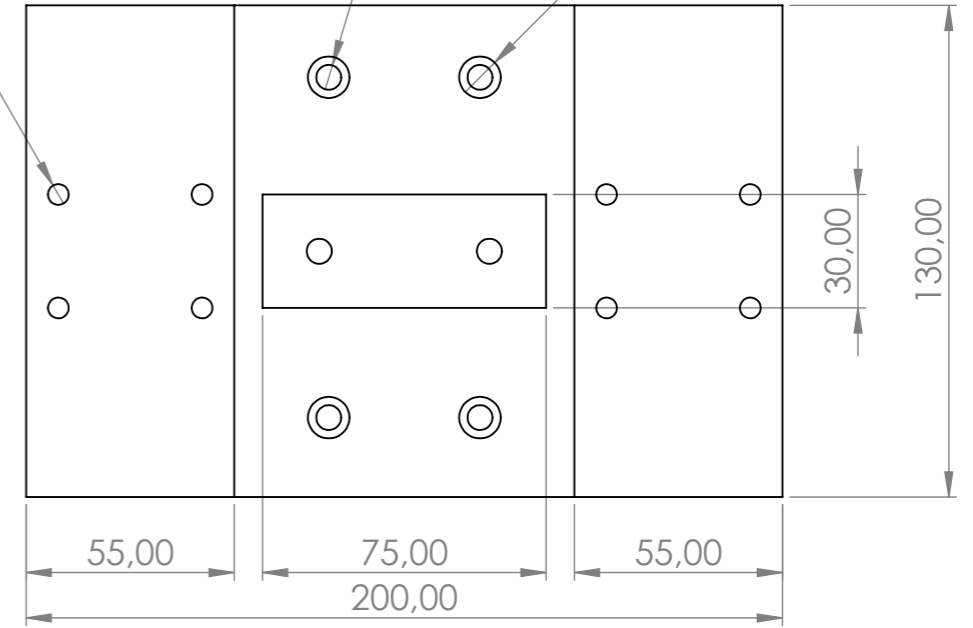
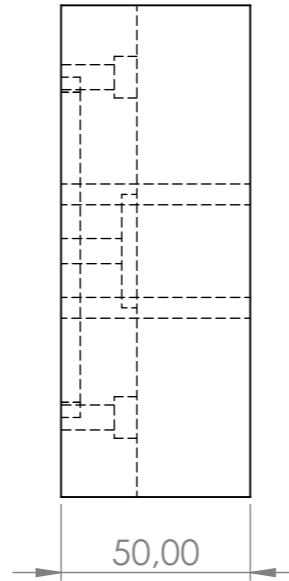
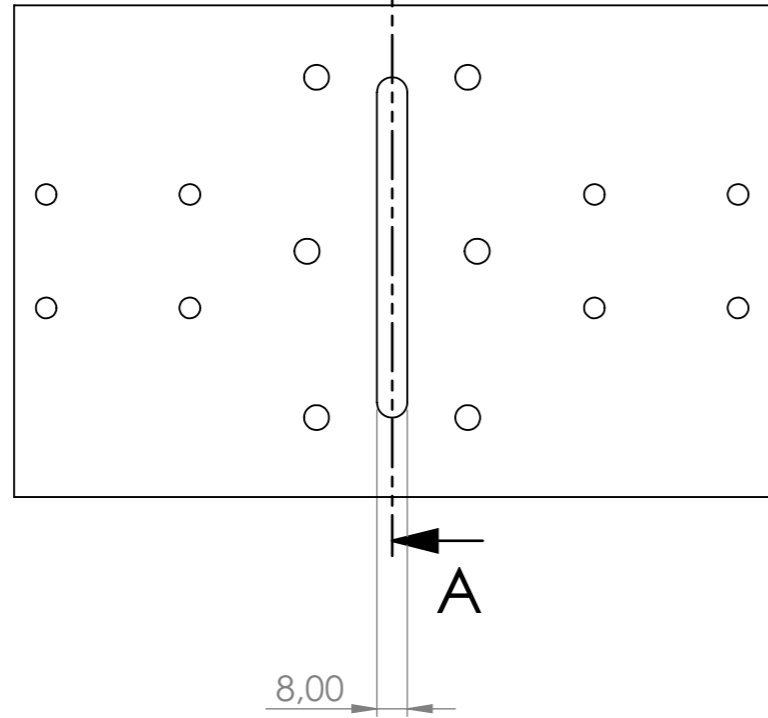
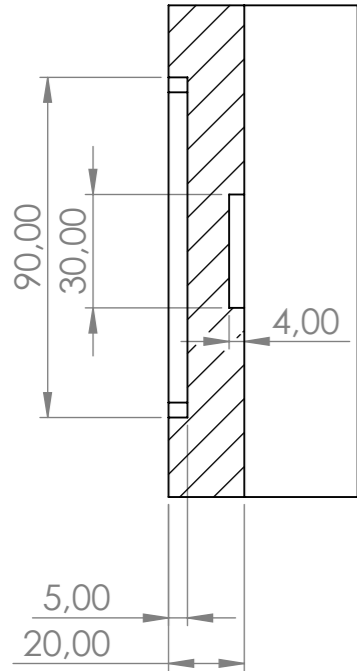
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PLACA-SOPORTE-CABEZAL		1
2	CABEZAL-FRESADO		1
3	PLACA-GUIA-EJE-Y		1
4	PLACA-SOPORTE-BLOQUE-CABEZAL		2
5	Husillo-eje-Z		1
6	PLACA-GUIA-EJE-Z		1
7	guia-eje-z		2
7.1	CNR15R-200		1
7.2	Patin-ancho-15mm-SKU-CNC-044		1
9	PLACA-CENTRADORA-EJE-Y		1

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

FECHA	NOMBRE		DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES	
DIBUJADO	26/02/2022			IVAN NAVARRO
COMPROBADO				
ESCALA	cabezal		Tolerancia General ISO 2768 - m K	
1:5			SUSTITUYE A	
			A3 PLANO 8 DE 23	

ISO 2768 - m K

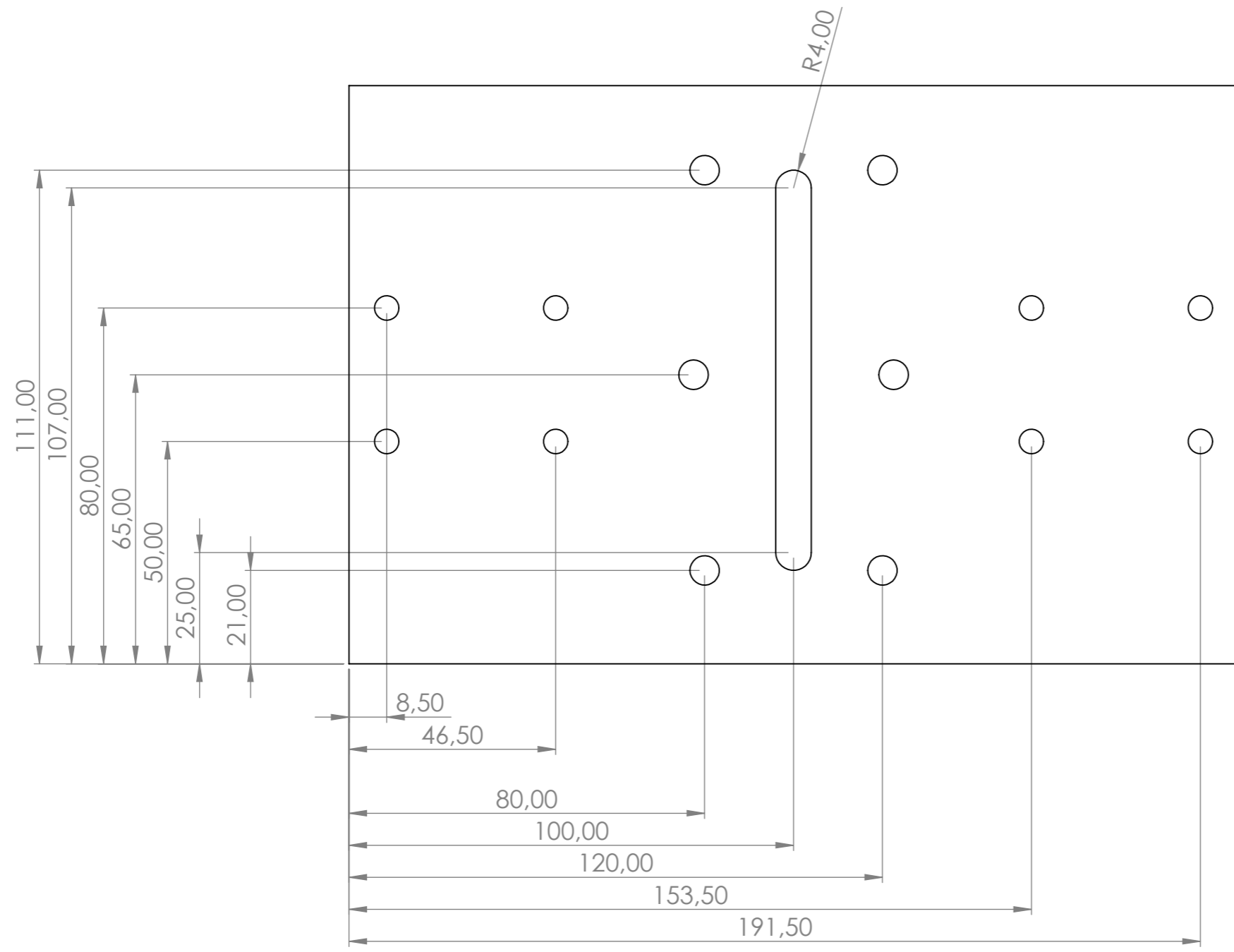
SECCIÓN A-A



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

FECHA	NOMBRE		DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES	
DIBUJADO	26/02/2022			IVAN NAVARRO
COMPROBADO				
ESCALA	PLACA-SOPORTE-CABEZAL		Tolerancia General ISO 2768 - m K	
1:2			SUSTITUYE A	
			A3 PLANO 9 DE 23	

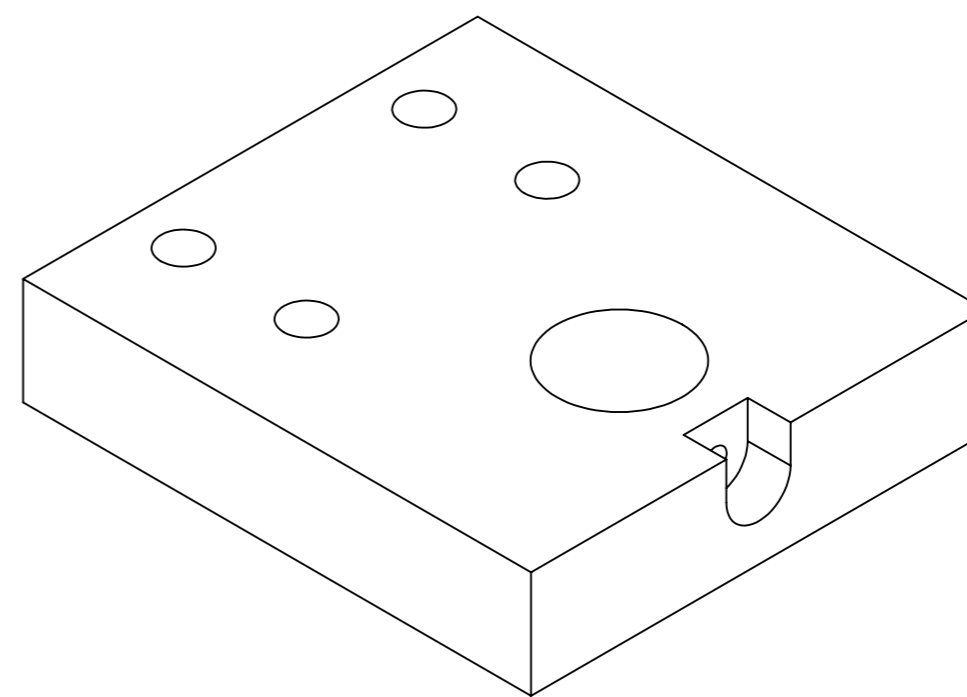
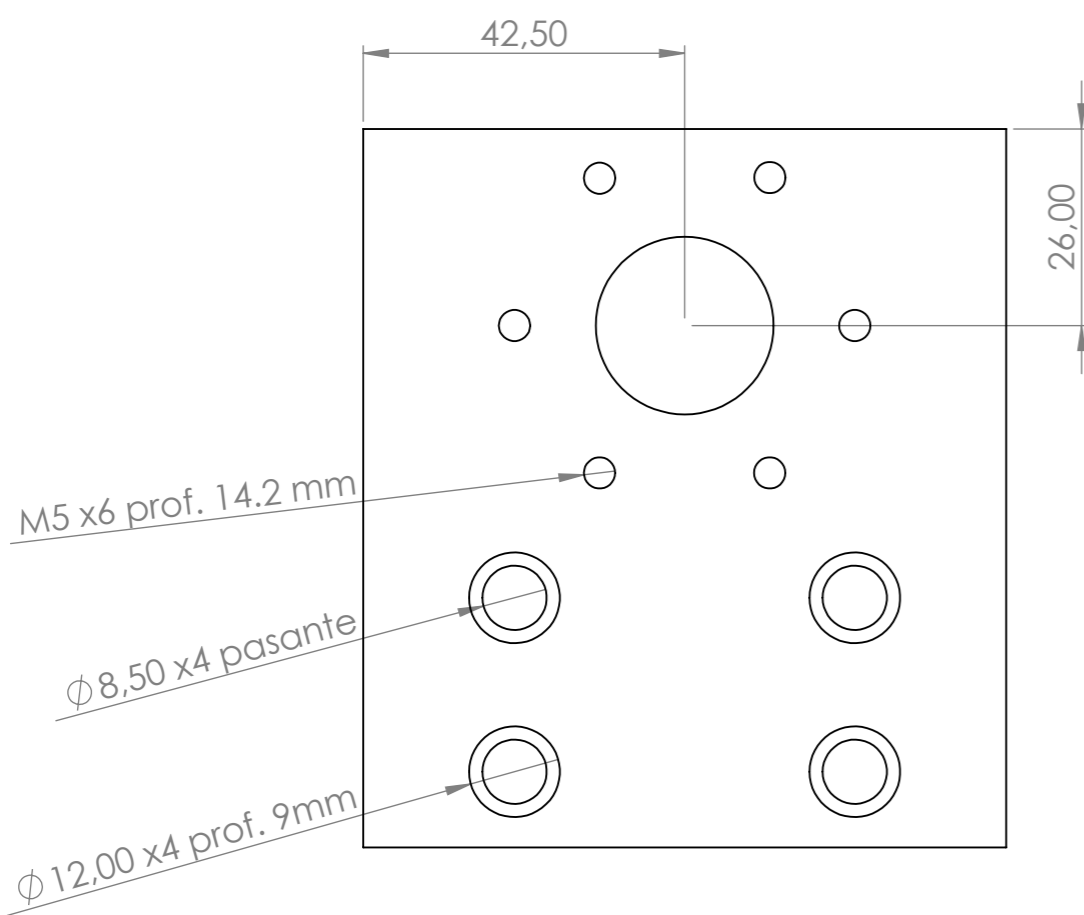
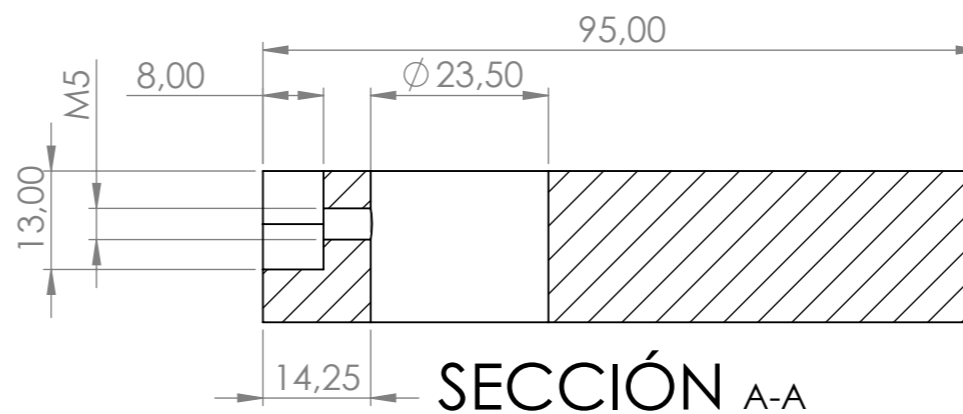
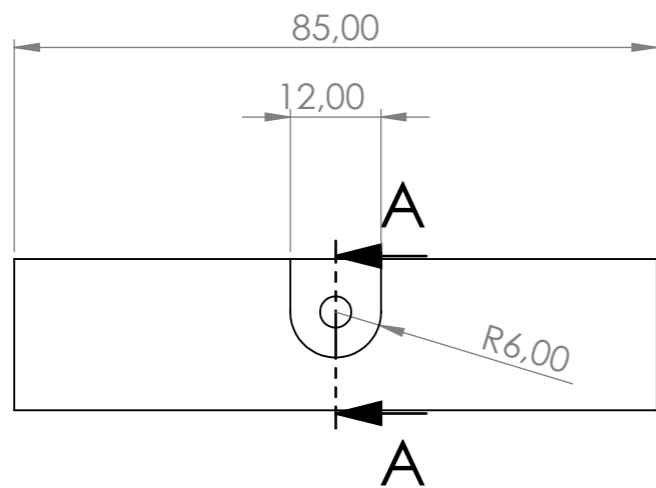
ISO 2768 - m K



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera	±0,5	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

FECHA	NOMBRE	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALICIA	DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES
DIBUJADO	IVAN NAVARRO		
COMPROBADO			
ESCALA	PLACA-SOPORTE-CABEZAL		Tolerancia General ISO 2768 - m K
1:2			SUSTITUYE A
			A3 PLANO 9 DE 23

