



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

## Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de  
taladrina para virutas metálicas de taller.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

AUTOR/A: Lopez Flor, Andres

Tutor/a: Reig Pérez, Miguel Jorge

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

---

## Resumen

El presente proyecto se centra en el estudio técnico detallado, el proceso de diseño y un análisis completo junto con la optimización de un dispositivo de separador de taladrina para virutas de un taller mecánico. La taladrina es un recurso muy utilizado en la mayoría de los talleres mecánicos, es por ello por lo que la reutilización de la taladrina no solo reduce costes, si no que minimiza de gran manera el impacto ambiental.

El objetivo del diseño es cumplir con todos los requisitos en términos industriales como son la velocidad, capacidad y eficiencia. Así como garantizar una seguridad y estabilidad durante el proceso de separación de la taladrina. Se estudian las virutas aportadas por el propio taller para definir el sistema a desarrollar.

Se propone un diseño completo con el fin de que pueda ser implantado en talleres mecánicos. Este dispositivo debe garantizar la máxima recuperación de taladrina y minimizar las pérdidas de dicha taladrina en las virutas.

Los resultados obtenidos a raíz del análisis previo aportarán la eficiencia al diseño propuesto, así como optimizar costes y aumentar beneficios ambientales.

A su vez, se detallará el proceso de fabricación, así como el presupuesto y un pliego de condiciones, además de los respectivos planos del dispositivo empleado.

**Palabras clave:** Separador de taladrina; impacto ambiental; optimización; capacidad; talleres mecánicos.

---

## Resum

El present projecte es centra en l'estudi tècnic detallat, el procés de disseny i un anàlisi complet juntament amb l'optimització d'un dispositiu de separador de \*taladrina per a encenalls d'un taller mecànic. La taladrina és un recurs molt utilitzat en la majoria dels tallers mecànics, és per això que la reutilització de la \*taladrina no sols reduïx costos, si no que minimitza de gran manera l'impacte ambiental.

L'objectiu del disseny és complir amb tots els requisits en termes industrials com són la velocitat, capacitat i eficiència. Així com garantir una seguretat i estabilitat durant el procés de separació de la taladrina. S'estudien els encenalls aportats pel propi taller per a definir el sistema a desenvolupar.

Es proposa un disseny complet amb la finalitat que puga ser implantat en tallers mecànics. Este dispositiu ha de garantir la màxima recuperació de taladrina i minimitzar les perdudes de dita \*taladrina en els encenalls.

Els resultats obtinguts arran de l'anàlisi prèvia aportaran l'eficiència al disseny proposat, així com optimitzar costos i augmentar beneficis ambientals.

Al seu torn, es detallarà el procés de fabricació, així com el pressupost i un plec de condicions, a més dels respectius plans del dispositiu emprat.

**Paraules clau:** Separador de taladrina; impacte ambiental; optimització; capacitat; tallers mecànics.

---

## Summary

This project focuses on a detailed technical study, the design process, and a comprehensive analysis, as well as optimizing a coolant separator device for metal shavings in a mechanical workshop. Coolant is a resource widely used in most mechanical workshops, so its reuse not only reduces costs, also minimizes environmental impact.

The design objective is to achieve all industrial requirements such as speed, capacity, and efficiency, while ensuring safety and stability during the coolant separation process. The shavings provided by the workshop are studied to define the system to be developed.

A complete design is proposed to be implemented in mechanical workshops. This device must guarantee maximum coolant recovery and minimize coolant loss in the shavings.

The results obtained from the preliminary analysis will contribute efficiency to the proposed design, as well as optimizing costs and increasing environmental benefits.

Additionally, throughout the project, the manufacturing process will be detailed, a budget and a specification sheet will be made, as well as the respective plans of the device used.

**Keywords:** Cutting fluid separator; Environmental impact; Optimization; Capacity; Mechanical workshops

---

## Agradecimientos

Me gustaría expresar todo mi agradecimiento a las personas que, de una manera u otra, han sido partícipes en la realización del presente Trabajo Final de Grado.

En primer lugar, agradecer a mi tutor de este proyecto, Miguel Jorge Reig Pérez. Por su tiempo dedicado, por guiarme el camino a seguir y por hacer todo lo posible para llevar a cabo el TFG.

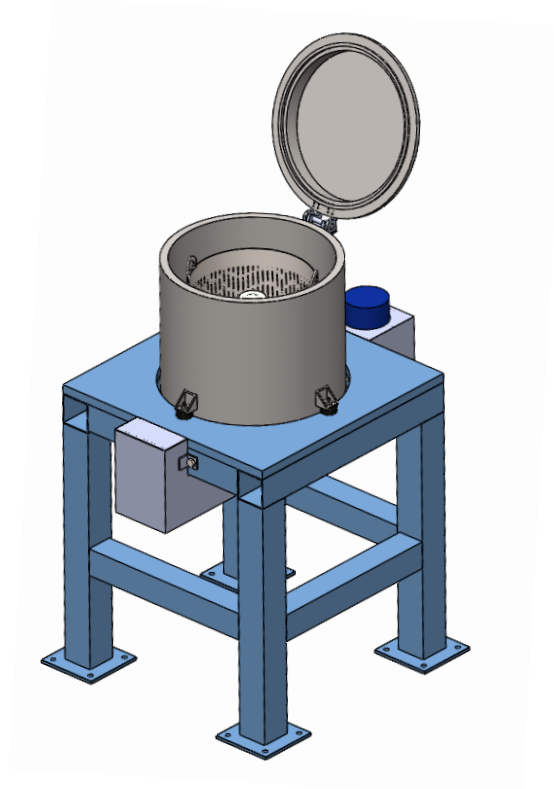
También me gustaría agradecer a todos los profesores que en algún momento de estos años me han impartido su asignatura en la Escuela Politécnica Superior de Alcoy.

Por otro lado, mencionar a todas los amigos y personas que he conocido durante la carrera, por brindarme la oportunidad de hacerme sentir como en casa y conseguir sacarme una sonrisa cada vez que lo necesitaba.

Finalmente, agradecer de todo corazón a mi familia, por su gran apoyo y todo el amor incondicional durante los cursos académicos en los momentos de mayor esfuerzo y estrés.

Me gustaría hacer especial mención a mi abuelo Pascual y a mi abuela Cati, que se han marchado en estos últimos cuatro meses del 2024, sé que estaréis orgullosos de todo lo que he conseguido hasta el momento. No ha sido fácil, pero lo logré.

Allí donde estéis... ¡GRACIAS!



<b>GRADO</b>	Ingeniería mecánica
<b>TÍTULO</b>	Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller.
<b>TUTOR</b>	Miguel Jorge Reig Pérez
<b>AUTOR</b>	Andrés López Flor
<b>FECHA</b>	<b>JULIO 2024</b>
<b>VOLUMEN</b>	<b>DOCUMENTO Nº 1 → ÍNDICE GENERAL</b>

## Índice de contenido

Índice de figuras .....	11
Índice de tablas .....	13
Abreviaturas y simbología .....	15
1.- Introducción .....	16
1.1 Origen del proyecto .....	16
1.2. Objeto .....	16
1.3. Alcance .....	17
2.- Requisitos de diseño y consideraciones iniciales .....	17
2.1. Material de la pieza de estudio .....	17
2.1.1 Acero S355 J2.....	18
2.1.2 Acero C45 .....	19
3.- Antecedentes .....	21
3.1 Centrifugadora de aire caliente.....	21
3.2 Centrifugadora de cesta perforada .....	21
4.- Diseños preliminares y alternativas .....	22
4.1. Dispositivo de secado .....	22
4.2. Centrifugadora Nº1 .....	23
4.3. Centrifugadora Nº2 .....	24
4.4. Elección final.....	26
5.- Estudio teórico de la máquina a realizar .....	27
5.1. Descripción .....	27
5.2. Funcionalidad .....	28
6.- Solución técnica adoptada .....	28
6.1 Descripción general del conjunto .....	29
6.2 Subconjunto intermedio .....	30
6.2.1 Material.....	31
6.2.2 Dimensiones generales.....	32
6.2.3 Montaje .....	33
6.3 Subconjunto interior .....	33
6.3.1 Tambor .....	34
6.3.2 Pre cesta .....	35
6.3.3 Tornillo unión.....	37
6.3.4 Brida rodamiento axial.....	38

---

6.3.5 Fijador silentblock.....	38
6.3.6 Brida interior .....	39
6.3.7 Brida exterior.....	40
6.4 Subconjunto inferior .....	41
6.4.1 Carcasa del motor .....	42
6.4.2 Tubo desagüe .....	43
6.5 Subconjunto superior.....	44
6.5.1 Sistema de cierre .....	45
6.5.1.1 Centrador eje tapa .....	46
6.5.1.2 Casquillo bronce .....	46
6.5.1.3 Eje cierre tapa.....	47
6.5.1.4 Escuadra giro tapa .....	47
6.5.1.5 Pletina fijador tapa.....	48
6.5.1.6 Asa tapa .....	48
6.5.1.7 Tapa.....	49
6.6 Transmisión del motor.....	50
6.6.1 Eje de transmisión .....	52
6.6.1 Casquillo eje .....	53
6.7 Cesta.....	53
7.- Normativa aplicada .....	56
7.1 Directiva de máquinas.....	57
7.2 Directiva de equipos de baja tensión .....	57
7.3 Directiva de seguridad.....	57
7.4 Conformidad CE.....	58
8.- Conclusiones.....	59
9.- Referencias bibliográficas .....	60
ANEXOS .....	63
I. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	64
1.- Cálculos previos.....	65
1.1. Volumen y peso de la viruta .....	65
1.1.1 Viruta Plana.....	65
1.1.2 Viruta semicircular .....	66
1.1.3 Viruta espiral .....	67
2.- Elección del material .....	69
2.1. Límite elástico.....	71



---

2.2. Resistencia a tracción .....	71
2.3. Resistencia a fatiga .....	72
2.4. Resistencia a la corrosión .....	73
2.5. Bajo coste .....	74
2.5. Acero inoxidable .....	76
3.- Cálculos iniciales.....	77
3.1 Aceleración centrípeta.....	79
3.2 Comprobación en SolidWorks.....	80
4.- Estimación de la potencia del motor.....	81
4.1 Momento de inercia de la cesta .....	82
4.1.1 Cilindro exterior delgado .....	83
4.1.2 Cilindro interior.....	84
4.1.3 Base.....	85
4.2 Momento de inercia de la pre cesta .....	86
4.2.1 Cilindro exterior delgado .....	86
4.2.2 Base .....	87
4.3 Momento de inercia del eje.....	88
4.4 Momento de inercia de la viruta .....	89
4.5 Par motor.....	90
4.6 Potencia del motor .....	91
5.- Cálculo de la potencia del motor .....	92
5.1 Momento de inercia de la cesta .....	92
5.1.1 Cilindro exterior delgado .....	92
5.1.2 Cilindro interior.....	94
5.1.3 Base.....	96
5.2 Momento de inercia de la pre cesta .....	97
5.2.1 Cilindro exterior delgado .....	98
5.2.2 Base .....	99
5.3 Momento de inercia del eje.....	100
5.4 Momento de inercia de la viruta .....	101
5.5 Par motor.....	102
5.6 Potencia del motor .....	104
6.- Selección del motor.....	104
7.- Transmisión del movimiento .....	106
7.1. Elección de la correa.....	107

---

7.1.1 Relación de transmisión .....	107
7.1.2 Perfil de la correa .....	108
7.1.3 Diámetro de las poleas.....	109
7.1.4 Referencia de la polea .....	110
7.1.5 Distancia entre ejes .....	111
7.1.7 Factor de desarrollo.....	112
7.1.8 Potencia nominal por correa .....	112
7.1.9 Número de correas.....	113
7.1.10 Dimensión de la correa.....	114
8.- Cálculo de chavetas .....	114
8.1. Polea conductora.....	114
8.2 Polea conducida .....	116
9.- Rodamientos .....	116
9.1. Rodamiento Axial .....	117
9.2. Rodamiento de contacto angular .....	118
10.- Silentblock .....	119
11.- Análisis estructural .....	121
11.1 Carga aplicada.....	122
11.2 Tensión (Von Mises).....	123
11.3 Desplazamiento .....	124
11.4 Factor de seguridad.....	125
11.5 Conclusión obtenida .....	126
II. PLIEGO DE CONDICIONES .....	128
1.- Objeto del pliego .....	129
2.- Pliego de condiciones generales .....	129
2.1 Normativa aplicada .....	129
2.2 Normativa de piezas normalizadas .....	130
2.3 Condiciones de seguridad.....	130
3.- Pliego de condiciones técnicas.....	132
3.1 Materiales .....	132
3.2 Fabricación .....	132
3.3 Manual de mantenimiento.....	133
3.4 Instrucciones de seguridad .....	134
3.5 Mantenimiento preventivo.....	134
3.6 Inspección de desgaste.....	134

---

3.7 Calibración y ajuste .....	135
3.8 Información técnica.....	135
4.- Pliego de condiciones económicas.....	135
5.- Controles de calidad.....	136
III. ELEMENTOS COMERCIALES.....	137
1.- Elementos comerciales.....	138
1.1 Chavetas y chaveteros .....	138
1.2 Rodamientos.....	138
1.2.1 Rodamiento axial.....	138
1.2.2 Rodamiento de contacto angular.....	139
1.3 Elementos de transmisión .....	139
1.4 Elementos de fijación .....	139
1.4.1 Tornillo TCC.....	139
1.4.2 Tornillo hexagonal .....	140
1.4.3 Tornillo prisionero.....	140
1.4.4 Tornillo hexagonal con arandela .....	140
1.4.5 Arandelas .....	141
1.4.6 Tuercas .....	141
1.5 Motores .....	141
1.6 Elemento anti vibratorio.....	142
1.7 Junta de goma.....	142
IV. PRESUPUESTO .....	160
Apartado 1: Ingeniería de diseño .....	161
Apartado 2: Piezas normalizadas.....	162
Apartado 3: Piezas de diseño propio.....	163
Apartado 3.1: Materia prima .....	163
Apartado 3.2: Mano de obra.....	164
Apartado 4: Montaje y pruebas .....	164
Apartado 5: Resumen de los costes asociados al proyecto .....	165
Apartado 5.1: Presupuesto de materiales y mano de obra.....	165
Apartado 5.2: Presupuesto de ejecución.....	165
Apartado 6: Estudio económico .....	166
Apartado 6.1: Beneficio de la taladrina recuperada.....	166
V. PLANOS.....	167

## Índice de figuras

Figura 1.- Viruta Nº1 (Acero S355 J2 con forma plana) .....	19
Figura 2.- Viruta Nº2 (Acero C45 con forma semi circular) .....	20
Figura 3.- Viruta Nº3 (Acero C45 con forma de espiral) .....	20
Figura 4.- Túnel de secado/soplado.....	23
Figura 5.- Centrifugadora Nº1.....	24
Figura 6.- Centrifugadora Nº2.....	25
Figura 7.- Detalles de la centrifugadora Nº2 .....	25
Figura 8.- Centrifugadora de virutas.....	30
Figura 9.- Subconjunto intermedio.....	31
Figura 10.- Detalle del subconjunto interior.....	33
Figura 11.- Conjunto de la cesta .....	35
Figura 12.- Diseño de la Pre cesta.....	36
Figura 13.- Unión entre la brida y la pre cesta .....	36
Figura 14.- Detalle del rodamiento axial en la brida .....	37
Figura 15.- Tornillo de unión .....	37
Figura 16.- Brida rodamiento axial .....	38
Figura 17.- Fijador silentblock .....	39
Figura 18.- Brida interior .....	40
Figura 19.- Brida exterior .....	40
Figura 20.- Conjunto inferior .....	41
Figura 21.- Carcasa protector del motor .....	42
Figura 22.- Lista de componentes que forman la carcasa de protección .....	42
Figura 23.- Tubo desagüe.....	43
Figura 24.- Subconjunto superior .....	44
Figura 25.- Lista de componentes que forman el subconjunto superior.....	45
Figura 26.- Sistema de cierre del tambor .....	45
Figura 27.- Centrador eje tapa.....	46
Figura 28.- Casquillo de bronce .....	46
Figura 29.- Eje cierre tapa.....	47
Figura 30.- Escuadra giro tapa .....	47
Figura 31.- Pletina fijador tapa .....	48
Figura 32.- Diseño del mango de la tapa .....	49
Figura 33.- Sellado de la tapadera .....	49
Figura 34.- Vista explosionada del sistema de transmisión.....	50
Figura 35.- Transmisión polea-correa .....	51
Figura 36.- Ensamble entre el eje de transmisión y la pre cesta .....	52
Figura 37.- Dimensiones del eje .....	53
Figura 38.- Casquillo eje .....	53
Figura 39.- Diseño de la cesta en SolidWorks.....	54
Figura 40.- Detalle de los encajes inferiores.....	55
Figura 41.- Límite máximo de llenado .....	55
Figura 42.- Viruta plana en probeta de 500ml.....	66
Figura 43.- Peso de la viruta plana .....	66
Figura 44.- Viruta semi circular en probeta de 500 ml .....	67

---

Figura 45.- Peso de la viruta semi circular .....	67
Figura 46.- Viruta espiral en probeta de 500 ml .....	68
Figura 47.- Peso de la viruta semi espiral .....	68
Figura 48.- Gráfico de metales y aleaciones de Ansys Granta (4243 resultados) .....	70
Figura 49.- Gráfico del límite elástico (0.1-1000 MPa) .....	71
Figura 50.- Gráfico de resistencia a la tracción (2,5-200 MPa) .....	72
Figura 51.- Gráfico de resistencia a la fatiga (10 – 80 MPa) .....	73
Figura 52.- Limite de resistencia de los materiales a la corrosión .....	74
Figura 53.- Gráfico del precio (1 – 5 €/kg) .....	75
Figura 54.- Resultados obtenidos de las distintas familias .....	75
Figura 55.- Gráfico final del material elegido (Stainless Steel) .....	76
Figura 56.- Propiedades físicas del interior de la cesta .....	80
Figura 57.- Propiedades físicas de la cesta .....	81
Figura 58.- Cilindro hueco respecto al eje .....	93
Figura 59.- Cilindro interior de pared gruesa .....	94
Figura 60.- Disco delgado .....	96
Figura 61.- Cilindro sólido respecto su eje.....	100
Figura 62.- Motor eléctrico M2BA .....	105
Figura 63.- Transmisión por correas .....	107
Figura 64.- Rodamiento de bolas de contacto angular SKF .....	117
Figura 65.- Rodamiento axial de bolas.....	117
Figura 66.- Rodamiento axial de bolas.....	118
Figura 67.- Dimensiones rodamiento axial SKF 51106 .....	118
Figura 68.- Rodamiento de contacto angular de bolas.....	119
Figura 69.- Dimensiones rodamiento SKF 7206 BEP.....	119
Figura 70.- Silentblock de goma .....	120
Figura 71.- Dimensiones del Silentblock.....	120
Figura 72.- Estructura del análisis a realizar .....	121
Figura 73.- Conjunto de piezas que soporta la estructura.....	122
Figura 74.- Resultados obtenidos tras el ensayo de tensión Von Mises.....	124
Figura 75.- Resultados obtenidos tras el ensayo de desplazamiento .....	125
Figura 76.- Resultados obtenidos del factor de seguridad .....	126

## Índice de tablas

Tabla 1.- Componentes del subconjunto intermedio .....	31
Tabla 2.- Listado de las piezas que forman el subconjunto interior .....	34
Tabla 3.- Lista de los componentes que forman el subconjunto inferior .....	41
Tabla 4.- Operaciones de fabricación del centrador eje tapa .....	46
Tabla 5.- Operaciones de fabricación del casquillo de bronce .....	46
Tabla 6.- Operaciones de fabricación del eje cierre tapa.....	47
Tabla 7.- Operaciones de fabricación de la escuadra giro tapa .....	48
Tabla 8.- Operaciones de fabricación de la pletina fijador tapa .....	48
Tabla 9.- Lista de componentes del sistema de transmisión .....	51
Tabla 10.- Operaciones de fabricación de la cesta.....	56
Tabla 11.- Tabla de motores eléctricos de 4 polos (Ref 1. Anexos).....	105
Tabla 12.- Factor de carga de las correas .....	108
Tabla 13.- Figura 39.- Gráfico de diagrama de perfiles de correas .....	109
Tabla 14.- Manual técnico industrial_ OPTIBELT.....	110
Tabla 15.- Desarrollo de referencia de la polea_ (Pág 19_ OPTIBELT) .....	110
Tabla 16.- Tensado de las poleas (Tabla 22 página 76_ OPTIBELT) .....	111
Tabla 17.- Factor de ángulo (Tabla 17, página 68_ OPTIBELT) .....	112
Tabla 18.- Factor de desarrollo (Tabla 19, página 70_ OPTIBELT).....	112
Tabla 19.- Potencia nominal (Tabla 27, página 83_ OPTIBELT) .....	113
Tabla 20.- Dimensiones correa trapecial SPZ_ OPTIBELT .....	114
Tabla 21.- Tabla de dimensiones para chavetas.....	115
Tabla 22.- Tabla de longitudes comerciales de chavetas .....	116
Tabla 23.- Pesos y componentes.....	122
Tabla 24.- Pesos obtenidos a través del SolidWorks .....	123
Tabla 25.- Tabla de longitudes comerciales .....	143
Tabla 26.- Catálogo de rodamientos axiales SKF.....	144
Tabla 27.- Catálogo de rodamientos de bolas de contacto angular SKF.....	145
Tabla 28.- Catalogo de correas trapeciales OPTIBELT .....	146
Tabla 29.- Catálogo de tornillos con cabeza cilíndrica y hueco hexagonal .....	147
Tabla 30.- Catálogo de tornillos hexagonales con espiga .....	148
Tabla 31.- Catálogo de tornillos prisioneros con hexágono interior .....	149
Tabla 32.- Catálogo de tornillos hexagonales con arandela.....	150
Tabla 33.- Catálogo de arandelas .....	151
Tabla 34.- Catálogo de tuercas hexagonales.....	152
Tabla 35.- Motores eléctricos trifásicos de 2 polos .....	153
Tabla 36.- Elementos antivibración.....	154
Tabla 37.- Equivalencias de los aceros .....	155
Tabla 38.- Equivalencias de los aceros .....	156
Tabla 39.- Equivalencias de los aceros .....	157
Tabla 40.- Especificaciones del acero inoxidable AISI 304 .....	158
Tabla 41.- Ficha técnica de la junta de goma .....	159

---

Tabla 42.- Costes de ingeniería .....	161
Tabla 43.- Costes de piezas normalizadas .....	162
Tabla 44.- Costes de materia prima .....	163
Tabla 45.- Costes de mano de obra.....	164
Tabla 46.- Costes por montaje y pruebas .....	164

---

## Abreviaturas y simbología

CNC	Control Numérico Computarizado
kg	Kilogramo
kw	Kilowatio
m	Metro
mm	Milímetro
mm <sup>2</sup>	Milímetro al cuadrado
mm <sup>3</sup>	Milímetro al cubo
MPa	Megapascales
G	Gravedad
F	Fuerza
s	Segundos
s <sup>2</sup>	Segundos al cuadrado
t	Tiempo
km/h	Kilometro por hora
m/s	Metro por segundo
N	Newton
N·m	Newton metro
€	Euro
Ø	Diámetro



---

## 1.- Introducción

### 1.1 Origen del proyecto

Hoy en día existen ciertos problemas con la taladrina en los talleres metálicos, la separación del agua y/o aceite que está en contacto con el material que se extrae de las máquinas industriales de mecanizado, llamado virutas.

El presente proyecto consiste en el diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de un taller pequeño/mediano.

La idea de este proyecto surge tras haber trabajado anteriormente en talleres de mecanizado, donde siempre ha habido problemas con la taladrina.

Uno de los grandes problemas es medioambiental, el transporte de las virutas mediante empresas externas no solo transportaba virutas, sino que también dicha taladrina, ya que se quedaba ubicada en el fondo de los bidones. Dicha taladrina se derramaba por todo el camión e incluso caía continuamente a la carretera.

El otro problema es interno en las empresas, ya que los talleres de mecanizado utilizan mucha taladrina en las operaciones de mecanizado, como son las máquinas de control numérico (CNC).

Es por lo que, el presente estudio pretende reutilizar dicha taladrina para darle un mayor número de usos en el mecanizado de las máquinas.

### 1.2. Objeto

La finalidad de este proyecto es diseñar un dispositivo separador de taladrina para las virutas, con el fin de separar el líquido excedente de las propias virutas. Este líquido excedente es totalmente aprovechable para darle más uso en un futuro.

Para ello se va a realizar un estudio técnico para poder elegir justificadamente el dispositivo a fabricar. Se va a realizar varios bocetos con el objetivo de diseñar un prototipo final, junto con los planos correspondientes.

---

Este diseño debe de ser seguro, estable y de uso manual, con el fin de que el operario pueda manipular dicho dispositivo sin perjudicar al propio operario.

Finalmente, se realiza un presupuesto detallado del coste económico de la máquina diseñada.

### **1.3. Alcance**

El presente proyecto, consiste en el diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de un taller pequeño/mediano.

Se requiere reutilizar dicha taladrina para darle un nuevo uso. Las virutas obtenidas estarán descontaminadas de dicha taladrina, consiguiendo así que la viruta en un futuro pueda ser procesada o nuevamente fundida sin ninguna contaminación de aceite.

Se realizará un estudio de los materiales correspondientes de las distintas virutas obtenidas, para obtener un dispositivo con un tamaño apropiado donde el operario pueda darle un uso manual sin ningún riesgo de lesión.

## **2.- Requisitos de diseño y consideraciones iniciales**

En este apartado, se va a establecer una serie de requisitos, condiciones y objetivos que guiaran el proceso del presente proyecto, así como establecer una base estructurada partiendo de unos datos iniciales.

Cabe destacar que en este apartado no estarán justificados los cálculos realizados para el cálculo del volumen de las virutas. Para acceder a ello, Anexo I → *Cálculos justificativos*.

### **2.1. Material de la pieza de estudio**

En primer lugar, el material que se va a estudiar es el que se ha de colocar dentro del dispositivo de separación de taladrina, para su posterior diseño de dispositivo.

El material utilizado como herramienta de estudio se ha obtenido gracias a un taller mediano de la localidad de Cocentaina, dedicado a todo tipo de mecanizado de piezas y maquinaria. Dicho taller ha facilitado tres tipos de virutas diferentes para el presente proyecto.

Cabe destacar que la viruta, material principal de la pieza de estudio, está recién extraída de la máquina de mecanizado, por lo que su característica principal es que lleva taladrina en la viruta y esto nos va a servir para obtener unos cálculos más precisos.

Los tres tipos de viruta proporcionados son los siguientes:

### **2.1.1 Acero S355 J2**

La densidad del acero S355 J2 es de 7.8 g/cm<sup>3</sup>. Se trata de un acero al carbono, con una resistencia media y buena soldabilidad. No tiene valores altos de resistencia, pero sí buena tenacidad. Antiguamente se conocía como acero ST52.

Propiedades:

- Buenas condiciones de soldabilidad, plegado y deformación en frío.
- No admite temple.
- Buena resistencia al impacto a baja temperatura previo tratamiento de normalizado.



Figura 1.- Viruta Nº1 (Acero S355 J2 con forma plana)

Se trata de una viruta plana extraída de una máquina dentadora de cremalleras.

Sus aplicaciones más comunes son para bulones, cremalleras, cadenas, ejes de ferrocarril, bielas, elementos de fijación y estructuras metálicas.

### 2.1.2 Acero C45

Se trata de un acero al carbono para aplicaciones de piezas de maquinaria con resistencia media de entre 70-90 kg/mm<sup>2</sup>. Su densidad es de 7.85 g/cm. Antiguamente este acero se nombraba acero F1140.

Propiedades:

- No tiene buenas condiciones de soldabilidad.
- Puede ser sometido a temple y revenido. En el tratamiento por temple se alcanzan durezas superficiales de 55-61 HRC, capaces de soportar desgastes localizados.

Las virutas proporcionadas de acero C45 son de dos tipos:

- Viruta con forma semi circular, extraído del mecanizado en piezas en un torno convencional.



Figura 2.- Viruta Nº2 (Acero C45 con forma semi circular)

- Viruta con forma de espiral, extraído del mecanizado en piezas en un torno CNC.



Figura 3.- Viruta Nº3 (Acero C45 con forma de espiral)

#### Aplicaciones:

- Piezas de resistencia media como pueden ser engranajes, ejes y bulones.
- Piezas para maquinaria agrícola y para el automóvil en general: manguitos, tornillos, palancas, cubos de rueda, etc.

### 3.- Antecedentes

En este apartado, se van a explicar los distintos tipos de centrifugadoras que existen en el sector de la industria, clasificándolos según sus características y utilidad.

“Referencia bibliográfica”: [13] Tsubaki, «Tipos de centrifugadoras de virutas industriales,» 10 02 2024. Disponible:

[https://www.mayfran-es.com/products/fields/sistemas-de-filtracion-de-liquido-refrigerante/-/procesamiento-de-virutas/centrifugadoras-de-virutas.](https://www.mayfran-es.com/products/fields/sistemas-de-filtracion-de-liquido-refrigerante/-/procesamiento-de-virutas/centrifugadoras-de-virutas)

#### 3.1 Centrifugadora de aire caliente

Esta centrifugadora está más enfocada para piezas muy pequeñas, ya que aporta un secado mediante aire caliente después del proceso de centrifugado. También se podría utilizar para las virutas, ya que primero elimina el exceso de líquido mediante el centrifugado y después seca la viruta.

El proceso de secado no sería útil en el presente proyecto, ya que únicamente se quiere reaprovechar la taladrina y no la viruta.

“Referencia bibliográfica”: [1] Flottweg, «Centrifugadoras de aire caliente,» 16-01-2024. Disponible: <https://www.coniex.com/secadoras-de-aire-caliente/>

#### 3.2 Centrifugadora de cesta perforada

En la industria, para centrifugar virutas se hace uso de centrifugadoras verticales con cestas perforadas. Esta geometría permite girar a altas velocidades con el fin de separar el líquido del sólido aproximadamente al 99%.

Todas las centrifugadoras de este tipo se utilizan de la misma manera, introduciendo las virutas en el interior de la tolva y aplicando velocidad de giro. El líquido sobrante cae a un depósito y las virutas se almacenan en la tolva para su posterior extracción.

Algunas centrifugadoras disponen de un sistema de bombeo para la reutilización de dicha taladrina a las máquinas.

“Referencia bibliográfica”: [2] La tienda del apicultor, «Centrifugadora de opérculos,» 17-01-2024. Disponible:

<https://www.latiendadelapicultor.com/tratamiento-del-operculo/centrifugadora-para-operculos.html>

## 4.- Diseños preliminares y alternativas

En este apartado se realiza una lluvia de ideas mediante distintos bocetos, obteniendo alternativas de fabricación de dispositivos de separación de la taladrina.

Para ello se han realizado tres ideas diferentes con los que se va a llevar a cabo una conclusión y la posterior elección final del dispositivo a diseñar.

El objetivo de las distintas alternativas de fabricación es la de reutilizar dicha taladrina para su posterior uso.

“Referencia bibliográfica”: [3] Camargo, «Gestión de centrifugadoras industriales,» 17-01-2024. Disponible:

[https://es.camargoindustrial.com/maquina-usada/?e=Centrifuga+en+acero+inoxidable+industrial+Suzuki\\_127-321](https://es.camargoindustrial.com/maquina-usada/?e=Centrifuga+en+acero+inoxidable+industrial+Suzuki_127-321).