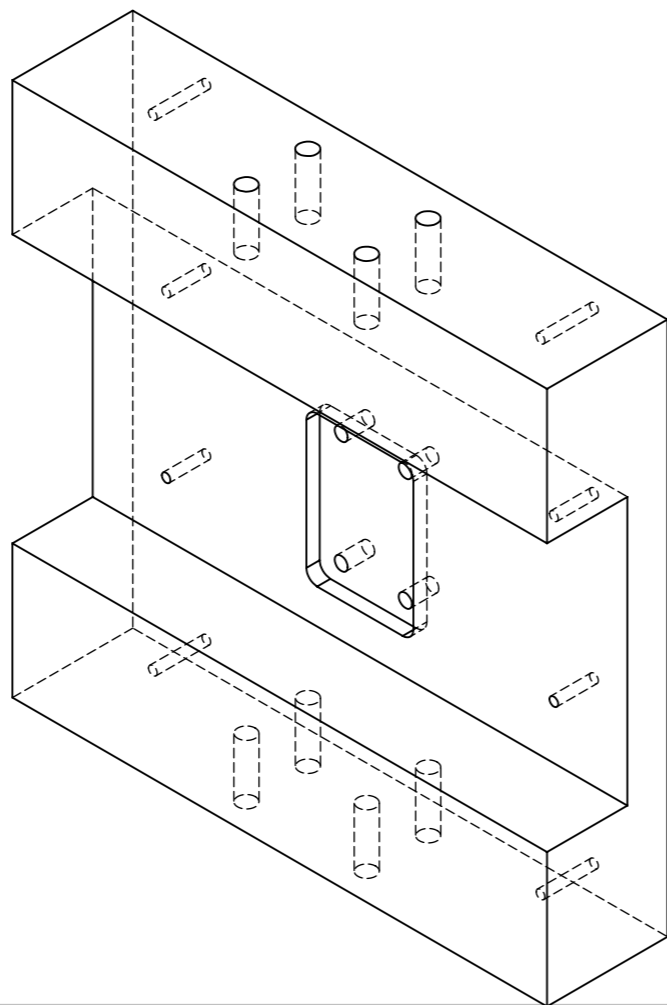
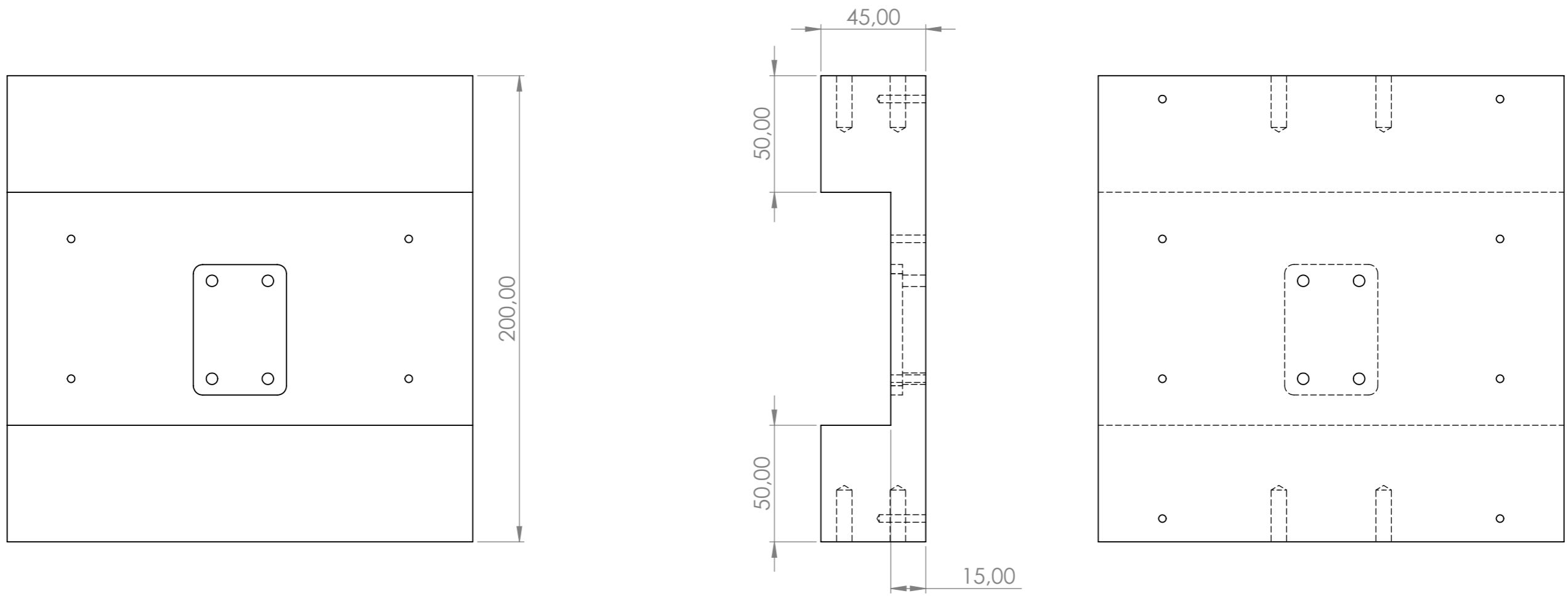
ISO 2768 - m K



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

FECHA	NOMBRE	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCÚS	DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES
DIBUJADO	IVAN NAVARRO		
COMPROBADO			
ESCALA	PLACA-SOPORTE-BLOQUE-CABEZAL		Tolerancia General ISO 2768 - m K SUSTITUYE A PLANO 10 DE 23
1:1			A3

ISO 2768 - m K

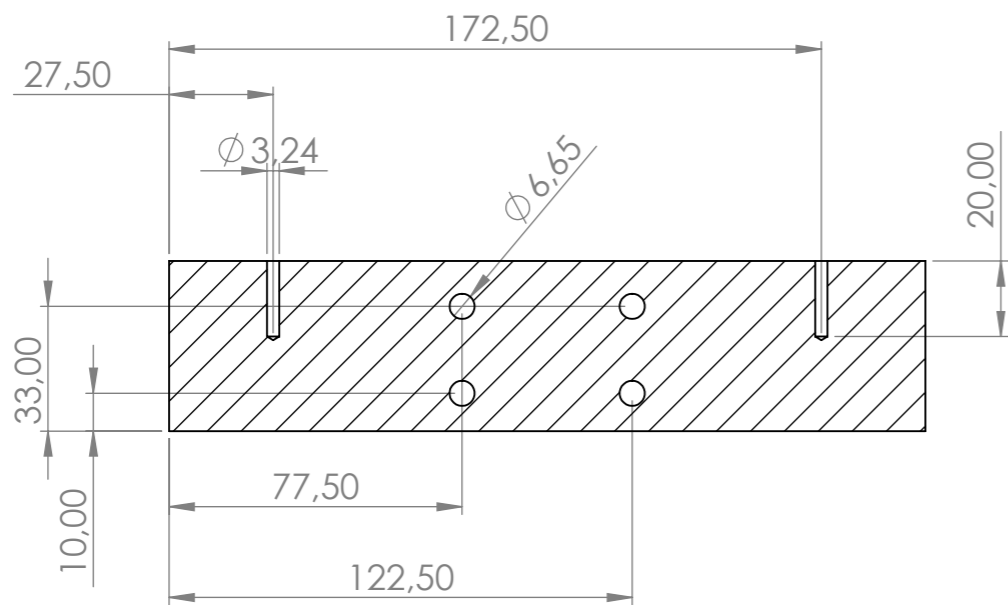
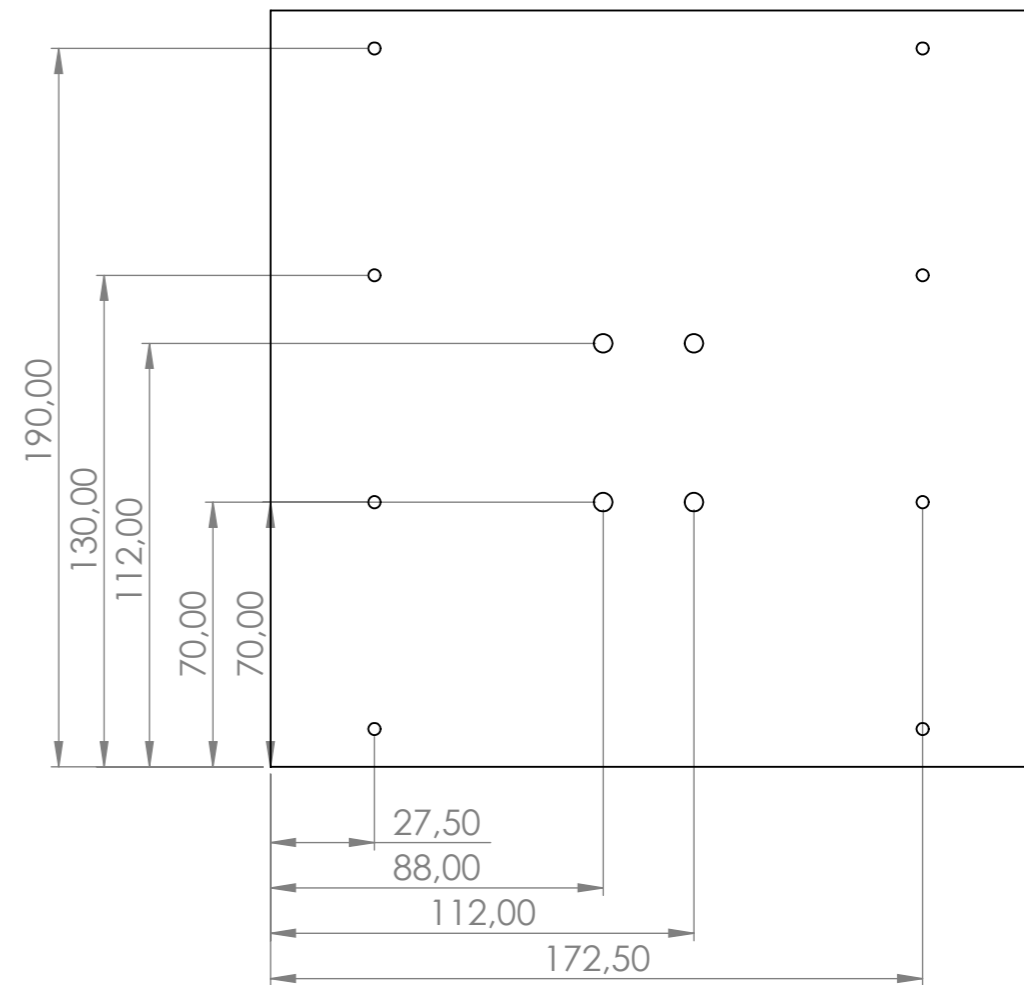
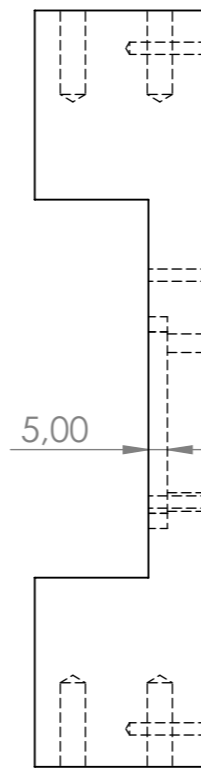
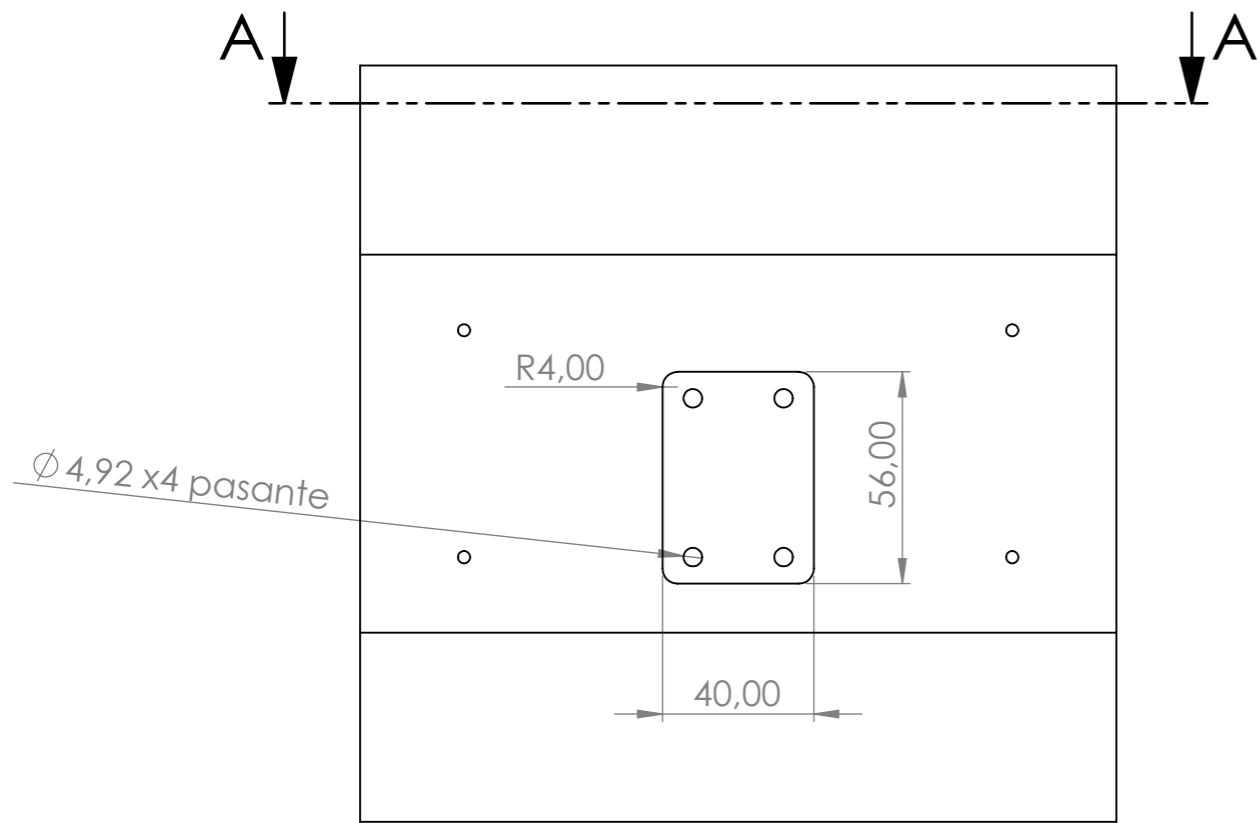


Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

	FECHA	NOMBRE	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES
DIBUJADO	26/02/2022	IVAN NAVARRO		
COMPROBADO				
ESCALA	PLACA-GUIA-EJE-Y			Tolerancia General ISO 2768 - m K
1:2				SUSTITUYE A
				PLANO 11 DE 23

A3

ISO 2768 - m K



SECCIÓN A-A

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fin	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	
m	media	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2
c	grosera	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2	± 3	± 4
v	muy grosera		$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	± 4	± 6	± 8

FECHA	NOMBRE
26/02/2022	IVAN NAVARRO
DIBUJADO	COMPROBADO

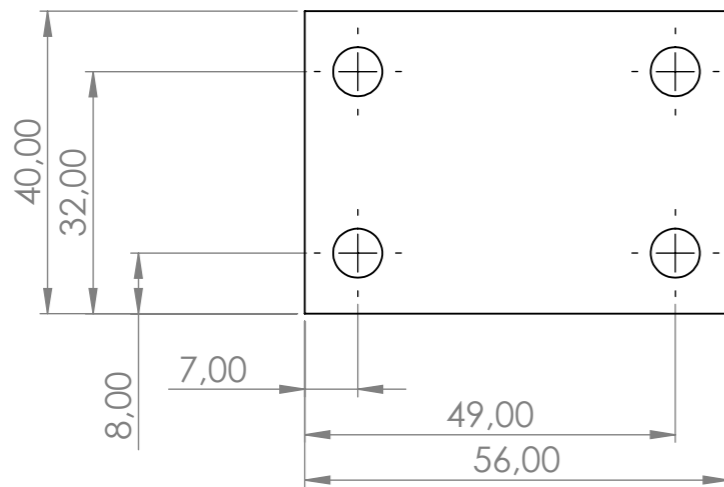
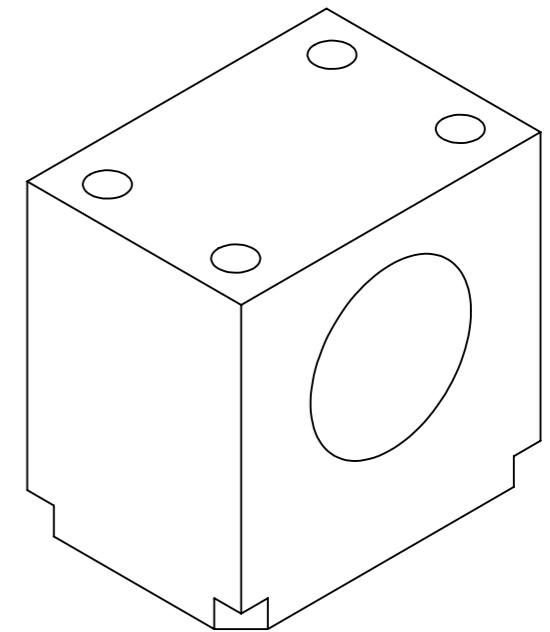
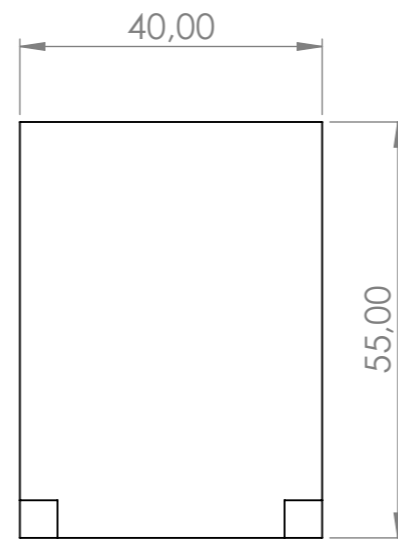
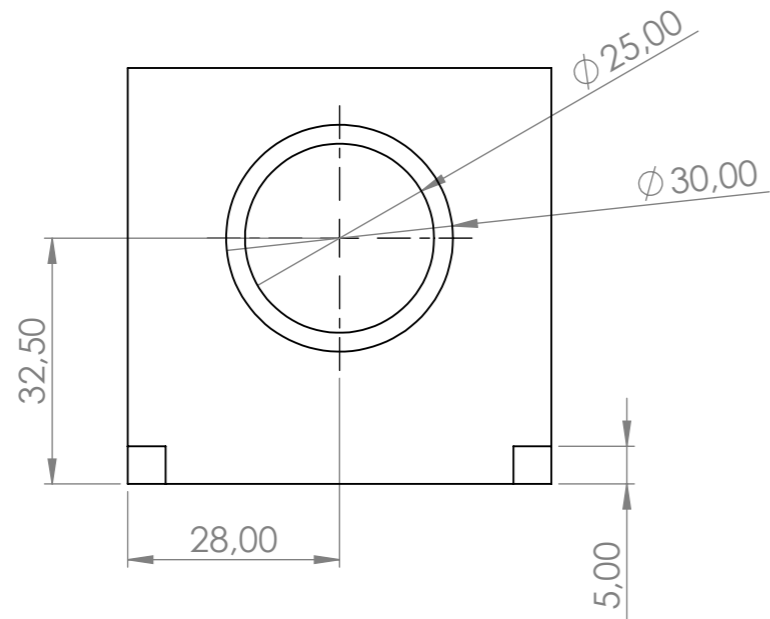
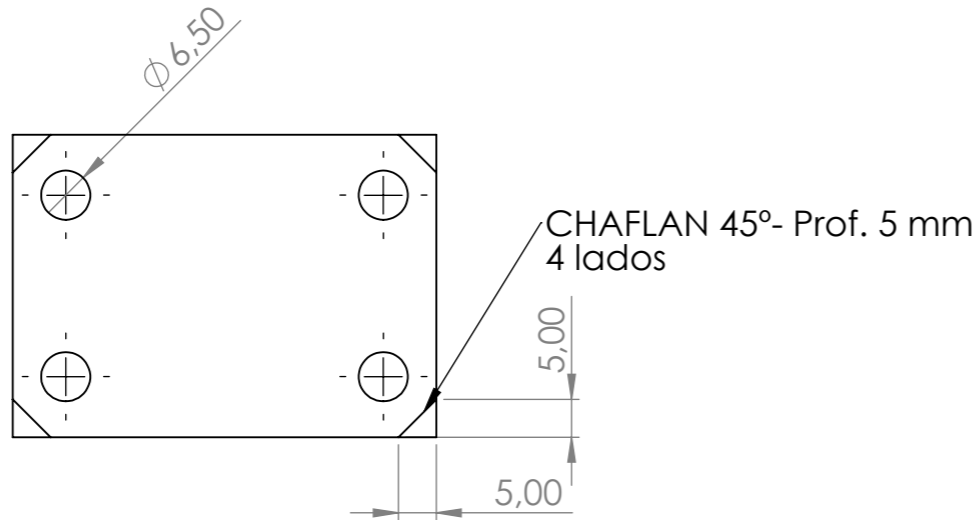


DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES

ESCALA 1:2	PLACA-GUIA-EJE-Y	Tolerancia General ISO 2768 - m K
		SUSTITUYE A
		PLANO 11 DE 23

A3

ISO 2768 - m K



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

FECHA	NOMBRE	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCÚS	DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES
DIBUJADO	IVAN NAVARRO		
COMPROBADO			
ESCALA	PLACA-CENTRADORA-EJE-Y		Tolerancia General ISO 2768 - m K
1:1			SUSTITUYE A
			pLANO 12 DE 23

PLACA-CENTRADORA-EJE-Y

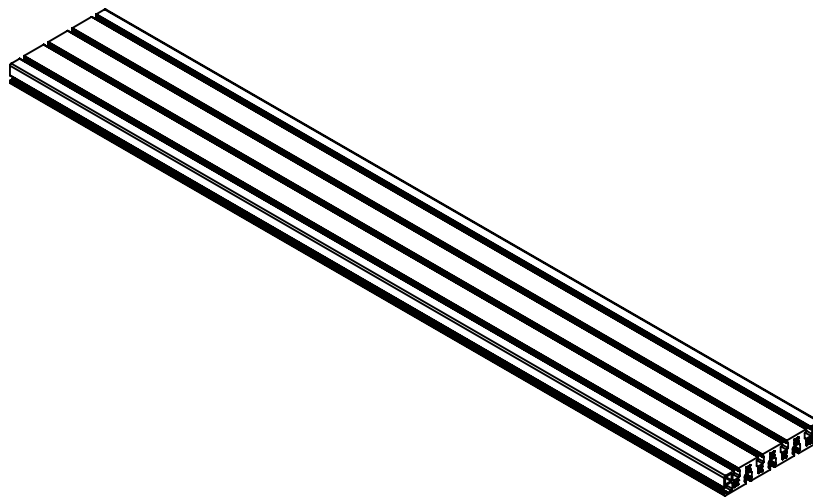
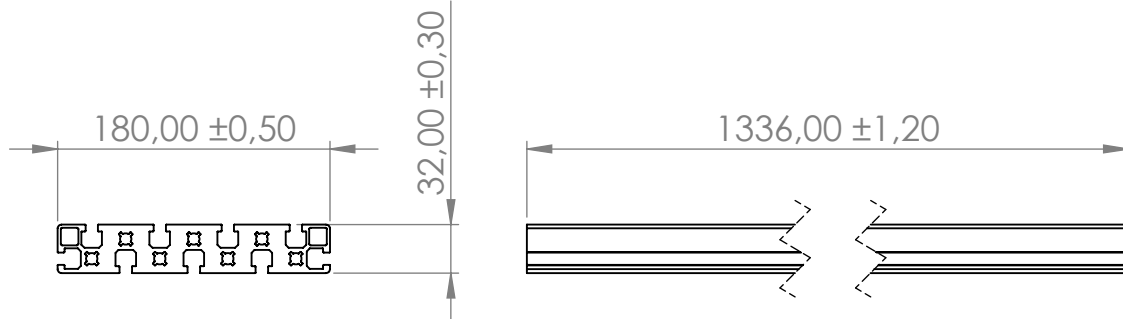
A3

Tolerancia General ISO 2768 - m K

SUSTITUYE A

pLANO 12 DE 23

ISO 2768 - m K



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

	FECHA	NOMBRE
DIBUJADO	26/02/2022	IVAN NAVARRO
COMPROBADO		

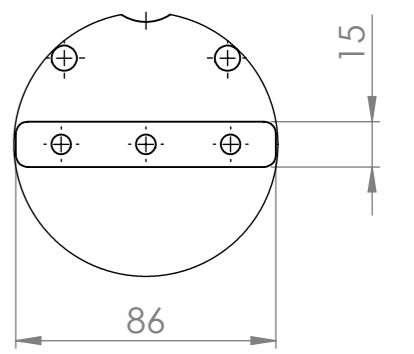
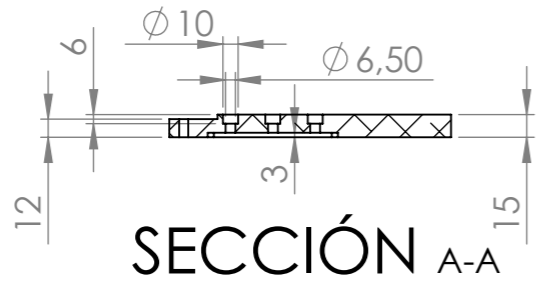


DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES

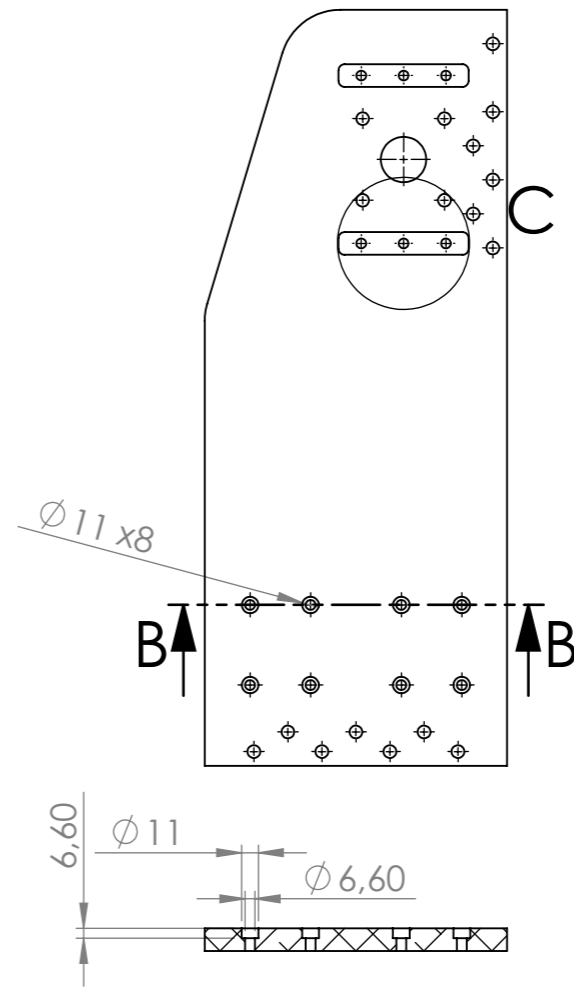
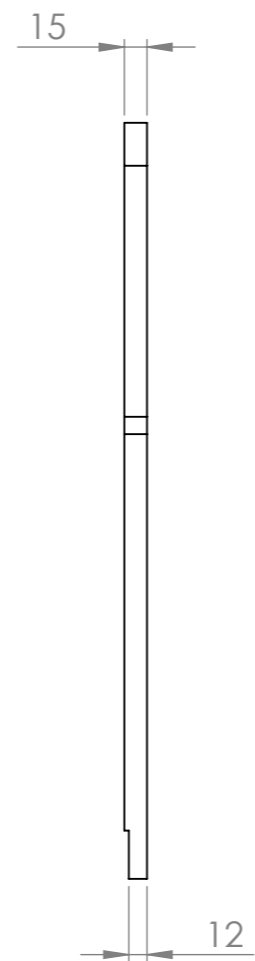
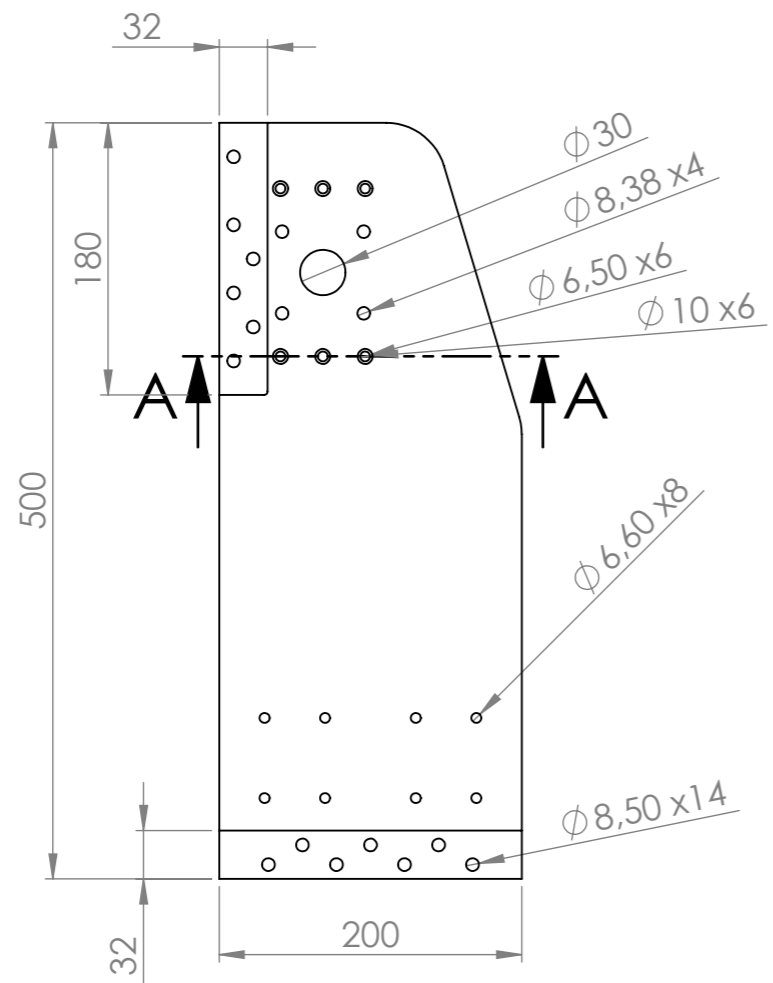
ESCALA	bancada-1336	Tolerancia General ISO 2768 - m K
1:20		SUSTITUYE A
		PLANO 13 DE 23

ISO 2768 - m K

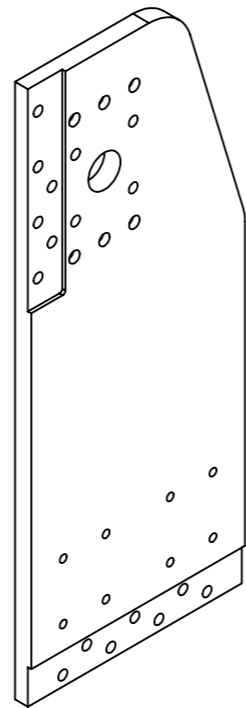
LATERAL DERECHO E IZQUIERDO COMPLETAMENTE SIMETRICOS



DETALLE C
ESCALA 2:5



SECCIÓN B-B



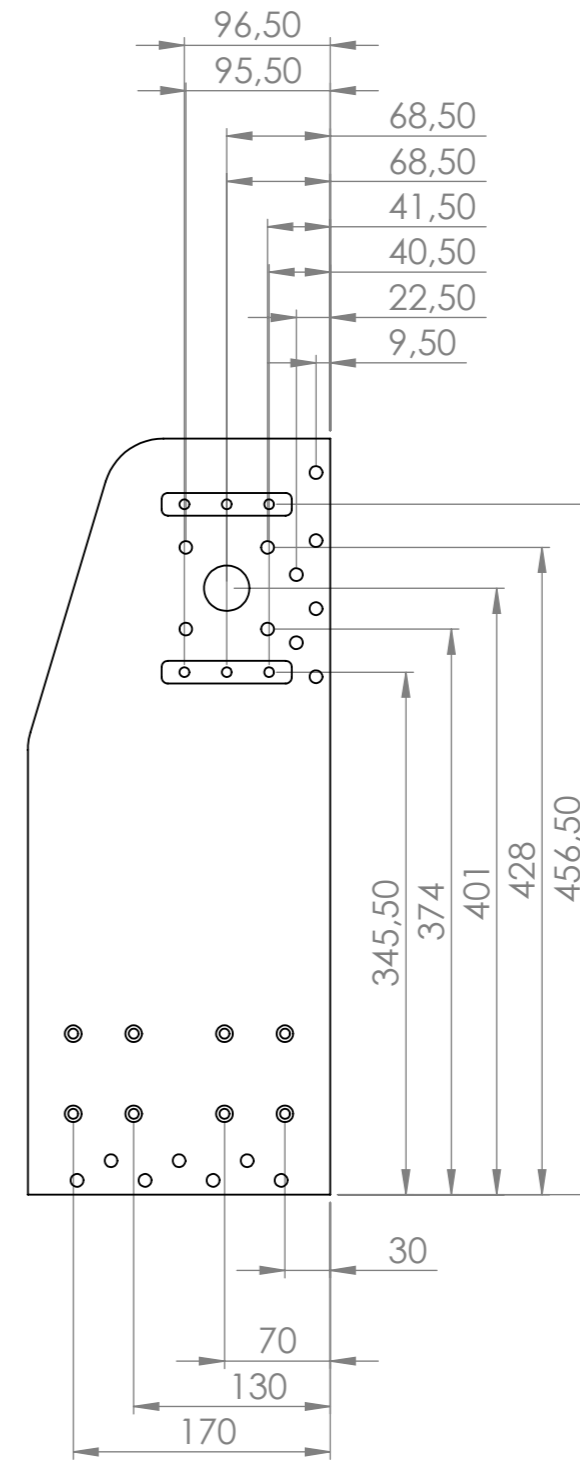
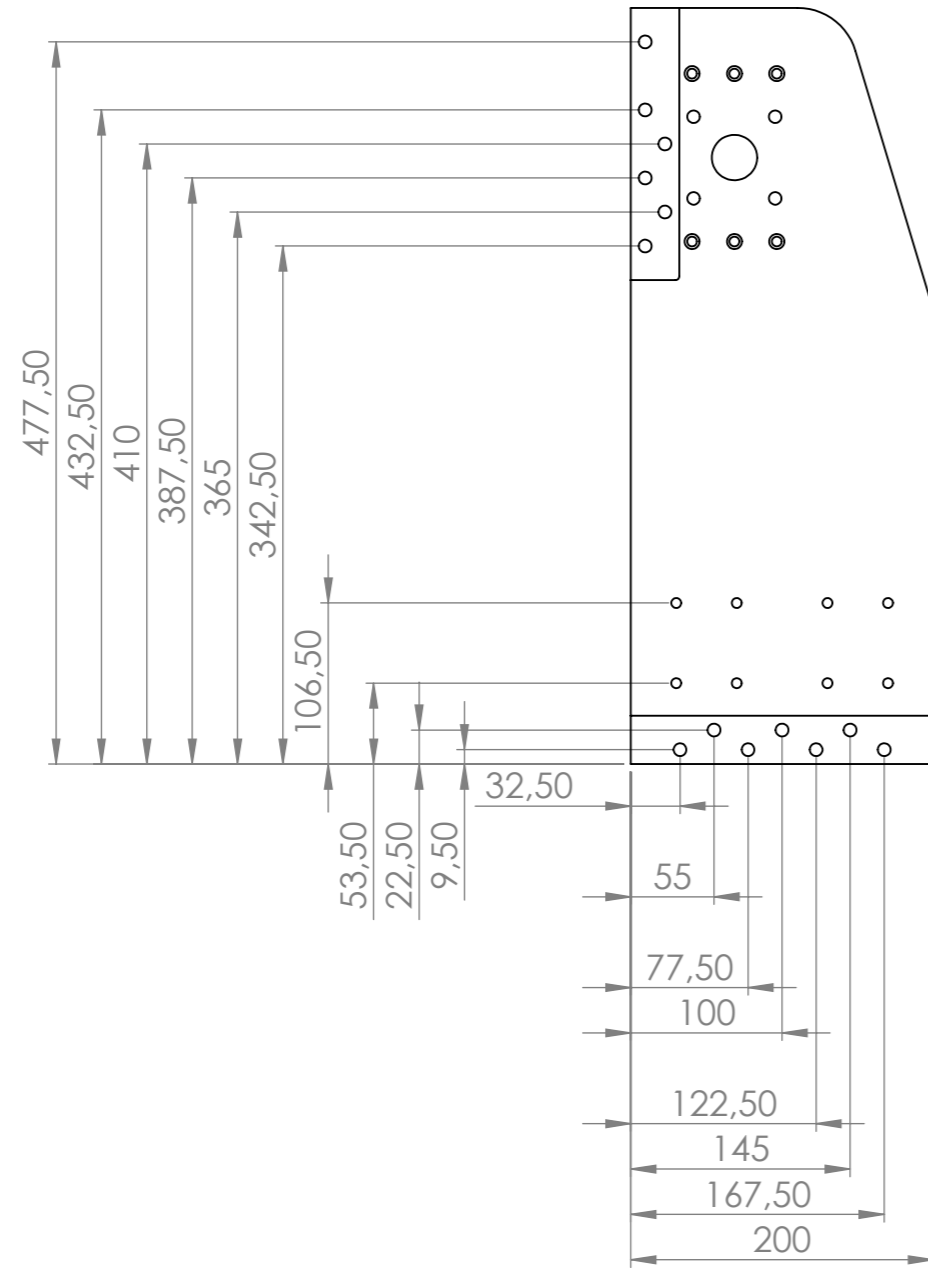
Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	±2
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±4
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±8
v	muy grosera	±0,5	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