### 4.1. Dispositivo de secado

El primer estudio realizado es de un túnel de secado/soplado, diseñado para secar o separar las virutas mediante una aportación de aire a la vez que está siendo transportada por una cinta transportadora.

Esta máquina nos ofrece dos funciones para poder separar la taladrina de las virutas, mediante soplado únicamente aplicando aire y mediante secado, aplicando calor al aporte de aire.

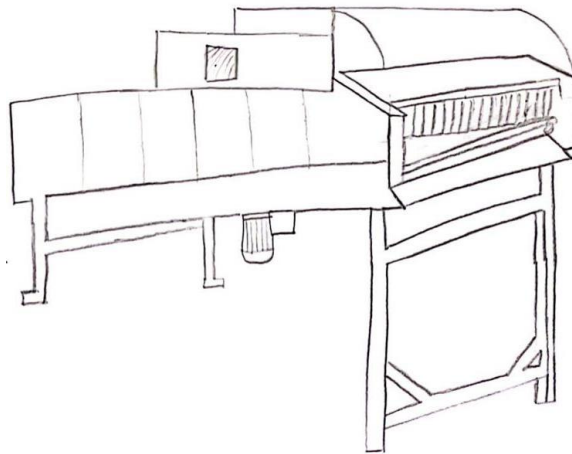


Figura 4.- Túnel de secado/soplado

Dicha aportación de aire caliente es realizada mediante un generador de aire caliente y la ventilación en su interior es forzada mediante ventiladores.

Para aprovechar la taladrina sobrante de las virutas, únicamente se haría uso de los ventiladores internos sin introducir calor en ningún momento, con el objetivo de reutilizar dicha taladrina para su posterior uso.

Mediante unas bandejas inferiores, obtendríamos la taladrina sobrante que se depositaría en el interior de la cinta transportadora.

## 4.2. Centrifugadora N°1

Una de las técnicas más utilizadas en la separación de partículas líquidas de un sólido es la fuerza centrífuga, ya que al girar a velocidades muy altas podemos acelerar el proceso de la separación de los elementos en un periodo de tiempo corto.

Mediante una centrifugadora obtenemos un proceso de separación completo entre la viruta y taladrina, aprovechando al 100% tanto la viruta como la taladrina.

Para ello se ha realizado una primera idea de centrifugadora, con un diseño simple que cumpla con todos los requisitos.



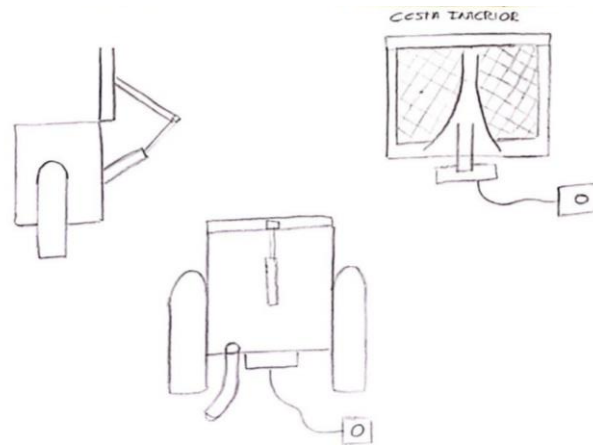


Figura 5.- Centrifugadora N°1

En este boceto se puede observar el diseño completo del separador de taladrina, con una estructura en forma de centrifugadora, con una cesta central donde ira situada la viruta y una base fijada por 2 soportes apoyados en el suelo.

Para conseguir las revoluciones requeridas utilizaremos un motor eléctrico, que este accionara mediante un eje al centro de la cesta.

La taladrina que conseguimos separar ira a un depósito y finalmente será extraída por un conducto hacia el exterior.

El tamaño de esta centrifugadora es ideal para talleres de mecanizado medianos, con un volumen de trabajo de producción relativamente bajo.

### 4.3. Centrifugadora N°2

El siguiente boceto cumple con todos los requisitos requeridos para un proceso de centrifugado completo.

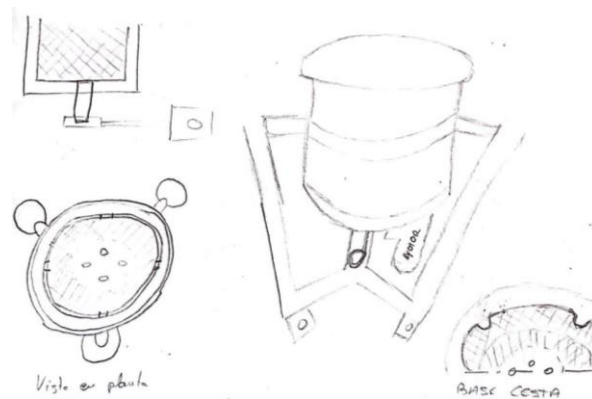


Figura 6.- Centrifugadora Nº2

Se trata de una centrifugadora anclada al suelo por 3 patas que estabilizaran la máquina, con unos amortiguadores de vibraciones llamados Silentbloks para reducir la vibración de las revoluciones. Dispondrá de una base cesta anclada al motor que le proporcionará las revoluciones requeridas. La cesta dispondrá de un diseño simple para el posterior manejo del operario.

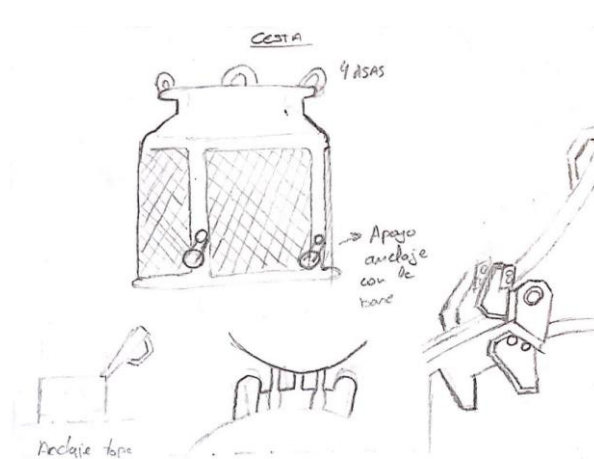


Figura 7.- Detalles de la centrifugadora Nº2

---

Para conseguir las revoluciones requeridas se hará uso de un motor eléctrico.

La taladrina obtenida será extraída mediante un conducto hacia el exterior, proporcionando así el 100% de la taladrina.

El tamaño de esta centrifugadora es el adecuado para talleres de mecanizados medianos, con volúmenes de trabajo de producción altos.

#### **4.4. Elección final**

Como se ha nombrado anteriormente, una de las mayores ventajas que tiene una centrifugadora es la rapidez en el proceso de separación, ya que girar a velocidades muy altas puede acelerar la separación de los elementos en cuestión de un tiempo muy corto, si se compara con el tiempo en un proceso que se hace por gravedad.

El objetivo es reutilizar dicha taladrina para su posterior uso, por lo tanto, el primer estudio anterior mostrado no estaría dentro de los requisitos de este proyecto.

Tanto la centrifugadora N°1 como la N°2 cumplen con los requisitos previos. En cuanto a la centrifugadora N°1 su estructura exterior es poco robusta y aun menos estable, ya que todas las vibraciones que proporcionará el proceso lo absorberán las propias patas de la estructura. Si es cierto que el diseño de la cesta es más apropiado ya que al tener el eje central, éste proporcionará una mayor estabilidad y equilibrio al ejercer las revoluciones, es decir, una mayor concentricidad.

Por lo tanto, el diseño final contemplará el mecanismo de la cesta de la centrifugadora N°1, que aportará mayor estabilidad y concentricidad en las revoluciones y la estructura externa de la centrifugadora N°2, que aportará equilibrio, robustez y fiabilidad en toda la estructura.

## 5.- Estudio teórico de la máquina a realizar

### 5.1. Descripción

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño de una máquina capaz de separar la viruta de la taladrina dentro de una cesta mediante un proceso de centrifugado.

Este proyecto implica analizar su correcto funcionamiento junto con un diseño completo para lograr una separación de la taladrina eficiente, garantizando un funcionamiento óptimo y unas seguridades altas.

Conocer una fuerza centrífuga mínima para mover todo el material que se introduce en el interior de la cesta garantizando en todo momento un giro estable, suave y sin movimientos bruscos en los momentos más desfavorables.

La centrifugadora es industrial, es decir, empleada para aplicaciones industriales a mediana escala. Este dispositivo de separador de taladrina está diseñado para un taller mediano/pequeño, por lo que no es aconsejable que tenga unas dimensiones muy grandes.

Como cada viruta es de un tamaño y un peso diferente, partiendo desde la viruta más pesada se dimensionará el recipiente, para que cuando se llene el propio recipiente hasta la mitad de su capacidad de llenado, contando que el recipiente junto con la viruta como máximo puede pesar hasta los 25kg, para su posterior manipulación por el operario.

Es preferible que el ancho o el propio diámetro de la máquina sea mayor que su altura, para tener una mayor facilidad a la hora de manipular dicho recipiente de la máquina.

Esto también afectará positivamente a las vibraciones que podamos tener en cuanto al tambor este girando a altas revoluciones.

El exterior del chasis será de acero al carbono, de entre 4 y 8 mm de espesor, para cumplir con la estabilidad y seguridad de la máquina.

## 5.2. Funcionalidad

La funcionalidad teórica de una centrifugadora se basa en los principios físicos de la fuerza centrífuga, con el fin de separar un líquido de un sólido.

La centrifugadora está compuesta por tres elementos claves durante todo el proceso de centrifugado.

Una estructura en forma de base que sostiene toda la máquina. Es fundamental garantizar una estabilidad y seguridad mediante una estructura sólida y estable. Para ello se ha diseñado una estructura robusta para prevenir vibraciones o desplazamientos excesivos. El material de esta estructura es de acero al carbono para dotar de estabilidad y peso, con opción a anclar la máquina al suelo.

El diseño de una cesta que pueda manipular con facilidad el operario, con un máximo de 25 kg y una geometría eficaz para el proceso de centrifugado, garantizando en todo momento la separación del líquido. Así como ofrecer una seguridad en momentos de desequilibrio que pueda causar algún tipo de peligro. Por último, un diseño que permita tener total facilidad de mantenimiento y limpieza.

Un sistema de transmisión de la potencia y el giro mediante un sistema de correas con poleas, con el fin de transmitir todo el giro a la cesta. Mediante un eje central será el encargado de transmitir dichas revoluciones de giro a la cesta, soportando todas las cargas y fuerzas generadas durante el proceso de centrifugado.

## 6.- Solución técnica adoptada

Como se ha nombrado en el apartado 5.2 → Funcionalidad, el presente proyecto dispone de varios componentes cruciales que componen el proceso de centrifugado.

En este apartado, tiene como objetivo especificar dichos componentes nombrados anteriormente, así como justificar el procedimiento obtenido de diseño junto con las soluciones aportadas al dicho diseño, con el fin de obtener una centrifugadora con total estabilidad y seguridad.

---

Por otro lado, se define el proceso de fabricación a seguir, el material de cada componente, sus dimensiones y tolerancias de fabricación.

Todas estas especificaciones, se encuentran indicadas en el Anexo V → *Planos*.

“Referencia bibliográfica”: [6] Coac, «Aceros en frío y caliente,» 20 01 2024.

Disponible: <https://aceroscoac.com/aceros/>.

[7] M. aceros, «Clasificación de los aceros,» 22 01 2024. Disponible:

<https://maxacero.mx/blog/clasificaciones-de-los-aceros-tipos-y-propiedades/>.

En el Anexo IV → Elementos comerciales, se encuentran reflejadas todas las especificaciones técnicas de cada componente.

Por último, el orden de los procesos de fabricación que se lleva a cabo en este apartado es el utilizado para el montaje y ensamblado de todos los componentes que forman la centrifugadora.

El diseño y fabricación de la máquina se ha dividido en cuatro subconjuntos, subconjunto intermedio, subconjunto interior, subconjunto inferior, subconjunto superior y el protector de carcasa del motor.

“Referencia bibliográfica”: [12] Upcommons, «Normativa para tornillería y elementos de fijación,» 01-02-2024.

Disponible:

[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100022/Anexo3\\_Normativa\\_Fijaciones.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100022/Anexo3_Normativa_Fijaciones.pdf).

## 6.1 Descripción general del conjunto

Teniendo en cuenta la geometría de la pieza y los requisitos de diseño, se decide por una centrifugadora que cumpla con total seguridad, robustez y proporcione un equilibrio completo durante el proceso de centrifugado.

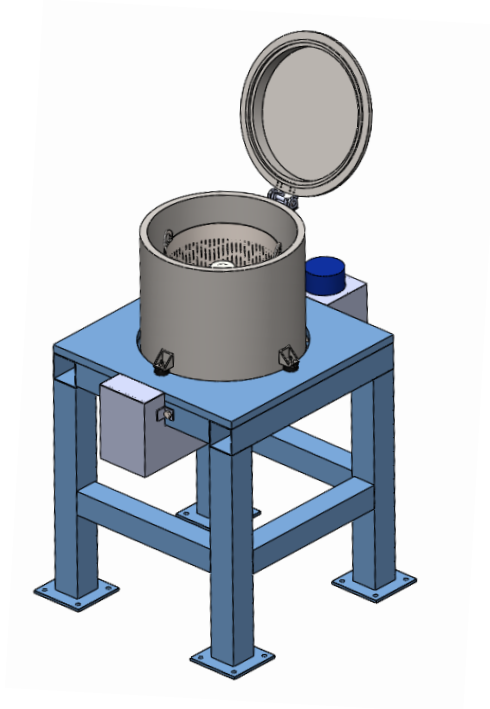


Figura 8.- Centrifugadora de virutas

Para ello, la máquina debe de estar sostenida por una estructura que nos ofrezca una gran resistencia mecánica para soportar cargas pesadas y estabilidad, consiguiendo formar una estructura sólida y resistente.

El conjunto completo que forma toda la máquina es de 800mm x 800mm, con una altura de 1350mm. La decisión de estos valores nos indica de que se trata de encontrar una máquina equilibrada. Una máquina más alta puede tener un tambor más alto, esto permite obtener más capacidad de llenado, pero a su vez, menos estabilidad ya que el centro de gravedad es más alto.

Con un diseño de una máquina más ancho se logra obtener más estabilidad, pero menos capacidad de llenado. A su vez, ocuparía más espacio en el área de trabajo, teniendo en cuenta que el objeto del presente proyecto es para talleres de tamaño medio/pequeño.

## 6.2 Subconjunto intermedio

Se trata de la estructura base que soporta todo el peso de los componentes de la máquina. Este subconjunto, está compuesto por las siguientes piezas:

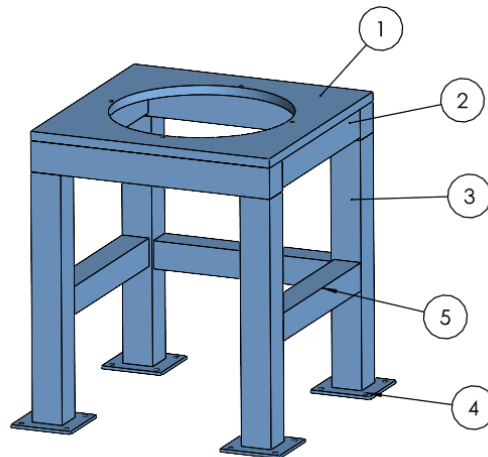


Figura 9.- Subconjunto intermedio

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	1.1.1	Bancada	1
2	1.1.2	Perfil soporte mesa	4
3	1.1.3	Patas	4
4	1.1.4	Pletina base	4
5	1.1.5	Perfil refuerzo	3

Tabla 1.- Componentes del subconjunto intermedio

Este subconjunto que forma la estructura base de la centrifugadora conlleva un análisis estructural donde muestra que es capaz de soportar todas las cargas aplicadas, con un amplio margen de seguridad en toda la estructura, siendo así una estructura robusta y segura. Este análisis mediante ensayos de elementos finitos se encuentra detallado en el Anexo I → *Cálculos justificativos*, del apartado 11.- Análisis estructural.

## 6.2.1 Material

El material asignado para la estructura de la máquina es el acero al carbono AISI 1010. Se trata de un material con buenas propiedades dúctiles, con un costo relativamente bajo en comparación con otros aceros al carbono y con una excelente soldabilidad. Además,



se trata de un material fácilmente disponible en el mercado ya que es un material ampliamente utilizado en aplicaciones comunes de estructuras ligeras.

Es un material con baja resistencia a la corrosión. Para evitar la corrosión, se ha hecho uso de un recubrimiento protector con pintura epoxi para proporcionar que la humedad y otros productos químicos no perjudiquen la estructura. En este caso, el color utilizado para toda la estructura es el color azul.

### 6.2.2 Dimensiones generales

Las dimensiones de la estructura son las siguientes:

- Altura total de la estructura: 0.95m
- Anchura total de la estructura (sin contar el resto de las piezas): 0.9m

Su diseño se basa en cuatro perfiles cuadrados huecos de 800mm de largo y 100mm de ancho con 3mm de espesor, soldados entre sí.

En el medio de la estructura, lo componen tres perfiles cuadrados huecos de 600mm de largo y 90mm de ancho, con 3 mm de espesor. Estos tres perfiles aportan refuerzo adicional para dar rigidez y estabilidad formando una estructura resistente como se aprecia en la figura 9.

Para aumentar su resistencia, incorpora la opción de anclar al suelo la máquina mediante 4 agujeros para utilizar tornillos en las cuatro patas que sostiene la estructura.

La bancada tiene un diámetro central superior al del tambor, para que, en los momentos más desfavorables durante las vibraciones en el proceso de centrifugado, no exista el riesgo de colisionar con el propio tambor. Únicamente el tambor está fijado por los cuatro silentblocks que lo sitúan para absorber las vibraciones. La distribución del peso es uniforme, minimizando puntos críticos.

### 6.2.3 Montaje

La unión de todas las piezas de la estructura es mediante soldadura. La soldadura proporciona una unión entre piezas más rígida y permanente. La técnica empleada para la soldadura es mediante TIG/MIG, para asegurar que las soldaduras sean uniformes y no haya riesgo de rotura.

En el montaje de la estructura, es imprescindible inspeccionar todas las soldaduras para asegurar que no existan grietas o poros en el cordón de soldadura, para evitar riesgos y defectos.

Existen tratamientos posteriores en la soldadura para aliviar tensiones, aunque en este caso es recomendable pero no obligatorio.

Todas las piezas de la estructura tienen que estar a la misma medida, con el fin de tener toda la estructura a nivel. Esto es crucial para su correcto funcionamiento.

### 6.3 Subconjunto interior

Compuesto por el grupo de componentes principales que están en contacto con la viruta a introducir en el proceso de centrifugado y los componentes que repercuten en la capacidad de giro transmitida por el motor.

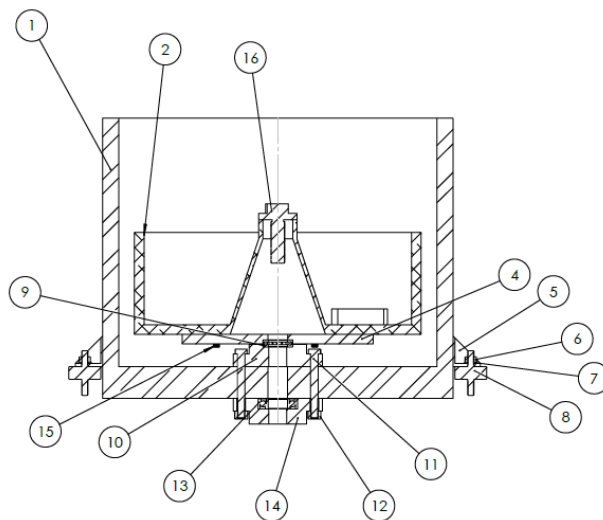


Figura 10.- Detalle del subconjunto interior

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	1.2.1	Tambor	1
2	1.2.2	Pre cesta	1
3	1.2.3	Tornillo union	1
4	1.2.4	Brida rodamiento axial	1
5	1.2.5	Fijador Silentblock	4
6	1.2.6	Tuerca M10	4
7	1.2.7	Arandela M10	4
8	1.2.8	Silentblock	4
9	1.2.9	Rodamiento axial SKF 51106	4
10	1.2.10	Brida interior	4
11	1.2.11	Tornillo M12 x 1,5 x 100 x 30mm	1
12	1.2.12	Tuerca M12	4
13	1.2.13	Rodamiento de bolas SKF 7206	4
14	1.2.14	Brida exterior	4
15	1.2.15	Tornillo M10 x 15 x 25mm	4

Tabla 2.- Listado de las piezas que forman el subconjunto interior

### 6.3.1 Tambor

El diseño del tambor está planificado para que ejerza de depósito del líquido sobrante que se extrae al exterior de las paredes de la cesta y de la pre cesta en el proceso de centrifugado.

El material empleado para el tambor es de Acero inoxidable 304. Se trata de un material con un gran comportamiento frente a la corrosión, ya que el tambor está expuesto a la taladrina. Uno de los motivos por el cual se ha empleado este material es por la gran resistencia a la tracción y al impacto en comparación con otros materiales. El acero inoxidable proporciona una mayor estabilidad debido a su peso, lo que ayuda a reducir las vibraciones.

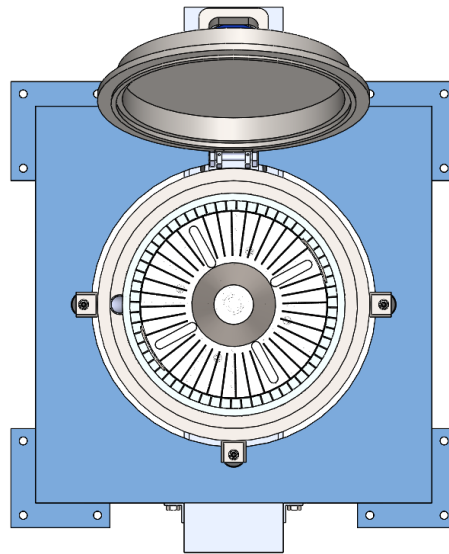


Figura 11.- Conjunto de la cesta

Una de las desventajas de este material en el diseño del tambor es la dificultad de fabricación, ya que esta pieza está fabricada mediante mecanizado en torno y fresadora.

Tiene un costo mayor en comparación con el aluminio, pero en términos de resistencia y durabilidad, el acero inoxidable es una mejor opción para la utilidad del tambor.

### 6.3.2 Pre cesta

Se denomina pre cesta a la pieza que hace de base guía de la cesta y la unión con el eje de transmisión. La finalidad de la pre cesta es transmitir toda la potencia de giro a la cesta. La pre cesta está fijada a una pieza llamada brida, atornillada por cuatro tornillos en el centro de la base. En el interior de la brida está situado el rodamiento axial, para que se le permita el giro libre.

Dispone de cuatro encajes con forma de ranura para que se acople perfectamente a la cesta.

La pre cesta está fabricada de Aluminio 6061 (AlMg1SiCu). Se trata de un material con un peso ligero, ya que beneficia al reducir la carga de peso total sobre los rodamientos y demás componentes. Es un material resistente a la corrosión, lo que lo hace ideal cuando está en contacto con el líquido de las virutas. Es fácil de mecanizar y trabajar, lo

cual le permite realizar un diseño más complejo de lo habitual. Esto permite que el coste de fabricación sea más bajo que en comparativa de un acero.

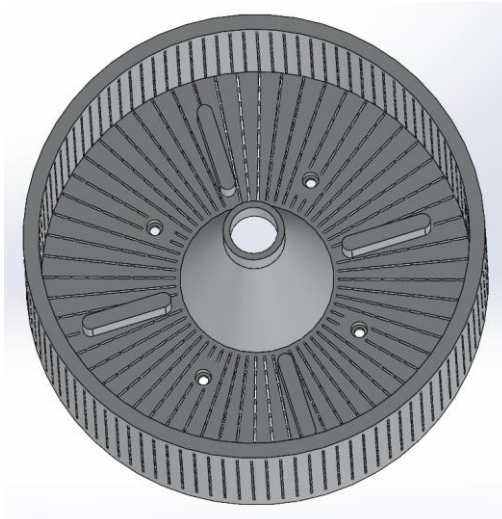


Figura 12.- Diseño de la Pre cesta

Es cierto que el aluminio es menos resistente que el acero, pero en este caso no tiene el mismo efecto que la cesta a la hora de realizar el proceso de centrifugado, ya que el material no se concentra por las paredes.

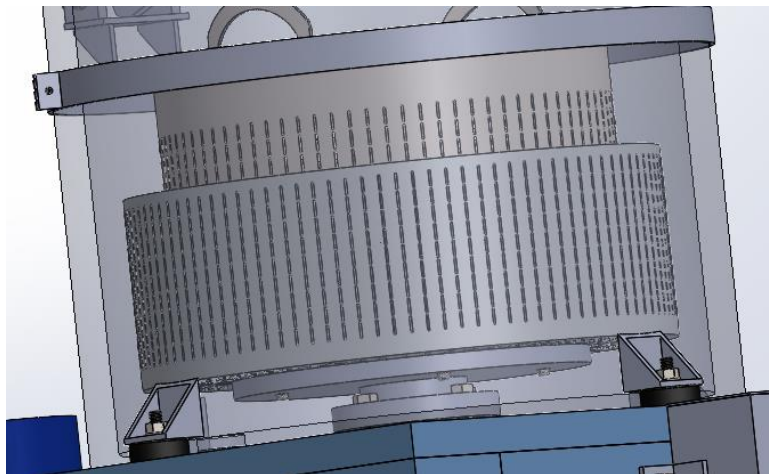


Figura 13.- Unión entre la brida y la pre cesta

El diámetro exterior de la pre cesta es de 450mm y un diámetro interior de 420mm. Se trata de un diseño robusto y con las mismas características que la cesta para conseguir que el líquido se extraiga por los orificios de las paredes.

En la siguiente figura, se puede apreciar el acople del rodamiento axial entre la brida y la pre cesta.

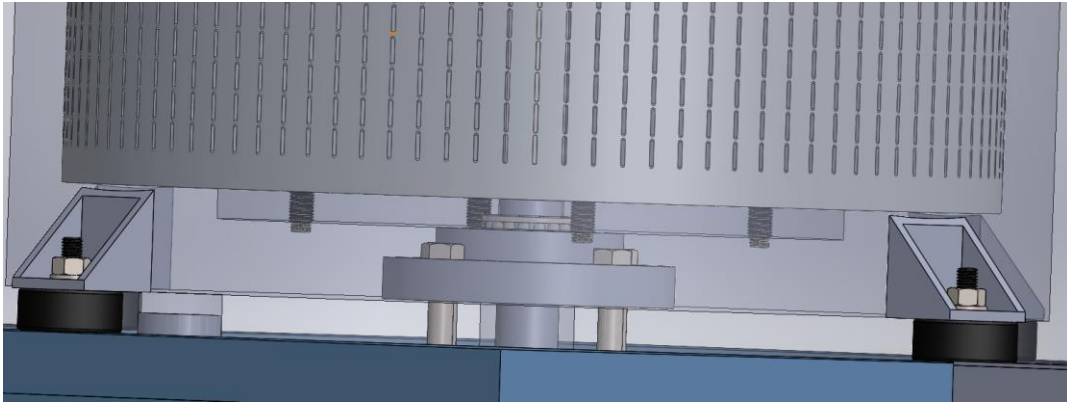


Figura 14.- Detalle del rodamiento axial en la brida

El método empleado de fabricación el mismo que para la cesta, por mecanizado CNC.

La brida donde se conecta con la pre cesta dispone de un rodamiento axial. El motivo de la elección de los rodamientos viene detallado en el apartado Anexo 1 → *Cálculos justificativos*; 9.- Rodamientos.

### 6.3.3 Tornillo unión

Esta pieza tiene dos funciones esenciales, por un lado, es la encargada de unir y apretar el eje de transmisión a la pre cesta, garantizando el giro de ambas piezas. Cabe destacar que el roscado del tornillo es a izquierdas, con el fin de apretar en la dirección que gira mientras que ambas piezas giren en el sentido contrario.

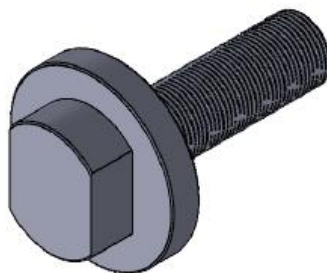


Figura 15.- Tornillo de unión

El tornillo se fabrica mediante torneado CNC o convencional, excepto la cabeza del tornillo. La cabeza se mecaniza en una fresadora para poder obtener la forma deseada y apretar el tornillo con una llave fija de 32.

### 6.3.4 Brida rodamiento axial

Por un lado, la pre cesta va fijada a esta brida mediante cuatro tornillos de cabeza hexagonal de M10 x 1,5 x 15mm. El encaje central que conlleva esta pieza tiene la función de acoplar mediante un ajuste de apriete al rodamiento axial. Dicho ajuste es K7, con una tolerancia de  $+0$  y  $-0.01$ mm.

El objetivo de este rodamiento es el de soportar toda la carga axial en el eje que supone todo el peso de la cesta junto con la viruta de su interior.

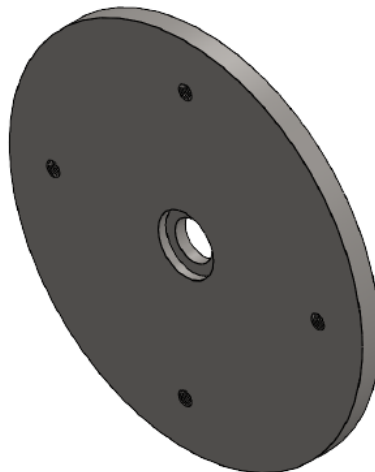


Figura 16.- Brida rodamiento axial

Para obtener el contorno exterior y el contorno interior de esta pieza se mecaniza mediante torneado. El taladrado de los agujeros se mecaniza en una fresadora.

### 6.3.5 Fijador silentblock

La función principal de esta pieza es fijar el elemento anti vibratorio a la bancada de la estructura, con una altura de 20mm. Este fijador está soldado a la parte exterior del

tambor, ya que el radio de esta pieza es el mismo radio que el del tambor, para facilitar su ensamblaje.

Esta pieza se mecaniza mediante fresadora CNC, para darle la curvatura del radio en la pared y obtener su geometría interna de vaciado. El agujero mediante una broca de  $\text{Ø}10.25$  y un radio de chaflan de 0.2mm.

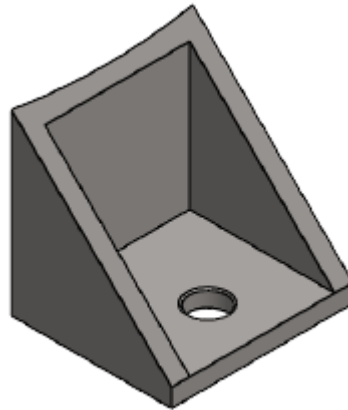


Figura 17.- Fijador silentblock

### 6.3.6 Brida interior

Como su propio nombre indica, la brida tiene como función la unión entre sí de varias piezas. Se denomina brida interior porque esta queda situada en el interior del tambor. Por el diámetro interior central de la brida atraviesa el eje de transmisión, con un  $\text{Ø}$  interior de 28mm. En la parte superior, contiene un encaje con un ajuste de apriete para el rodamiento axial, con una dimensión de  $\text{Ø}47$  K7. El encaje es de 4mm, y la altura del rodamiento axial es de 11mm. Por lo tanto, los otros 4mm del rodamiento se encajan en otra pieza llamada: brida rodamiento axial, y los 4mm restantes están libres. Este es el tipo de mecanismo de unión utilizado para recibir las cargas axiales provocadas por el proceso de centrifugado de la cesta y el resto de los componentes.