FECHA	NOMBRE		DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES	
DIBUJADO	26/02/2022			IVAN NAVARRO
COMPROBADO				
ESCALA	lateral-derecho		Tolerancia General ISO 2768 - m K	
1:5			SUSTITUYE A	
			PLANO 14 DE 23	

A3

ISO 2768 - m K

LATERAL DERECHO E IZQUIERDO COMPLETAMENTE SIMETRICOS

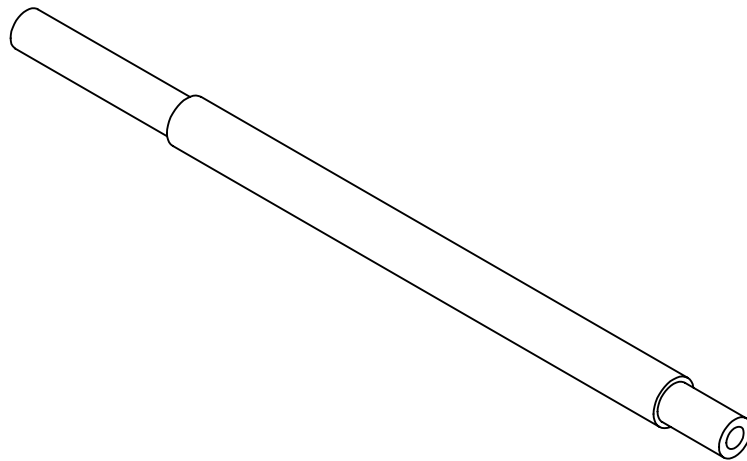
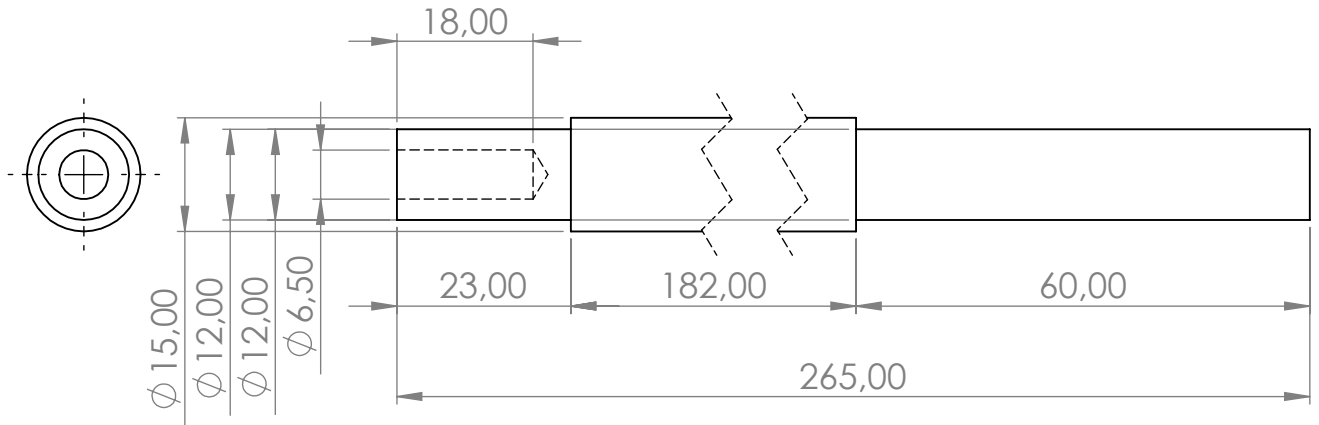


Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera	±0,5	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

	FECHA	NOMBRE		DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES
DIBUJADO	26/02/2022	IVAN NAVARRO		
COMPROBADO				
ESCALA	lateral-derecho			Tolerancia General ISO 2768 - m K
1:5				SUSTITUYE A
				pLANO 14 DE 23

A3

ISO 2768 - m K



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera	±0,5	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

	FECHA	NOMBRE
DIBUJADO	27/02/2022	IVAN NAVARRO
COMPROBADO		



DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES

ESCALA
1:5

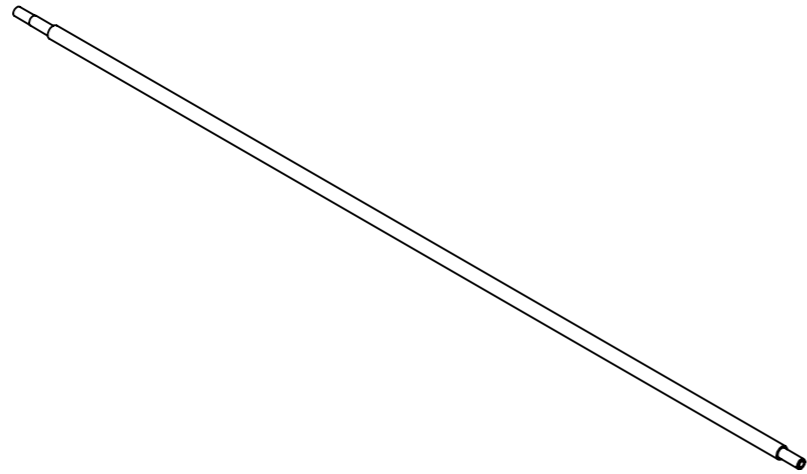
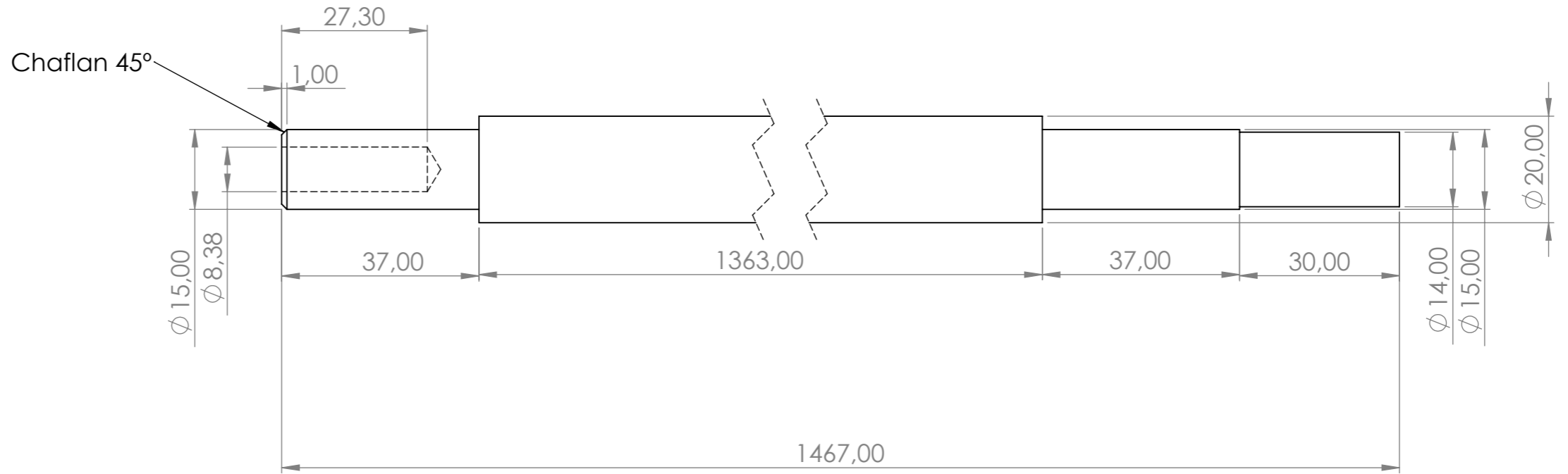
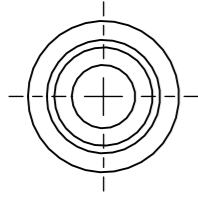
Husillo-eje-Z

Tolerancia General ISO 2768 - m K

SUSTITUYE A

PLANO 15 DE 23

ISO 2768 - m K

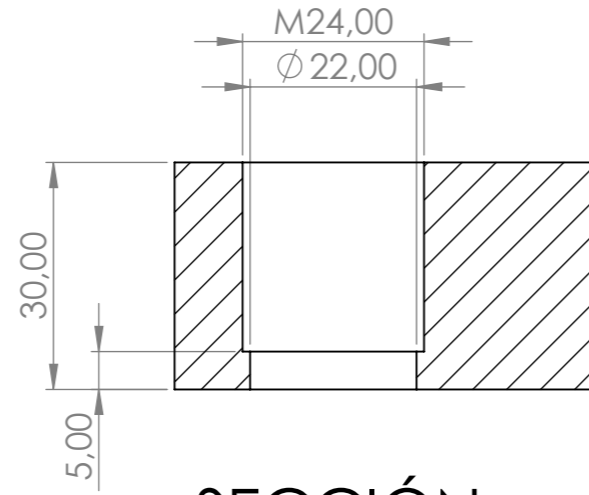


Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

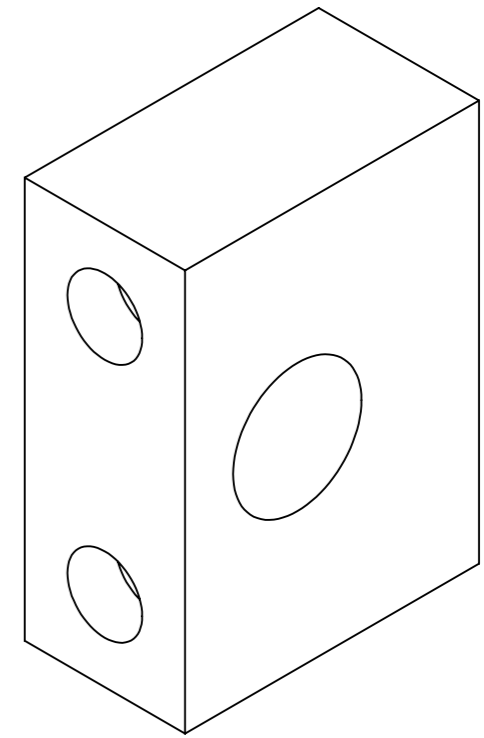
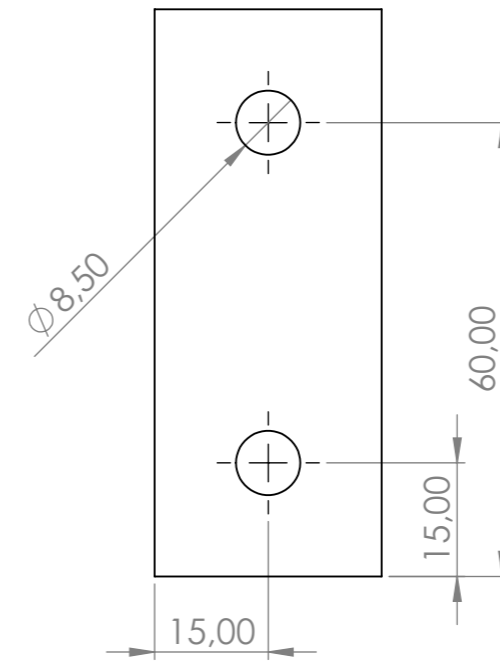
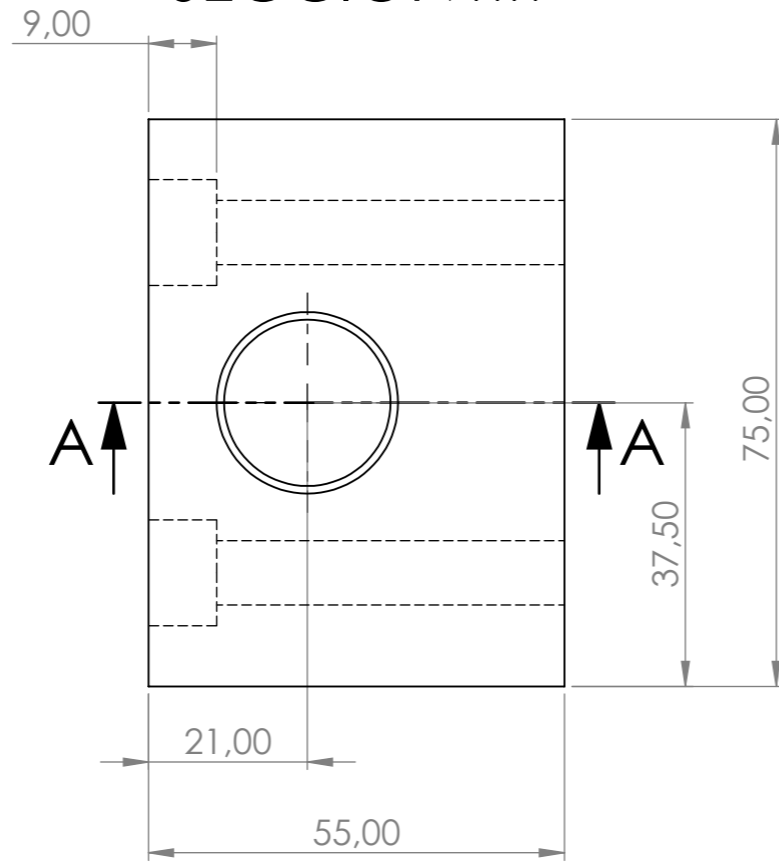
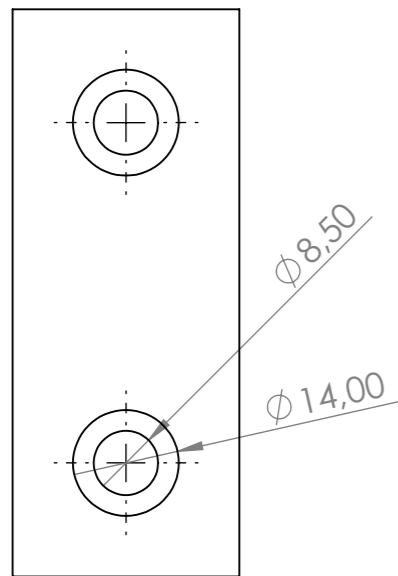
	FECHA	NOMBRE		DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES
DIBUJADO	27/02/2022	IVAN NAVARRO		
COMPROBADO				
ESCALA	husillo-eje-Y			Tolerancia General ISO 2768 - m K
1:10				SUSTITUYE A
				PLANO 16 DE 23

A3

ISO 2768 - m K



SECCIÓN A-A



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

	FECHA	NOMBRE
DIBUJADO	27/02/2022	IVAN NAVARRO
COMPROBADO		

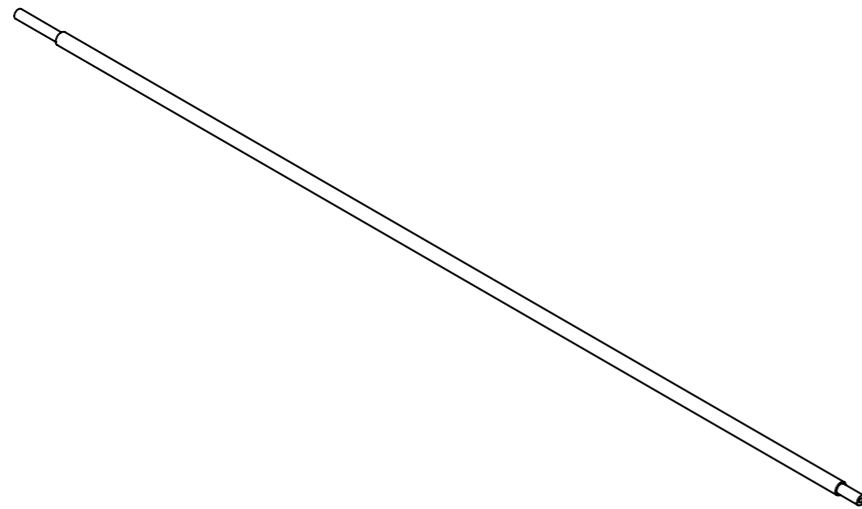
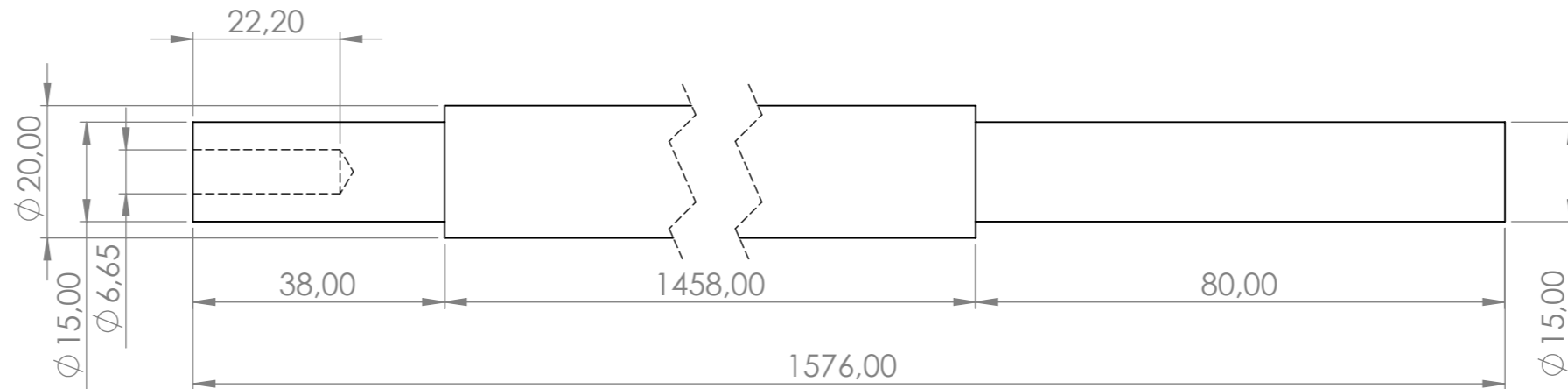
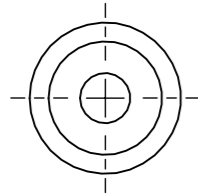


DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES

ESCALA 1:1	PLACA-GUIA-EJE-Z	Tolerancia General ISO 2768 - m K
		SUSTITUYE A
		PLANO 17 DE 23

A3

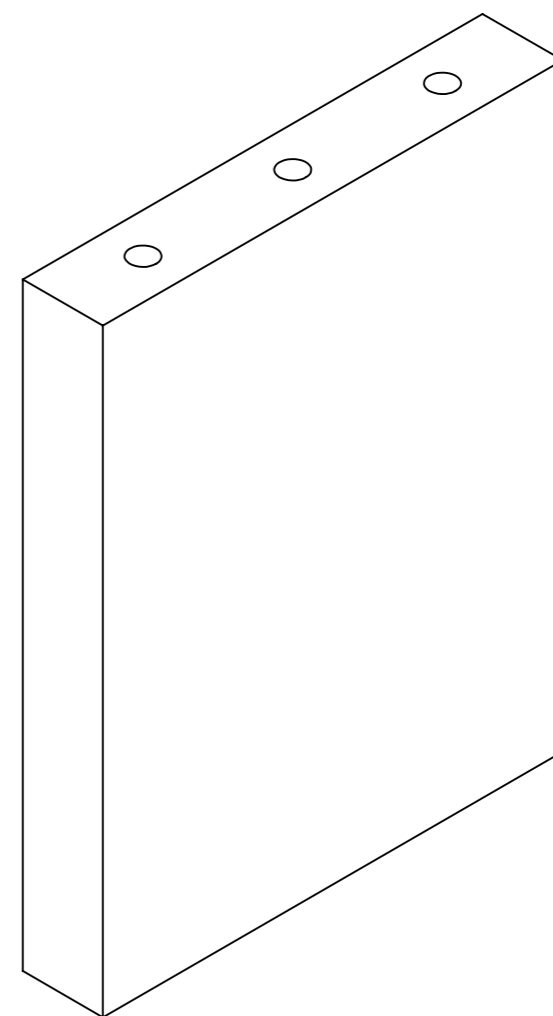
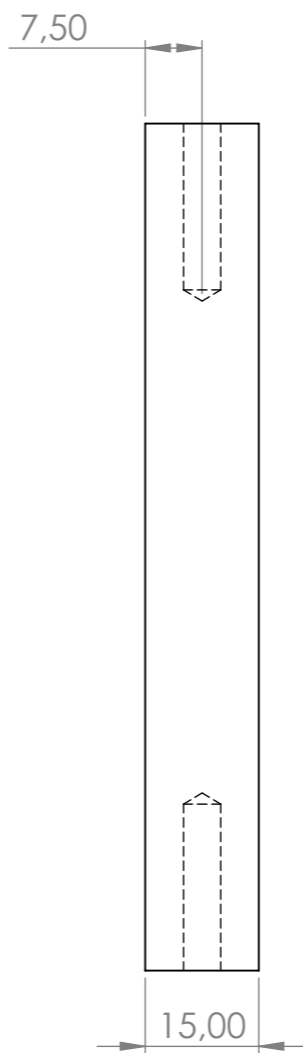
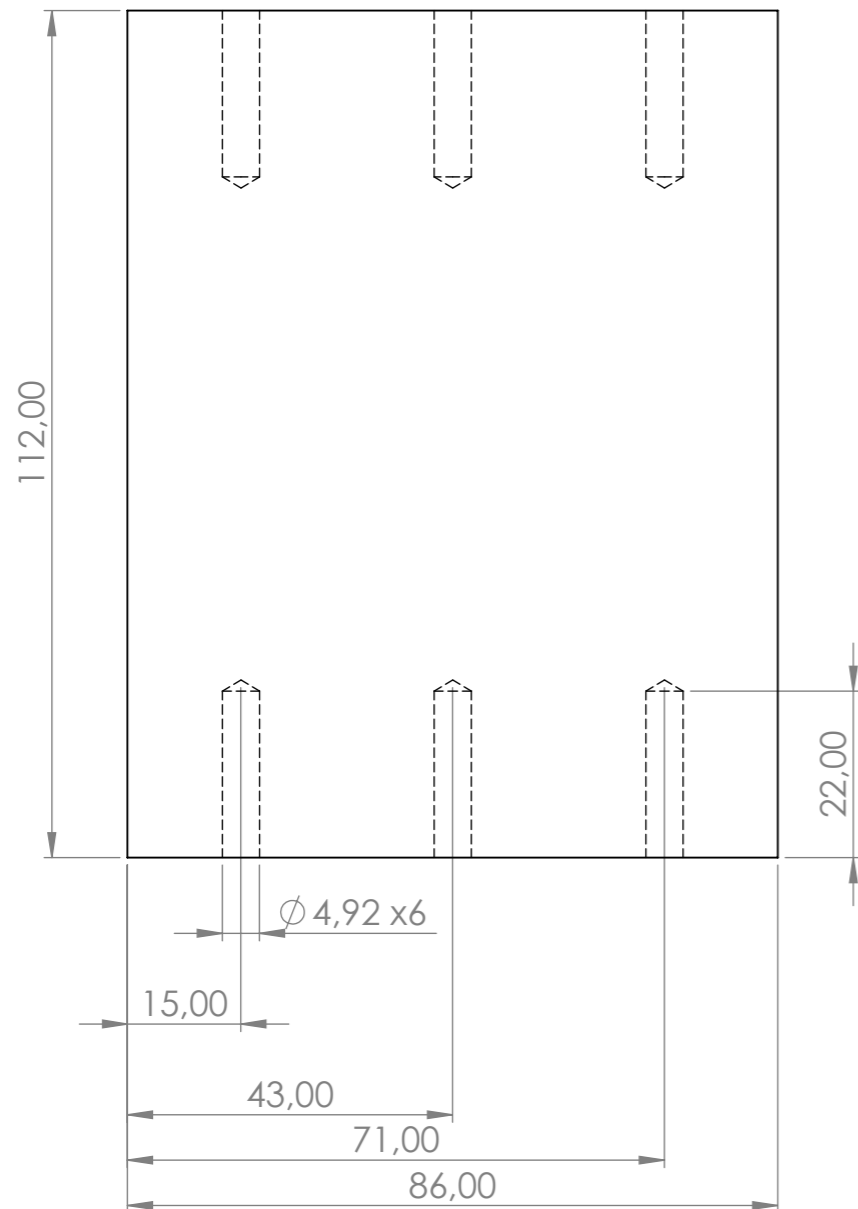
ISO 2768 - m K



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

	FECHA	NOMBRE		DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES
DIBUJADO	27/02/2022	IVAN NAVARRO		
COMPROBADO				
ESCALA	husillo-eje-x			Tolerancia General ISO 2768 - m K
1:10				SUSTITUYE A
				A3 PLANO 18 DE 23

ISO 2768 - m K



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

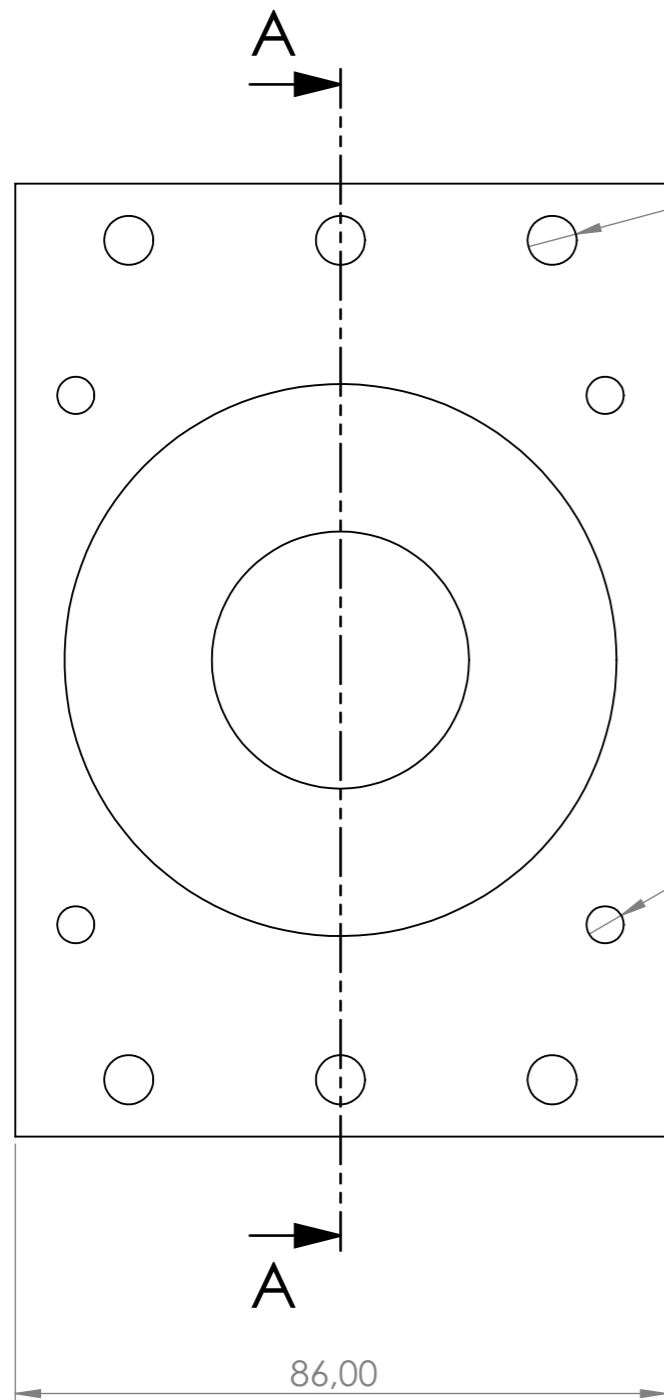
	FECHA	NOMBRE		DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES
DIBUJADO	27/02/2022	IVAN NAVARRO		
COMPROBADO				
ESCALA	placa-soporte-lateral-motor-y			Tolerancia General ISO 2768 - m K
1:1				SUSTITUYE A
				PLANO 19 DE 23

placa-soporte-lateral-motor-y

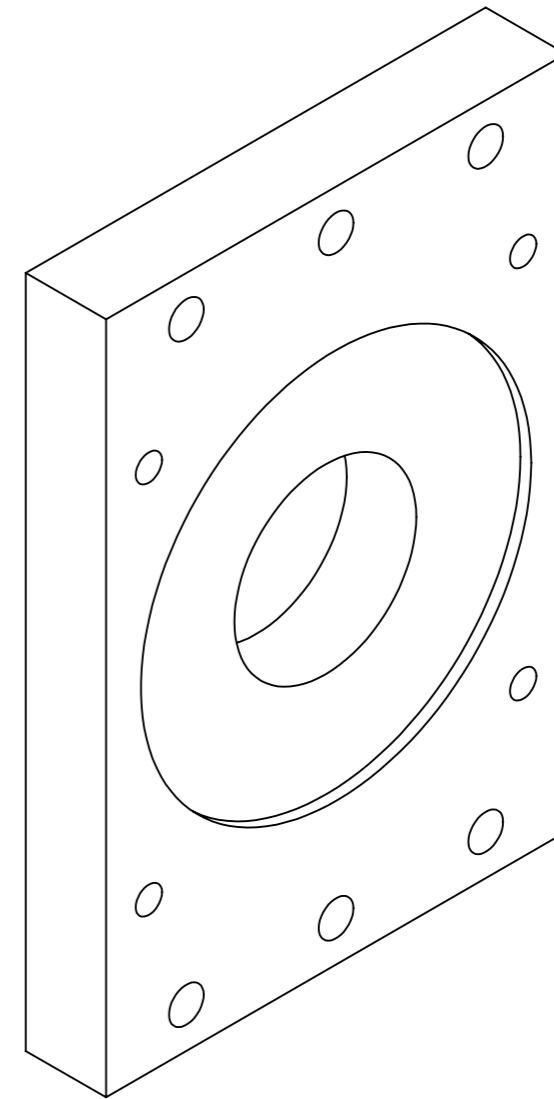
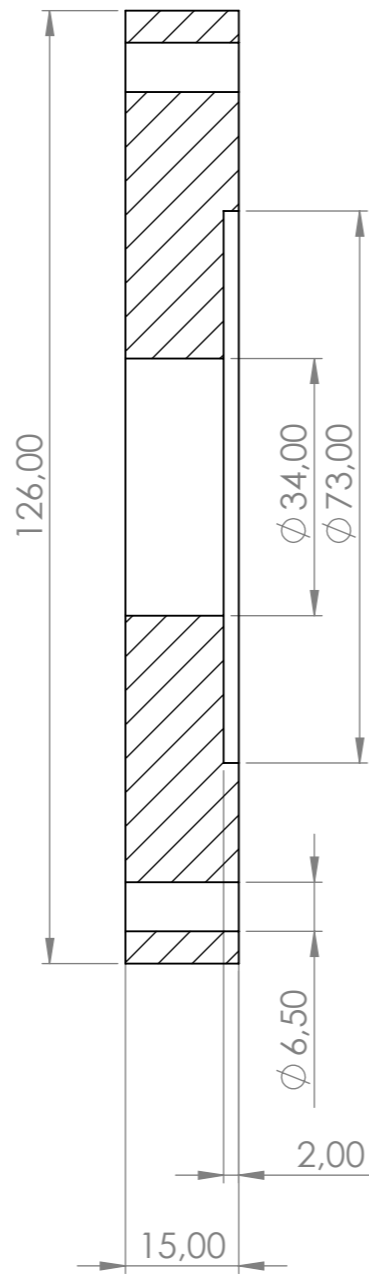
A3

Tolerancia General ISO 2768 - m K
SUSTITUYE A
PLANO 19 DE 23

ISO 2768 - m K



SECCIÓN A-A



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

	FECHA	NOMBRE		DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES
DIBUJADO	27/02/2022	IVAN NAVARRO		
COMPROBADO				
ESCALA	placa-soporte-motor-eje-y			Tolerancia General ISO 2768 - m K
1:1				SUSTITUYE A
				PLANO 20 DE 23

placa-soporte-motor-eje-y

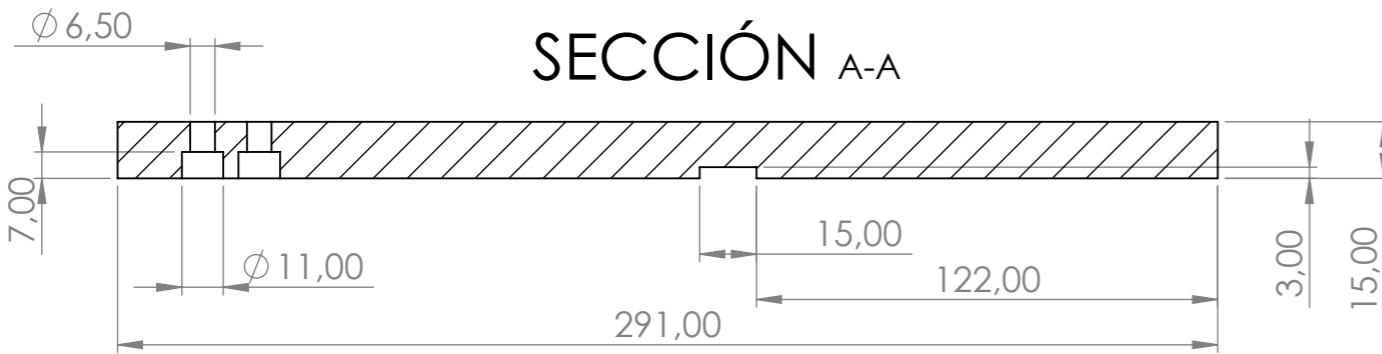
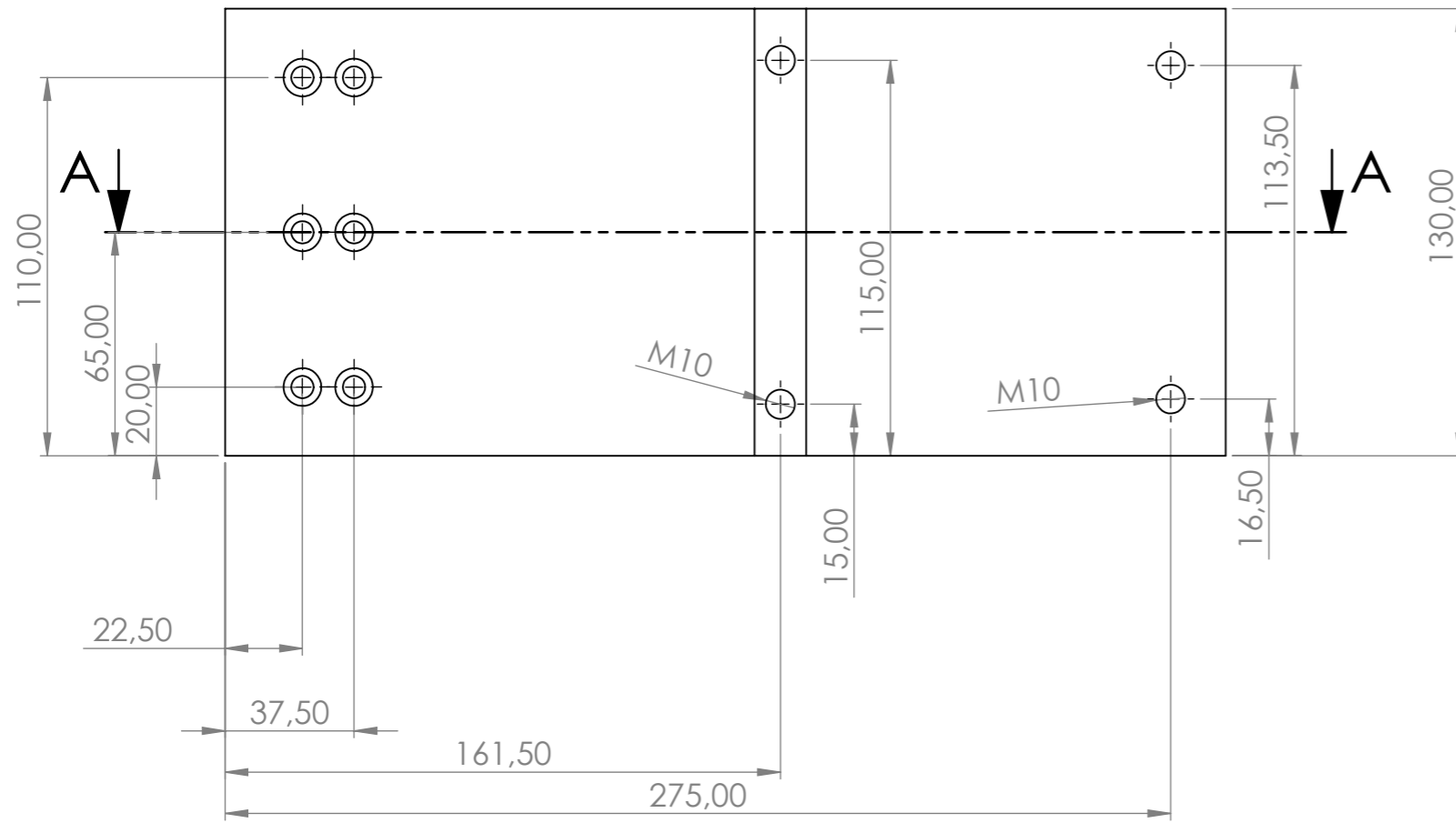
Tolerancia General ISO 2768 - m K