El material empleado para la fabricación de esta pieza es de acero C45. Se trata de un acero con una buena combinación entre resistencia y ductilidad, utilizada comúnmente para piezas de maquinaria. Además, es relativamente fácil de mecanizar, ideal para realizar ajustes de tolerancias en él.



El mecanizado completo de esta pieza es mediante CNC. Si no se dispone de taladrado de agujeros, se hace uso de una fresadora convencional o CNC.

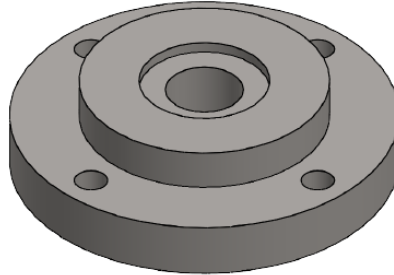


Figura 18.- Brida interior

### 6.3.7 Brida exterior

Por las mismas razones que la brida interior, esta pieza está compuesta por las mismas características. Con la diferencia de que esta pieza queda ubicada en el exterior del tambor.

Esta pieza está diseñada para situar el rodamiento de bolas de contacto angular. El encaje central tiene unas dimensiones de  $\text{Ø}_{\text{ext}}$  de 62mm y 16.5mm, con ajuste de apriete K7. Este rodamiento tiene como función proporcionar la suavidad de giro de la cesta con el fin de evitar un desequilibrio o una vibración excesiva en el proceso del centrifugado.

El material de fabricación es de acero C45, aplicado por las mismas características que la brida interior. El proceso de fabricación es idéntico a la brida interior, un mecanizado mediante torneado CNC para obtener unas dimensiones precisas en el encaje central y un taladrado posterior para los agujeros de  $\text{Ø}12$ .

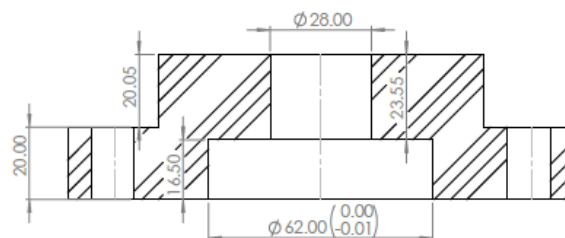


Figura 19.- Brida exterior

## 6.4 Subconjunto inferior

Formado por la parte de fijación de la carcasa que protege el motor y la correa, los elementos de fijación del silentblock y el tubo desagüe del tambor hacia el exterior.

Recibe el nombre de subconjunto inferior porque las piezas están al exterior del tambor y de los componentes móviles.

Para más información técnica de los elementos de fijación, véase “Anexo III, Elementos comerciales.”

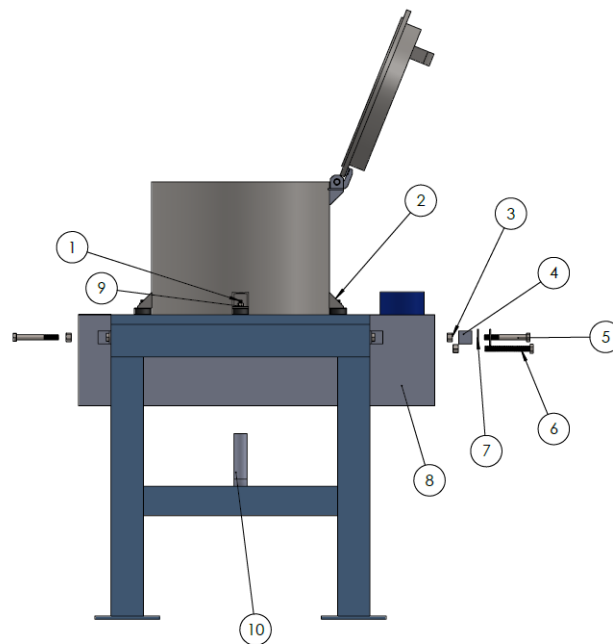


Figura 20.- Conjunto inferior

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	3.14	Silentblock	4
2	1.2.5	Fijador silentblock	4
3	3.12	Tuerca M16	4
4	1.5.4	Pletina escuadra	4
5	3.9	Tornillo de cabeza hexagonal de M16 x 1,5 x 130 x 44mm	4
6	3.8	Tornillo de cabeza hexagonal de M16 x 1,5 x 140mm	2
7	3.10	Arandela M16	4
8	1.5.1	Carcasa motor	1
9	3.3	Arandela M16	4
10	3.5	Tubo desagüe	1

Tabla 3.- Lista de los componentes que forman el subconjunto inferior

Para más información sobre los Silentblocks utilizados, véase “Anexo I, Cálculos justificativos, 10. Silentblock.”

### 6.4.1 Carcasa del motor

Este protector del motor y del sistema de transmisión es imprescindible para la prevención de accidentes y la protección frente a posibles proyecciones de partículas o fragmentos en caso de fallo del sistema mecánico. Actúa como barrera de protección frente a operarios y el área que rodea la máquina.

Además, la normativa de seguridad requiere de dicha protección física frente a las partes móviles expuestas.

Para más información sobre la normativa de seguridad aplicada, véase “Anexo II, Pliego de condiciones, 2.3. Condiciones de seguridad.”

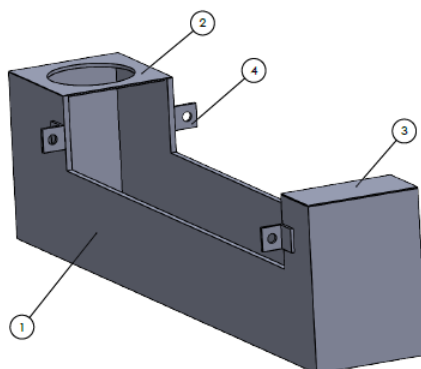


Figura 21.- Carcasa protector del motor

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	1.5.1	Carcasa motor	1
2	1.5.2	Tapa motor	1
3	1.5.3	Tapa cubre	1
4	1.5.4	Plefina escuadra	4

Figura 22.- Lista de componentes que forman la carcasa de protección

La pieza principal que forma el protector del motor es la carcasa, con unas dimensiones superiores a la bancada, con el fin de fijar la carcasa a la estructura. El interior de la carcasa es hueco, con un espesor de chapa de 1mm.

El material empleado es de acero S235J2, ofrece una resistencia mecánica adecuada a la función que ofrece, con buena ductilidad para absorber impactos o vibraciones. Se trata de un material económico y ampliamente disponible.

El proceso de fabricación empleado para el corte del material es mediante plasma, utilizando una máquina de doblado para doblar las láminas de acero según la geometría de diseño. La soldadura adecuada se realiza mediante TIG, proporcionando un acabado más limpio y con un cordón de soldadura uniforme.

Tanto la tapa del motor como la tapa sirven para cubrir el interior de la carcasa de restos de material o suciedad del entorno.

Por otro lado, las pletinas de escuadra se emplean para fijar la carcasa del motor a la estructura, mediante tornillos de cabeza hexagonal de M16 x 1,5mm.

#### 6.4.2 Tubo desagüe

El depósito tiene una tubería a modo de empleo para evacuar la taladrina que se ha separado de la viruta durante el proceso de centrifugado. El tubo de desagüe del tambor que sale de la máquina tiene su correspondiente espacio para ubicar un depósito móvil en el interior de la estructura, con el fin de almacenar dicha taladrina para su reutilización o cualquier otro proceso.

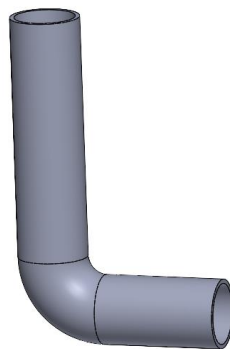


Figura 23.- Tubo desagüe

Se trata de una tubería de un diámetro exterior de 40mm y un diámetro interior de 35mm, con un radio de 10mm de curvado.

El material empleado para la fabricación del tubo es de acero inoxidable AISI 304, este material ofrece una alta resistencia a la corrosión, ideal para una larga durabilidad de la pieza.

El proceso de fabricación del tubo es simple, primeramente, se corta mediante una sierra para su posterior curvado, utilizando una dobladora de tubos manual o automática, asegurando en todo momento que los radios de curvatura sean los especificados y evitar así problemas con el flujo de la taladrina. Mediante soldadura TIG, se emplea el proceso de soldadura. Es importante realizar una inspección visual en el cordón de soldadura para asegurar la calidad y que no exista riesgo de filtración del líquido.

## 6.5 Subconjunto superior

Este subconjunto está formado principalmente por el sistema de cierre mediante una tapa que lleva el tambor. En este caso, el sistema permite abrir y cerrar manualmente con un límite de apertura de un máximo de 120 grados.

La tapa ayuda a contener toda la viruta junto con la taladrina en el interior del tambor, evitando derrames al exterior y salpicaduras al resto de la máquina. Además, protege al operador como al entorno, así como reducir riesgos o accidentes.

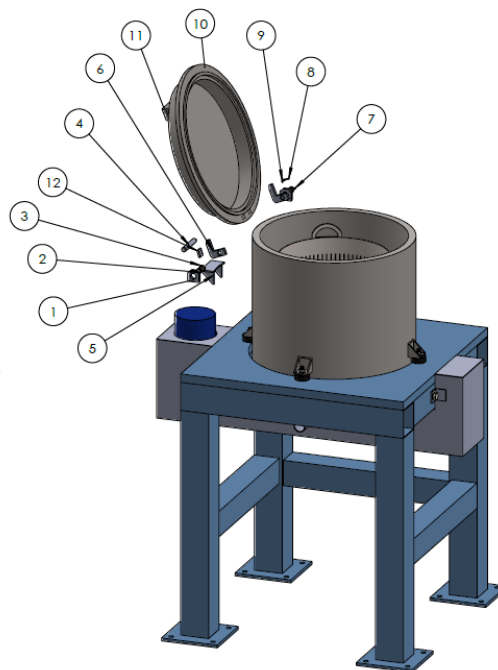


Figura 24.- Subconjunto superior

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	4.1	Centrador eje tapa	2
2	4.2	Anillo Segger de diámetro interior 15 x 1mm	2
3	4.3	Casquillo bronce	2
4	4.4	Eje cierre tapa	1
5	4.5	Anclaje soporte tapa	1
6	4.6	Pletina giro tapa	2
7	4.7	Tornillo prisionero con cabeza interior hexagonal M4 x1,5 x 4mm	2
8	4.8	Tornillo de cabeza hexagonal M3 x 20mm	8
9	4.9	Arandela M3	8
10	4.10	Tapa tambor	1
11	4.11	Asa tapa tambor	1
12	4.12	Pletina fijador tapa	2

Figura 25.- Lista de componentes que forman el subconjunto superior

### 6.5.1 Sistema de cierre

El sistema empleado para el sistema de cierre de la tapa es simple, mediante un eje que ejerce de guía de rotación y unas escuadras con forma de “L”. Estas escuadras tienen una pletina cuadrada soldada en sus extremos, permitiendo formar unión con la tapadera. El ensamble entre la pletina y la tapa se realiza median ocho tornillos de M. Estas escuadras limitan el ángulo de apertura de la tapa y a su vez permiten un giro suave para maniobrar el cierre, ya que dispone en el interior del eje dos casquillos de bronce. Mediante un prisionero, se fijan las escuadras al eje.

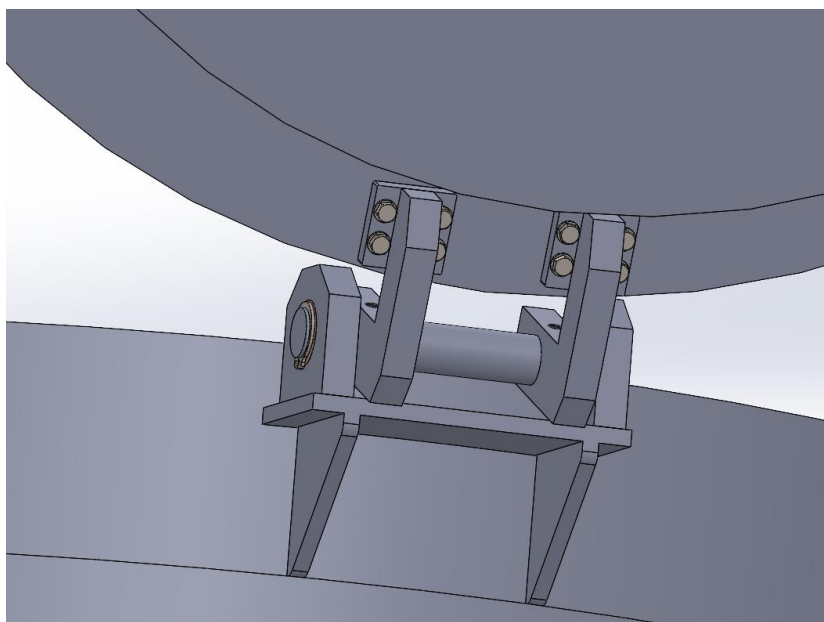


Figura 26.- Sistema de cierre del tambor

### 6.5.1.1 Centrador eje tapa

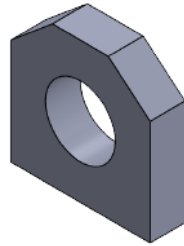


Figura 27.- Centrador eje tapa

Fabricación	
Operación	Descripción
Fresado	Contorno exterior de la pieza
Taladrado	Agujero central pasante de Ø20 mm
Material	S235

Tabla 4.- Operaciones de fabricación del centrador eje tapa

### 6.5.1.2 Casquillo bronce

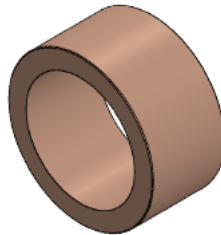


Figura 28.- Casquillo de bronce

Fabricación	
Operación	Descripción
Taladrado	Agujero central del casquillo
Torneado	Contorno exterior y interior
Material	Bronce C521

Tabla 5.- Operaciones de fabricación del casquillo de bronce

### 6.5.1.3 Eje cierre tapa

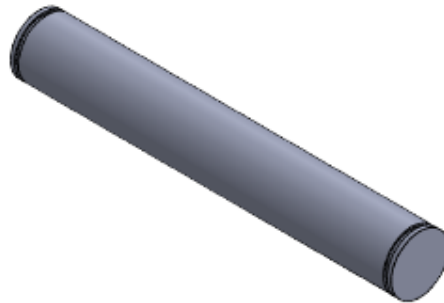


Figura 29.- Eje cierre tapa

Fabricación	
Operación	Descripción
Torneado	Contorno exterior de la pieza y mecanizado de la ranura para el anillo seger.
Material	Acero C45

Tabla 6.- Operaciones de fabricación del eje cierre tapa

### 6.5.1.4 Escuadra giro tapa

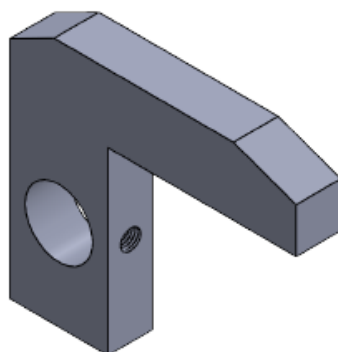


Figura 30.- Escuadra giro tapa



Fabricación	
Operación	Descripción
Fresado	Contorno exterior de la pieza
Taladrado	Agujero central Ø14 y agujero para prisionero de M4
Material	Acero S235

Tabla 7.- Operaciones de fabricación de la escuadra giro tapa

### 6.5.1.5 Pletina fijador tapa

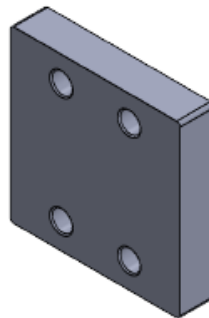


Figura 31.- Pletina fijador tapa

Fabricación	
Operación	Descripción
Fresado	Contorno exterior de la pieza
Taladrado	Agujeros Ø3 mm
Material	Acero S235

Tabla 8.- Operaciones de fabricación de la pletina fijador tapa

### 6.1.5.6 Asa tapa

El mango de la tapa cumple con un diseño cómodo y de manejo seguro, con un tamaño y una forma que se adapta cómodamente a la mano de cualquier operario. Para lograr

una gran durabilidad del propio material y una resistencia a la corrosión frente a entornos húmedos, se ha hecho uso de su fabricación mediante Acero inoxidable 304.

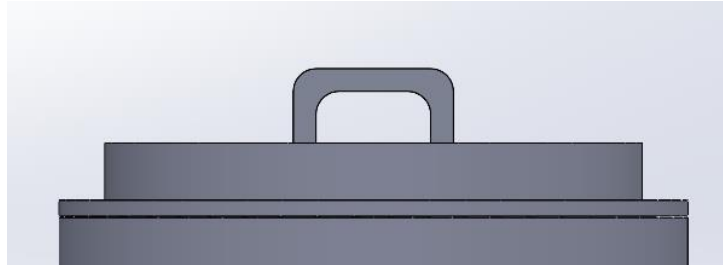


Figura 32.- Diseño del mango de la tapa

Este diseño está pensado para operario con una sola mano, permitiendo al operario abrir y cerrar la tapa de manera rápida y segura. El acabado superficial es liso y con los bordes redondeados para la seguridad y comodidad del operario.

### 6.1.5.7 Tapa

La tapadera del tambor dispone de una junta de goma en el borde para crear un sello hermético entre la tapa y el tambor, para evitar que los líquidos y las virutas del interior se mantengan dentro. El material de la junta es de goma Nitrílica, ya que este material es adecuado para entornos industriales por su resistencia al aceite y grasas.

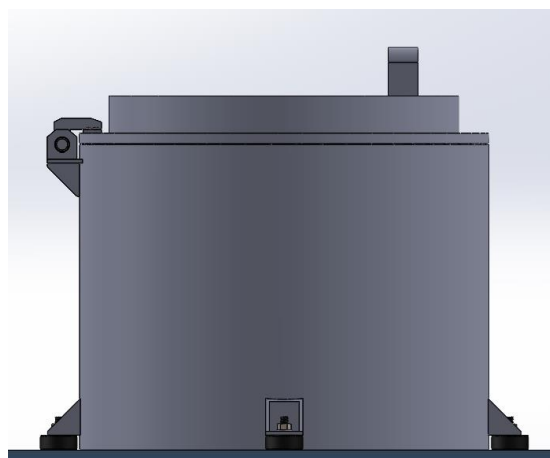


Figura 33.- Sellado de la tapadera

## 6.6 Transmisión del motor

Toda la potencia y la velocidad de giro que nos proporciona el motor está transmitida mediante una transmisión de correas con poleas. Una de las ventajas de haber utilizado esta transmisión es por el sencillo mantenimiento que tienen las correas, además de la absorción de vibraciones en el proceso de centrifugado. Tiene un menor coste que otros sistemas de transmisión y en caso de peligro, las correas hacen de salvavidas, es decir, únicamente se rompería la correa. Toda la información relacionada al sistema de transmisión está detallada en el “Anexo I → Cálculos justificativos, 7.- Transmisión del movimiento.”

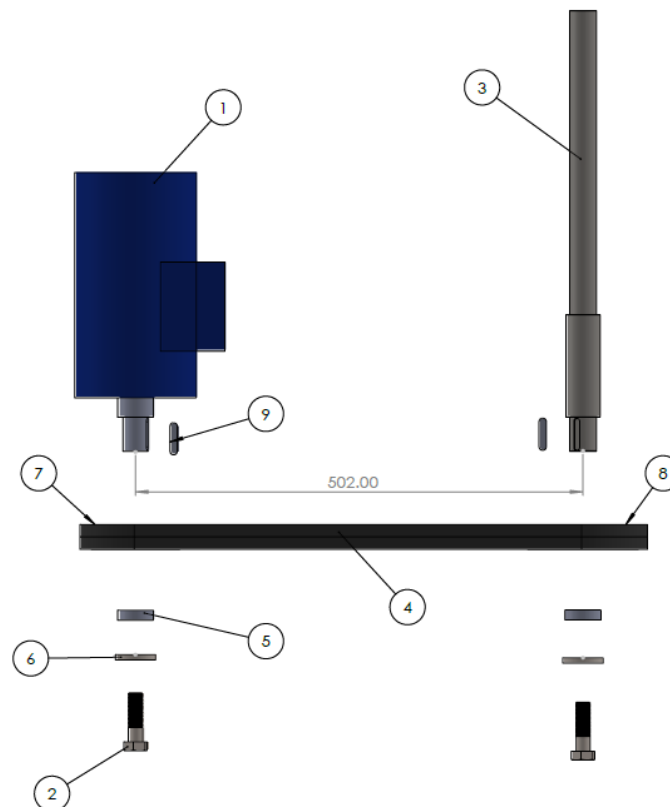


Figura 34.- Vista explosionada del sistema de transmisión

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	1	Motor M2BA 112 MB	1
2	3.4	M16 x 1,5 x 55 x 38mm	2
3	2.2	Eje de transmisión	1
4	2	Correa SPZ	1
5	3.15	Casquillo eje	2
6	3.10	Arandela M16	2
7	3.1	Polea conducida	
8	3.2	Polea conductora	
9	8	Chaveta 8 x 7 x 36mm	2

Tabla 9.- Lista de componentes del sistema de transmisión

Para más información sobre el motor seleccionado, véase “Anexo I, Cálculos justificativos, 5.- Cálculo de la potencia del motor.”

Para más información sobre los cálculos y dimensiones de la correa seleccionada, véase “Anexo I, Cálculos justificativos, 7.1.- Elección de la correa.”

Para más información sobre las poleas seleccionadas, véase “Anexo I, Cálculos justificativos, 7.1.3.- Diámetro de las poleas.”

Para más información sobre los cálculos de chavetas, véase “Anexo I, Cálculos justificativos, 8.- Cálculo de chavetas.”

La distancia entre centros calculada del eje de transmisión y del eje del motor es de 500mm. Como el motor está anclado a la estructura y no dispone de un tensor de correa, la solución aplicada para que la correa esté tensada en todo momento es situar dicha distancia entre ejes a 2mm más, es decir, a 502mm.

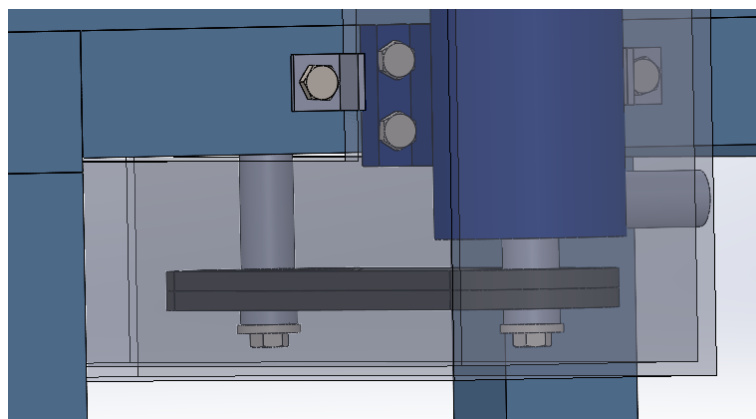


Figura 35.- Transmisión polea-correa

Las poleas están alineadas de manera precisa, así de esta manera el montaje es un poco más complejo, pero en todo momento el tensado estará 3mm más y por lo tanto evitará el deslizamiento.

A medida que se va desgastando la correa y se va destensando, cuando hayan pasado esos 3mm será el momento oportuno para el cambio o reemplazo de la correa.

### 6.6.1 Eje de transmisión



Figura 36.- Ensamble entre el eje de transmisión y la pre cesta

El eje central de transmisión es el responsable de transmitir la velocidad de giro a la cesta y la potencia, capaz de asegurar una transmisión efectiva y eficiente. Está fabricado de Acero de cementación 15NiCr13. Este acero combina entre resistencia, dureza y tenacidad, lo que lo hace ideal para su aplicación. El eje debe de ser capaz de soportar cargas y fuerzas centrífugas sin que este falle.

Las dimensiones del eje son las siguientes:

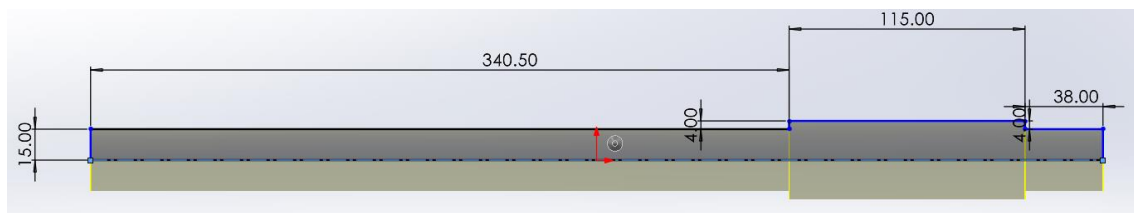


Figura 37.- Dimensiones del eje

En el extremo derecho del eje está situado el chavetero de 8x7mm que une a la polea conducida.

Todo el eje está fabricado mediante un torno CNC, para obtener las dimensiones precisas de todo el eje. Las ranuras de las chavetas se realizarán mediante fresadora. Las tolerancias y acabados superficiales están reflejados en sus respectivos planos en el apartado de Anexo V → Planos.

### 6.5.1 Casquillo eje

Este casquillo de eje que está situado en ambas poleas tiene como función principal servir de pieza intermediaria. Mediante un tornillo de M16 x 1,5mm y una arandela, se realiza el apriete en el casquillo para fijar la polea y que esta quede apretada. El casquillo está fabricado de acero C45 y se mecaniza mediante torneado, realizando en primer lugar el taladrado interior y su posterior mecanizado en el contorno exterior.



Figura 38.- Casquillo eje

### 6.7 Cesta

La cesta es la pieza principal del presente proyecto, la cual se ha llevado a cabo un estudio previo, unas consideraciones iniciales y un planteamiento específico para conseguir el diseño y la fabricación.

La cesta en la cual el operario introduce toda la viruta no puede sobrepasar los 20 kg. Tiene como objetivo tener un tamaño y una geometría sencilla para manipular dicha cesta con total facilidad.

El material empleado para la fabricación de la cesta es de acero inoxidable. El material de esta pieza conlleva un estudio que está detallado en el “Anexo I → *Cálculos justificativos, apartado 2.- Elección del material.*”

El diámetro exterior de la cesta es de 380mm, con un espesor de 1,5mm de pared. En la geometría de la cesta se aprecian las ranuras que tienen como función el filtrar el líquido de la viruta, sin que pase la propia viruta y se quede en las paredes.

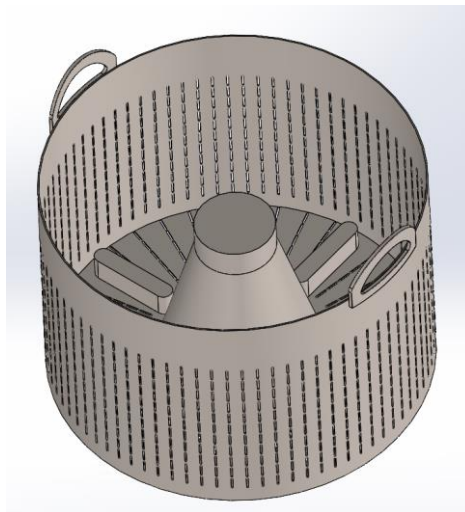


Figura 39.- Diseño de la cesta en SolidWorks

Las dimensiones de la cesta cumplen con los requisitos establecidos previos al diseño y estudio de la máquina, como son la geometría simple de manipulación del operario y el propio peso total no superior a los 25 kg de la cesta en su manipulación.

En el apartado “Anexo I → *Cálculos justificativos, 3.- Cálculos iniciales*”, se explica detalladamente el cálculo previo al diseño para conocer el volumen máximo del interior de la cesta con el fin de no superar los 20 kg en la manipulación del operario.

El centro de la cesta es hueco, ya que ahí va situado el eje de transmisión y esto permite que no exista peligro de colisión ante situaciones extremas de vibraciones de la propia centrifugadora.

La cesta tiene cuatro encajes diseñados con forma de ranura, para que al situarlo en la pre cesta se acople perfectamente y gire todo concéntrico, sin que exista ningún tipo de peligro cuando esta esté girando.

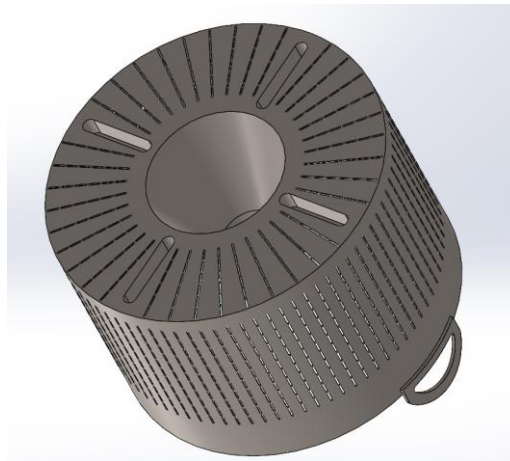


Figura 40.- Detalle de los encajes inferiores

El diseño de la cesta es simétrico, con el fin de evitar que se balancee durante el centrifugado y así minimizar las vibraciones garantizando un funcionamiento suave.

Es importante cuando se coloque la viruta que se ha de centrifugar que se haga de manera distribuida, para evitar riesgo de desequilibrio durante el centrifugado.

El límite máximo establecido para llenar la cesta con viruta es el que se muestra a continuación.



Figura 41.- Límite máximo de llenado



El límite de llenado incluye un espacio suficiente para llenar de material, sin sobrecargar la centrifugadora y asegurar una distribución uniforme del peso.

Dispone de dos asas en los extremos de la cesta para facilitar su manipulación y el transporte de esta.

El proceso de fabricación de la cesta es el siguiente:

<b>Fabricación</b>	
<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>
Corte por láser	Realizar las ranuras de toda la cesta
Plegado	Mediante prensas se obtiene la curvatura de la cesta
Soldadura	Mediante TIG, soldar las piezas hasta formar la estructura completa
Lijado y pulido	Lijar y pulir las superficies para obtener un acabado liso y brillante
Material	Acero inoxidable AISI 304

*Tabla 10.- Operaciones de fabricación de la cesta*

La técnica empleada para la unión de las asas a la cesta se realiza mediante soldadura TIG/MIG, para asegurar que las soldaduras sean uniformes y precisas, ya que el espesor de la pieza es de 1,5mm.

## **7.- Normativa aplicada**

Para el diseño y la fabricación del presente proyecto es imprescindible garantizar la normativa de Conformidad Europea (CE), diseñada por la Unión Europea. Así como considerar aspectos claves relacionados con la seguridad, protección y calidad del producto. Esta normativa es aplicada para todos y cada uno de los componentes que forman la centrifugadora.

---

## 7.1 Directiva de máquinas

Establece los requisitos esenciales de seguridad del diseño y fabricación de máquinas.

**Normativa 2006/42/CE.**

Identificar y evaluar riesgos asociados durante el uso de la máquina.

Realizar evaluaciones siguiendo las directivas aplicables.

Redactar una declaración CE de conformidad en la que se detalla que la máquina cumple con todas las normativas aplicadas.

Crear un documento técnico que incluya planos, análisis de riesgos, esquemas eléctricos y el resultado obtenido de las pruebas realizadas.

## 7.2 Directiva de equipos de baja tensión

Establece los requisitos de seguridad en equipos eléctricos con una tensión entre 50 y 1000 V en corriente alterna y 75-1500 V en corriente continua.

**Normativa 2014/35/UE**

Asegurar que la máquina cumple con los requisitos de seguridad eléctrica, asegurando en todo momento que incluye protección contra la seguridad eléctrica y aislamiento de los componentes, como es en este caso el motor eléctrico trifásico.

Implementar medidas de protección contra contactos directos y limitar la zona de contacto con el cuadro eléctrico de la máquina.

## 7.3 Directiva de seguridad

Proporcionar información técnica ante la seguridad del operario y de la máquina, una evaluación de seguridad y riesgo del conjunto y medidas de protección. **Normativa EN ISO 12100**

---

Implementar medidas de protección para reducir o eliminar los posibles riesgos que conlleva.

Realizar instrucciones de uso y manuales para el mantenimiento, seguridad y operaciones del proceso.

Instalar medidas de protección contra riesgos mecánicos, así como carcasas y protectores contra las zonas de peligro y partes móviles que están en movimiento constante.

Garantizar que la máquina se detenga en caso de emergencia de manera rápida, mediante el botón de parada de emergencia.

## **7.4 Conformidad CE**

Los pasos a seguir para la conformidad CE en seguridad son los siguientes:

Realizar una evaluación de conformidad mediante un informe con los resultados obtenidos y las normas aplicadas.

Crear un documento técnico incluyendo los análisis de riesgo, planos donde que esté reflejado, así como esquemas de los componentes eléctricos y los resultados de las pruebas.

Redactar y firmar la declaración CE de conformidad indicando el cumplimiento de todas las directivas aplicadas.

Por último, situar en el mercado CE la máquina diseñada y fabricada de manera visible y legible.

---

## 8.- Conclusiones

El diseño completo de una centrifugadora requiere de unos conocimientos de ingeniería mecánica. Durante todo el presente proyecto, se ha analizado y investigado sobre los puntos débiles de una centrifugadora, como son el diseño y la geometría de la cesta, la selección de materiales y la elección de la transmisión aplicada.

Para ello se han realizado cálculos previos al diseño, con el objetivo de ajustar dicha geometría a los requisitos de este proyecto.

Cabe destacar, la complejidad y la importancia del diseño de la centrifugadora, cada aspecto del diseño demuestra un impacto en el rendimiento y en la eficacia.

La centrifugadora tiene una amplia variedad de industrias, como son la química, la alimentaria e incluso la farmacéutica.

Este proyecto de centrifugadora de virutas tiene relación con el medio ambiente, ya que separando el aceite de las virutas contribuimos en la reutilización de la taladrina y descontaminar el material en forma de viruta para una posterior fundición.

Por último, este estudio sirve como guía para futuros avances de diseño con el fin de mejorar los procesos de separación de líquido-sólido.

Una vez desarrollado completamente el presente proyecto, es el momento de constatar si se han alcanzado los objetivos iniciales planteados.

## 9.- Referencias bibliográficas

- [1] Flottweg, «Centrifugadoras de aire caliente,» 16 01 2024. Disponible:  
<https://www.coniex.com/secadoras-de-aire-caliente/>
- [2] La tienda del apicultor, «Centrifugadora de opérculos,» 17 01 2024. Disponible:  
<https://www.latiendadelapicultor.com/tratamiento-del-operculo/centrifugadora-para-operculos.html>
- [3] Camargo, «Gestión de centrifugadoras industriales,» 17 01 2024. Disponible:  
[https://es.camargoindustrial.com/maquina-usada/?e=Centrifuga+en+acero+inoxidable+industrial+Suzuki\\_127-321.](https://es.camargoindustrial.com/maquina-usada/?e=Centrifuga+en+acero+inoxidable+industrial+Suzuki_127-321.)
- [4] SlideShare, «Momentos de inercia,» 18 01 2024. Disponible:  
<https://es.slideshare.net/slideshow/tabla-momento-de-inercia-slidos-rigidos/60634442.>
- [5] Opac, «Tipos de chaveteros y chavetas,» 18 01 2024. Disponible:  
<https://www.opac.net/pdf/DIN%206885%20A.pdf>
- [6] Coac, «Aceros en frío y caliente,» 20 01 2024. Disponible:  
[https://aceroscoac.com/aceros/.](https://aceroscoac.com/aceros/)
- [7] M. aceros, «Clasificación de los aceros,» 22 01 2024. Disponible:  
[https://maxacero.mx/blog/clasificaciones-de-los-aceros-tipos-y-propiedades/.](https://maxacero.mx/blog/clasificaciones-de-los-aceros-tipos-y-propiedades/)
- [8] Stanley, «Elementos de fijación,» 22 01 2024. Disponible:  
<https://www.stanleyengineeredfastening.com/es-ES/Fasteners.>
- [9] Roscas, «Tabla de roscas,» 24 01 2024. Disponible:  
<https://www.buloneriasantafe.com.ar/index.php/biblioteca/136-tabla-de-roscas-pasos-y-diametros-para-roscado.>
- [10] Xometry, «Guía de chapas metálicas,» 26 01 2024. Disponible:  
[https://xometry.pro/es/articulos/chapa-metalica-materiales/.](https://xometry.pro/es/articulos/chapa-metalica-materiales/)
- [11] Silentflex, «Guía de silentblocks,» 01 02 2024. Disponible:  
<https://www.silentflex.com/catalogs/silentblock-cilindrico-tope-caucho.pdf>

- 
- [12] Upcommons, «Normativa para tornillería y elementos de fijación,» 01 02 2024. Disponible:  
[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100022/Anexo3\\_Normativa\\_Fijaciones.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100022/Anexo3_Normativa_Fijaciones.pdf).
- [13] Tsubaki, «Tipos de centrifugadoras de virutas industriales,» 10 02 2024. Disponible:  
<https://www.mayfran-es.com/products/fields/sistemas-de-filtracion-de-liquido-refrigerante-/-procesamiento-de-virutas/centrifugadoras-de-virutas>.
- [14] Coniex, «Secadoras de aire caliente industriales,» 10 02 2024. Disponible:  
<https://www.coniex.com/secadoras-de-aire-caliente/>.
- [15] Guía de Silentblocks, 12 02 2024. Disponible:  
<https://www.eguiasl.es/soportes.html>.
- [16] Optibelt, «Manual técnico de sistemas de transmisión,» 15 02 2024. Disponible:  
<https://www.rodaunion.es/media/imagenes/Catalogos/Transmision/Optibelt/Manual%20tecnico%20correas%20trapeziales.pdf>.
- [17] ABB, «Guía de motores eléctricos,» 16 02 2024. Disponible:  
<https://www.tercesa.com/wp-content/uploads/2018/10/Motores-el%C3%A9ctricos-ABB.pdf>.
- [18] Camargo, «Venta de centrifugadoras industriales,» 18 02 2024. Disponible:  
[https://es.camargoindustrial.com/maquina-usada/?e=Centrifuga+en+acero+inoxidable+industrial+Suzuki\\_127-321](https://es.camargoindustrial.com/maquina-usada/?e=Centrifuga+en+acero+inoxidable+industrial+Suzuki_127-321).
- [19] Acero estructural St523, 20 02 2024. Disponible:  
<https://www.ipargama.com/pdf/st-523.pdf>.
- [20] Pliego de condiciones, 05 02 2024. Disponible:  
[https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/11573/mod\\_resource/content/1/Tema%2011.%20Pliegos.pdf](https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/11573/mod_resource/content/1/Tema%2011.%20Pliegos.pdf).

## RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030

Anexo al Trabajo de Fin de Grado y Trabajo de Fin de Máster: Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030.

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				X
ODS 2. Hambre cero.				X
ODS 3. Salud y bienestar.				X
ODS 4. Educación de calidad.				X
ODS 5. Igualdad de género.				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.				X
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.			X	
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.	X			
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.	X			
ODS 10. Reducción de las desigualdades.				X
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.				X
ODS 12. Producción y consumo responsables.	X			
ODS 13. Acción por el clima.				X
ODS 14. Vida submarina.				X
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.				X
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.			X	

## **ANEXOS**



## **I. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

## **1.- Cálculos previos**

En este apartado se llevará a cabo todos los cálculos previos necesarios para el diseño completo del dispositivo de separador de taladrina.

Se establece una serie de cálculos previos al diseño, con el fin de conocer lo más preciso posible las dimensiones del diseño del dispositivo.

Todos los cálculos previos realizados parten de a modo de indicación general, partiendo del material proporcionado por el taller y siempre y cuando el peso máximo que se recomienda no sobrepase por ley en un operario los 25 kg, por lo que se realizarán todos los cálculos para que no sobrepase dicho peso.

### **1.1. Volumen y peso de la viruta**

Para comprobar el peso y el volumen de la viruta se ha hecho uso de una probeta de 700ml y de una báscula mecánica de hasta 5kg.

El objetivo es conocer el peso de cada viruta en la probeta añadiendo viruta hasta los 500ml, para así poder conocer el peso y volumen de cada viruta, además de obtener un volumen aproximado del diseño del presente proyecto.

#### **1.1.1 Viruta Plana**

A través de una probeta, se realizan las primeras mediciones de las virutas obtenidas del taller para conocer su densidad aparente, así como su peso para el posterior cálculo y diseño de la máquina.



Figura 42.- Viruta plana en probeta de 500ml



Figura 43.- Peso de la viruta plana

Introduciendo en la probeta 500 ml la viruta plana, se obtiene mediante una báscula una masa de 480g.

Conociendo ambos valores, se procede a obtener la densidad aparente de la viruta plana.

La densidad aparente:

$$\rho_a = \frac{m}{V}$$
$$\rho_a = \frac{480g}{500 ml} = 0.96 \frac{g}{ml}$$

### 1.1.2 Viruta semicircular

Introduciendo en la probeta 500 ml la viruta plana, se obtiene mediante una masa de 680g.



Figura 44.- Viruta semi circular en probeta de 500 ml



Figura 45.- Peso de la viruta semi circular

Conociendo ambos valores, se procede a obtener la densidad aparente de la viruta semicircular.

La densidad aparente de la viruta semicircular:

$$\rho_a = \frac{m}{V}$$
$$\rho_a = \frac{680g}{500 ml} = 1.36 \frac{g}{ml}$$

### 1.1.3 Viruta espiral

Introduciendo en la probeta 500 ml la viruta espiral, se obtiene una masa de 180g.



Figura 46.- Viruta espiral en probeta de 500 ml



Figura 47.- Peso de la viruta semi espiral

Conociendo ambos valores, se procede a obtener la densidad aparente de la viruta semicircular.

La densidad aparente de la viruta espiral:

$$\rho_a = \frac{m}{V}$$
$$\rho_a = \frac{180g}{500 ml} = 0.36 \frac{g}{ml}$$

Como se puede apreciar, la viruta más pesada y la que ocupa más volumen es la viruta de forma semicircular, esta será la que tendrá partida en el dimensionado del recipiente.

Conociendo la densidad aparente de la viruta se dispone a obtener el momento de inercia de esta viruta para el posterior diseño de la cesta.

el volumen obtenido, se procede a calcular una aproximación de las dimensiones de la cesta, tales como la altura y el diámetro total.

## 2.- Elección del material

La importancia de la elección del material viene dada por la propia cesta donde irán introducidas todas las virutas, para ello debemos de analizar previamente en que consiste el proceso de centrifugado y cómo afectará al material de la cesta.

La centrifugación es una técnica de separación que se utiliza para separar o aislar las partículas de líquido que hay en un sólido, aprovechando una velocidad de desplazamiento según su forma, tamaño o peso al ser sometidas a una fuerza centrífuga.

La fuerza centrífuga hace que los objetos se alejen del centro a los extremos al someterlos a una velocidad de giro.

El diseño de la cesta o recipiente de una centrifugadora implica tener en cuenta diversos factores que se verán perjudicados, así como los materiales utilizados, velocidad de rotación y el tamaño de la carga. Además, el diseño del recipiente mantendrá en todo momento un equilibrio y una estabilidad durante la velocidad de giro aplicada.

**Resistencia mecánica:** El material del recipiente debe de ser capaz de soportar las fuerzas centrifugas generadas durante el proceso, por lo tanto, se deberán de utilizar materiales resistentes y duraderos, como podrían ser los aceros inoxidables u otros materiales de alta resistencia.

**Resistencia química:** Por naturaleza algunos productos pueden ser corrosivos, para ello el material del recipiente debe de ser compatible con los productos corrosivos para evitar la corrosión o la contaminación. Además, los materiales deben de ser fáciles de limpiar para evitar la contaminación cruzada entre los diferentes tipos de viruta aplicados en el interior de la cesta.

**Aislamiento térmico:** Por norma general la centrifugación genera calor al ser sometido al proceso, es por ello por lo que, a la hora de elegir un material es preferible que tenga buenas propiedades al aislamiento térmico.

**Peso y distribución de la carga:** El peso del recipiente y como está distribuida la carga son factores importantes que hay que tener en cuenta. Realizar un diseño adecuado ayudará a minimizar el desgaste y asegurará una distribución uniforme de la carga.

Una vez considerados estos aspectos claves, se ha de seleccionar un material que nos garantice un rendimiento eficiente y seguro, cubriendo las necesidades específicas del proceso de centrifugado.

Con la ayuda del Ansys Granta obtendremos una idea de elección de material respecto a una determinada aplicación del material. Se hará uso del nivel 3 de esta herramienta, ya que contiene información detallada de casi cuatro mil materiales distintos y más de 230 procesos de fabricación diferentes. Esta base de datos nos ofrece una amplia variedad de materiales a elegir, en la que a través de filtros se irá descartando ciertos materiales que no cumplan con los requisitos establecidos, con el objetivo de escoger el material adecuado a fabricar.

A continuación, se muestra un gráfico de todos los materiales de la base de datos reflejados en una escala entre 0,01 MPa y 1000 MPa. La primera etapa aplicada es sobre materiales que tengan relación con propiedades mecánicas.

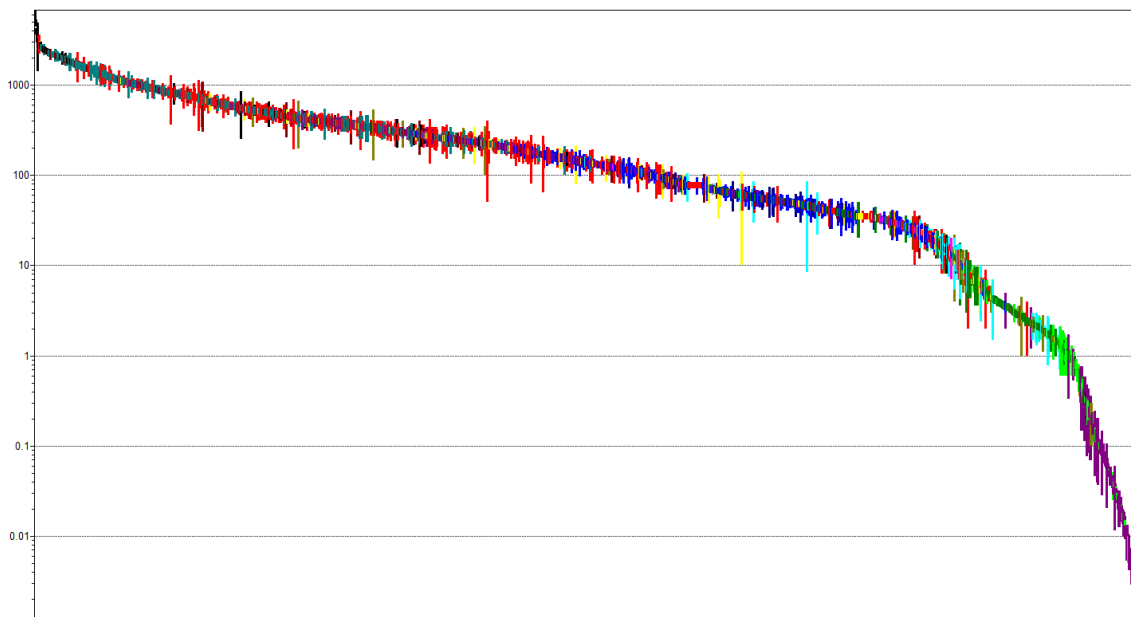


Figura 48.- Gráfico de metales y aleaciones de Ansys Granta (4243 resultados)

La base de datos nos ofrece una amplia variedad de materiales a escoger, como son los aceros al carbono, aceros inoxidables, aleaciones, polímeros termoplásticos y polímeros termoestables entre otros.

## 2.1. Límite elástico

El primer criterio de selección del material está enfocado en el límite elástico, se trata de una propiedad mecánica muy importante que deberá de resistir a las fuerzas centrífugas. La cesta o recipiente tiene que soportar cierta tensión sin sufrir ninguna deformación permanente, ya que en el proceso de centrifugado el material impactará contra los extremos de la cesta aplicando una fuerza contra el recipiente y a una alta velocidad de giro.

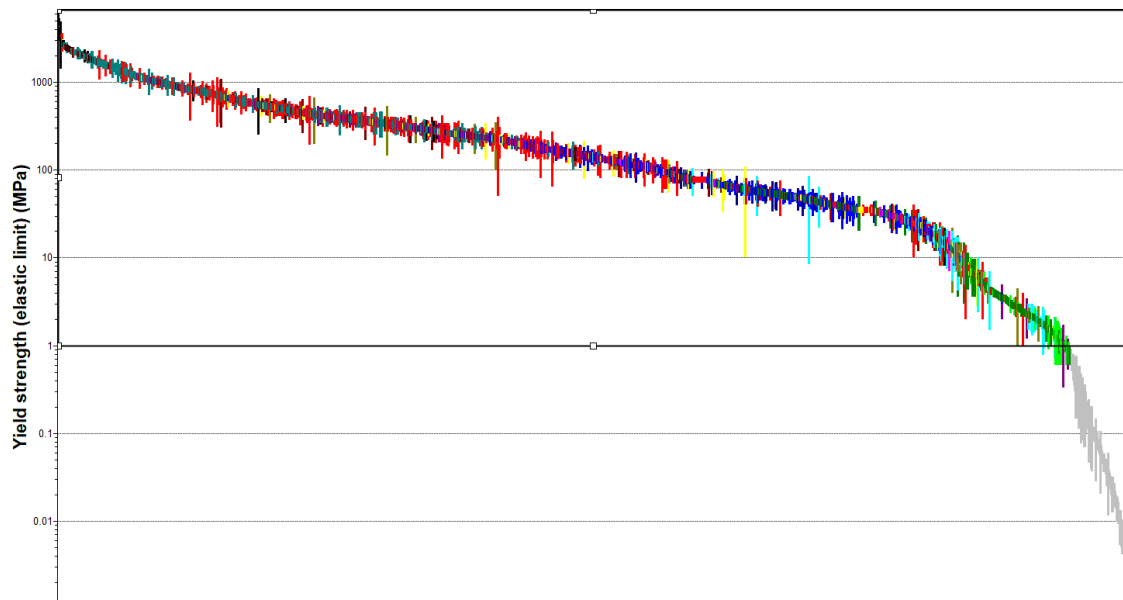


Figura 49.- Gráfico del límite elástico (0.1-1000 MPa)

Tras el primer filtro aplicado sobre el límite elástico con un rango entre 1 y 1000 Mpa, obtenemos 3942 de 4243 resultados, descartando a su vez los materiales que estén por debajo del rango establecido.

## 2.2. Resistencia a tracción

El segundo criterio de selección de material para el recipiente de la centrifugadora es la resistencia a la tracción, es decir, la capacidad máxima de tensión mecánica a tracción que puede soportar antes de que el material falle o rompa. La resistencia a la tracción es



clave para evitar la fractura o deformación del recipiente al aplicarse la fuerza centrífuga. Un material con buena resistencia a la tracción conservara su estructura total, con el fin de evitar su deformación.

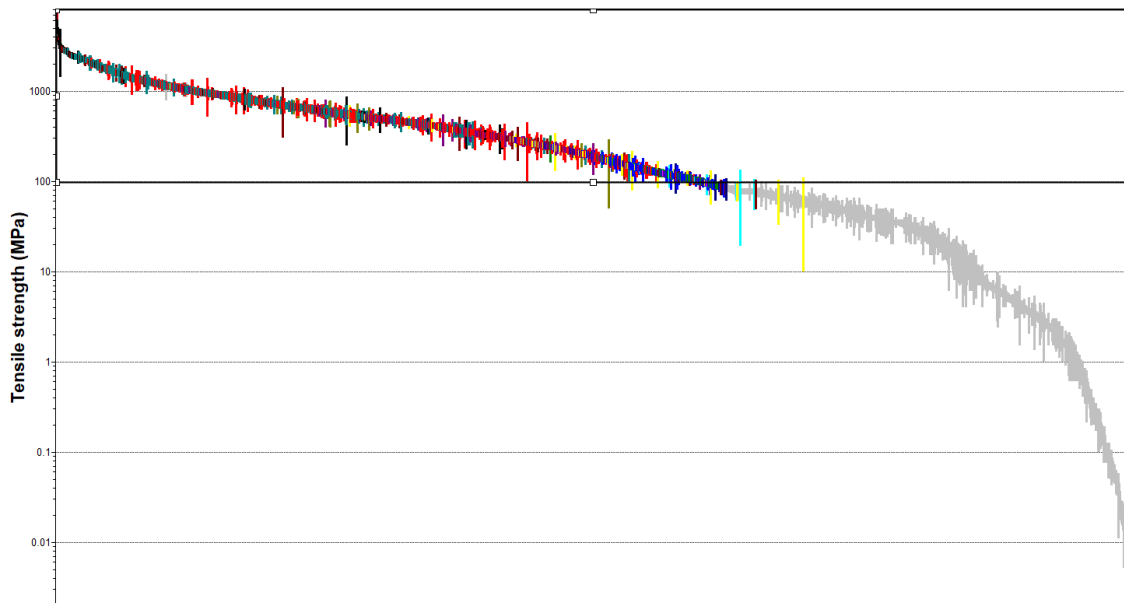


Figura 50.- Gráfico de resistencia a la tracción (2,5-200 MPa)

Como se puede apreciar en la Figura 24, van desapareciendo un gran número de materiales debido a su baja resistencia a la tracción, ya que es clave mantener la estructura asegurando el funcionamiento del proceso.

Obtenemos 2579 de 4243 resultados y para ello es necesario seguir aplicando criterios con el fin de obtener el material que cumpla con todos los requisitos.

### 2.3. Resistencia a fatiga

La resistencia a la fatiga es un aspecto clave a tener en cuenta en la selección del material, ya que se refiere a la capacidad de un material para resistir el fallo bajo un numero de cargas aplicadas.

El material es importante que tenga una buena resistencia a la fatiga, ya que durante todo el proceso de centrifugado el recipiente está sometido a ciertas cargas durante el proceso de aceleración y rotación.

A su vez, este nos debe de proporcionar una buena resistencia a la fatiga para que el recipiente tenga una larga vida útil, es decir, que resista una mayor numero de ciclos de carga.

La fatiga puede producir fisuras o grietas en el interior del recipiente, perjudicando así su integridad estructural y poniendo en riesgo la seguridad de toda la máquina.

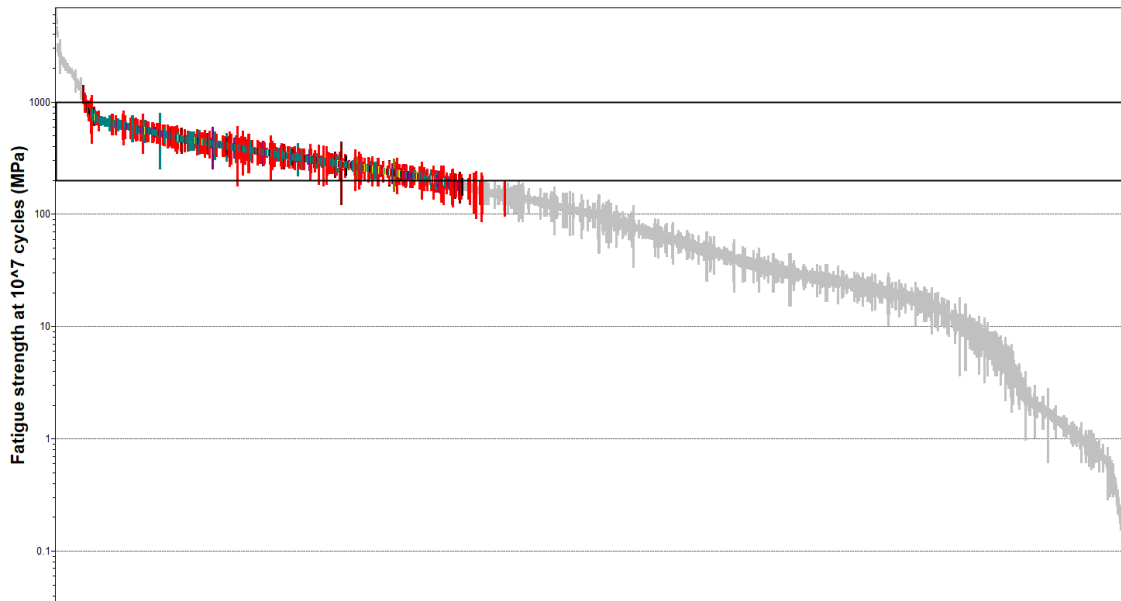


Figura 51.- Gráfico de resistencia a la fatiga (10 – 80 MPa)

En la gráfica mostrada se puede apreciar que todavía se dispone de 1311 de 4243 resultados, por lo que se demuestra que la resistencia a fatiga tiene un papel importante en la seguridad y durabilidad de la cesta o recipiente, proporcionando una larga vida útil y una prevención de fallos.

Una vez aplicados estos tres requisitos fundamentales, podemos observar que el diseño del recipiente deberá de ser un diseño robusto con el fin de minimizar cualquier tipo de riesgo.

## 2.4. Resistencia a la corrosión

La resistencia a la corrosión en nuestra pieza de estudio es imprescindible, ya que toda la viruta está impregnada de taladrina, que es una mezcla de agua con aceite. Es

necesario que este material tenga la capacidad de resistir a la degradación o deterioro expuesto al agua y restos de líquidos.

Para la resistencia a la corrosión se aplica un límite de durabilidad respecto a la corrosión, aplicando una excelente resistencia al agua dulce.

▼ Durability	
Water (fresh)	Excellent
Water (salt)	
Weak acids	
Strong acids	
Weak alkalis	
Strong alkalis	
Organic solvents	
Oxidation at 500C	
UV radiation (sunlight)	
Galling resistance (adhesive wear)	
Flammability	

Figura 52.- Límite de resistencia de los materiales a la corrosión

Al aplicar este límite de resistencia a la corrosión de líquidos todavía destacan 854 materiales a escoger, por lo que hay que seguir insistiendo en escoger un material que en este caso no sea relativamente alto de precio.

## 2.5. Bajo coste

Por último, el precio de un material puede influir en el diseño de la cesta de la centrifugadora, pero nunca debería de ser un factor determinante al seleccionar un material.

Para ello se ha obtenido un equilibrio de filtros aplicados en la base de datos, priorizando un análisis integral que incluya propiedades mecánicas, químicas y de resistencias. Y a su vez, que no perjudique en el presupuesto final del presente proyecto.

Es importante destacar que el precio no es un factor determinante, pero a la hora de realizar un proyecto hay que tenerlo en cuenta.

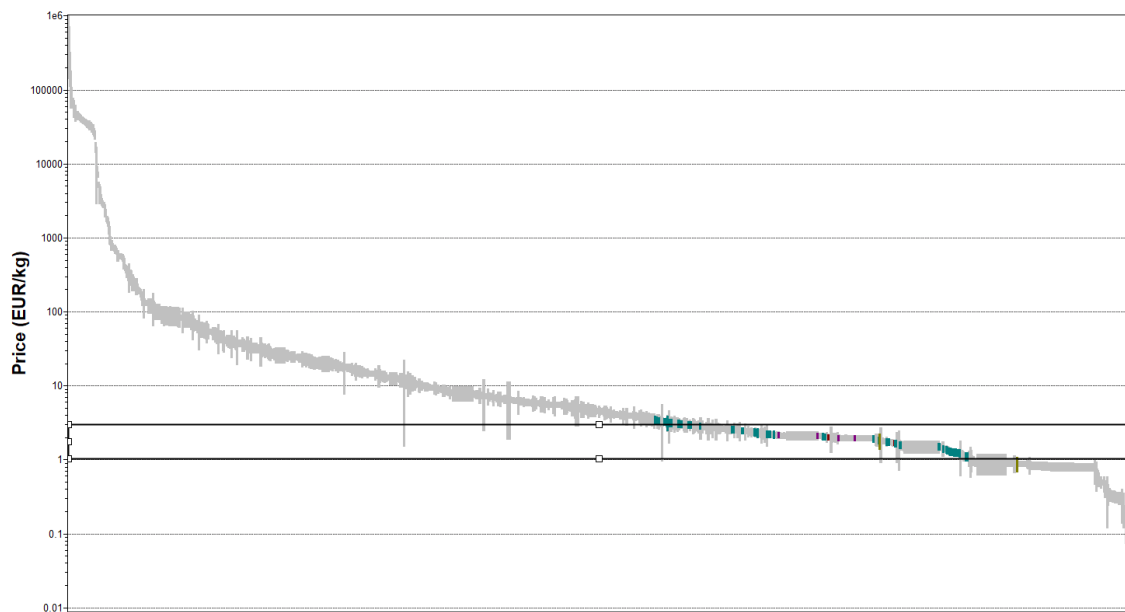


Figura 53.- Gráfico del precio (1 – 5 €/kg)

En la figura 27 podemos apreciar los últimos 113 de 4243 resultados obtenidos y que han sobrepasado los requisitos, aplicando un rango de precio de entre 1 y 5 €/kg.

En la siguiente figura, se observa que la gran familia que predomina al resto de materiales es el acero inoxidable.

- Nombre
- Aluminum, 6111, T62
- Aluminum, A206.0, permanent mold...
- Cast iron, austenitic (nodular), EN GJ...
- Cast iron, austenitic (nodular), EN GJ...
- Cast iron, austenitic (nodular), EN GJ...
- Coated steel, stainless steel, terne c...
- Polyester/E-glass fiber, pultruded rod
- Polyester/E-glass fiber, woven fabric...
- Ramie fiber
- Sisal fiber
- Stainless steel, austenitic, AISI 201, ...
- Stainless steel, austenitic, AISI 201, ...
- Stainless steel, austenitic, AISI 201, ...
- Stainless steel, austenitic, AISI 201, ...
- Stainless steel, austenitic, AISI 201, ...
- Stainless steel, austenitic, AISI 201L...
- Stainless steel, austenitic, AISI 201L...
- Stainless steel, austenitic, AISI 202, ...
- Stainless steel, austenitic, AISI 202, ...
- Stainless steel, austenitic, AISI 202, ...
- Stainless steel, austenitic, AISI 204-...
- Stainless steel, austenitic, AISI 205, ...
- Stainless steel, austenitic, AISI 216, ...

Figura 54.- Resultados obtenidos de las distintas familias

El material escogido en este caso es el Stainless Steel AISI 304, se trata del acero inoxidable más utilizado en el mercado. Por lo que será de fácil fabricación ya que se dispone de este material en todo el mundo.