SUSTITUYE A

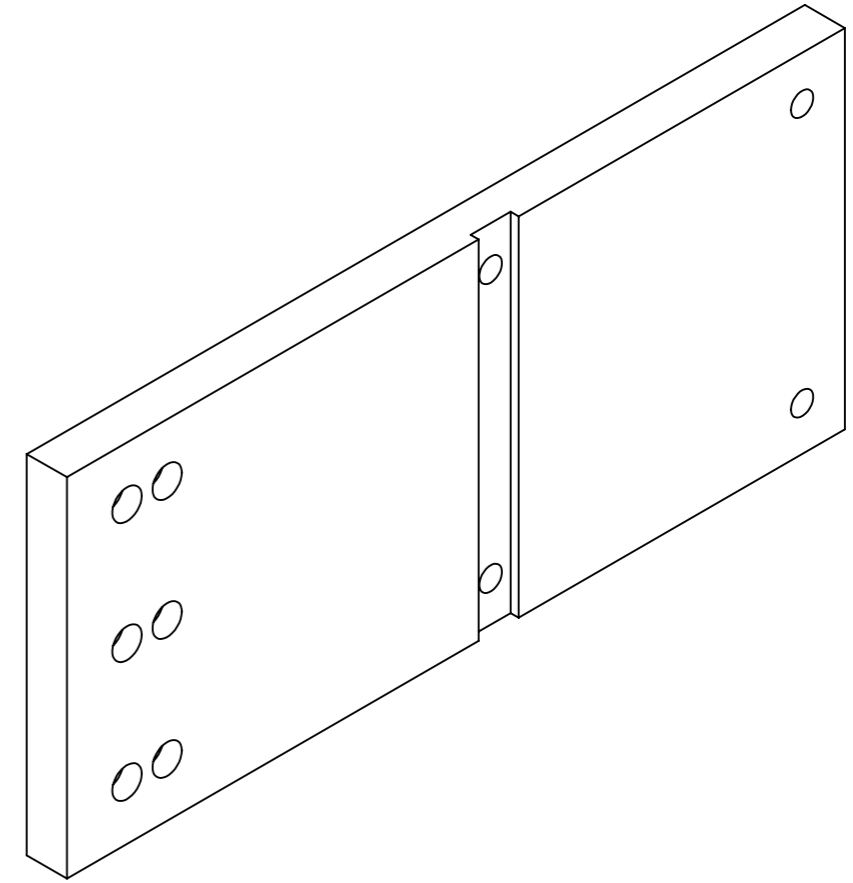
A3

PLANO 20 DE 23

ISO 2768 - m K



SECCIÓN A-A

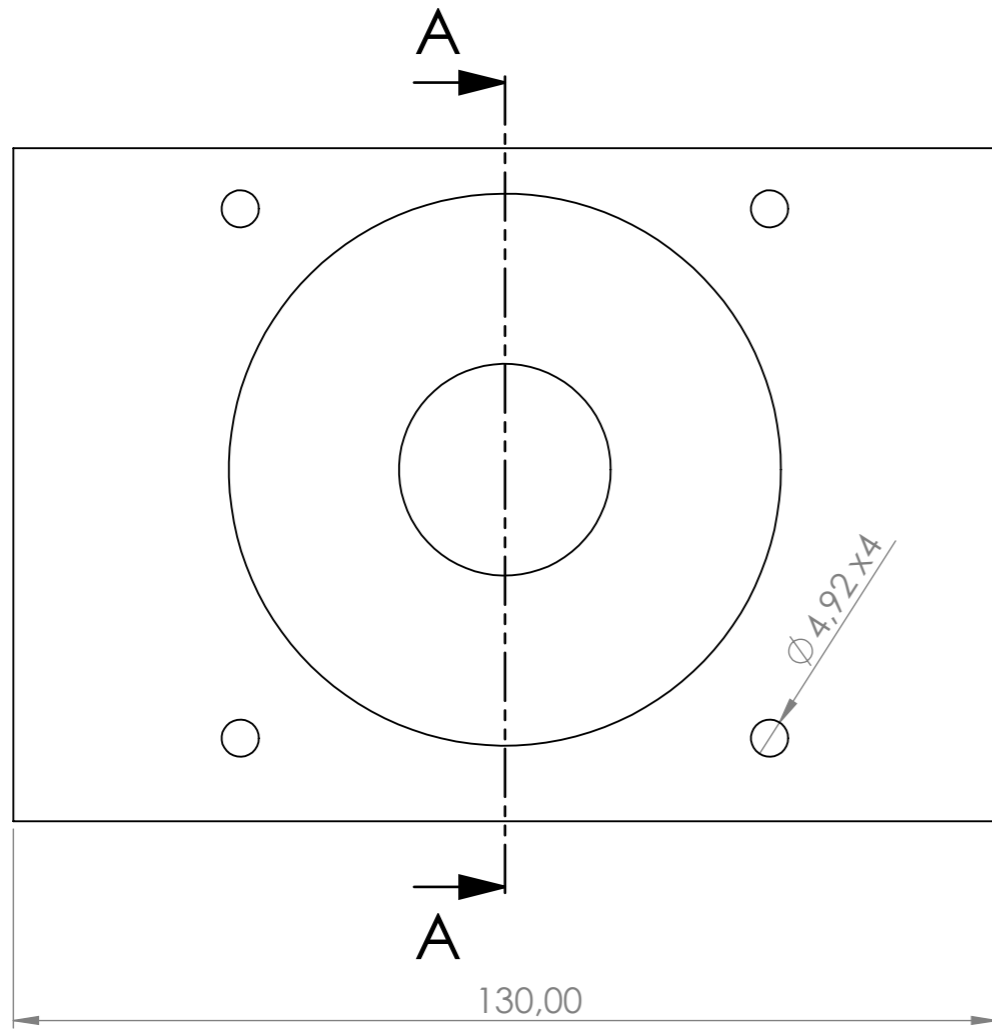


Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

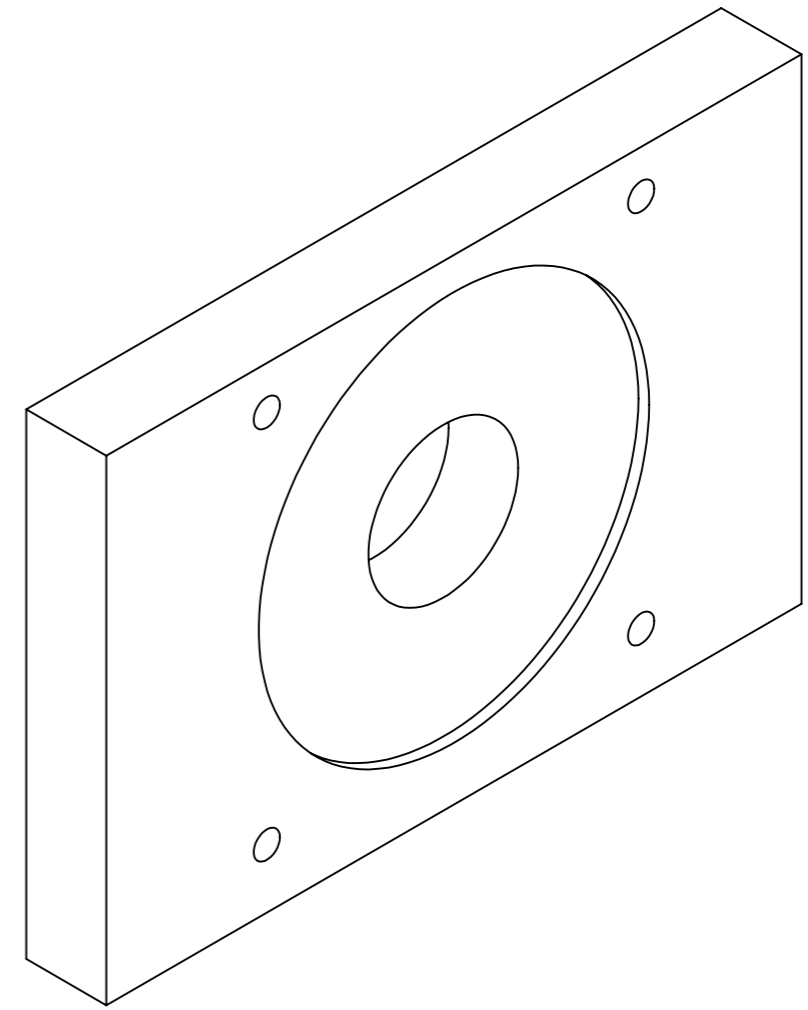
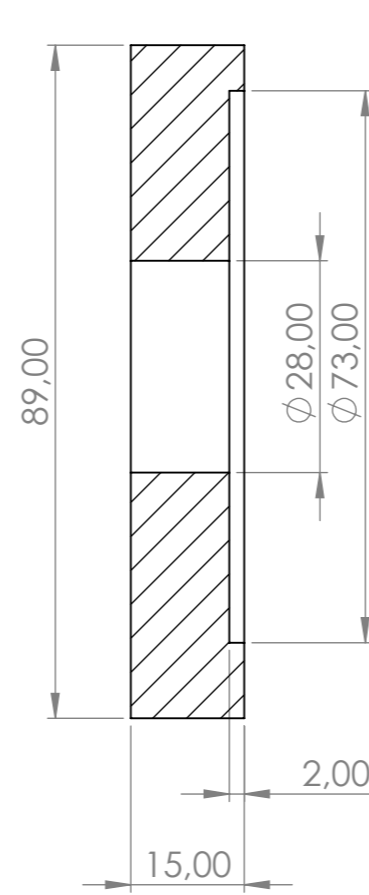
FECHA	NOMBRE		DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES	
DIBUJADO	27/02/2022			IVAN NAVARRO
COMPROBADO				
ESCALA	placa-base-motor-x		Tolerancia General ISO 2768 - m K	
1:2			SUSTITUYE A	
			PLANO 21 DE 23	

A3

ISO 2768 - m K



SECCIÓN A-A



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

	FECHA	NOMBRE		DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES
DIBUJADO	27/02/2022	IVAN NAVARRO		
COMPROBADO				
ESCALA	placa-soporte-motor-eje-x			Tolerancia General ISO 2768 - m K
1:1				SUSTITUYE A
				PLANO 22 DE 23

placa-soporte-motor-eje-x

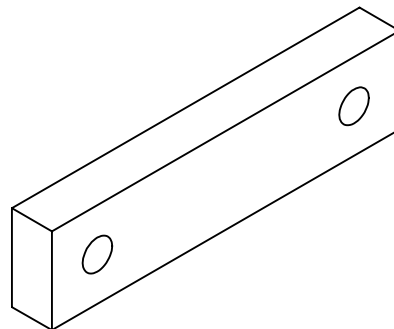
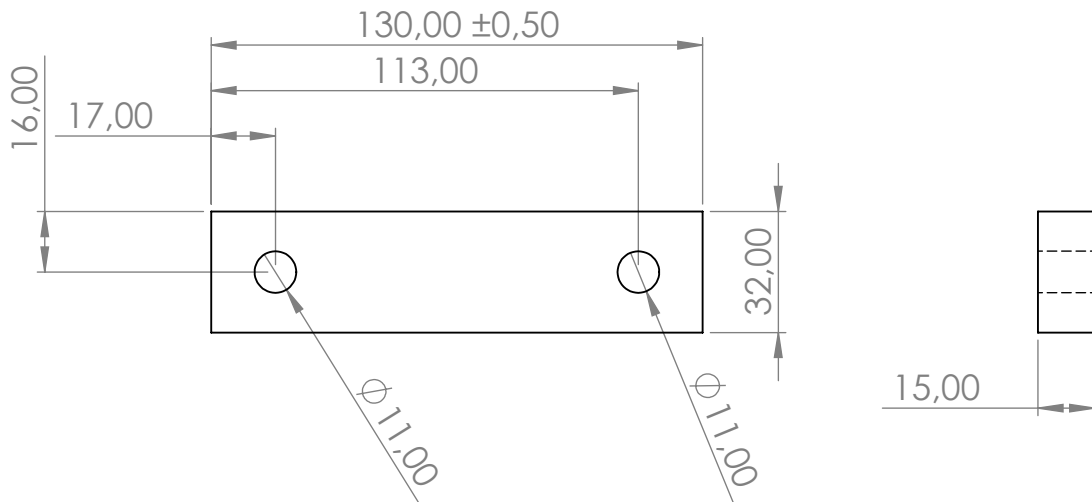
A3

Tolerancia General ISO 2768 - m K

SUSTITUYE A

PLANO 22 DE 23

ISO 2768 - m K



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)							
Designación	Descripción	0,5 a 3	más de 3 a 6	más de 6 a 30	más de 30 a 120	más de 120 a 400	más de 400 a 1000	más de 1000 a 2000	más de 2000 a 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

	FECHA	NOMBRE
DIBUJADO	27/02/2022	IVAN NAVARRO
COMPROBADO		



DISEÑO DE UN CENTRO DE MECANIZADO PARA ELEMENTOS ORNAMENTALES

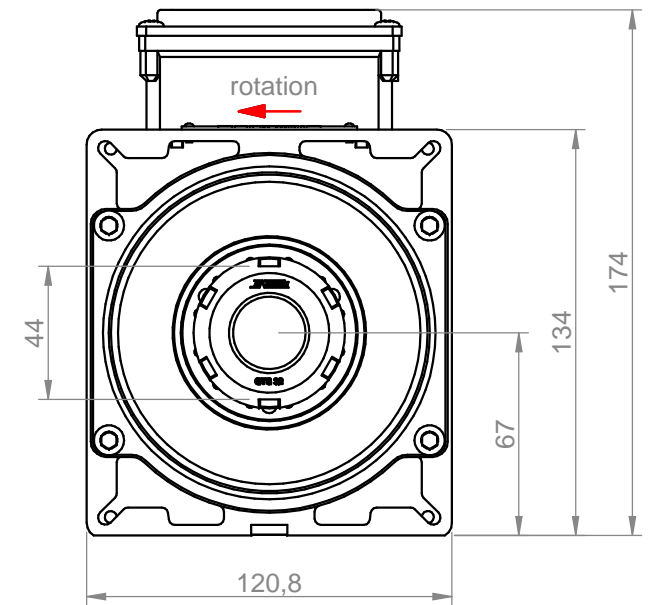
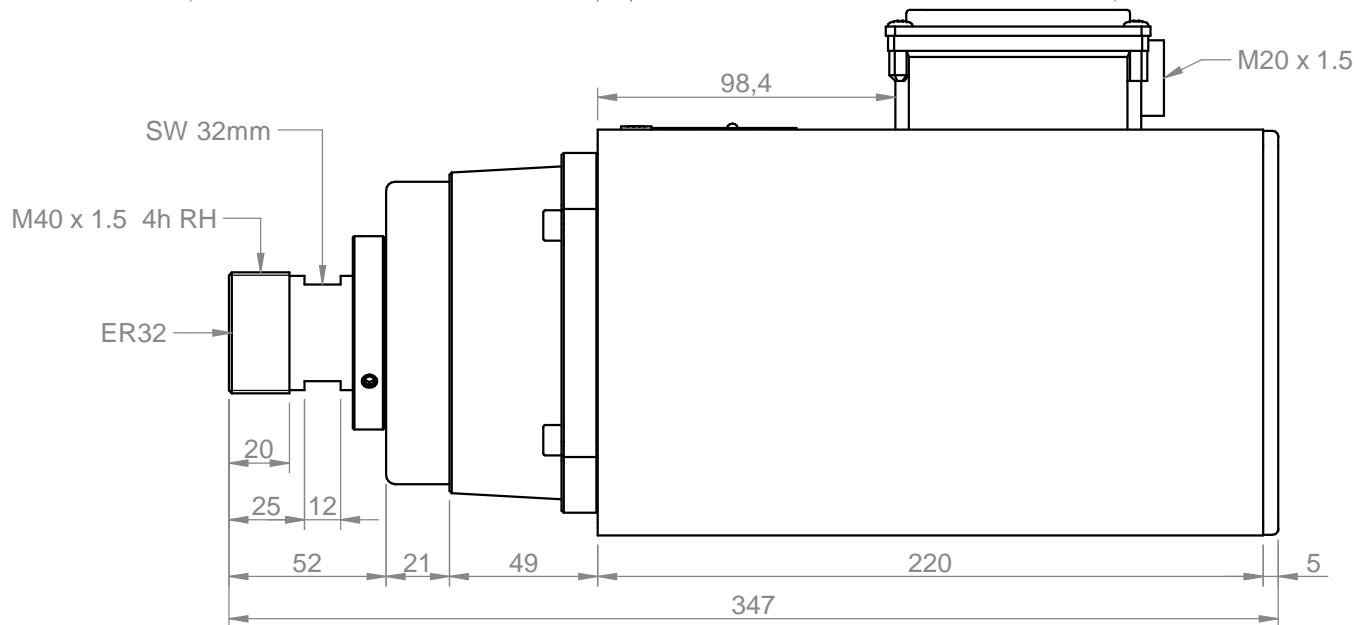
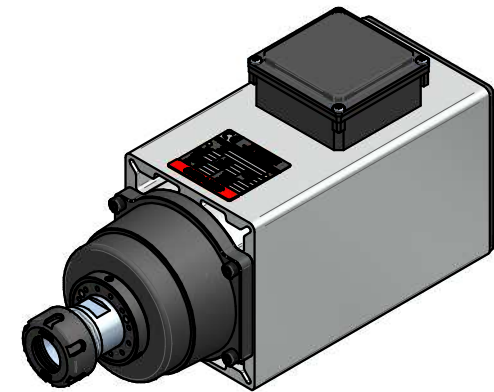
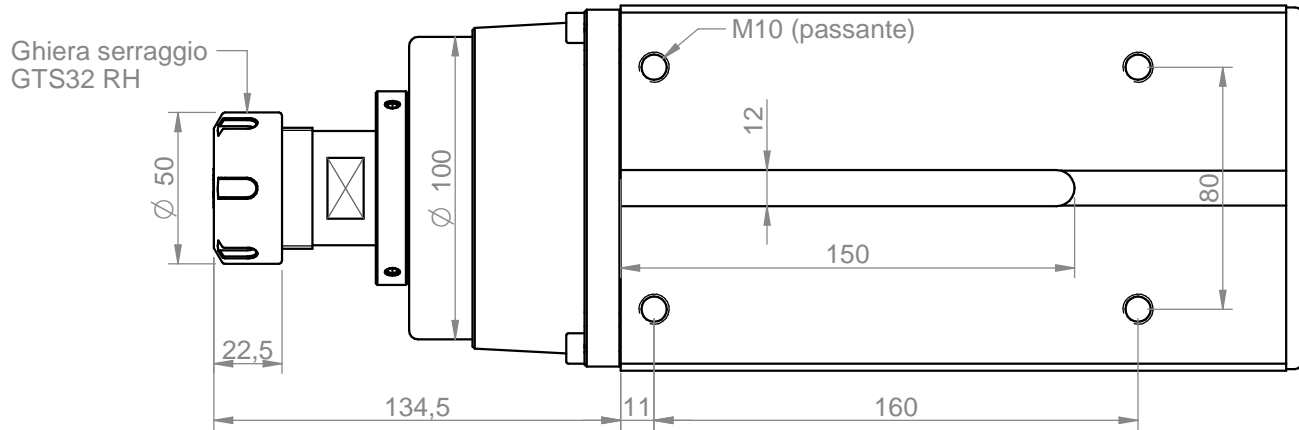
ESCALA
1:2