## 2.5. Acero inoxidable

El material escogido para el diseño de la cesta interna de la centrifugadora es el acero inoxidable (Stainless Steel AISI 304).

Cabe destacar que el acero inoxidable puede ser más costoso en comparación de otro material, pero el beneficio obtenido es clave a la hora de justificar su elección.

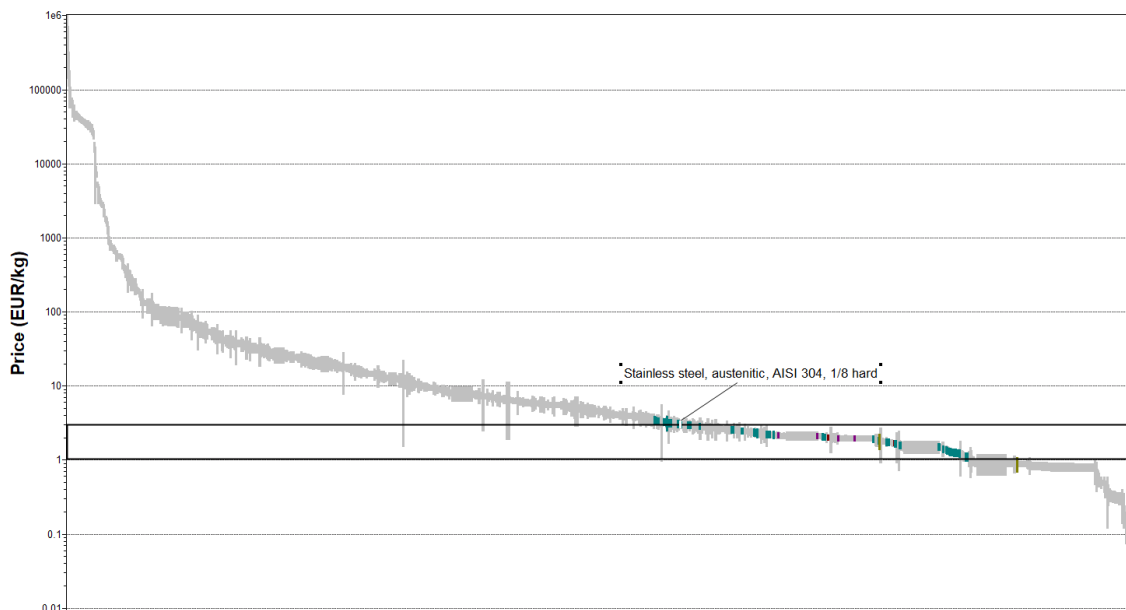


Figura 55.- Gráfico final del material elegido (Stainless Steel)

El acero inoxidable es una aleación de hierro que contiene un  $>10,5\%$  de cromo y un  $<1,2\%$  de carbono. Utiliza el código de AISI 304 con una densidad de  $7,6 \text{ g/cm}^3$ . Su estructura es austenítica, esto es lo que le da esa función de inoxidable al acero.

El acero inoxidable nos proporciona una alta resistencia mecánica, puede soportar las fuerzas centrífugas generadas durante todo el proceso sin sufrir deformaciones o roturas.

Se trata de un acero altamente resistente a la corrosión, esto es muy importante dado que el recipiente estará en continuo contacto con líquidos y productos químicos, como es en este caso la taladrina. Además, es adecuado para una amplia variedad de aplicaciones.

El acero inoxidable tiene una gran capacidad de resistencia al desgaste, esto nos proporciona una larga durabilidad sin obtener costes por mantenimiento o rediseño del recipiente.

Tiene buenas propiedades térmicas, esto hace que pueda resistir a cambios de temperatura sin perjudicar su estructura interna.

El acero inoxidable tiene una amplia disponibilidad en el mercado, facilitando el suministro de este material.

Debido a todas estas ventajas que nos ofrece el acero inoxidable, se dispone a diseñar el recipiente interno donde irán situadas las virutas con la taladrina.

### **3.- Cálculos iniciales**

Para realizar un cálculo preciso sobre el presente diseño de la centrifugadora, se ha realizado un pequeño estudio previo de una lavadora estándar doméstica, con el fin de comparar y conocer el proceso del centrifugado, así como las revoluciones necesarias y la fuerza que ejerce al centrifugar. El centrifugado de una lavadora es exactamente igual que el presente proyecto, con la diferencia de que el material que centrifuga la lavadora en el interior es tela y el de la centrifugadora es acero.

Ya que se desconoce de revoluciones y fuerzas que ejerce una centrifugadora, se realiza dicho estudio comparativo con el fin de obtener unos resultados de partida.

Para ello se han tomado los siguientes datos como referencia en el proceso de centrifugado de una lavadora:

$n$  = revoluciones por minuto de una lavadora en el centrifugado = 800-1200 rpm

Se necesita conocer la velocidad angular de la lavadora cuando está centrifugando y la aceleración centrípeta que ejerce en el proceso.

$\omega$  = Velocidad angular

$$\omega_1 = 2\pi \cdot \left(\frac{800}{60}\right) = 83,77 \frac{rad}{s}$$

$$\omega_2 = 2\pi \cdot \left(\frac{1200}{60}\right) = 125,66 \frac{rad}{s}$$

$\alpha_r$  = Aceleración centrípeta

$$\alpha_r = \omega^2 \cdot r$$

$$\alpha_{r_1} = 83,77^2 \cdot \frac{0,5}{2} = 1754,35 \text{ m/s}^2$$

$$\alpha_{r_2} = 125,66^2 \cdot \frac{0,5}{2} = 3947,6 \text{ m/s}^2$$

$\eta$  = número de veces la gravedad para centrifugar

$$\eta_1 = \frac{1754,35}{9,8} = 176,97 \simeq 177$$

$$\eta_2 = \frac{3947,6}{9,8} = 402,9 \simeq 400$$

La velocidad el centrifugado depende de muchos factores, como puede ser la naturaleza del material a centrifugar, el tamaño del material que se introduce en el tambor, así como el objetivo del proceso.

El centrifugado de ropa en una lavadora se recomienda utilizar revoluciones altas, ya que el objetivo de este es separar la máxima cantidad de agua de las prendas de ropa.

Tanto el centrifugado de ropa como el centrifugado del presente proyecto tiene el mismo objetivo, es por ello que se hará uso del máximo de revoluciones por minuto en el proceso de centrifugado, con el fin de abastecer las necesidades del presente proyecto.

A continuación, se procede a realizar los cálculos necesarios aplicados al diseño de la centrifugadora para virutas de acero.

### 3.1 Aceleración centrípeta

La aceleración centrípeta y la fuerza centrípeta son conceptos relacionados en el movimiento de un objeto en un movimiento circular.

La aceleración centrípeta es una aceleración real que un objeto necesita para mantener un movimiento circular, causando un cambio en la dirección de la velocidad de dicho objeto. Es decir, son fuerzas que atraen a los objetos hacia un centro y producen concentración.

La fuerza centrípeta y la gravedad están relacionadas, ya que está también influye en el objeto mientras hay un movimiento circular.

Todos los cálculos se realizan teniendo en cuenta ambos radios del recipiente, el radio más desfavorable y el radio más lejano.

Las revoluciones que se aplicarán al proceso de centrifugado son 1200 rpm, con un diámetro de tambor externo de 400mm y un diámetro de tambor interno de 70mm.

Una vez obtenida la velocidad angular, mediante la siguiente formula se obtiene la aceleración centrípeta.

$$\alpha_R = \omega^2 \cdot r$$

Dónde:

R1 = Radio externo = 0,140m

R2 = Radio interno = 0,04m

$$\alpha_{r_1} = 125,66^2 \cdot \frac{0,140}{2} = 1105,33 \text{ m/s}^2$$

$$\alpha_{r_2} = 125,66^2 \cdot \frac{0,04}{2} = 315,33 \text{ m/s}^2$$

Por último, debemos conocer cuantas veces se ha de multiplicar la gravedad para centrifugar todo el material que hay en el interior del tambor y conseguir empujar todas las virutas a la pared externa del tambor.



$$\eta_1 = \frac{1105.33}{9,8} = 114.78 \simeq 115 \text{ rpm}$$

$$\eta_2 = \frac{315.33}{9,8} = 32.17 \simeq 33 \text{ rpm}$$

### 3.2 Comprobación en SolidWorks

En la siguiente figura 7, se observa mediante la herramienta de propiedades físicas que nos facilita el SolidWorks, el volumen diseñado de la cesta obtenido es de 15716 cm<sup>3</sup>.

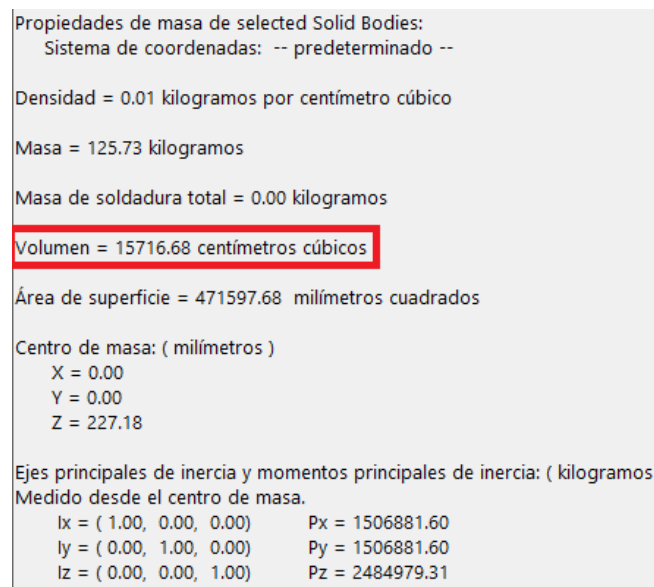


Figura 56.- Propiedades físicas del interior de la cesta

El volumen obtenido indica que, si se llena de viruta todo el interior de la cesta, está pesará 11.55 kg sin contar el peso de la cesta.

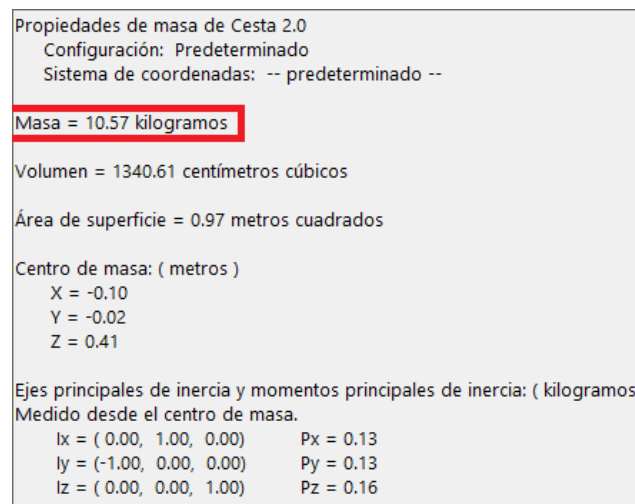


Figura 57.- Propiedades físicas de la cesta

El peso de la cesta es de 10.57 kg y el peso de la viruta que se deposita en el interior es de 11,55kg. La suma de ambos pesos es de 22,12kg, lo cual quiere decir que está dentro de los requisitos iniciales de no superar los 25kg de manipulación del operario.

#### 4.- Estimación de la potencia del motor

En este apartado se indican los cálculos estimados previos al diseño, con el fin de obtener una referencia para realizar un diseño acorde al estudio realizado. Cabe recalcar que los valores obtenidos no son los valores finales con los que se realizará el diseño, son valores estimados.

El objetivo final de los cálculos estimados es obtener un motor que nos proporcione un par motor y una potencia para hacer girar todos los componentes que conlleva una centrifugadora.

Para el cálculo del par motor se hace uso de la siguiente fórmula:

$$T = I \cdot \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

Dónde:

T = Par necesario (Nm)

I = Momento de inercia (kg·m<sup>2</sup>)

$\omega$  = Velocidad angular (rad/s)

$t$  = Tiempo en alcanzar la velocidad angular (s)

Para obtener la potencia del motor:

$$Potencia = T \cdot \omega$$

Dónde:

$T$  = Par necesario

$\omega$  = Velocidad angular

Como se puede apreciar, ambas fórmulas están relacionadas con el momento de inercia de los componentes que tiene que hacer girar el motor durante el proceso de centrifugado, que son los siguientes:

$$Cesta + Pre cesta + Eje + Viruta$$

A continuación, se dispone a calcular la estimación del momento de inercia de los componentes comentados anteriormente.

#### 4.1 Momento de inercia de la cesta

Para obtener el momento de inercia es necesario conocer el volumen y la masa de cada elemento que compone la geometría de la cesta.

La geometría de la cesta está compuesta por lo siguiente:

Un cilindro delgado con espesor de pared despreciable, un cilindro de pared gruesa sin tapas y una base con forma de disco.

“Referencia bibliográfica”: SlideShare, «Momentos de inercia,» 18-01-2024.

Disponible:

<https://es.slideshare.net/slideshow/tabla-momento-de-inercia-slidos-rigidos/60634442>.

### 4.1.1 Cilindro exterior delgado

El momento de inercia de un cilindro exterior delgado es:

$$I = M \cdot R^2$$

La masa se obtiene a partir de su densidad y de su volumen. El volumen de un cilindro delgado es el siguiente:

$$V = 2\pi \cdot R \cdot L \cdot t$$

La masa se obtiene de la siguiente manera:

$$M = \rho \cdot V = \rho \cdot 2\pi \cdot R \cdot L \cdot t$$

Para ello se necesita conocer la densidad del material ( $\rho$ ), la altura del tubo ( $L$ ) y el radio ( $R$ ).

$$R = 0.15 \text{ m}$$

$$L = 0.5 \text{ m}$$

$$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$$

$$t = \text{Espesor de la pared} = 1.5\text{mm} = 0.0015 \text{ m}$$

Primero, se calcula el volumen del cilindro:

$$V = 2\pi \cdot 0.15 \cdot 0.5 \cdot 0.0015 = 0.00235 \text{ m}^3$$

A continuación, la masa del cilindro:

$$M = 7800 \cdot 0.00235 = 18.37 \text{ kg}$$

Sustituyendo la masa  $M$  en la fórmula de la inercia, obtenemos que:

$$I = (\rho \cdot 2\pi \cdot R \cdot L \cdot t) \cdot R^2 = \rho \cdot 2\pi \cdot L \cdot t \cdot R^3$$

$$I = 7800 \cdot 2\pi \cdot 0.5 \cdot 0.0015 \cdot 0.15^3 = \mathbf{0.124 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}$$

El momento de inercia del cilindro exterior con pared delgada es aproximadamente de  $0.124 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ .

#### 4.1.2 Cilindro interior

El momento de inercia de un cilindro interior de pared gruesa sin tapas se calcula de la siguiente forma:

$$I = \frac{1}{2} \cdot M \cdot (R_{int}^2 + R_{ext}^2)$$

El volumen de un cilindro interior con pared gruesa es el siguiente:

$$V = \pi \cdot L \cdot (R_{ext}^2 - R_{int}^2)$$

La masa se obtiene de la siguiente manera:

$$M = \rho \cdot V = \rho \cdot V \cdot L \cdot (R_{ext}^2 - R_{int}^2)$$

Para ello se necesita conocer la densidad del material ( $\rho$ ), la altura del tubo ( $L$ ) y los radios internos ( $R_{int}$ ) y externos ( $R_{ext}$ ).

$$R_{int} = 0.020 \text{ m}$$

$$R_{ext} = 0.025 \text{ m}$$

$$L = 0.5 \text{ m}$$

$$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$$

Primero, se calcula el volumen del cilindro:

$$V = \pi \cdot 0.5 \cdot (0.025^2 - 0.020^2) = 0.0003534 \text{ m}^3$$

A continuación, la masa del cilindro:

$$M = 7800 \cdot 0.00486 = 2.75 \text{ kg}$$

Finalmente, el momento de inercia del cilindro externo:

$$I = \frac{1}{2} \cdot 2.75 \cdot (0.025^2 + 0.020^2) = \mathbf{0.00140 \text{ kg}\cdot\text{m}^2}$$

El momento de inercia del cilindro interior es aproximadamente de  $0.00140 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ .

### 4.1.3 Base

El momento de inercia de un disco macizo delgado para la base se calcula de la siguiente forma:

$$I = \frac{1}{2} \cdot M \cdot R^2$$

El volumen de un cilindro interior con pared gruesa es el siguiente:

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot t$$

La masa se obtiene de la siguiente manera:

$$M = \rho \cdot V = \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot t$$

Para ello se necesita conocer la densidad del material ( $\rho$ ), el radio de la base ( $R$ ) y el espesor de la base ( $t$ ).

$$R = 0.15 \text{ m}$$

$$t = 0.015 \text{ m}$$

$$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$$

Primero, se calcula el volumen del cilindro:

$$V = \pi \cdot 0.15^2 \cdot 0.015 = 0.00106 \text{ m}^3$$

A continuación, la masa del cilindro:

$$M = 7800 \cdot 0.00106 = 8.27 \text{ kg}$$

Finalmente, el momento de inercia del cilindro externo:

$$I = \frac{1}{2} \cdot 8.27 \cdot 0.15^2 = \mathbf{0.0930 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}$$

El momento de inercia del disco que forma la base es aproximadamente de 0.00930 kg·m<sup>2</sup>.

## 4.2 Momento de inercia de la pre cesta

Para obtener el momento de inercia de la pre cesta se efectúa con el mismo procedimiento que la cesta. Es necesario conocer el volumen y la masa de cada elemento que compone la geometría de la cesta.

Dicha geometría de la pre cesta está compuesta por lo siguiente:

Un cilindro delgado con espesor de pared despreciable y una base con forma de disco.

### 4.2.1 Cilindro exterior delgado

El momento de inercia de un cilindro exterior delgado es:

$$I = M \cdot R^2$$

La masa se obtiene a partir de su densidad y de su volumen. El volumen de un cilindro delgado es el siguiente:

$$V = 2\pi \cdot R \cdot L \cdot t$$

La masa se obtiene de la siguiente manera:

$$M = \rho \cdot V = \rho \cdot 2\pi \cdot R \cdot L \cdot t$$

Para ello se necesita conocer la densidad del material ( $\rho$ ), la altura del tubo ( $L$ ) y el radio ( $R$ ).

$$R = 0.2 \text{ m}$$

$$L = 0.5 \text{ m}$$

$$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$$

$$t = \text{Espesor de la pared} = 2 \text{ mm} = 0.002 \text{ m}$$

Primero, se calcula el volumen del cilindro:

$$V = 2\pi \cdot 0.2 \cdot 0.5 \cdot 0.002 = 0.00125 \text{ m}^3$$

A continuación, la masa del cilindro:

$$M = 7800 \cdot 0.00125 = 9.80 \text{ kg}$$

Sustituyendo la masa  $M$  en la fórmula de la inercia, obtenemos que:

$$I = (\rho \cdot 2\pi \cdot R \cdot L \cdot t) \cdot R^2 = \rho \cdot 2\pi \cdot L \cdot t \cdot R^3$$

$$I = 7800 \cdot 2\pi \cdot 0.5 \cdot 0.002 \cdot 0.2^3 = \mathbf{0.196 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}$$

El momento de inercia del cilindro exterior con pared delgada es aproximadamente de  $0.196 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ .

#### 4.2.2 Base

El momento de inercia de un disco macizo delgado para la base se calcula de la siguiente forma:

$$I = \frac{1}{2} \cdot M \cdot R^2$$

El volumen de un cilindro interior con pared gruesa es el siguiente:

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot t$$

La masa se obtiene de la siguiente manera:

$$M = \rho \cdot V = \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot t$$

Para ello se necesita conocer la densidad del material ( $\rho$ ), el radio de la base ( $R$ ) y el espesor de la base ( $t$ ).

$$R = 0.2 \text{ m}$$

$$t = 0.015 \text{ m}$$

$$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$$

Primero, se calcula el volumen del cilindro:

$$V = \pi \cdot 0.2^2 \cdot 0.015 = 0.00188 \text{ m}^3$$

A continuación, la masa del cilindro:

$$M = 7800 \cdot 0.00188 = 14.70 \text{ kg}$$



Finalmente, el momento de inercia del cilindro externo:

$$I = \frac{1}{2} \cdot 14.70 \cdot 0.2^2 = \mathbf{0.294 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}$$

El momento de inercia del disco que forma la base es aproximadamente de  $0.294 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ .

### 4.3 Momento de inercia del eje

La geometría del eje es un cilindro macizo alrededor de su eje central. Para obtener el momento de inercia del eje se hace uso de la fórmula correspondiente que se indicará a continuación.

La fórmula adecuada para el cálculo del momento de inercia de un cilindro macizo es la siguiente:

$$I = \frac{1}{2} \cdot M \cdot R^2$$

El volumen de un cilindro macizo es el siguiente:

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot H$$

La masa se obtiene de la siguiente manera:

$$M = \rho \cdot V = \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot H$$

Para ello se necesita conocer la densidad del material ( $\rho$ ), el radio del cilindro ( $R$ ) y la altura del eje ( $H$ ).

$$R = 0.05 \text{ m}$$

$$H = 0.4 \text{ m}$$

$$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$$

Primero, se calcula el volumen del cilindro:

$$V = \pi \cdot 0.05^2 \cdot 0.4 = 0.0031 \text{ m}^3$$

A continuación, la masa del cilindro:

$$M = 7800 \cdot 0.0031 = 24.50 \text{ kg}$$

Finalmente, el momento de inercia del cilindro:

$$I = \frac{1}{2} \cdot 24.5 \cdot 0.05^2 = \mathbf{0.0306 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}$$

El momento de inercia del disco que forma la base es aproximadamente de 0.0306 kg·m<sup>2</sup>.

#### 4.4 Momento de inercia de la viruta

Para el cálculo del momento de inercia de la viruta en el interior de la cesta, se aplica la geometría de un cilindro externo con pared despreciable y un cilindro macizo central. Esto hará que la viruta ocupe todo el volumen restante de la geometría que forma la cesta.

Para calcular el momento de inercia de la viruta se hace uso de la siguiente ecuación:

$$I = \frac{1}{2} \cdot M \cdot (R_{ext}^4 - R_{int}^4) \cdot H$$

El volumen que ocupara la viruta en la cesta es el siguiente:

$$V = \left( \frac{\pi \cdot D_{ext}^2}{4} - \frac{\pi \cdot D_{int}^2}{4} \right) \cdot H$$

La masa se obtiene mediante la densidad aparente y su volumen:

$$M = \rho_{ap} \cdot V$$

Dónde:

$$D_{ext} = 0.3 \text{ m}$$

$$D_{int} = 0.05 \text{ m}$$

$$H = 0.4 \text{ m}$$

$$\rho_{ap} = 1.36 \text{ g/ml} = 1360 \text{ kg/m}^3$$

Primero, se calcula el volumen:

$$V = \left( \frac{\pi \cdot 0.3^2}{4} - \frac{\pi \cdot 0.05^2}{4} \right) \cdot 0.4 = 0.00821 \text{ m}^3$$

A continuación, la masa del cilindro:

$$M = 7800 \cdot 0.00821 = 64.04 \text{ kg}$$

Finalmente, el momento de inercia del cilindro:

$$I = \frac{1}{2} \cdot M \cdot (R_{ext}^4 - R_{int}^4) \cdot H$$
$$I = \frac{1}{2} \cdot 64.04 \cdot (0.15^4 - 0.025^4) \cdot 0.4$$
$$I = 0.00647 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

El momento de inercia de la viruta es de aproximadamente de 0.00647 kg·m<sup>2</sup>.

El momento de inercia total es la suma de todos los momentos de inercias calculados anteriormente.

$$I_{total} = I_{cesta} + I_{precesta} + I_{eje} + I_{viruta}$$
$$I_{total} = 0.745 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

## 4.5 Par motor

Para el cálculo del par motor se hace uso de la siguiente fórmula:

$$T = I \cdot \frac{\Delta w}{\Delta t}$$

Dónde:

T = Par necesario (Nm)

I = Momento de inercia (kg·m<sup>2</sup>)

Aw = Velocidad angular (rad/s)

$A_t$  = Tiempo en alcanzar la velocidad angular (s)

Los valores utilizados para el cálculo estimado del par motor y de la potencia del motor son los siguientes:

$n$  = revoluciones por minuto = 1200 rpm

$A_t$  = 4 segundos

Se necesita conocer la velocidad angular cuando esté centrifugando:

$\omega$  = Velocidad angular

$$\omega_2 = 2\pi \cdot \left(\frac{1200}{60}\right) = 125,66 \frac{rad}{s}$$

Por lo tanto:

$$T = I \cdot \frac{\Delta w}{\Delta t}$$

$$T = 0,745 \cdot \frac{125,66}{4}$$

$$T = 23,40 Nm$$

## 4.6 Potencia del motor

Para obtener la potencia estimada del motor:

$$Potencia = T \cdot w$$

Dónde:

$T$  = Par necesario

$w$  = Velocidad angular

$$Potencia = 23,40 \cdot 125,66 = 2940,96 W = \mathbf{2,94 kw}$$

---

## 5.- Cálculo de la potencia del motor

A diferencia del apartado → 2.1 *Estimación de la potencia del motor*, están detallados los cálculos estimados para un diseño inicial de la cesta y el resto de sus componentes.

En este apartado están reflejados los cálculos finales con el fin de obtener un diseño final de la cesta y sus componentes, acordes con los requisitos previos establecidos como son las dimensiones de la cesta y el peso total de la cesta incluyendo la viruta introducida en su interior.

Para obtener los cálculos del motor es necesario realizar los mismos cálculos como son el momento de inercia, pero con los datos de las dimensiones que se han de utilizar para el diseño de la cesta y el resto de los componentes.

### 5.1 Momento de inercia de la cesta

En el presente apartado se detalla los cálculos reales al proceso de obtención de la potencia del motor para hacer girar la máquina durante el proceso de centrifugado.

Como se ha comentado anteriormente, este proceso se realiza de manera idéntica que en el apartado Anexo I → *Cálculos justificativos*; 4.- Estimación de la potencia del motor, con la diferencia de sustituir en las ecuaciones correspondientes por el valor escogido para el diseño final.

El material empleado para el diseño de la cesta es de Acero inoxidable AISI 304

#### 5.1.1 Cilindro exterior delgado

El momento de inercia de un cilindro exterior delgado es:

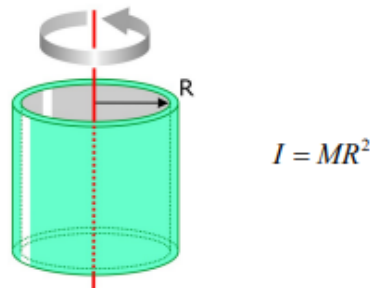


Figura 58.- Cilindro hueco respecto al eje

La masa se obtiene a partir de su densidad y de su volumen. El volumen de un cilindro delgado es el siguiente:

$$V = 2\pi \cdot R \cdot L \cdot t$$

La masa se obtiene de la siguiente manera:

$$M = \rho \cdot V = \rho \cdot 2\pi \cdot R \cdot L \cdot t$$

Para ello se necesita conocer la densidad del material ( $\rho$ ), la altura del tubo ( $L$ ) y el radio ( $R$ ).

$$R = 0.19 \text{ m}$$

$$L = 0.25 \text{ m}$$

$$\rho = 8000 \text{ kg/m}^3$$

$$t = \text{Espesor de la pared} = 1.5\text{mm} = 0.0015 \text{ m}$$

Primero, se calcula el volumen del cilindro:

$$V = 2\pi \cdot 0.19 \cdot 0.25 \cdot 0.0015 = 0.00044 \text{ m}^3$$

A continuación, la masa del cilindro:

$$M = 8000 \cdot 0.00044 = 3.49 \text{ kg}$$

Sustituyendo la masa  $M$  en la fórmula de la inercia, obtenemos que:

$$I = (\rho \cdot 2\pi \cdot R \cdot L \cdot t) \cdot R^2 = \rho \cdot 2\pi \cdot L \cdot t \cdot R^3$$

$$I = 7800 \cdot 2\pi \cdot 0.25 \cdot 0.0015 \cdot 0.19^3 = \mathbf{0.126 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}$$

El momento de inercia del cilindro exterior con pared delgada es aproximadamente de  $0.126 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ .

### 5.1.2 Cilindro interior

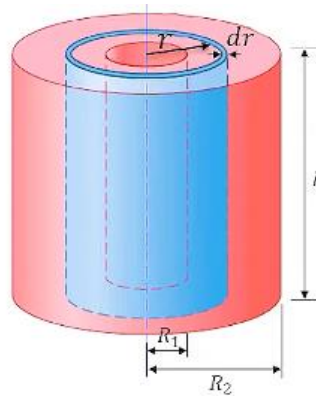


Figura 59.- Cilindro interior de pared gruesa

La expresión para poder obtener el momento de inercia es la siguiente:

$$I = \int r^2 \cdot dm$$

En este caso, el diferencial de la masa no se conoce por lo que se sustituye por el diferencial del radio, que este si se puede obtener.

Basándose en la figura 6 sabemos que:

$$\rho = \frac{dm}{dV}$$

$$dm = \rho \cdot dV = \rho(2 \cdot \pi \cdot r \cdot L \cdot dr)$$

Sustituyendo en la integral se obtiene la ecuación a desarrollar:

$$I = \int_{R_1}^{R_2} r^2 \cdot \rho(2 \pi r L dr)$$

$$I = 2 \pi \rho L \int_{R_1}^{R_2} r^3 dr$$

$$I = \frac{2 \pi \rho L r^4}{4} \Big|_{R_1}^{R_2}$$

$$I = \frac{2 \pi \rho L R_2^4}{4} - \frac{2 \pi \rho L R_1^4}{4}$$

$$I = \frac{\pi \rho L}{2} \cdot (R_2^4 - R_1^4) = \frac{\pi \rho L}{2} \cdot (R_2^2 - R_1^2) \cdot (R_2^2 + R_1^2)$$

Dónde:

$\rho$  = densidad en función del radio

$$\rho = \frac{M}{V}$$

El volumen del cilindro hueco que forma la pared con el grosor es:

$$V = \pi \cdot L(R_2^2 - R_1^2)$$

Sustituyendo en la ecuación:

$$\rho = \frac{M}{\pi \cdot L(R_2^2 - R_1^2)}$$

$$I = \frac{M}{\pi \cdot L(R_2^2 - R_1^2)} \cdot \frac{\pi L}{2} \cdot (R_2^2 - R_1^2) \cdot (R_2^2 + R_1^2)$$

Simplificando la ecuación:

$$I = \frac{1}{2} \cdot M \cdot (R_{int}^2 + R_{ext}^2)$$

El volumen de un cilindro interior con pared gruesa es el siguiente:

$$V = \pi \cdot L \cdot (R_{ext}^2 - R_{int}^2)$$



La masa se obtiene de la siguiente manera:

$$M = \rho \cdot V = \rho \cdot V \cdot L \cdot (R_{ext}^2 - R_{int}^2)$$

Para ello se necesita conocer la densidad del material ( $\rho$ ), la altura del tubo ( $L$ ) y los radios internos ( $R_{int}$ ) y externos ( $R_{ext}$ ).

$$R_{int} = 0.08 \text{ m}$$

$$R_{ext} = 0.07 \text{ m}$$

$$L = 0.25 \text{ m}$$

$$\rho = \text{densidad del acero inoxidable} = 8000 \text{ kg/m}^3$$

Primero, se calcula el volumen del cilindro:

$$V = \pi \cdot 0.25 \cdot (0.08^2 - 0.07^2) = 0.00118 \text{ m}^3$$

A continuación, la masa del cilindro:

$$M = 8000 \cdot 0.00118 = 9.44 \text{ kg}$$

Finalmente, el momento de inercia del cilindro externo:

$$I = \frac{1}{2} \cdot 9.44 \cdot (0.07^2 + 0.08^2) = \mathbf{0.052 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}$$

El momento de inercia del cilindro interior es aproximadamente de  $0.052 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ .

### 5.1.3 Base

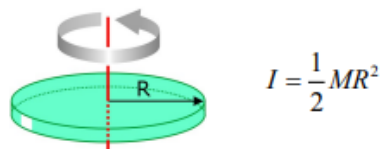


Figura 60.- Disco delgado

El momento de inercia de un disco macizo delgado para la base se calcula de la siguiente forma:

$$I = \frac{1}{2} \cdot M \cdot R^2$$

El volumen de un cilindro interior con pared gruesa es el siguiente:

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot t$$

La masa se obtiene de la siguiente manera:

$$M = \rho \cdot V = \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot t$$

Para ello se necesita conocer la densidad del material ( $\rho$ ), el radio de la base ( $R$ ) y el espesor de la base ( $t$ ).

$$R = 0.19 \text{ m}$$

$$t = 0.015 \text{ m}$$

$$\rho = \text{densidad del acero inoxidable} = 8000 \text{ kg/m}^3$$

Primero, se calcula el volumen del cilindro:

$$V = \pi \cdot 0.19^2 \cdot 0.015 = 0.0017 \text{ m}^3$$

A continuación, la masa del cilindro:

$$M = 8000 \cdot 0.0017 = 13.6 \text{ kg}$$

Finalmente, el momento de inercia del cilindro externo:

$$I = \frac{1}{2} \cdot 13.6 \cdot 0.19^2 = 0.24 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

El momento de inercia del disco que forma la base es aproximadamente de  $0.24 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ .

## 5.2 Momento de inercia de la pre cesta

El material empleado para el diseño de la pre cesta es de Aluminio 6061. La geometría de la pre cesta está compuesta por lo siguiente:

Un cilindro delgado con espesor de pared despreciable y una base con forma de disco.

### 5.2.1 Cilindro exterior delgado

El momento de inercia de un cilindro exterior delgado es:

$$I = M \cdot R^2$$

La masa se obtiene a partir de su densidad y de su volumen. El volumen de un cilindro delgado es el siguiente:

$$V = 2\pi \cdot R \cdot L \cdot t$$

La masa se obtiene de la siguiente manera:

$$M = \rho \cdot V = \rho \cdot 2\pi \cdot R \cdot L \cdot t$$

Para ello se necesita conocer la densidad del material ( $\rho$ ), la altura del tubo ( $L$ ) y el radio ( $R$ ).

$$R = 0.225 \text{ m}$$

$$L = 0.16 \text{ m}$$

$$\rho = \text{densidad del aluminio} = 2699 \text{ kg/m}^3$$

$$t = \text{Espesor de la pared} = 2 \text{ mm} = 0.015 \text{ m}$$

Primero, se calcula el volumen del cilindro:

$$V = 2\pi \cdot 0.225 \cdot 0.16 \cdot 0.015 = 0.0034 \text{ m}^3$$

A continuación, la masa del cilindro:

$$M = 2699 \cdot 0.0034 = 9.17 \text{ kg}$$

Sustituyendo la masa  $M$  en la fórmula de la inercia, obtenemos que:

$$I = (\rho \cdot 2\pi \cdot R \cdot L \cdot t) \cdot R^2 = \rho \cdot 2\pi \cdot L \cdot t \cdot R^3$$

$$I = 2699 \cdot 2\pi \cdot 0.16 \cdot 0.015 \cdot 0.225^3 = \mathbf{0.46 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}$$

El momento de inercia del cilindro exterior con pared delgada es aproximadamente de  $0.46 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ .

### 5.2.2 Base

El momento de inercia de un disco macizo delgado para la base se calcula de la siguiente forma:

$$I = \frac{1}{2} \cdot M \cdot R^2$$

El volumen de un cilindro interior con pared gruesa es el siguiente:

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot t$$

La masa se obtiene de la siguiente manera:

$$M = \rho \cdot V = \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot t$$

Para ello se necesita conocer la densidad del material ( $\rho$ ), el radio de la base ( $R$ ) y el espesor de la base ( $t$ ).

$$R = 0.225 \text{ m}$$

$$t = 0.015 \text{ m}$$

$$\rho = \text{Densidad del aluminio} = 2699 \text{ kg/m}^3$$

Primero, se calcula el volumen del cilindro:

$$V = \pi \cdot 0.225^2 \cdot 0.015 = 0.0024 \text{ m}^3$$

A continuación, la masa del cilindro:

$$M = 2699 \cdot 0.0024 = 6.477 \text{ kg}$$

Finalmente, el momento de inercia del cilindro externo:

$$I = \frac{1}{2} \cdot 6.477 \cdot 0.225^2 = \mathbf{0.164 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}$$

El momento de inercia del disco que forma la base es aproximadamente de  $0.164 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ .

### 5.3 Momento de inercia del eje

La geometría del eje es un cilindro macizo alrededor de su eje central. Para obtener el momento de inercia del eje se hace uso de la fórmula correspondiente que se indicará a continuación.

El material empleado para el diseño y fabricación del eje de transmisión es de Acero de cementación 15CrNi13, viene detallado en la Memoria → 6.7 Eje de transmisión.

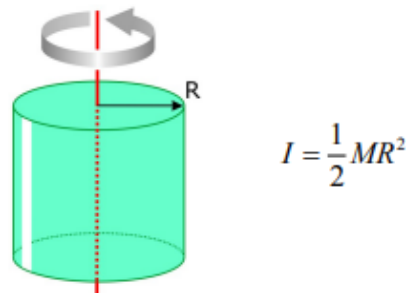


Figura 61.- Cilindro sólido respecto su eje

El volumen de un cilindro macizo es el siguiente:

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot H$$

La masa se obtiene de la siguiente manera:

$$M = \rho \cdot V = \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot H$$

Para ello se necesita conocer la densidad del material ( $\rho$ ), el radio del cilindro ( $R$ ) y la altura del eje ( $H$ ).

$$R = 0.038 \text{ m}$$

$$H = 0.495 \text{ m}$$

$$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$$

Primero, se calcula el volumen del cilindro:

$$V = \pi \cdot 0.038^2 \cdot 0.954 = 0.0043 \text{ m}^3$$

A continuación, la masa del cilindro:

$$M = 7800 \cdot 0.0043 = 33.75 \text{ kg}$$

Finalmente, el momento de inercia del cilindro:

$$I = \frac{1}{2} \cdot 33.75 \cdot 0.038^2 = \mathbf{0.024 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}$$

El momento de inercia del disco que forma la base es aproximadamente de  $0.024 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ .

## 5.4 Momento de inercia de la viruta

Para el cálculo del momento de inercia de la viruta en el interior de la cesta, se aplica la geometría de un cilindro externo con pared despreciable y un cilindro macizo central. Esto hará que la viruta ocupe todo el volumen restante de la geometría que forma la cesta.

Para calcular el momento de inercia de la viruta se hace uso de la siguiente ecuación:

$$I = \frac{1}{2} \cdot M \cdot (R_{ext}^4 - R_{int}^4) \cdot H$$

El volumen que ocupara la viruta en la cesta es el siguiente:

$$V = \left( \frac{\pi \cdot D_{ext}^2}{4} - \frac{\pi \cdot D_{int}^2}{4} \right) \cdot H$$

La masa se obtiene mediante la densidad aparente y su volumen:

$$M = \rho_{ap} \cdot V$$

Dónde:

$$D_{ext} = 0.380 \text{ m}$$

$$D_{int} = 0.08 \text{ m}$$

$$H = 0.25 \text{ m}$$

$$\rho_{ap} = 1.36 \text{ g/ml} = 1360 \text{ kg/m}^3$$

Primero, se calcula el volumen:

$$V = \left( \frac{\pi \cdot 0.38^2}{4} - \frac{\pi \cdot 0.08^2}{4} \right) \cdot 0.25 = 0.027 \text{ m}^3$$

A continuación, la masa del cilindro:

$$M = 1360 \cdot 0.027 = 36.85 \text{ kg}$$

Finalmente, el momento de inercia del cilindro:

$$I = \frac{1}{2} \cdot M \cdot (R_{ext}^4 - R_{int}^4) \cdot H$$

$$I = \frac{1}{2} \cdot 36.85 \cdot (0.19^4 - 0.04^4) \cdot 0.25$$

$$I = 0.006 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

El momento de inercia de la viruta es de aproximadamente de  $0.006 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ .

El momento de inercia total es la suma de todos los momentos de inercias calculados anteriormente.

$$I_{total} = I_{cesta} + I_{precesta} + I_{eje} + I_{viruta}$$

$$I_{total} = 1.072 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

## 5.5 Par motor

Para el cálculo del par motor se hace uso de la siguiente fórmula:

$$T = I \cdot \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

Dónde:

T = Par necesario (Nm)

I = Momento de inercia ( $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ )

$\Delta \omega$  = Velocidad angular (rad/s)

$\Delta t$  = Tiempo en alcanzar la velocidad angular (s)

Los valores utilizados para el cálculo estimado del par motor y de la potencia del motor son los siguientes:

$n =$  revoluciones por minuto = 1200 rpm

$\emptyset =$  diámetro del tambor = 0,38 m

$\Delta t =$  6 segundos

Una aceleración rápida puede aumentar el desgaste de todo el conjunto de componentes de la máquina. Cabe destacar que habrá momentos puntuales en los que la viruta está desequilibrada y esto puede producir riesgo. Para ello, se analiza un tiempo de 6 segundos para alcanzar las revoluciones. Consiguiendo así control y estabilidad en el proceso, así como un menor desgaste en los componentes.

Esta máquina no está diseñada para la producción, lo cual puede permitirse tardar más tiempo en alcanzar las revoluciones en comparación con una máquina diseñada para producir.

La velocidad angular en el momento de centrifugado es la siguiente:

$\omega =$  Velocidad angular

$$\omega_2 = 2\pi \cdot \left(\frac{1200}{60}\right) = 125,66 \frac{rad}{s}$$

Por lo tanto:

$$T = I \cdot \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$T = 1.072 \cdot \frac{125.66}{6}$$

$$T = 22.45 Nm$$



## 5.6 Potencia del motor

Para obtener la potencia estimada del motor:

$$Potencia = T \cdot w$$

Dónde:

T = Par necesario

w = Velocidad angular

$$Potencia = 22.45 \cdot 125.66 = 2821.22 W = \mathbf{2.82 kw}$$

## 6.- Selección del motor

En este apartado se dispone a seleccionar un motor eléctrico que sea adecuado a partir de los cálculos realizados anteriormente. El motor seleccionado debe adaptarse a las necesidades que conlleva el proceso de centrifugado, con el fin de garantizar un rendimiento eficiente y un proceso fiable.

Una buena elección del motor afecta directamente al rendimiento y eficiencia de la máquina, es por lo que, ha de cumplir con ciertos factores particulares, como son las cargas uniformes o desequilibradas en el inicio del proceso de centrifugado, resistencia a dichas condiciones y cumplimiento de las normativas.

Mediante un catálogo de motores eléctricos de 4 polos como se muestra en la Tabla 1, se elige un motor que proporcione una potencia superior a 5.64 kw o un par superior de 44.90 Nm.

“Referencia bibliográfica”: [17] ABB, «Guía de motores eléctricos,» 16 02 2024. Disponible:

<https://www.tercesa.com/wp-content/uploads/2018/10/Motores-el%C3%A9ctricos-ABB.pdf>.

Potencia kW	Tipo de motor	Código de producto	Velocidad rpm	Eficiencia IEC 60034-2-1; 2007			Factor de potencia cos φ	Intensidad			Par			Momento de inercia J = 1/4 GD <sup>2</sup> kgm <sup>2</sup>	Nivel de presión sonora L <sub>pa</sub> Peso kg dB	
				Carga completa 100%	3/4 carga 75%	1/2 carga 50%		I <sub>h</sub> A	I <sub>L</sub> / I <sub>N</sub>	T <sub>H</sub> Nm	T <sub>L</sub> / T <sub>H</sub>	T <sub>b</sub> / T <sub>H</sub>				
1.500 rpm = 4 polos																
400 V 50 Hz																
Diseño CENELEC																
0,25	M2BA	71 MA	3GBA 072 211-**-B	1365	68,3	70,8	69,7	0,81	0,65	3,5	1,74	1,9	2,0	0,00074	10	45
0,37	M2BA	71 MB	3GBA 072 212-**-B	1380	72,4	74,5	74,6	0,83	0,88	4,0	2,5	1,6	2,1	0,00088	11	45
0,55	M2BA	80 MA	3GBA 082 211-**-B	1415	74,5	73,8	70,0	0,73	1,45	5,0	3,7	2,0	2,8	0,00144	15	45
0,75	M2BA	80 MD	3GBA 082 214-**-B	1430	81,0	80,7	77,3	0,73	1,83	5,3	5	2,7	3,2	0,00205	17	50
1,1	M2BA	90 SLB	3GBA 092 212-**-B	1435	83,6	84,5	83,2	0,80	2,3	6,1	7,3	2,7	3,4	0,0044	25	50
1,5	M2BA	90 SLD	3GBA 092 215-**-B	1430	84,3	85,6	84,7	0,83	3	6,3	10	2,7	3,4	0,0053	27	56
2,2	M2BA	100 LC	3GBA 102 213-**-B	1450	85,9	85,1	83,4	0,78	4,7	6,4	14,4	2,9	3,6	0,00948	36	56
3	M2BA	100 LD	3GBA 102 214-**-B	1450	86,8	87,0	85,4	0,79	6,3	7,7	19,7	2,9	3,4	0,011	38	58
4	M2BA	112 MB	3GBA 112 212-**-B	1440	86,8	87,7	87,3	0,81	8,2	7,0	26,5	2,5	2,9	0,0125	44	59
5,3	M2BA	132 SMB	3GBA 132 212-**-B	1400	89,0	89,8	88,9	0,80	11,1	5,9	35,9	1,7	2,4	0,03282	70	67
7,5	M2BA	132 SMC	3GBA 132 213-**-B	1450	89,3	90,1	90,0	0,81	14,9	5,6	49,3	1,6	2,4	0,03659	73	64
11	M2BA	160 MLA	3GBA 162 043-**-G	1463	90,2	91,4	91,2	0,85	20,7	7,1	71,7	2,6	3,0	0,084	134	65
15	M2BA	160 MLB	3GBA 162 044-**-G	1463	90,6	91,8	91,6	0,84	28,4	7,2	97,9	2,7	3,6	0,095	141	65
18,5	M2BA	180 MLA	3GBA 182 043-**-G	1464	91,2	92,3	92,1	0,84	34,8	7,9	120	3,1	3,6	0,112	175	62
22	M2BA	180 MLB	3GBA 182 044-**-G	1465	91,6	92,5	92,1	0,83	41,7	8,0	143	3,0	3,8	0,13	187	65
30 <sup>1)</sup>	M2BA	200 MLA	3GBA 202 042-**-G	1474	92,3	93,4	93,5	0,83	56,5	7,3	194	2,7	2,9	0,217	241	62
37	M2BA	225 SMA	3GBA 222 043-**-G	1479	93,0	93,9	93,8	0,84	68,3	7,2	238	2,6	2,9	0,309	293	68
45	M2BA	225 SMB	3GBA 222 044-**-G	1479	93,2	94,0	93,7	0,83	83,9	7,4	290	2,4	3,1	0,368	318	68
55	M2BA	250 SMA	3GBA 252 042-**-G	1478	93,5	94,2	93,7	0,85	99,8	7,3	355	2,8	3,0	0,476	342	70
75	M2BA	280 SA	3GBA 282 110-**-L	1484	94,2	94,2	93,5	0,85	135	6,9	482	2,5	2,8	1,25	515	71
90	M2BA	280 SMB	3GBA 282 220-**-L	1483	94,4	94,6	94,1	0,86	160	7,2	579	2,5	2,7	1,5	575	71
110	M2BA	315 SMA	3GBA 312 210-**-L	1487	94,7	94,6	93,8	0,86	194	7,2	706	2,0	2,5	2,3	775	78
132	M2BA	315 SMB	3GBA 312 220-**-L	1487	95,0	95,0	94,3	0,86	233	7,1	847	2,3	2,7	2,6	830	78
160	M2BA	315 SMC	3GBA 312 230-**-L	1487	95,2	95,3	94,6	0,85	285	7,2	1027	2,4	2,9	2,9	870	78
200	M2BA	315 MLA	3GBA 312 410-**-L	1486	95,3	95,4	94,9	0,86	352	7,0	1285	2,3	2,8	3,5	996	78
250	M2BA	355 SMA	3GBA 352 210-**-L	1488	95,2	95,2	94,4	0,85	445	6,7	1604	2,0	2,6	5,4	1400	82
315	M2BA	355 SMB	3GBA 352 220-**-L	1488	95,5	95,5	94,8	0,85	560	7,3	2021	2,2	2,7	6,9	1570	82
355	M2BA	355 SMC	3GBA 352 230-**-L	1487	95,5	95,7	95,2	0,86	623	6,8	2279	2,4	2,7	7,2	1650	82

Tabla 11.- Tabla de motores eléctricos de 4 polos (Ref 1. Anexos)

En cuanto a la selección del motor, de trata de un motor de 4 polos con 4 kw de potencia de tipo M2BA 112 MB, con las siguientes características:

Marca	Modelo	Código de producto	Potencia (kw)	Velocidad de giro (rpm)	Par nominal (Nm)
M2BA	112 MB	3GBA 112 212 B	4	1450	26.5



Figura 62.- Motor eléctrico M2BA

## 7.- Transmisión del movimiento

El sistema de transmisión escogido para el presente proyecto es la transmisión por correa, debido a varios factores importantes a tener en cuenta para conseguir una mayor seguridad y eficiencia de la máquina.

En primer lugar, se trata de un sistema simple y económico que se utiliza mediante poleas, para transferir la potencia del motor al tambor de la centrifugadora. El material de las correas suele ser de caucho o poliuretano, con una amplia variedad de tamaños y longitudes.

Debido al material el cual están fabricadas las correas pueden actuar como amortiguador natural, absorbiendo ciertas vibraciones provocadas por el tambor y reduciendo el ruido de la estructura.

El sistema de transmisión por correas además tiene la función de salvoconducto, es decir, en caso de fallo o que el motor se bloquee o incluso haya algún riesgo de rotura, lo primero que se rompería serían las correas. Esto significa que girarían las poleas, pero sin transmitir el movimiento generando problemas, esto hace que no afecte a la estructura de manera brusca e inmediata.

Además, el uso de las poleas y correas no conlleva ningún tipo de lubricación como en el caso de los engranajes.

Por último, las correas son relativamente fáciles de cambiar en caso de desgaste o rotura, comparado con otro tipo de transmisión como por ejemplo por engranajes. Además, el mantenimiento de las correas suele ser sencillo y requiere menos tiempo de manipulación.

“Referencia bibliográfica”: [16] Optibelt, «Manual técnico de sistemas de transmisión,» 15 02 2024. Disponible:

<https://www.rodaunion.es/media/imagenes/Catalogos/Transmision/Optibelt/Manual%20tecnico%20correas%20trapeziales.pdf>.

## 7.1. Elección de la correa

Para elegir el tipo de correa adecuada a utilizar, se hace uso de un manual con todas las informaciones técnicas relevantes junto con los métodos de cálculo para las transmisiones con correas trapeciales. Dicho manual pertenece a Optibelt, con el fin de elegir la correa adecuada junto con los cálculos necesarios para su posterior diseño.

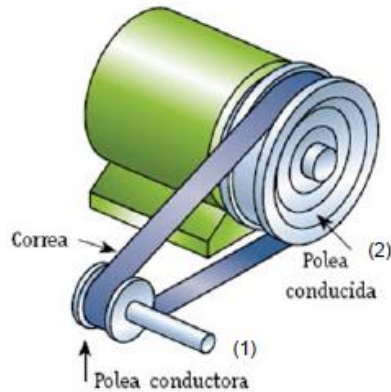


Figura 63.- Transmisión por correas

### 7.1.1 Relación de transmisión

Para calcular la relación de transmisión de las poleas es necesario conocer en este caso, la diferencia de velocidades que queremos obtener entre ambas poleas.

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

Dónde:

N1 = Velocidad que ofrece el motor = 1450 rpm

N2 = Velocidad para centrifugar = 1200 rpm

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1450}{1200} = 1,2$$

## 7.1.2 Perfil de la correa

Para conocer el perfil de la correa a utilizar, es necesario primero conocer el factor de carga aplicado al tipo de máquina, en este caso la centrifugadora.

Ejemplo de máquinas accionadas	Factor de carga $c_2$ para servicio diario (horas)		
	hasta 10	más de 10 hasta 16	a partir de 16
<b>Transmisiones ligeras</b> Bombas centrifugas y compresores, byas transportadoras (cargas ligeras) ventiladores y bombas de hasta 7,5 kW	1,1	1,1	1,2

Los motores CA y trifásicos con un momento de arranque normal (de hasta 1,8 veces el momento nominal), por ejemplo, motores sincrónicos y monofásicos con fase auxiliar de arranque, motores trifásicos con arranque directo, arranque estrella/triángulo, con anillo colector; de corriente continua, de combustión interna y turbinas de  $n > 600$  r.p.m

Tabla 12.- Factor de carga de las correas

Como se puede apreciar en el manual técnico de Optibelt referente a las correas, estamos hablando de transmisiones ligeras de hasta 7,5 kW con un servicio diario de hasta 10 horas, obteniendo así un factor de carga de 1.1.

Mediante el factor de carga se obtiene la potencia teórica.

$$P_B = P \cdot C_2$$

$$P_B = 4 \text{ kW} \cdot 1,1 = 4,44 \text{ kW}$$

Con la potencia teórica obtenida y mediante las revoluciones que nos proporciona el motor, se puede obtener en el siguiente diagrama el perfil de la correa.

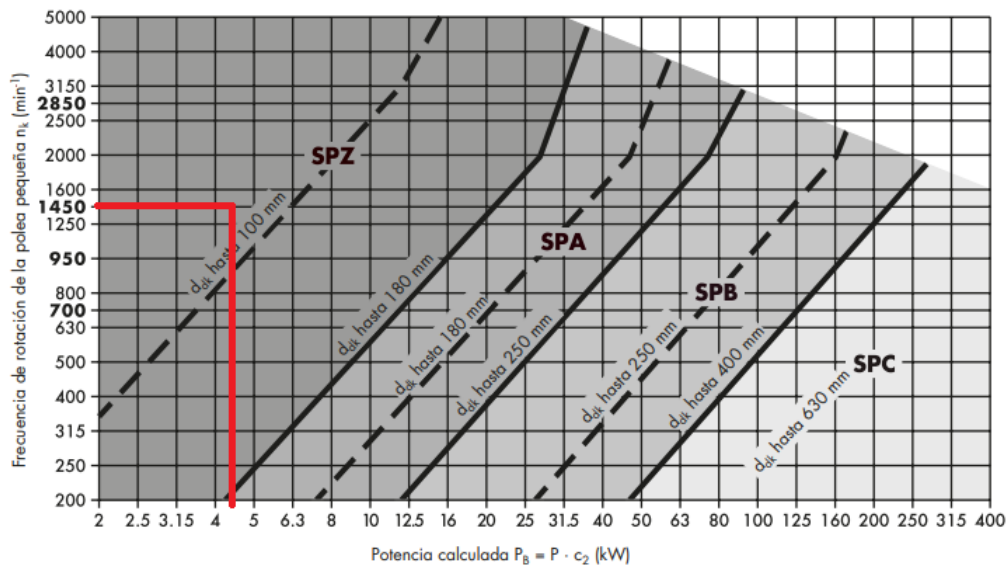


Tabla 13.- Figura 39.- Gráfico de diagrama de perfiles de correas

Como se puede observar en el anterior diagrama, el perfil ha utilizar de las correas trapeciales es SPZ.

### 7.1.3 Diámetro de las poleas

El diámetro de la polea conductora es de  $D_{d1} = 100$  mm y para obtener el diámetro de la polea conducida ( $D_{d2}$ ), se hace uso de la siguiente expresión.

$$D_{d2} = D_{d1} \cdot i = 100 \cdot 1,2 = 120 \text{ mm}$$

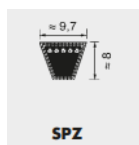
Por lo tanto, el diámetro de la polea conducida es de 125mm

Perfil de la correa trapecial	Denominación ISO	-	Y	-	Z	A	B	-	C	-	D	E	Diámetro de referencia d <sub>d</sub>		Tolerancia de concentricidad y planitud
	Denominación DIN 2215	5	6	8	10	13	17	20	22	25	32	40	min	máx	
Perfil correa trapecial estrecha	Denominación DIN 7753 Parte 1 e ISO 4184	-	-	-	SPZ	SPA	SPB	-	SPC	-	-	-	min	máx	Tolerancia de concentricidad y planitud
Diámetro de referencia d <sub>d</sub>	20,0												20,0	20,4	
	22,0												22,0	22,4	
	25,0												25,0	25,4	
	28,0	28,0											28,0	28,4	
	31,5	31,5											31,5	32,0	
	35,5	35,5											35,5	36,1	
	40,0	40,0	40		40								40,0	40,6	
	45,0	45,0	45		45								45,0	45,7	
	50,0	50,0	50		50								50,0	50,8	
	56,0	56,0	56		56								56,0	56,9	
	63,0	63,0	63		63	63							63,0	64,0	
					67	67							67,0	68,0	
	71,0	71,0	71		71	71							71,0	72,1	
	80,0	80,0	80		80	75							75,0	76,1	
					85	85							80,0	81,3	
		90,0	90		90	85							85,0	86,3	
					95	95			90				90,0	91,4	
		100,0	100		100	95			95				95,0	96,4	
					106	106			100				100,0	101,6	
									106				106,0	107,6	
		112,0	112		112	112							112,0	113,8	
					118	118							118,0	119,9	
		125,0	125		125	125							125,0	127,0	
					132	132							132,0	134,1	
		140		140	140					140*		140,0	142,2		
				150	150					150*		150,0	152,4		
		160		160	160					160		160,0	162,6		
				170	170							170,0	172,7		
		180		180	180					180		180,0	182,9		
				190	190					190		190,0	193,0		
		200		200	200					200		200,0	203,2		
				212	212					212		212,0	215,4		
				224	224					224		224,0	227,6		
				225	225							225,0	228,6		
				236	236							236,0	239,8		
				250	250					250		250,0	254,0		
					265							265,0	269,0		

Tabla 14.- Manual técnico industrial\_ OPTIBELT

### 7.1.4 Referencia de la polea

La distancia entre centros de las poleas es de 500mm, por lo tanto, el desarrollo de referencia seleccionado es el siguiente:



Perfil SPZ
Desarrollo de referencia ISO (mm) L <sub>d</sub>
1037
1047
1060
1077
1087
1112
1120
1137
1162
1180
1187
1202
1212
1237
1250

$$L_{dth} = 2 \cdot a + 1,57 + (D_{d1} + D_{d2}) + \frac{(D_{d1} - D_{d2})^2}{4 \cdot a}$$

$$L_{dth} = 2 \cdot 500 + 1,57 + (125 + 100) + \frac{(125 - 100)^2}{4 \cdot 500}$$

$$L_{dth} = 1226 \text{ mm}$$

$$L_{dst} = 1250 \text{ mm (elegido de tabla)}$$

Tabla 15.- Desarrollo de referencia de la polea\_ (Pág 19\_ OPTIBELT)

### 7.1.5 Distancia entre ejes

$$a_{nom} = a + \frac{L_{dst} - L_{dth}}{2}$$

$$a_{nom} = 500 + \frac{1250 - 1226}{2}$$

$$a_{nom} = 512 \text{ mm}$$

El ajuste mínimo x/y de la distancia entre ejes es de: y = 15mm; x = 20mm

Desarrollo de referencia (mm)	Recorrido mínimo de ajuste x (mm) – para tensado y retensado	Recorrido mínimo de ajuste y (mm) – para montar sin forzar			
		SPZ, XPZ	SPA, XPA	SPB, XPB	SPC, XPC
487 ≤ 670	10	10	10	–	–
> 670 ≤ 1000	15	15	15	–	–
> 1000 ≤ 1250	20	15	15	–	–
> 1250 ≤ 1800	25	20	20	20	–

Tabla 16.- Tensado de las poleas (Tabla 22 página 76\_OPTIBELT)

### 7.1.6 Factor de ángulo de contacto

$$\text{Factor de corrección} = \frac{d_{dg} - d_{dk}}{a_{nom}}$$

Dónde:

ddg = diámetro polea conducida = 125 mm

ddk = diámetro polea conductora = 100 mm

$$\text{Factor de corrección} = \frac{125 - 100}{506} = 0.05$$

Si observamos en la siguiente tabla, encontramos que:



$\frac{d_{dg} - d_{dk}}{a_{nom}}$	$\beta \approx$	$c_1$
0	180°	1,00
<b>0,05</b>	<b>177°</b>	<b>1,00</b>
0,10	174°	1,00
0,15	171°	1,00
0,20	168°	0,99

Tabla 17.- Factor de ángulo (Tabla 17, página 68\_OPTIBELT)

### 7.1.7 Factor de desarrollo

$$\text{Desarrollo de referencia} = L_{dSt} = 1237 \text{ mm}$$

$$\text{Factor de desarrollo} = C_3 = 0.95$$

Perfil SPZ, XPZ	
Desarrollo de referencia (mm)	$c_3$
630	0,83
670	0,84
710	0,85
750	0,86
800	0,87
850	0,88
900	0,89
950	0,90
1000	0,91
1060	0,92
1120	0,93
1180	0,94
<b>1250</b>	<b>0,95</b>
1320	0,96
1400	0,98

Tabla 18.- Factor de desarrollo (Tabla 19, página 70\_OPTIBELT)

### 7.1.8 Potencia nominal por correa

Relacionando el diámetro de la polea conductora, la relación entre las poleas y la velocidad de giro, podemos obtener de la tabla la potencia nominal.

$$Dd1 = \text{polea conductora} = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Relación de transmisión} = i = 1,2$$

$$\text{Velocidad de giro} = 1450 \text{ rpm}$$

Poleas v (m/s)	n <sub>k</sub> (min <sup>-1</sup> )	Diámetro de referencia de la polea pequeña d <sub>k</sub> (mm)														Incremento por multiplicación (kW) por correa para				
		63	71	80	85	90	95	100	112	125	132	140	150	160	180	200	1.01 hasta 1.05	1.06 hasta 1.26	1.27 hasta 1.37	> 1.57
700		0.50	0.68	0.88	1.00	1.11	1.22	1.33	1.60	1.88	2.03	2.20	2.42	2.63	3.05	3.47	0.01	0.06	0.09	0.11
950		0.63	0.87	1.14	1.29	1.44	1.59	1.74	2.08	2.46	2.66	2.89	3.17	3.45	4.00	4.54	0.01	0.09	0.12	0.15
1450		0.87	1.20	1.62	1.84	2.06	2.27	2.49	3.00	3.54	3.80	4.13	4.50	4.93	5.75	6.51	0.02	0.15	0.19	0.23
2850		1.38	2.03	2.74	3.13	3.52	3.90	4.27	5.15	6.07	6.55	7.08	7.72	8.34	9.50	10.55	0.04	0.26	0.37	0.46

Tabla 19.- Potencia nominal (Tabla 27, página 83\_OPTIBELT)

Mediante la anterior tabla, obtenemos la potencia nominal:

$$P_n = 2.49 + 0.19 = 2,68 \text{ kw}$$

### 7.1.9 Número de correas

Una vez obtenidos todos los valores anteriormente calculados, se obtiene el número de correas necesarios para proporcionar correctamente la transmisión y su posterior diseño.

$$z = \frac{P \cdot C_2}{P_n \cdot C_1 \cdot C_3}$$

$$z = \frac{4.4 \cdot 1,1}{2,68 \cdot 1 \cdot 0,95}$$

$$z = 1,90 = 2 \text{ correas}$$

Una vez realizados los cálculos necesarios de las poleas, se hará uso de 2 correas por los siguientes motivos:

Para abastecer un buen equilibrio en todo momento durante el proceso de centrifugando, sabiendo que al inicio del centrifugado la carga será uniforme y esto hará que el tambor gire por unos instantes de manera brusca. Al distribuir la carga entre las distintas correas de la polea, hará que se reduzca la tensión generada.

Otro de los motivos es reducir el riesgo de deslizamiento, esto ayudará a conseguir una vida útil más duradera y fiable.

### 7.1.10 Dimensión de la correa

Mediante el catálogo de correas trapeciales DIN 2211 SPZ obtenemos las dimensiones de nuestra correa para el posterior diseño de esta.

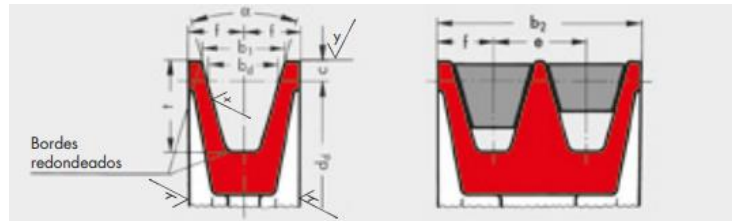


Tabla 20.- Dimensiones correa trapecial SPZ\_OPTIBELT

Las dimensiones son las siguientes:

$Bd = 8.5 \text{ mm}$ ;  $b1 = 9.7 \text{ mm}$ ;  $c = 2 \text{ mm}$ ;  $e = 12 \text{ mm}$ ;  $f = 8 \text{ mm}$ ;  $a = 38^\circ$ ;  $b2 = 28 \text{ mm}$ ;  $Dd = 50 \text{ mm}$ ;  $B2 = 28 \text{ mm}$

## 8.- Cálculo de chavetas

Este apartado se centra en el cálculo y elección de la chaveta a utilizar, así como sus dimensiones correspondientes junto con el material, normativa y longitud a diseñar.

Todas las chavetas siguen la normativa DIN-6885 fabricados en acero C45 y haciendo uso de una tabla de referencia para chavetas paralelas con el fin de obtener las dimensiones adecuadas de cada unión por chavetas.

“Referencia bibliográfica”: [5] Opac, «Tipos de chaveteros y chavetas,» 18-01-2024. Disponible: <https://www.opac.net/pdf/DIN%206885%20A.pdf>.

### 8.1. Polea conductora

Las poleas fabricadas por Optibelt especialmente son de fundición gris (EN GJL 250), ya que este material proporciona una alta resistencia a la compresión, es fácil de

mecanizar, su estructura interna permite una buena absorción de vibraciones y ofrece una excelente durabilidad y resistencia al desgaste.

Partiendo del eje principal del motor donde está situado la polea conductora, cuyo diámetro del eje es de 28mm, y una longitud de 40mm está la primera unión por chavetas.

**Chavetero para chavetas paralelas**

Dimensiones en mm.

Diámetro del eje d		Sección de la chaveta b x h	Nominal	Ancho b, tolerancia			Profundidad				Chafilón R <sub>1</sub>		
				Clase de ajuste del enchavetado			Eje h <sub>1</sub>		Cubo h <sub>2</sub>		Mín.	Máx.	
				Libre	Normal	Ajustado	Nominal	Toler.	Nominal	Toler.			
Más de	hasta		Eje h9	Cubo D10	Eje n9	Cubo JS9	Eje y Cubo p9/P9						
10	12	4x4	4					2,5		1,8		0,08	0,16
12	17	5x5	5	+0,030	+0,078	0	±0,015	-0,012	+0,1	2,3		0,16	0,25
17	22	6x6	6	0	+0,030	-0,030	±0,015	-0,042	0	2,8	+0,1	0,16	0,25
22	30	8x7	8	+0,036	+0,098	0	±0,018	-0,015		3,3		0,16	0,25
30	38	10x8	10	0	+0,040	-0,036	±0,018	-0,051		5		0,25	0,40
38	44	12x8	12					0		3,3		0,25	0,40
44	50	14x9	14	+0,043	+0,120	0	+0,0215	-0,018		5,5		0,25	0,40
50	58	16x10	16	0	+0,050	-0,043	+0,0215	-0,061		6		0,25	0,40
58	65	18x11	18						+0,2	7	+0,2	0,25	0,40
65	75	20x12	20						0	3,3		0,40	0,60
75	85	22x14	22	+0,052	+0,149	0	±0,026	-0,022		7,5		0,40	0,60
85	95	25x14	25	0	+0,065	-0,052	±0,026	-0,074		9		0,40	0,60
95	110	28x16	28							9		0,40	0,60
110	130	32x18	32							10		0,40	0,60
130	150	36x20	36							11		0,40	0,60

Tabla 21.- Tabla de dimensiones para chavetas

Como se puede observar en la Tabla 2, el diámetro del eje de la polea conductora es de 28mm, por lo que la sección de la chaveta es de 8x7mm. Además, están indicadas las tolerancias de ajuste que se desea aplicar en la unión de la chaveta.

Mediante la siguiente tabla (Tabla 3) se obtiene la longitud comercial que tendrá la chaveta del eje de la polea conductora.

Sección de la lengüeta de apalé (acero para chavetas DIN 6880)		Anchura b		2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25														
Altura h		2	3	4	3	5	4	6	5	7	6	8	6	8	6	9	7	10	7	11	8	12	9	14	9	14					
Para diámetro del eje d1 2)		más de	6	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95														
		hasta	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95															
longitud l1 5) 6)	Dif adm Macho Hembra	Peso para forma B $\times 1000$ piezas (calculado con 7,85 kg/dm <sup>3</sup> )																													
6		0,188																													
8		0,251	0,565																												
10		0,314	0,707	1,25																											
12		0,377	0,848	1,51	1,41	2,35																									
14		0,44	0,989	1,76	1,65	2,75																									
16	-0,2	+0,2	0,502	1,13	2,01	1,88	3,14	30,1	4,52																						
18			0,565	1,27	2,26	2,12	3,53	3,39	5,09																						
20			0,628	1,14	2,51	2,36	3,92	3,77	5,65	6,28	8,8																				
22			1,55	2,76	2,59	4,32	4,14	6,2	6,9	9,67																					
25			1,77	3,14	2,94	4,91	4,71	7,07	7,85	11,0	11,8	15,7																			
28			1,98	3,52	3,30	5,20	5,28	7,91	8,79	12,3	13,2	17,5																			
32			2,26	4,02	3,77	5,28	6,03	9,04	10,0	14,1	15,1	20,1	18,1	24,1																	
36			2,54	4,52	4,24	7,06	6,78	10,2	11,3	15,8	17,0	22,6	20,3	27,1																	
40			5,02	4,71	7,85	7,54	11,3	12,6	17,6	18,8	25,1	22,5	30,1	26,4	39,6																
45			5,65	5,30	8,83	8,48	12,7	14,1	18,8	21,2	28,3	25,4	33,9	29,7	44,5	39,6	56,5														
50	-0,3	+0,3		5,89	9,81	9,42	14,1	15,7	22,0	23,6	31,4	28,3	37,7	33,0	49,5	44,0	62,8	49,5	77,7												
56				6,59	11,0	10,6	15,8	17,6	24,6	26,4	35,2	31,6	42,2	36,9	55,4	49,2	70,3	55,4	87,0	70,3	106										
63					11,9	17,8	19,8	27,7	29,7	39,6	35,5	47,5	41,5	62,3	55,4	79,1	62,3	97,9	79,1	119	98	152									
70						13,2	19,8	22,0	30,8	33,0	44,0	39,6	52,8	46,2	69,2	61,5	88,0	69,2	109	87,9	132	109	169	124	192						
80								25,1	35,2	37,7	50,2	45,2	60,3	52,8	79,1	70,3	100	79,1	124	100	151	124	193	141	220						
90									28,3	39,6	42,4	56,5	50,9	67,8	59,3	89,0	79,1	113	89,0	140	113	170	140	218	158	247					
100										47,1	62,8	56,5	75,4	65,9	98,9	87,9	125	98,9	155	126	188	155	242	177	275						

Tabla 22.- Tabla de longitudes comerciales de chavetas

La longitud comercial seleccionada es de 36mm.

## 8.2 Polea conducida

El diámetro del eje donde va situada la polea es de 30mm. Por lo tanto, la chaveta tiene las mismas dimensiones que en la polea conductora, como se puede apreciar en la tabla de dimensiones para chavetas. La longitud de la chaveta también es de 36mm.

## 9.- Rodamientos

Para garantizar un proceso de centrifugado óptimo y con total eficiencia es imprescindible hacer uso de una pareja de rodamientos, situados en el eje central que da unión a la cesta con el giro del motor.

El uso de rodamientos nos permite distribuir mejor la carga proporcionada por la cesta, una mayor suavidad y precisión del giro, así como obtener una mayor estabilidad en el eje durante el proceso de centrifugado. Esto permitirá reducir la vibración causada por giro de la cesta junto a un menor desgaste de los componentes.

En el proceso de centrifugado aparecen esfuerzos tanto radiales como axiales, es por ello que se ha de utilizar un rodamiento diferente en cada uno de los puntos donde aparezcan dichas cargas en el eje central de la centrifugadora.

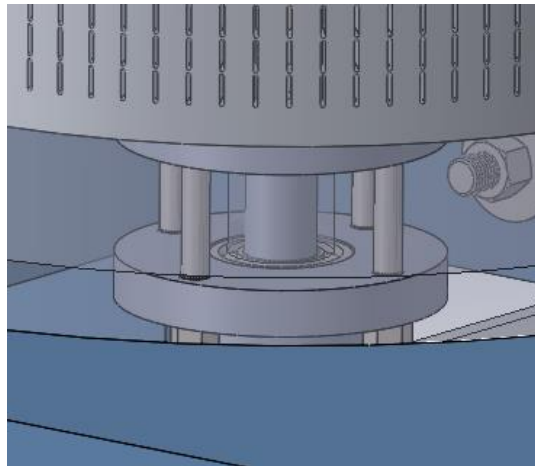


Figura 64.- Rodamiento de bolas de contacto angular SKF

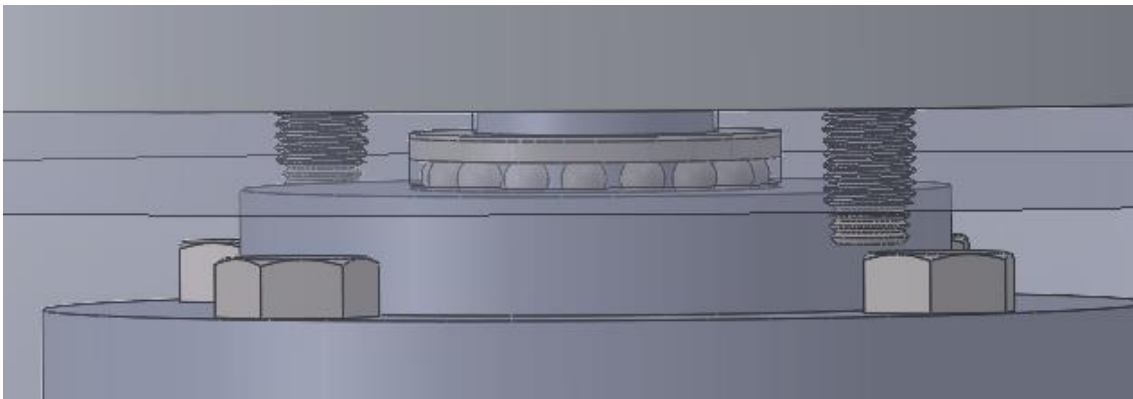


Figura 65.- Rodamiento axial de bolas

## 9.1. Rodamiento Axial

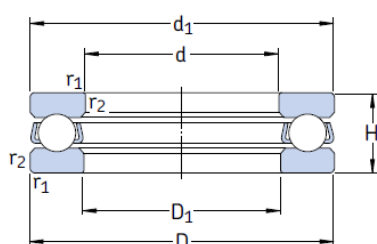
En la parte superior del eje, donde va situada la cesta se hará uso de un rodamiento de bolas axial. El objetivo de este rodamiento es el de soportar toda la carga axial en el eje que supone todo el peso de la cesta junto con la viruta de su interior. Los rodamientos axiales están diseñados para minimizar la fricción del funcionamiento, así como proporcionar una alineación precisa de los componentes junto con una rotación de la cesta de forma suave y uniforme.



Figura 66.- Rodamiento axial de bolas

Este tipo de rodamientos tiene una función esencial en la unión entre la cesta y el eje. La parte inferior de la pista del rodamiento irá situada mediante un ajuste fuerte para que ésta esté fija y no permita el giro. Sin embargo, la pista superior del rodamiento estará unida con otra pieza junto a la cesta donde ésta sí que podrá girar en la dirección correspondiente.

El rodamiento seleccionado para cubrir las necesidades de las cargas axiales es el rodamiento axial de simple efecto SKF 51106, con un diámetro interior del eje de 30mm.



d (mm)	30
D (mm)	47
H (mm)	11
r (mm)	0.6
D1 (mm)	30.2

Figura 67.- Dimensiones rodamiento axial SKF 51106

## 9.2. Rodamiento de contacto angular

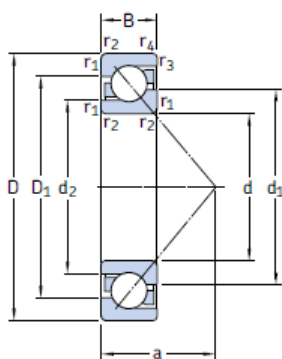
En la parte inferior del eje, es necesario otro rodamiento para obtener una suavidad de giro de la cesta con el fin de evitar un desequilibrio o una vibración excesiva en el proceso del centrifugado.

El rodamiento indicado para esta parte del eje es un rodamiento de bolas de contacto angular. Este rodamiento está diseñado para soportar cargas tanto axiales como radiales en aplicaciones donde requiere de una rotación suave. Además, obtener una alineación precisa de los componentes mientras está girando la cesta.



Figura 68.- Rodamiento de contacto angular de bolas

El rodamiento seleccionado para cubrir las necesidades para el giro completo de la centrifugadora es el rodamiento de contacto angular de bolas de una hilera SKF 7206 BEP, con un diámetro interior del eje de 30mm.



d (mm)	30
D (mm)	62
B (mm)	16
r (mm)	0.6

Figura 69.- Dimensiones rodamiento SKF 7206 BEP

## 10.- Silentblock

Durante el proceso de centrifugado, aparecen vibraciones durante prácticamente todo el proceso. Para garantizar que todas las vibraciones producidas en el centrifugado, se hace uso de elementos antivibratorios llamados Silentblocks.

Son elementos diseñados para absorber las vibraciones y reducir la transmisión de ruido entre los componentes de la estructura. Principalmente son fabricados de goma, caucho o poliuretano.

El uso de estos elementos en una centrifugadora, donde el equilibrio y la estabilidad es muy importante, nos ofrecen una serie de beneficios.



Reducción de las vibraciones transmitidas por el motor y por la propia cesta cuando está girando en momentos desfavorables. Esto nos permite obtener un funcionamiento más suave y silencioso.

Al absorber las vibraciones, estamos protegiendo los elementos más importantes que están en contacto con el motor y el eje, como son los rodamientos y las piezas móviles de la estructura.

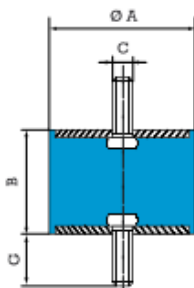
Por último, es un buen aislante del ruido que genera la propia centrifugadora.



Figura 70.- Silentblock de goma

El silentblock utilizado para el presente proyecto es el de goma, ya que estamos hablando de una carga relativamente baja en comparación con la cantidad de vibraciones que pueden absorber estos elementos.

Se hará uso de cuatro silentblocks que unirán el tambor junto a la mesa de la estructura con las siguientes medidas respectivas:



Ref	A (mm)	B (mm)	C (mm)	G (mm)	Carga máx (kg)	Flecha (mm) Compresión
951106	40	20	M10	25	160	4

Figura 71.- Dimensiones del Silentblock

Como se puede apreciar en la figura 71, la carga máxima que puede soportar cada silentblock es de 160 kg y el peso total que han de soportar todos los silentblocks es de 340 kg. Por lo tanto, cumplen positivamente con los requisitos necesarios y con la carga aplicada.

“Referencia bibliográfica”: [11] Silentflex, «Guía de silentblocks,» 01 02 2024.  
Disponible: <https://www.silentflex.com/catalogs/silentblock-cilindrico-tope-caucho.pdf>.

## 11.- Análisis estructural

En el presente apartado se lleva a cabo un análisis estructural de la estructura que soporta toda la carga de la centrifugadora. Es necesario conocer el comportamiento de la estructura al aplicarle cierta fuerza que tiene que resistir y ciertos criterios para contemplar el comportamiento de la estructura.

El método utilizado es mediante la herramienta de SolidWorks por elementos finitos FEM (Finite Elements Method). Se trata de un método que permite simular la reacción de una pieza o de un conjunto de piezas sometidas a cualquier esfuerzo. Este método permite conocer el riesgo de rotura o deformación, el desgaste o si el diseño cumple con los requisitos establecidos previos al diseño.

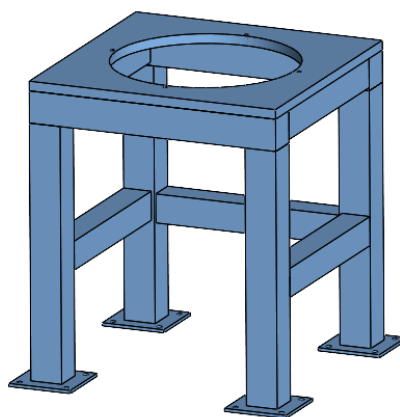


Figura 72.- Estructura del análisis a realizar

En la anterior figura, se muestra la estructura que se ha de analizar mediante el análisis estructural, con el fin de demostrar que es capaz de soportar las cargas en sus

respectivos apoyos, generar estabilidad en toda la estructura, conocer el comportamiento frente a las tensiones generadas y generar un factor de seguridad óptimo.

## 11.1 Carga aplicada

El conjunto de piezas y componentes que forman en el interior y exterior del tambor es la suma del peso aplicado en la carga que está sometida y repartida en los cuatro elementos de vibración llamados silentblocks.



Figura 73.- Conjunto de piezas que soporta la estructura

Componente	Peso (kg)	Masa (N)	Material
Tambor + Tapa	234.21	2296.82	AISI 304
Pre cesta	20	196.13	Aluminio 6061
Cesta + Viruta	25	245.17	AISI 304
Brida interior	7.4	72.56	AISI 304
Brida exterior	7.4	72.56	AISI 304
Eje transmisión	6.9	67.66	AISI 304
Brida soporte cesta	12.26	120.23	AISI 304
<b>TOTAL (Sin tornillos)</b>	<b>313.17</b>	<b>3071.15</b>	
<b>TOTAL (Con tornillos)</b>	<b>324.43</b>	<b>3181.57</b>	

Tabla 23.- Pesos y componentes

Estos son los componentes que tendrá que soportar en forma de carga la estructura de la máquina. Para realizar el ensayo, se ha aplicado un valor superior al obtenido, 340 kg o lo que es lo mismo, 3334.26 N  $\rightarrow$  3400 N.

Propiedades de masa de Conjunto sin estructura
Configuración: Predeterminado
Sistema de coordenadas: -- predeterminado --
* Incluye las propiedades físicas de uno o más componentes/sólidos ocultos.
Masa = 324.43 kilogramos
Volumen = 41096276.73 milímetros cúbicos
Área de superficie = 4930057.58 milímetros cuadrados

Tabla 24.- Pesos obtenidos a través del SolidWorks

Para realizar los ensayos del análisis estático correspondiente de la estructura se ha de aplicar una serie de referencias previas al estudio. Indicar las sujeciones fijas en la base del suelo que irá fijado o anclado al suelo y una carga externa en modo de fuerza aplicada de 3400N a cada silentblock que sostiene el conjunto del tambor.

Definir el correcto material aplicado a la pieza o componente para obtener las propiedades mecánicas del material, como el límite a fluencia, resistencia a la corrosión o el módulo de elasticidad.

Por último, asignar una malla con un trazado de geometría fina para obtener unos resultados visuales más precisos.

## 11.2 Tensión (Von Mises)

El ensayo a tensión de Von Mises es vital para evaluar y garantizar la resistencia estructural de la estructura que forma la bancada que soporta todo el peso de la máquina, asegurando que es capaz de soportar todas las cargas aplicadas sin obtener riesgos de fallo estructural.

A continuación, se puede observar los resultados obtenidos tras el análisis de las distribuciones de tensión de Von Mises.

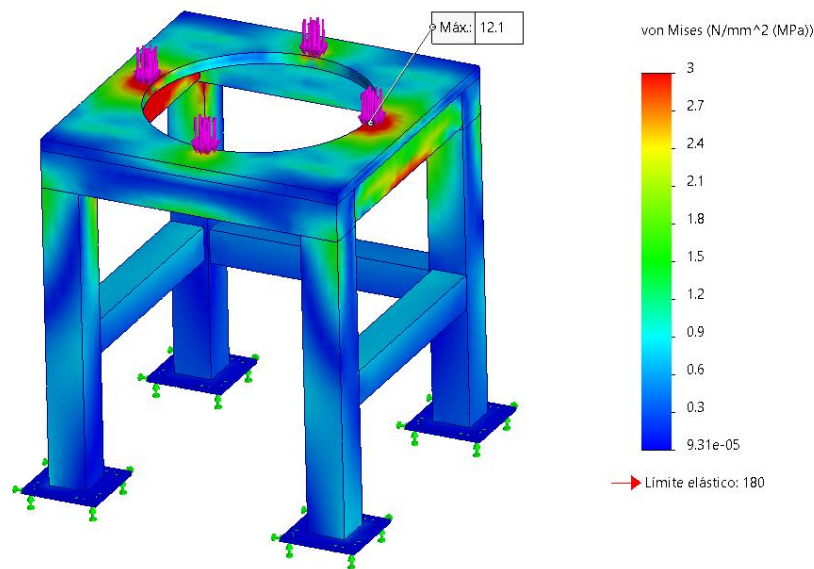


Figura 74.- Resultados obtenidos tras el ensayo de tensión Von Mises

En la figura 58, se puede apreciar el mapa visual obtenido tras el ensayo a tensión las zonas de alta y baja tensión, donde se identifican las zonas críticas que más esfuerzo requiere el diseño.

La tensión máxima obtenida en el punto más crítico donde está la fuerza aplicada es de 12.1 MPa y el límite elástico es de 180 MPa. La tensión de Von Mises máxima se compara con el límite elástico del propio material de la pieza o estructura. Al obtener un valor de la tensión máxima por debajo del límite elástico significa que la estructura está muy lejos del límite elástico del material, lo cual está diseñada con seguridad bajo la carga aplicada.

Además, se pueden apreciar en la escala de colores las franjas rojas donde la estructura sufre más y contiene dicha tensión.

### 11.3 Desplazamiento

En este apartado se visualiza la dirección y la magnitud de los desplazamientos producidos por las cargas aplicadas. Esto ayuda a conocer si las deformaciones producidas son aceptables o no, dentro del rango de las tensiones aplicadas.

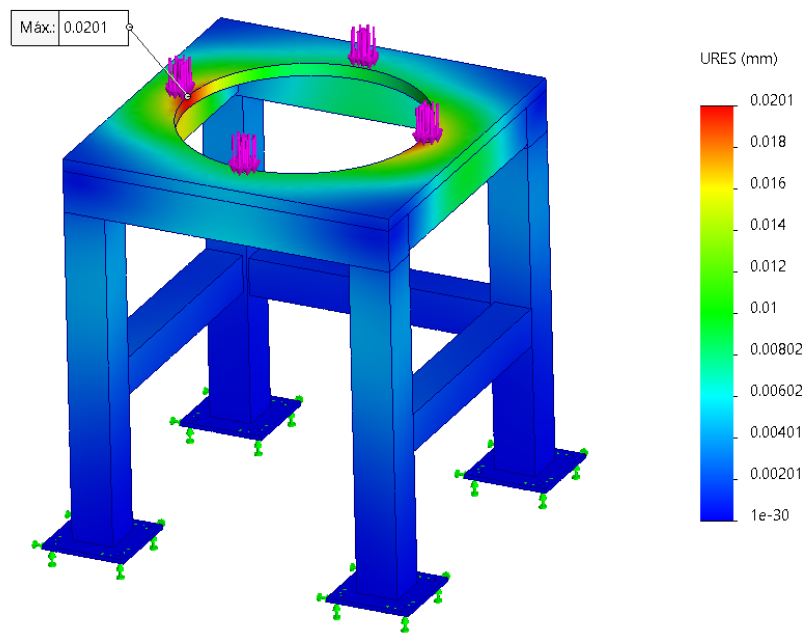


Figura 75.- Resultados obtenidos tras el ensayo de desplazamiento

El desplazamiento máximo obtenido es de 0.0201mm. El valor obtenido es muy pequeño, lo cual significa que se trata de una estructura rígida y estable. Este valor se encuentra en las esquinas donde únicamente está aplicada la carga. El resto de la estructura no le afectan los desplazamientos, asegurando una distribución efectiva de las cargas.

## 11.4 Factor de seguridad

El factor de seguridad (FDS) se basa en la relación entre la tensión de Von Mises y el límite elástico del material. Si se obtiene un factor de seguridad mayor a 1, esto nos indica que la estructura cumple con los límites de seguridad, mientras que, si se obtiene un factor de seguridad por debajo de 1, implica un riesgo de fallo en la estructura.

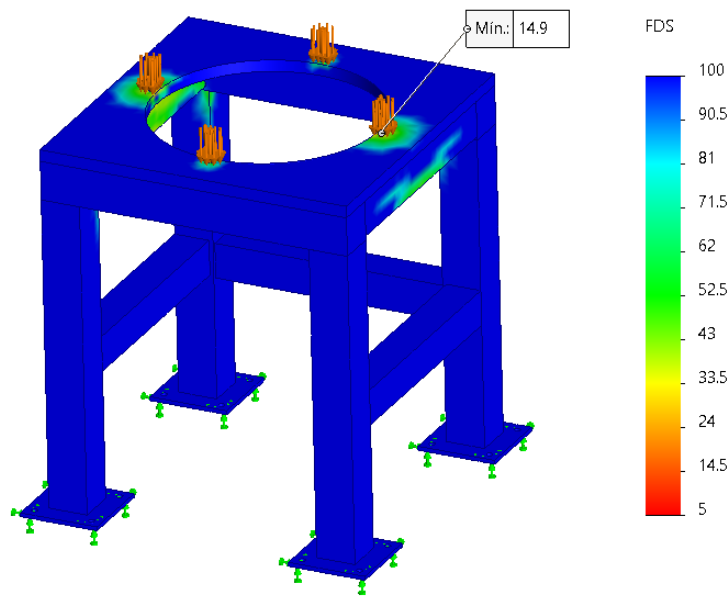


Figura 76.- Resultados obtenidos del factor de seguridad

Tal como se indica en la figura 60, el valor del factor de seguridad obtenido de la estructura es de 14,9. Este valor está en la zona de alrededor de los puntos de carga aplicados.

En esta figura se aprecia que el color que predomina en la estructura es el azul, incluso en la zona de la carga aplicada el color es verde. Esto indica que el factor de seguridad es muy superior a 1, es decir, puede soportar 15 veces el peso hasta deformarse.

## 11.5 Conclusión obtenida

Como se ha comentado anteriormente, se han realizado los ensayos con una pequeña diferencia de carga mayor.

En conclusión, las zonas con tensión más elevada deberían de reforzarse o revisadas en un futuro, pero al estar muy por debajo del límite elástico, no conlleva ningún riesgo de fallo en esas zonas. La estructura es totalmente segura y fiable bajo las cargas aplicadas, con las tensiones distribuidas y lejos del límite elástico del material.

---

La estructura presenta una alta rigidez estructural, así lo demuestra el valor obtenido del desplazamiento máximo, asegurando que se trata de una estructura rígida y estable, crucial para el proceso de centrifugado.

En cuanto al factor de seguridad obtenido, la estructura muestra una excelente capacidad para soportar cargas y, por lo tanto, es completamente segura sin que exista riesgo de fallo estructural. Es una estructura robusta y diseñada para el proceso de centrifugado.



## **II. PLIEGO DE CONDICIONES**

## 1.- Objeto del pliego

El pliego de condiciones establece la forma de ejecutar un proyecto teniendo en cuenta los requisitos técnicos aplicados, como son los de tipo técnico, laboral, económico y generales.

Así como, una estructura detallada asegurando que se cumplen los requisitos establecidos y los objetivos marcados desde el principio.

La toma de decisiones queda detallada en la memoria en sus respectivos apartados y en los planos la representación gráfica del diseño.

En este pliego se documentará aquello que no esté debidamente definido en la memoria.

“Referencia bibliográfica”: [20] Pliego de condiciones, 05-02-2024.

Disponible:

[https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/11573/mod\\_resource/content/1/Tema%2011.%20Pliegos.pdf](https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/11573/mod_resource/content/1/Tema%2011.%20Pliegos.pdf).

## 2.- Pliego de condiciones generales

El pliego de condiciones generales son aquellas condiciones que establece las pautas establecidas para la realización del presente proyecto, quedando apartadas de las condiciones técnicas y económicas.

Recogen todas las normas, instrucciones, recomendaciones y directrices que afectan a los proyectos del mismo tipo.

Los contenidos de carácter general o particular son:

### 2.1 Normativa aplicada

En este apartado se refleja toda normativa aplicada que se ha tenido en cuenta en la realización del proyecto.

- Criterios generales para la elaboración de proyectos: **UNE 157001:2002**
- Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico: **UNE 157001:2014**
- Los productos cumplen con los requisitos de seguridad, sanidad y medio ambiente exigidos por la UE para ser vendidos: **NORMATIVA CE**
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo: **9/03/71 B.O.E 16 y 17/03/71**

## 2.2 Normativa de piezas normalizadas

El anexo IV → *Elementos comerciales*, contiene una lista detallada de los componentes normalizados que se han utilizado para la fabricación de la centrifugadora de virutas.

- Chaveteros y chavetas: **DIN-6885**
- Tornillo con cabeza hexagonal: **DIN 933-961**
- Tuerca autoblocante: **DIN 985**
- Arandela plana: **DIN 125**
- Poleas para correas planas: **UNE 18077:1979**
- Rodamientos y tolerancias: **ISO 492:2014**
- Motor eléctrico trifásico: **UNE-EN 60034-1**
- Silentblock o elementos para determinar propiedades físicas y mecánicas de los elastómeros: **UNE-EN ISO 148**

## 2.3 Condiciones de seguridad

Las condiciones de seguridad de la centrifugadora de virutas son fundamentales de cara a la protección de los operadores y del propio lugar de trabajo. Garantizar un entorno de trabajo con total seguridad es clave tanto como para el operario como para la empresa.