placa-soporte-rodamiento-eje-x

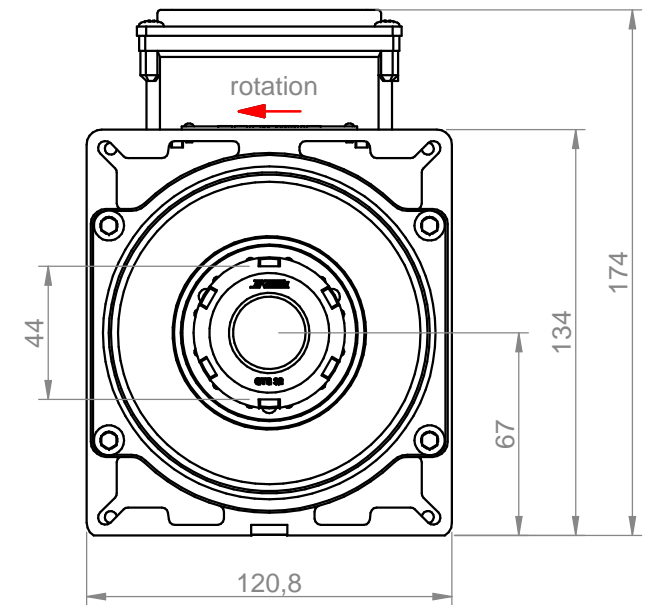
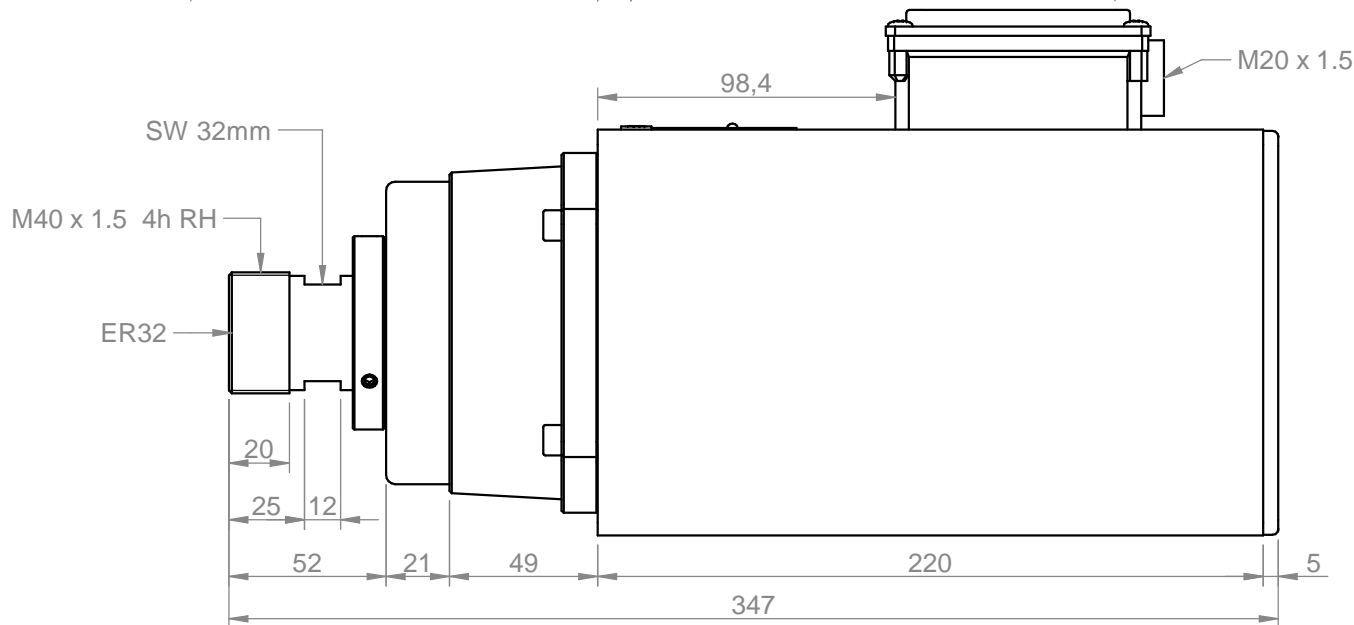
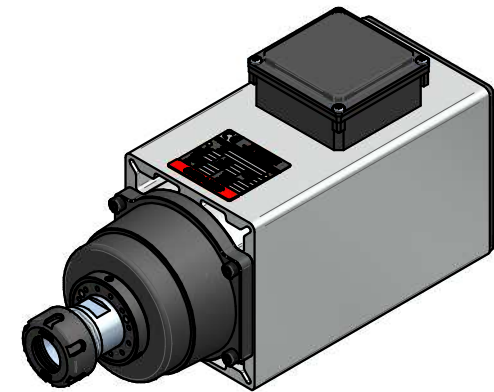
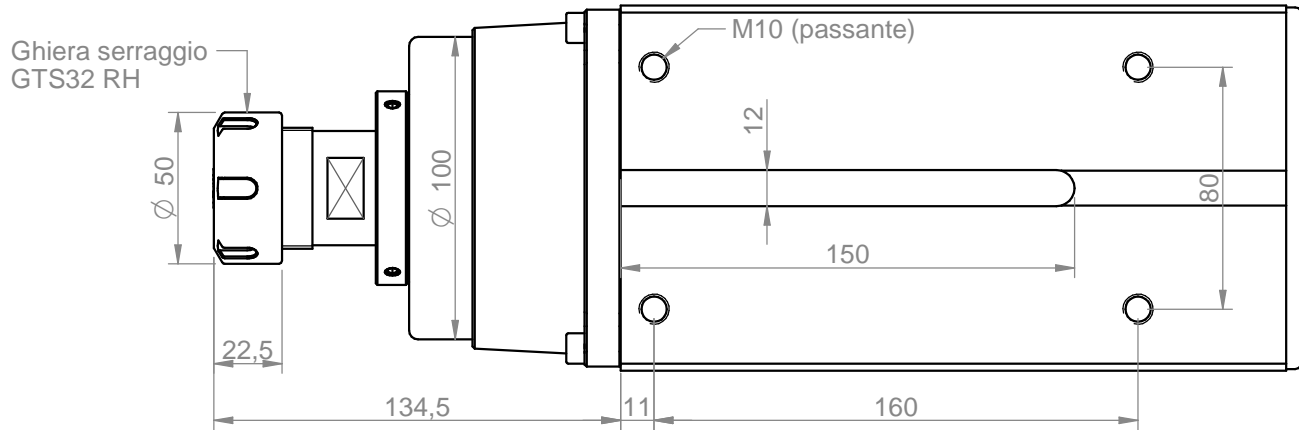
Tolerancia General ISO 2768 - m K

SUSTITUYE A

PLANO 23 DE 23



Power [kW]	4.5	Duty Cycle	S1	Base speed [rpm]	18000	Base freq. [Hz]	300	Base voltage Δ [V]	220	Base voltage Y [V]	380	Protection	IP50	Ins. Cl.	F	
Min speed [rpm]	6000	Max speed [rpm]	18000	Max freq. [Hz]	300	Absorb. Δ [A]	18.0	Absorb. Y [A]	10.0	Part number on nameplate COM60670010						
Balancing according to ISO 1940 - G2.5 @ 18000 rpm		Balancing type		tool type		tool type		Peso / weight 17.87 kg								
Tolleranze non quotate / unlisted tollerances: ±0.5mm Smussi non quotati / unlisted chamfers: ±0.5mm						$\nabla = 0.8 \nabla$	$\nabla = 3.2 \nabla$	$\nabla = 12.5 \nabla$	$\sim = \nabla$	Title 6067-A-DB-P-ER32-HY-RH						
rev. n°	01	description Montati cuscinetti ceramici						date	31/03/2017	signature	E. Gaspari	Customer Catalogo				
rev. n°	00	description Emissione						date	31/03/2015	signature	D. Bottarel	Drawing code COM60670010				
drawn - date	E. Gaspari - 31/03/2017	approved - date	S. Perli - 31/03/2017	checked - date	S. Perli - 31/03/2017	sostituisce il		foglio / sheet 1 / 1								
						sostituito dal				scala n.d.				A4		



Power [kW]	4.5	Duty Cycle	S1	Base speed [rpm]	18000	Base freq. [Hz]	300	Base voltage Δ [V]	220	Base voltage Y [V]	380	Protection	IP50	Ins. Cl.	F	
Min speed [rpm]	6000	Max speed [rpm]	18000	Max freq. [Hz]	300	Absorb. Δ [A]	18.0	Absorb. Y [A]	10.0	Part number on nameplate COM60670010						
Balancing according to ISO 1940 - G2.5 @ 18000 rpm		Balancing type		tool type		tool type		Peso / weight 17.87 kg								
Tolleranze non quotate / unlisted tollerances: ±0.5mm Smussi non quotati / unlisted chamfers: ±0.5mm						$\nabla = 0.8 \nabla$	$\nabla = 3.2 \nabla$	$\nabla = 12.5 \nabla$	$\sim = \nabla$	Title 6067-A-DB-P-ER32-HY-RH						
rev. n°	01	description Montati cuscinetti ceramici						date	31/03/2017	signature	E. Gaspari	Customer Catalogo				
rev. n°	00	description Emissione						date	31/03/2015	signature	D. Bottarel	Drawing code COM60670010				
drawn - date	E. Gaspari - 31/03/2017	approved - date	S. Perli - 31/03/2017	checked - date	S. Perli - 31/03/2017	sostituisce il		foglio / sheet 1 / 1								
						sostituito dal				scala n.d.				A4		

PLIEGO DE CONDICIONES.

Objeto del presente pliego

Este documento tiene como misión establecer las condiciones técnicas, económicas, administrativas y legales, de manera que el objeto del Proyecto pueda materializarse en las condiciones especificadas, evitando posibles interpretaciones diferentes de las deseadas.

En el presente Pliego de Condiciones Técnicas se redactan los procesos a ejecutar y las exigencias técnicas que se deben considerar, ya que estos son necesarios para ejecutar y desarrollar de forma correcta el objeto final de este Proyecto. Debe regirse en unión de las prescripciones y pliegos de índole general que se citan en los capítulos mostrados con posterioridad.

Instrucciones de montaje del centro de mecanizado

Para realizar el montaje del centro de mecanizado de una forma correcta se deben seguir los siguientes pasos.

En primer lugar, se debe de realizar el montaje de la mesa de trabajo. Este debe de realizarse de la siguiente manera. Ensamblar la estructura básica con las barras del perfil 60x60F. Una vez se haya montado correctamente esta parte con la tornillería y acoples necesarios se pasa a colocar las piezas que forman la parte útil de la mesa de trabajo, con los perfiles 32x180 de 1800mm.

Siguiendo al paso anterior, se debe montar la estructura de la bancada móvil, es decir el cabezal con las guías. En este paso se debe montar en primer lugar todos los elementos que conforman el cabezal.

Una vez ensamblados los elementos del cabezal se montan las guías del eje Y sobre el cabezal. Por otro lado, se debe de ensamblar la bancada móvil, ensamblando los laterales, las bancadas de 1336mm y las guías del eje X de 1800mm.

Una vez se tenga ensambladas ambas partes por separado, se procede a unir las atornillando las guías del eje y sobre la bancada superior de 1336mm, este proceso se realiza con tornillos de M4 y acoples colocados en las ranuras del perfil utilizado como bancada superior.

Una vez se tenga la bancada móvil ensamblada, se procede a unir esta con la mesa de trabajo, atornillando las guías de 1800mm a la mesa de trabajo con tornillos de M5 y acoples en las ranuras de los perfiles.

Una vez finalizado estos montajes, se procede a colocar los motores de los ejes, con sus ejes correspondientes, rodamientos, acoples, etc. el ultimo eje a montar debe de ser el eje X para poder mover la bancada con facilidad en los otros ensamblajes. El eje X va situado en la parte inferior de la mesa de trabajo con lo que su montaje en último lugar es lo más adecuado.

Al finalizar todos los montajes se debe comprobar la fluidez del movimiento del centro de mecanizado, para de esta manera comprobar que todos los elementos han sido colocados en la posición correcta.

El centro de mecanizado será entregado al cliente con el montaje principal realizado, e in situ en el lugar en donde se coloque dicho centro de mecanizado se terminará de realizar los montajes debidos y su puesta en marcha, después de una regulación en su ubicación.

Materiales

En el presente apartado del Pliego de Condiciones de la máquina tratada, se muestra la documentación técnica de todos los materiales utilizados en los componentes de la máquina. Todos los materiales deberán cumplir todas las condiciones que son especificadas, para cada uno de ellos, según las certificaciones RoHS y REACH, especificadas en la normativa europea de exportaciones.

Esta certificación RoHS limita el uso de las sustancias peligrosas en los materiales exportados, el plomo, mercurio, cadmio, cromo hexavalente, bifenilos polibromados y éteres difenil polibromados.

Mientras que la certificación REACH se aplica a todos los productos químicos, desde los utilizados en procesos industriales hasta los que se encuentran en mercancías de uso diario, como artículos de limpieza, pinturas, juguetes o también ropa, muebles y electrodomésticos.

Se debe tener en cuenta que el transporte, la manipulación y el empleo de los materiales, serán realizados de manera que no queden alteradas las características de estos, y que estos tampoco sufran cambios en su geometría ni en sus dimensiones.

Los materiales que se empleen en el centro de mecanizado deberán reunir las condiciones mínimas establecidas en el documento. Dichos materiales para emplear cumplirán con todas las características mecánicas y químicas requeridas, las cuales estarán debidamente garantizadas por el fabricante.

En el siguiente artículo, se muestran las descripciones técnicas de los materiales utilizados durante el diseño del Proyecto ejecutado.

En el apartado A1.3-Selección de materiales para componentes mecanizados se muestran los materiales a utilizar en los elementos de fabricación (página 52). Los materiales prefabricados el material viene predefinido por su fabricante, las características están explicadas en el apartado de supuestos simulaciones (página 55).

Condiciones y normativa

1.Condiciones generales

Dentro del apartado de este Proyecto se incluyen las condiciones y normativas que deberán desarrollarse para poder realizar y ejecutar, bajo el marco legal, el Proyecto del que se trata. A continuación, se muestran las condiciones que han de tratarse para el desarrollo de la maquinaria.

- Cualquier parte dentro del Proyecto tratado tiene que poder ser modificada por la dirección facultativa a efectos de incumplirse algunas exigencias propuestas.
- Tanto el proyectista, como cualquier miembro de la dirección facultativa carecen de cualquier tipo de responsabilidad si se realizan aplicaciones indebidas sobre la máquina desarrollada.
- Todo el personal que deba entrar en contacto con el mantenimiento y funcionamiento de la maquinaria debe tener unos conocimientos técnicos mínimos necesarios, experiencia en el sector y máquinas similares, o en su defecto bajo cargo de alguien especializado, y de esta manera, realizar un apropiado uso de las herramientas de trabajo y de las medidas apropiadas de seguridad de protección personal.

2. Normativa exigible

En este apartado del pliego de condiciones se muestran todas y cada una de las leyes y normativas exigidas que se han llevado a cabo para el diseño y cálculo óptimo de la máquina, y para poder llevar a cabo un mantenimiento correcto de ésta, obedeciendo a su vez las normativas exigidas por la industria agroalimentaria.

Por lo tanto, el conjunto de todas éstas se va a dividir en las siguientes:

- DIRECTIVA 2006/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición)
- UNE-EN ISO 12100:2012: Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.
- UNE-EN ISO 13857:2008: Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores.
- UNE-EN ISO 11064-4:2013 (Ratificada): Diseño ergonómico de los centros de control. Parte 4: Diseño y dimensiones de las estaciones de trabajo (ISO 11064-4:2013) (Ratificada por AENOR en abril de 2015.)

PRESUPUESTO.

El presupuesto se va a desglosar principalmente en los dos subensamblajes según observado en plano principal (plano cnc completo), a partir de ahí se desarrolla cada subensamblaje para obtener al final un presupuesto global de los materiales del centro de mecanizado.

Subconjunto estructura mesa

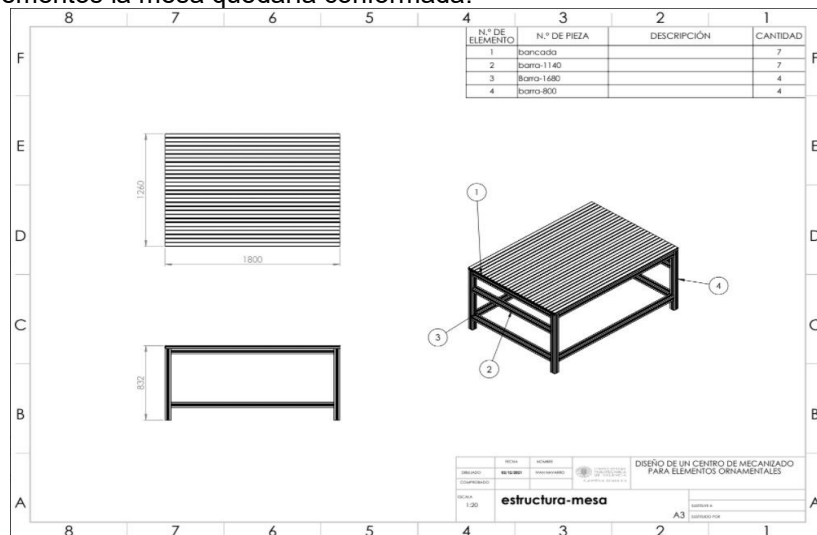
En el presupuesto de la mesa se incluyen las barras de aluminio de las diferentes medidas que conforman la estructura o bancada fija.

Los perfiles utilizados para la estructura de la bancada son la referencia 20.1049/0 son perfiles de 60x60mm. Además de otro tipo de perfil que conforma la parte de superior de la mesa, el cual es la referencia 20.1016/0.

De este tipo de perfiles serán necesarios:

- 4 60x60x1680mm. **20.1049/0**
- 4 60x60x 800mm. **20.1049/0**
- 7 60x60x1140mm. **20.1049/0**
- 7 32x180x1800mm. **20.1016/0**

Con estos elementos la mesa quedaría conformada.



Referencia	Referencia materia prima	Descripción	Cantidad	Proveedor
3	20.1049/0	Perfil 60x60x1680mm	4	MINITEC
4	20.1049/0	Perfil 60x60x800mm	4	MINITEC
2	20.1049/0	Perfil 60x60x1140mm	7	MINITEC
1	20.1016/0	Perfil 32x180x1800mm	7	MINITEC

Tabla 24. Componentes estructura mesa

Para la estructura de la mesa únicamente se tiene que ensamblar en conjunto todas las piezas que la conforman. El precio del montaje es de 25€/h, y en el montaje se estima una duración de 2 horas. Dicho esto, el precio del montaje de la estructura sería de unos 50€.

Bancada

Pieza cortada a medida desde barra estándar. En el ensamblaje se encuentran 7 piezas de este tipo, montadas en conjunto para formar la parte plana de la mesa.

El precio de cada barra de este tipo es de 101€/metro y se necesitan 12'7 metros. El coste total de material es de 1282'7€.

Para realizar el corte de estas a medida se tarda 1 hora con una escuadradora. El precio hora de esta máquina es de 30€/h. Con lo que al coste del material hay que sumarle 30€.

El precio total de cada una de las piezas es de **187'53€**

Barra 800

Pieza cortada a medida desde barra estándar. En el ensamblaje se encuentran 4 piezas de este tipo, montadas en conjunto para formar la parte plana de la mesa.

El precio de cada barra de este tipo es de 36'18€/metro y se requieren 3'2 metros. El coste total de material es de 115'78€.

Para realizar el corte de estas a medida se tarda 0.5 horas con una escuadradora. El precio hora de esta máquina es de 30€/h. Con lo que al coste del material hay que sumarle 15€.

El precio total de cada una de las piezas es de **32'70€**

Barra 1680

Pieza cortada a medida desde barra estándar. En el ensamblaje se encuentran 4 piezas de este tipo, montadas en conjunto para formar la parte plana de la mesa.

El precio de cada barra de este tipo es de 36'18€/metro y se requieren 6'72 metros. El coste total de material es de 243'13€.

Para realizar el corte de estas a medida se tarda 0.5 horas con una escuadradora. El precio hora de esta máquina es de 30€/h. Con lo que al coste del material hay que sumarle 15€.

El precio total de cada una de las piezas es de **64'53€**

Barra 1140

Pieza cortada a medida desde barra estándar. En el ensamblaje se encuentran 7 piezas de este tipo, montadas en conjunto para formar la parte plana de la mesa.

El precio de cada barra de este tipo es de 36'18€/metro y se requieren 7'98 metros. El coste total de material es de 288'72€.

Para realizar el corte de estas a medida se tarda 1 hora con una escuadradora. El precio hora de esta máquina es de 30€/h. Con lo que al coste del material hay que sumarle 30€.

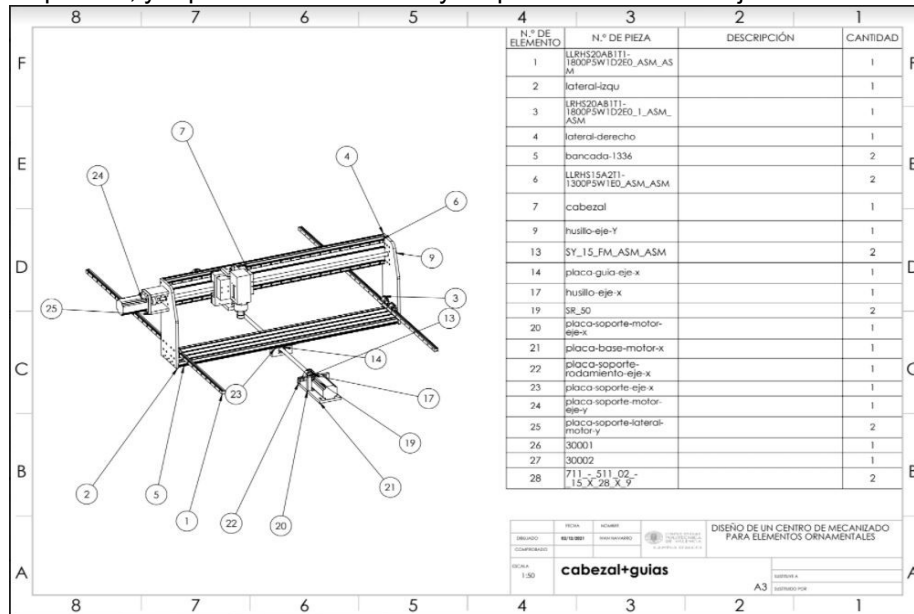
El precio total de cada una de las piezas es de **45'53€**

Descripción	Cantidad	€/unidad	Total (€)
Barra 1680	4	64'53	258'12
Barra 800	4	32'70	130'8
Barra 1140	7	45'53	318'71
Bancada	7	187'53	1312,71
Montaje	2	25	50
			2070,34

Tabla 25. Coste elementos mesa

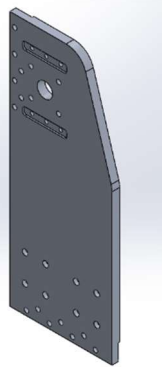
Subconjunto cabezal+guías

Este subensamblaje se va a dividir en varios apartados para obtener el precio lo más desglosado posible, ya que dentro de este hay un par de subensamblajes.



Lateral derecho e izquierdo

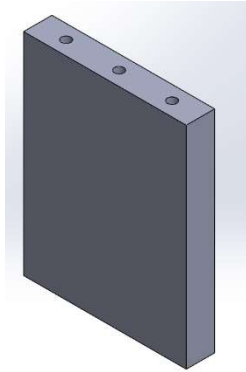
Esta pieza contiene como procesos de fabricación el fresado, taladrado, cajeado, roscado, además de ser una pieza que se mecaniza por ambos lados.



Esta pieza tiene un coste derivado de los procesos de fabricación y del uso del material de 260,66€ la unidad.

Placa soporte lateral motor eje Y

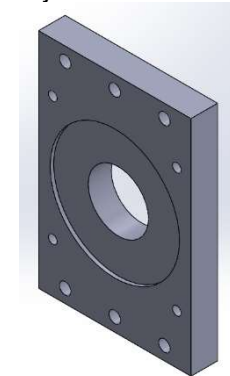
En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.



El precio estimado de esta pieza es de 57,39€ la unidad incluyendo el material utilizado.

Placa soporte motor eje Y

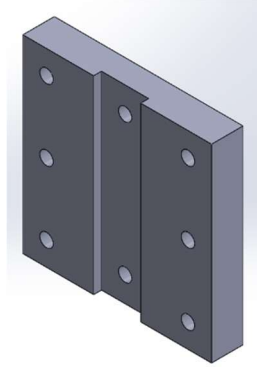
En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.



El precio de esta pieza es de 54,93€ la unidad teniendo en cuenta los procesos indicados anteriormente.

Placa soporte eje X

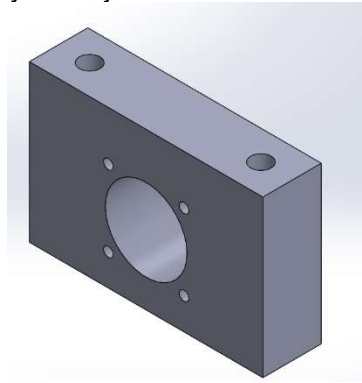
En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.



El valor aproximado de esta pieza es de unos 113,74 € la unidad, material incluido.

Placa guía eje X

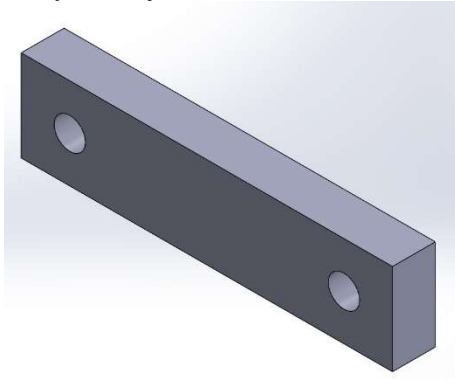
En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.



El precio aproximado de esta pieza es de unos 203,28€ la unidad, con el material incluido.

Placa soporte rodamiento eje X

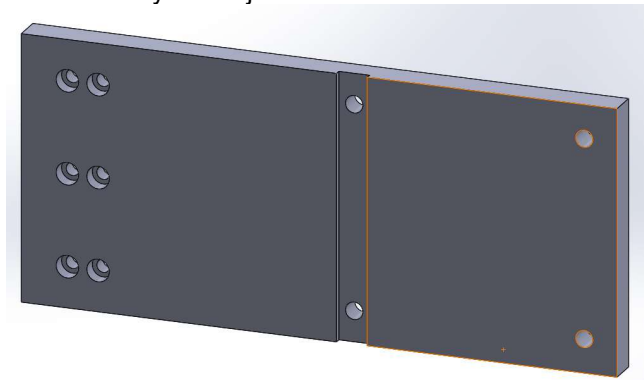
En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.



El precio de esta pieza es de 50,76€ aproximadamente.

Placa base motor eje X

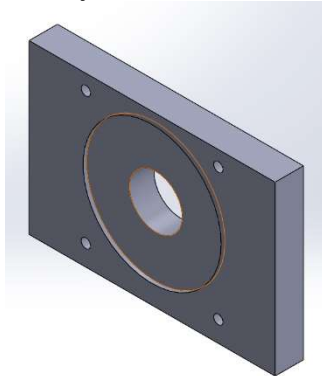
En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.



El precio de esta pieza es de 117,04€ aproximadamente.

Placa soporte motor eje X

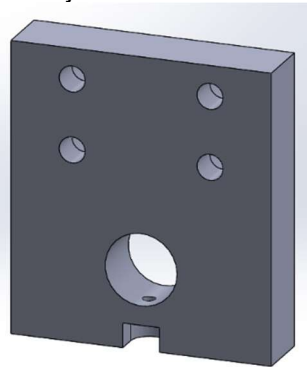
En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.



El coste aproximado de esta pieza es de 103,50€ contando el material utilizado.

Placa soporte bloque cabezal

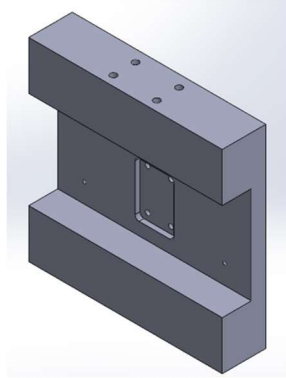
En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.



El coste de esta pieza por unidad es de 60,45€, pero el ensamblaje cuenta con dos piezas de este tipo.

Placa guía eje Y

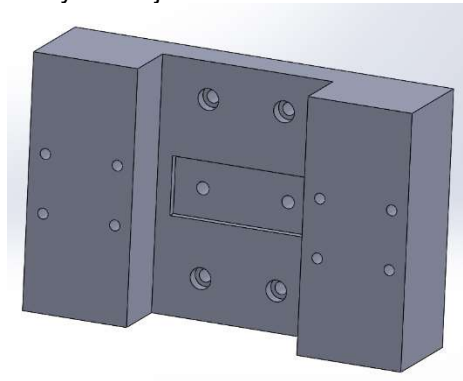
En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeadado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.



Esta pieza tiene un coste aproximado de 531,87€, el incremento tan notable en coste es debido al material utilizado para realizar dicha pieza.

Placa soporte cabezal

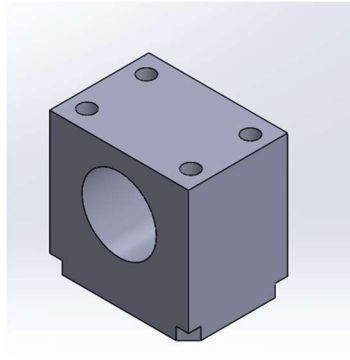
En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeadado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.



Al igual que ocurre con la pieza anterior esta pieza al ser de grandes dimensiones el coste es superior, el coste aproximado de la pieza es de 533,12€.

Placa centradora eje Y

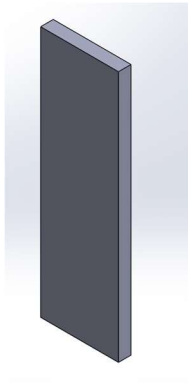
En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, cajeado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje.



El coste aproximado de la pieza es de 105,91€.

Placa enganche cabezal

En esta pieza se combinan varios procesos de fabricación, los cuales son: Fresado, taladrado, roscado, ensamblado y montaje. El ensamblaje contiene 2 piezas de este tipo.



El coste aproximado de la pieza es de 15,45€.

En la siguiente tabla se resumen los costes de las piezas fabricadas en aluminio:

Nombre Pieza	Unidades	Precio por unidad (€)	Precio total (€)
Placa guía eje X	1	203,28	203,28
Lateral derecho e izquierdo	2	260,66	521,32
Placa base motor X	1	117,04	117,04
Placa centradora eje Y	1	105,91	105,91
Placa enganche cabezal	2	15,45	30,9
Placa guía eje Y	1	531,87	531,87
Placa soporte cabezal	1	533,12	533,12
Placa soporte motor eje Y	1	54,93	54,93
Placa soporte eje X	1	113,74	113,74
Placa soporte lateral motor Y	2	57,39	114,78
Placa soporte motor eje X	1	103,50	103,50
Placa soporte rodamiento eje X	1	50,76	50,76
Placa soporte bloque cabezal	2	60,45	120,9
		TOTAL	2.466,14

Tabla 26. Coste piezas fabricadas

Precio de elementos de compra. (Facilitados por los proveedores)

Nombre Pieza	REFERENCIA	UNIDADES	PRECIO (€)
GUIA 20 mm X 1800	CNC.120	2	209,80
GUIA 15 mm X 1300	00055	2	86,80
GUIA 15 mm X 200	00055	2	14,36
Patín ancho 20 mm	CNC.121	4	132,00
Patín ancho 15 mm	CNC.044	6	120,00
Tuerca de bolas	CNC.30056	2	58,00
Husillo de bolas 20-05 1576 mm	CNC.30085	1	64,63
Husillo de bolas 20-05 1467 mm	CNC.30085	1	61,58
Husillo de bolas 16-05 265 mm	CNC.30082	1	27,39
Motor paso a paso 8425 (57mm)	CNCK007	3	125,00
Motor cabezal 6067 (4'5kW)	C60/67-A-DB-P-ER32	1	1.428,13
		TOTAL	2.327,69

Tabla 27. Coste elementos de compra

A continuación, se contempla en la tabla el coste de todos los subensamblajes que conforman el ensamblaje completo al que hay que añadir varios costes:

Uno de ellos es el coste de montaje de ambos subensamblajes para conformar el centro de mecanizado. El montaje completo de todos los elementos tiene un tiempo estimado de 4 horas.

Para terminar, hay que añadir el coste de tornillería en general. Este coste es de unos 500€. En él se contemplan toda la tornillería, utilizada sea del tipo que sea, además de los acoples necesarios en ciertos perfiles extruidos.

Subensamblajes	Cantidad	Precio unidad (€/ud)	Total (€)
Estructura mesa	1	2.070,34	2.070,34
Cabezal y guías	1	2.466,14	2.466,14
Elementos comprados	1	2.327,69	2.327,69
Tornillería	1	500	500
Montaje	4	25	100
	TOTAL		7.721,52

Tabla 28. Resumen costes totales