---

El presente proyecto, únicamente puede hacer uso de ella el personal cualificado y en todo momento siendo consciente de las responsabilidades que conlleva esta máquina.

Para evitar cualquier riesgo de vibraciones, es recomendable anclar las cuatro patas de la máquina al suelo. El botón de arranque estará alejado de la máquina.

Mientras la máquina esté en funcionamiento, está totalmente prohibido abrir la tapa del tambor. Únicamente se podrá hacer cuando haya finalizado el proceso y haya pasado al menos 8-10 segundos desde que ha dejado de funcionar.

En cuanto a la transmisión por correas, estará debidamente cubierto por un protector metálico. No puede funcionar la máquina sin que esta esté cubriendo las correas.

En todo momento, el operario deberá llevar las protecciones de seguridad establecidas según las normas reglamentarias, como son el calzado de seguridad, gafas, guantes, protectores auditivos, etc...

- Normas técnicas reglamentarias sobre cascos de seguridad, pantallas, guantes, calzado, gafas, protectores auditivos, etc: **B.O.E 30/12/74 al 11/12/81**

Las especificaciones técnicas del equipo, como son la velocidad de giro y la fuerza o carga aplicada entre otros, nunca deben sobrepasarse del límite establecido. Es importante no forzar la máquina en exceso en ningún momento.

Por normativa y ley, el peso máximo que un operario puede manipular manualmente sin ayuda mecánica es de 25kg, pero en este proyecto está diseñado para un máximo de 20kg. Para ello es imprescindible no sobrepasar el límite del material introducido en la cesta, para no sobrepasar los 20kg de manipulación por el operario.

Como medida de seguridad es aconsejable estar alejado de la máquina cuando esté en funcionamiento, para evitar posible riesgo con la máquina.

Para garantizar que la máquina esté en las mejores condiciones, el mantenimiento de la centrifugadora debe de ser seguro y fiable. Para ello se realizarán inspecciones periódicas, aplicar el correspondiente lubricante a las piezas móviles y reemplazo de las piezas que estén dañadas o en malas condiciones.

### 3.- Pliego de condiciones técnicas

Este apartado detalla todas las condiciones técnicas que deben ser respetadas de manera obligatoria en la planificación del presente proyecto.

#### 3.1 Materiales

Todos los materiales utilizados en el presente proyecto corresponden al certificado de la norma **DIN 50049**. Deberá especificar el tipo de material utilizado y sus propiedades mecánicas como pueden ser la resistencia a la corrosión y la resistencia a la tracción entre otras.

La empresa responsable de la fabricación de la pieza deberá utilizar exclusivamente el material especificado por el ingeniero proyectista, siendo responsable de que cumpla con la calidad.

En caso de que el material no cumpla con las especificaciones o no sea de buena calidad, deberá de ser remplazado por otro que si que cumpla las especificaciones de este.

En cualquier caso, el ingeniero proyectista puede ordenar que se realicen pruebas o ensayos de cualquier material adquirido, con el objeto de indicar la calidad del material utilizado para la fabricación de la pieza.

Cualquier pieza o producto que no esté en las condiciones requeridas, los gastos ocasionados de sustitución corren a cargo del responsable de fabricación.

En caso de que los materiales tengan acabados superficiales o recubrimientos para la mejora del material, deberá de estar justificado y documentado donde indique las condiciones del tratamiento y los resultados obtenidos.

#### 3.2 Fabricación

Todas las acciones que se realicen en la empresa responsable de la fabricación de la pieza o producto se deben ceñir a la documentación del presente proyecto para cumplir

con las indicaciones establecidas, tales como las dimensiones de la pieza, el material o el propio peso de cada pieza.

El fabricante de la pieza es el único responsable de la fabricación de este, tal que todo producto que no cumpla con dichas especificaciones, estén defectuosas o sean de mala calidad, automáticamente será fabricado de nuevo por la empresa.

Para la fabricación de las piezas que componen la centrifugadora, se emplearán trabajadores correctamente cualificados, ya que la centrifugadora implica una serie de procesos técnicos y especializados que requieren habilidades específicas, como pueden ser las soldaduras, los mecanizos o los ajustes de piezas.

Todas las tolerancias dimensionales se rigen por la norma europea **UNE 22768-1**, que exigen unas tolerancias que se han de cumplir en todo momento, ya que de ello depende el correcto montaje y funcionamiento de toda la máquina.

Al mismo tiempo que los acabados superficiales, están especificados en cada plano correspondiente a la pieza.

Una vez estén terminadas las piezas, la empresa responsable de la fabricación será la encargada de preparar y enviar con su correspondiente embalaje, sin dañar la pieza y protegiéndola de cualquier desperfecto que pueda ocasionar dicho transporte.

### **3.3 Manual de mantenimiento**

Un manual de mantenimiento proporciona una serie de instrucciones básicas detalladas sobre cómo cuidar y mantener adecuadamente la máquina.

A continuación, se exponen una serie de indicaciones con el fin de garantizar el buen uso y funcionamiento a lo largo del tiempo de la centrifugadora.

---

### **3.4 Instrucciones de seguridad**

Previo a la manipulación de una tarea de mantenimiento hay que asegurarse de desconectar el cuadro eléctrico, para evitar riesgos o accidentes. Utilizar siempre equipos de protección como son los guantes y las gafas de seguridad.

### **3.5 Mantenimiento preventivo**

Una vez al mes, limpiar el filtro del tambor para eliminar cualquier acumulación de virutas, utilizando un cepillo con agua y jabón para limpiar el filtro.

En los rodamientos es aconsejable comprobar su estado dentro del periodo de tiempo que establece el fabricante, al ser rodamientos blindados no necesitan lubricación.

En cuanto a las poleas, con el tiempo se cuartean y se desintegran. Por lo tanto, es conveniente revisar visualmente el estado de las correas al menos una vez a la semana. Al mismo tiempo, se revisa el tensado de las correas.

Comprobar diariamente el estado de los elementos de seguridad como son el cierre de la tapa y el estado de los silentblocks.

Rellenar un checklist cada vez que se realiza el mantenimiento preventivo mensual, para recoger toda la información necesaria respecto al mantenimiento de la máquina.

### **3.6 Inspección de desgaste**

Una vez a la semana hacer una inspección visual a la cesta de la centrifugadora, para detectar si hay algún agujero de la rejilla en mal estado para evitar fugas de material y embozar el filtro del tambor.

Estando la máquina desconectada, comprobar el libre giro manualmente de la cesta para comprobar y asegurar que giren suaves todos los componentes. Así como, comprobar la solidez de las asas de la cesta para su extracción.

---

### 3.7 Calibración y ajuste

Una vez al año, calibrar o verificar la velocidad que proporciona el motor a la máquina, junto con el potenciómetro para obtener las revoluciones adecuadas. El potenciómetro tendrá una gama de seis velocidades.

El potenciómetro está situado en un cuadro de mandos junto con el botón verde de arranque y la seta de emergencia.

### 3.8 Información técnica

Toda la información técnica de la máquina está detallada en un manual donde indique los problemas que pueda tener la máquina, la causa de los problemas y escribir en su espacio correspondiente la acción realizada. Por ejemplo, que la centrifugadora vibre excesivamente durante el proceso, a causa del desequilibrio de la cesta o incluso de una desalineación de la cesta. Como acción, se han desmontado los rodamientos, se han limpiado y lubricado para montarlos de nuevo.

Todas las soluciones aportadas deberán de indicarse detalladamente en ese documento.

## 4.- Pliego de condiciones económicas

En el anexo II → *Presupuesto*, están indicados y detallados los precios establecidos dónde engloba el coste de los materiales, el coste de fabricación y la mano de obra.

Dicho presupuesto incluye desglosado los costes estimados del diseño, materiales, fabricación y pruebas o ensayos.

Se contempla la posibilidad de contratación de empresas externas para realizar pruebas o ensayos de laboratorio para maximizar la calidad del producto.

En todo momento, se evaluará la viabilidad económica del proyecto en relación de los costes del desarrollo y la fabricación de la máquina en relación al beneficio.



---

## **5.- Controles de calidad**

Por norma general, las piezas fabricadas deberán de pasar un control de calidad garantizando que cumple con la calidad establecida y la normativa vigente en materia de seguridad del producto.

Haciéndose cargo la empresa responsable de la fabricación. Dicha empresa esta comprometida a cumplir con las exigencias y especificaciones del contrato, cantidad de las piezas, dimensiones, peso, plazo de entrega y calidad del producto.

### **III. ELEMENTOS COMERCIALES**

---

## 1.- Elementos comerciales

En esta sección se verán reflejados los elementos comerciales utilizados para el diseño y fabricación de la centrifugadora. Todos ellos basados en sus respectivas normativas indicadas en el apartado correspondiente de Anexo III → *Pliego de condiciones*.

### 1.1 Chavetas y chaveteros

**Tipo:** Chaveta y chavetero estándar

**Modelo:** OPAC

**Normativa:** DIN 6885

**Descripción:** Asegurar una transmisión mecánica efectiva del par entre el eje y las poleas.

**Referencia:** Tabla 13 → Tabla de longitudes comerciales

### 1.2 Rodamientos

#### 1.2.1 Rodamiento axial

**Tipo:** Rodamiento Axial

**Modelo:** SKF 51106

**Normativa:** ISO 492:2014

**Descripción:** Rodamiento diseñado para soportar cargas axiales

**Referencia:** Tabla 14 → Catálogo de rodamientos axiales SKF

---

## 1.2.2 Rodamiento de contacto angular

**Tipo:** Rodamiento de contacto angular

**Modelo:** SKF 7206 BEP

**Normativa:** ISO 492:2014

**Descripción:** Rodamiento diseñado para soportar cargas tanto axiales como radiales y establecer un giro de alta precisión a altas velocidades.

**Referencia:** Tabla 15 → Catálogo de rodamientos de bolas de contacto angular SKF

## 1.3 Elementos de transmisión

**Tipo:** Correa trapecial

**Modelo:** OPTIBELT

**Normativa:** DIN 2211 SPZ

**Descripción:** Transmitir la potencia entre ejes mediante sistema mecánico.

**Referencia:** Tabla 16 → Catálogo de poleas trapeciales OPTIBELT

## 1.4 Elementos de fijación

### 1.4.1 Tornillo TCC

**Tipo 1:** Tornillo de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal

**Modelo:** Tornillo TCC

**Normativa:** DIN 4762

**Descripción:** Ensamblar o fijar piezas mediante una fuerza de apriete.

**Referencia:** Tabla 17 → Catálogo de tornillos con cabeza cilíndrica y hueco hexagonal

---

## 1.4.2 Tornillo hexagonal

**Tipo 2:** Tornillo hexagonal con espiga

**Modelo:** Tornillo hexagonal con espiga

**Normativa:** DIN 931 / ISO 4014

**Descripción:** Ensamblar o fijar piezas mediante una fuerza de apriete.

**Referencia:** Tabla 18 → Catálogo de tornillos hexagonales con espiga

## 1.4.3 Tornillo prisionero

**Tipo 3:** Tornillo prisionero con hexágono interior

**Modelo:** Tornillo prisionero con hexágono interior

**Normativa:** DIN EN ISO 4028

**Descripción:** Ensamblar o fijar piezas mediante una fuerza de apriete sin necesidad de que sobresalga la cabeza del tornillo.

**Referencia:** Tabla 19 → Catálogo de tornillos prisioneros con hexágono interior

## 1.4.4 Tornillo hexagonal con arandela

**Tipo 4:** Tornillo hexagonal con arandela

**Modelo:** Tornillo hexagonal con arandela

**Normativa:** DIN EN ISO 1665

**Descripción:** Ensamblar o fijar piezas mediante una fuerza de apriete con una arandela fijada.

**Referencia:** Tabla 20 → Catálogo de tornillos hexagonales con arandela.

---

### 1.4.5 Arandelas

**Tipo:** Arandelas

**Modelo:** Arandelas de acero

**Normativa:** DIN 433

**Descripción:** Distribuir la carga del apriete del tornillo.

**Referencia:** Tabla 21 → Catálogo de arandelas

### 1.4.6 Tuercas

**Tipo:** Tuercas de cabeza hexagonal

**Modelo:** Tuercas hexagonales con autoblocante

**Normativa:** DIN 980

**Descripción:** Elemento de fijación en el tornillo para asegurar los componentes.

**Referencia:** Tabla 22 → Catálogo de tuercas hexagonales

### 1.5 Motores

**Tipo:** Motor eléctrico trifásico de 2 polos

**Modelo:** Motor eléctrico trifásico ABB

**Normativa:** UNE EN 60034-1

**Descripción:** Convertir la energía eléctrica en energía mecánica mediante campos magnéticos.

**Referencia:** Tabla 23 → Motores eléctricos trifásicos de 2 polos

---

## 1.6 Elemento anti vibratorio

**Tipo:** Elementos antivibración, ruidos y choques.

**Modelo:** Silentblocks

**Normativa:** UNE EN ISO 148

**Descripción:** Reducir las vibraciones, ruidos y choques producidos por el motor y sus componentes.

**Referencia:** Tabla 24 → Elementos antivibración

## 1.7 Junta de goma

**Tipo:** Junta de goma de Nitrilo para la tapa

**Modelo:** Junta Nitrilo

**Normativa:** UNI EN 681- 2

**Descripción:** Junta de goma para evitar fugas de aceite o cualquier otro líquido.

**Referencia:** Tabla 25 → Junta de goma



**CHAVETAS**  
KEYS • CLAVETTES • CHAVETAS



**DIN 6885 A**

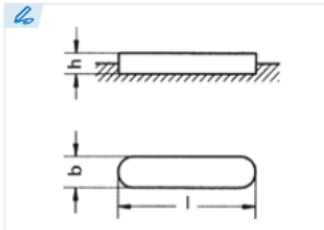


• Medidas fuera de norma DIN.  
Dimensions outside DIN standard.  
Dimensions hors norme DIN  
Medidas fora da norma DIN.

**Ref. ?**

ejemplo  
example  
exemple  
exemplo

Ref. = 51A - [XX] - [XX] - [XXX]  
          b      h      l  
**DIN 6885 A 8x7x50**  
Ref. = 51A-8-7-50



**INOX** También disponibles en stock en acero inoxidable.  
We also have stainless steel available in stock.  
Egalement disponible sur stock en inox.  
Também disponíveis em estoque em aço inoxidável.

Otras medidas bajo consulta y en stock.  
Other dimensions in stock and on request.  
Autres dimensions sur demande et en stock.  
Outras medidas, disponíveis sob consulta e em estoque.

Las longitudes en negrita son las más utilizadas.  
Bold numbers represent the most commonly used lengths.  
En noir les dimensions les plus utilisées.  
Os comprimentos em negrito são os mais utilizados.

**Chaveta paralela de ajuste**  
Parallel keys  
Clavette parallèle d'ajustage  
Chaveta paralela de ajuste

**Acero C45+C (F-114)**  
Steel C45+C (F-114)  
Acier C45+C (F-114)  
Aço C45+C (F-114)

**Tolerancia b: h9**  
b Tolerance: h9  
Tolérance b: h9  
Tolerância b: h9

**Tolerancia h: h9 o h11 según DIN 6880**  
h Tolerance: h9 or h11 according DIN 6880  
Tolérance h: h9 ou h11 suivant DIN 6880  
Tolerância h: h9 ou h11 conforme a norma DIN 6880

**Resistencia mínima a la tracción: 600 N/mm<sup>2</sup>**  
Minimum tensile strength: 600 N/mm<sup>2</sup>  
Résistance minimum à la rupture: 600 N/mm<sup>2</sup>  
Resistência mínima à tração: 600 N/mm<sup>2</sup>

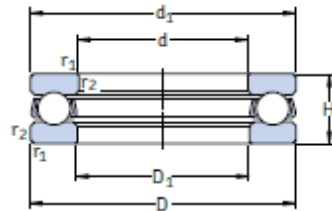
b	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22									
h	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22									
06	06	08	12	10	14	<b>+10</b>	18	<b>+12</b>	22	<b>+14</b>	28	<b>+20</b>	36	<b>+25</b>	45	<b>+30</b>	50	<b>+45</b>	56	<b>+55</b>	63	<b>+60</b>
08	08	10	14	12	16	<b>+12</b>	20	<b>+14</b>	25	<b>+15</b>	32	<b>+22</b>	40	<b>+28</b>	50	<b>+32</b>	56	50	63	56	70	63
10	10	12	16	14	18	14	22	<b>+15</b>	28	<b>+16</b>	36	<b>+25</b>	45	<b>+30</b>	56	<b>+35</b>	63	<b>+55</b>	70	<b>+60</b>	80	<b>+65</b>
12	12	14	18	<b>+15</b>	20	<b>+15</b>	25	<b>+16</b>	32	<b>+18</b>	40	28	50	<b>+32</b>	63	<b>+36</b>	70	56	80	63	90	70
14	14	<b>+15</b>	20	16	22	16	28	18	36	<b>+20</b>	45	<b>+30</b>	56	<b>+35</b>	70	<b>+40</b>	80	<b>+60</b>	90	<b>+65</b>	100	<b>+75</b>
<b>+15</b>	<b>+15</b>	16	22	18	25	18	32	20	40	22	50	32	63	36	80	45	90	63	100	70	110	80
16	16	18	25	20	28	20	36	22	45	25	56	<b>+35</b>	70	40	90	50	100	<b>+65</b>	110	<b>+75</b>	125	<b>+85</b>
18	18	20	28	22	32	22	40	25	50	28	63	36	80	45	100	<b>+55</b>	110	70	125	80	140	90
20	20	22	32	25	36	25	45	28	56	<b>+30</b>	70	40	90	50	110	56	125	<b>+75</b>	140	<b>+85</b>	160	<b>+95</b>
<b>+22</b>	22	25	36	28	40	28	50	<b>+30</b>	63	32	80	45	100	<b>+55</b>	125	<b>+60</b>	140	80	160	90	180	100
<b>+25</b>	25	28	40	<b>+30</b>	45	<b>+30</b>	56	32	70	<b>+35</b>	90	50	110	56	140	63	160	<b>+85</b>	180	<b>+95</b>	200	110
<b>+28</b>	28	<b>+30</b>	45	32	50	32	63	<b>+35</b>	80	36	100	<b>+55</b>	125	<b>+60</b>	160	<b>+65</b>	180	90	200	100	220	<b>+120</b>
<b>+30</b>	<b>+30</b>	32	50	<b>+35</b>	56	<b>+35</b>	70	36	90	40	110	56	140	63	180	70	200	<b>+95</b>	220	110	250	125
<b>+32</b>	32	<b>+35</b>	56	36	63	36	80	40	100	45	125	<b>+60</b>	160	65	100	<b>+75</b>	100	120	<b>+120</b>	<b>+130</b>		
<b>+35</b>	<b>+35</b>	36	40	70	40	90	45	110	50	140	63	70	80	110	125	<b>+120</b>	140	110	125	140	160	
<b>+36</b>	36	40	45	50	45	50	55	56	70	80	90	100	110	125	140	160	180	125	140	160	180	
			45	<b>+50</b>	<b>+55</b>	<b>+55</b>	56	<b>+60</b>	<b>+75</b>	<b>+85</b>	<b>+95</b>	<b>+130</b>	<b>+150</b>	<b>+170</b>								
				56	56	<b>+60</b>	63	<b>+65</b>	<b>+85</b>	<b>+95</b>	110	<b>+150</b>	<b>+170</b>	200								
				<b>+60</b>	<b>+60</b>	63	<b>+65</b>	<b>+85</b>	<b>+95</b>	110	<b>+150</b>	<b>+170</b>	200									
				<b>+63</b>	63	<b>+65</b>	70	90	100	120	160	180	220									
				<b>+65</b>	<b>+65</b>	70	<b>+75</b>	<b>+95</b>	110	125	<b>+170</b>	200	250									
					70	<b>+75</b>	80	100	<b>+120</b>	<b>+130</b>	180	220										
					<b>+75</b>	80	<b>+85</b>	110	125	140	200											
							<b>+85</b>	90	<b>+120</b>	<b>+130</b>	<b>+150</b>											
							90	<b>+95</b>	125	140	160											
							<b>+95</b>	100	<b>+130</b>	<b>+150</b>	180											
								<b>+100</b>	110	140	160	<b>+200</b>										
								<b>+110</b>	<b>+120</b>	<b>+150</b>	<b>+180</b>											
								<b>+120</b>	<b>+125</b>	<b>+160</b>	<b>+200</b>											
								<b>+125</b>	<b>+130</b>	<b>+180</b>												
								<b>+130</b>	<b>+140</b>													
								<b>+140</b>	<b>+150</b>													
								<b>+150</b>	<b>+160</b>													
								<b>+180</b>	<b>+200</b>													

www.opac.net

Tabla 25.- Tabla de longitudes comerciales



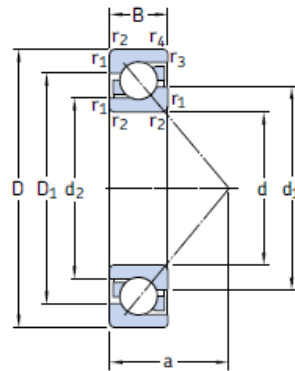
Rodamientos axiales de bolas de simple efecto  
d 3 – 30 mm



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Factor de carga mínima	Velocidades		Masa	Designación
d	D	H	dinámica C	estática C <sub>0</sub>	P <sub>L</sub>	A	Velocidad de referencia	Velocidad límite	kg	-
mm			kN		kN	-	rpm		kg	-
3	8	3,5	0,806	0,72	0,027	0,000003	26 000	36 000	0,0009	BA 3
4	10	4	0,761	0,72	0,027	0,000003	22 000	30 000	0,0015	BA 4
5	12	4	0,852	0,965	0,036	0,000005	20 000	28 000	0,0021	BA 5
6	14	5	1,78	1,92	0,071	0,000019	17 000	24 000	0,0035	BA 6
7	17	6	2,51	2,9	0,108	0,000044	14 000	19 000	0,0065	BA 7
8	19	7	3,19	3,8	0,143	0,000075	12 000	17 000	0,0091	BA 8
9	20	7	3,12	3,8	0,143	0,000075	12 000	16 000	0,010	BA 9
10	24	9	9,95	15,3	0,56	0,0012	9 500	13 000	0,020	51100
	26	11	12,7	18,6	0,70	0,0018	8 000	11 000	0,030	51200
12	26	9	10,4	16,6	0,62	0,0014	9 000	13 000	0,022	51101
	28	11	13,3	20,8	0,77	0,0022	8 000	11 000	0,034	51201
15	28	9	10,6	18,3	0,67	0,0017	8 500	12 000	0,023	51102
	32	12	16,5	27	1	0,0038	7 000	10 000	0,046	51202
17	30	9	11,4	21,2	0,78	0,0023	8 500	12 000	0,025	51103
	35	12	17,2	30	1,1	0,0047	6 700	9 500	0,053	51203
20	35	10	15,1	29	1,08	0,0044	7 500	10 000	0,037	51104
	40	14	22,5	40,5	1,53	0,0085	6 000	8 000	0,083	51204
25	42	11	18,2	39	1,43	0,0079	6 300	9 000	0,056	51105
	47	15	27,6	55	2,04	0,015	5 300	7 500	0,11	51205
	52	18	34,5	60	2,24	0,018	4 500	6 300	0,17	51305
	60	24	55,3	96,5	3,6	0,048	3 600	5 000	0,34	51405
30	47	11	19	43	1,6	0,0096	6 000	8 500	0,063	51106
	52	16	25,5	51	1,9	0,013	4 800	6 700	0,13	51206
	60	21	37,7	71	2,65	0,026	3 800	5 300	0,26	51306
	70	28	72,8	137	5,1	0,097	3 000	4 300	0,52	51406

Tabla 26.- Catálogo de rodamientos axiales SKF

Rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular  
d 30 – 45 mm



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga $P_u$	Velocidades		Masa	Designaciones <sup>1)</sup>	
d	D	B	dinámica C	estática $C_0$		Velocidad de referencia	Velocidad límite		Rodamiento para apareamiento universal	de diseño básico
mm			kN		kN	rpm		kg	-	
30	62	16	24	15,6	0,655	14 000	14 000	0,19	*7206 BECBP	-
	62	16	22,5	14,3	0,61	13 000	13 000	0,19	-	7206 BEP
	62	16	23,8	15,6	0,655	13 000	13 000	0,21	7206 BECBy	7206 BEY
	62	16	24	15,6	0,655	14 000	14 000	0,21	*7206 BECBM	-
	72	19	35,5	21,2	0,9	13 000	13 000	0,33	*7306 BECBP	-
	72	19	32,5	19,3	0,815	12 000	12 000	0,33	-	7306 BEP
	72	19	34,5	21,2	0,9	12 000	12 000	0,37	7306 BECBy	7306 BEY
35	72	19	35,5	21,2	0,9	13 000	13 000	0,37	*7306 BECBM	-
	72	17	31	20,8	0,88	12 000	12 000	0,28	*7207 BECBP	-
	72	17	29,1	19	0,815	11 000	11 000	0,28	-	7207 BEP
	72	17	30,7	20,8	0,88	11 000	11 000	0,30	7207 BECBy	7207 BEY
	72	17	31	20,8	0,88	12 000	12 000	0,30	*7207 BECBM	-
	80	21	41,5	26,5	1,14	11 000	11 000	0,45	*7307 BECBP	-
	80	21	39	24,5	1,04	10 000	10 000	0,45	-	7307 BEP
40	80	21	39	24,5	1,04	10 000	10 000	0,49	7307 BECBy	7307 BEY
	80	21	41,5	26,5	1,14	11 000	11 000	0,49	*7307 BECBM	-
	80	18	36,5	26	1,1	11 000	11 000	0,37	*7208 BECBP	-
	80	18	34,5	24	1,02	10 000	10 000	0,37	-	7208 BEP
	80	18	36,4	26	1,1	10 000	10 000	0,38	7208 BECBy	7208 BEY
	80	18	36,5	26	1,1	11 000	11 000	0,39	*7208 BECBM	-
	80	18	34,5	24	1,02	10 000	10 000	0,39	-	7208 BEM

Tabla 27.- Catálogo de rodamientos de bolas de contacto angular SKF

## Descripción del producto

### optibelt SK Correas trapeciales estrechas de alto rendimiento

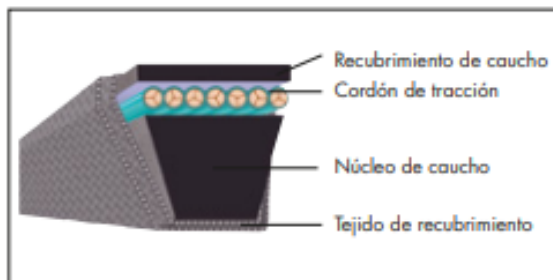
#### norma USA RMA/MPTA



Power Transmission

#### Estructura/cualidades

Las correas trapeciales estrechas de alto rendimiento Optibelt SK según la norma USA RMA/MPTA corresponden por su estructura y cualidades a las correas trapeciales estrechas de alto rendimiento según DIN 7753 parte 1.



#### Normalización / Medidas

En EE.UU. hay normalizados tres perfiles para correas trapeciales estrechas, cuyas formas en sección y medidas sólo concuerdan parcialmente con las perfiles y desarrollos de las correas trapeciales estrechas DIN 7753 parte 1. Son los perfiles 3V/9N, 5V/15N y 8V/25N. El perfil 3V/9N corresponde aproximadamente al SPZ, y el 5V/15N al perfil SPB. Para el 8V/25N no existe un perfil comparable DIN/ISO de correa trapecial estrecha. Los perfiles 3V/9N y 5V/15N pueden utilizarse sin problemas en las poleas para los perfiles SPZ-Z/10 ó SPB-B/17. Sin embargo, no es recomendable proceder a la inversa sin corregir el perfil, ya que el ancho superior del canal de las poleas americanas es menor que el de las poleas DIN/ISO. Por eso las correas trapeciales estrechas SPZ y SPB presentan frecuentemente cortes en el tercio superior de sus flancos y se averían prematuramente.

Las secciones del perfil SPB para las correas trapeciales estrechas de alto rendimiento Optibelt SK se han diseñado de forma que puedan trabajar también con poleas 5V/15N.

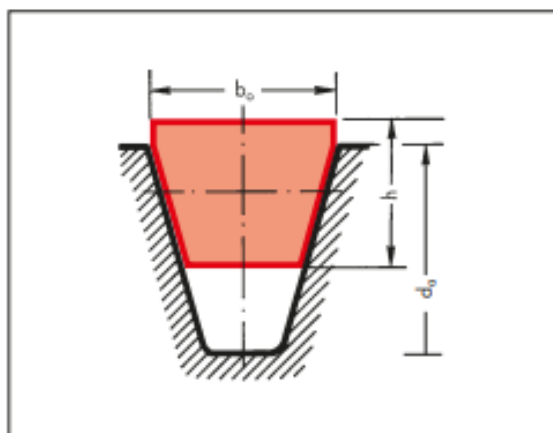


Tabla 2

Perfil		3V/9N	5V/15N	8V/25N
Ancho superior de la correa	$b_0$	9	15	25
Altura de la correa	$h$	8	13	23
Diámetro exterior mínimo de polea recomendada	$d_{a \text{ min}}$	63	140	335
Peso por metro (kg/m)		0,074	0,195	0,575
Frecuencia de flexión (s <sup>-1</sup> )	$f_{B \text{ max}}$		100	
Velocidad de la correa (m/s)	$v_{\text{max}}$		55*	

\*  $v > 42$  m/s. Póngase en contacto con nuestros ingenieros del Departamento de Técnica aplicada

De la denominación de la correa se puede deducir el desarrollo exterior.

Ejemplo:

Denominación en pulgadas	Denominación métrica
3V 750	9N 1905
3V = Perfil 3/8" 9 ancho superior	= 9 mm ancho superior
750 = desarrollo exterior en pulgadas : 10	N = Denominación para correa individual
Outside length in mm:	1905 = Desarrollo exterior en mm (1 pulgada = 25.4 mm)
$L_0 = \frac{750 \cdot 25,4}{10}$	
$L_0 = 1905$ mm	

#### Ejemplos de aplicación

Recomendamos especialmente las correas trapeciales estrechas de alto rendimiento Optibelt SK de los perfiles 3V/9N y 5V/15N para su uso en máquinas que deban ser exportadas a países donde utilicen principalmente estos perfiles normalizados, p. ej. EE.UU. y Canadá.

El perfil 8V/25N se utiliza preferentemente en transmisiones de cargas pesadas tales como molinos o trituradoras de piedra. Como estas correas trapeciales estrechas transmiten potencias muy elevadas, normalmente requieren menos espacio constructivo que el perfil SPC.

Por esta razón el perfil 8V/25N se utiliza también cada día más en Europa en estos campos de aplicación. Otra ventaja adicional es que pueden reemplazarse correas trapeciales individuales por correas múltiples sin necesidad de modificar las medidas de la polea, en caso de que aparezcan problemas imprevisibles de vibraciones.

#### Cálculo de la transmisión

El cálculo de la transmisión se realiza según el método explicado en este manual. Para transmisiones con el perfil 3V/9N son válidos los valores de potencia del perfil SPZ y para el 5V/15N los del perfil SPB. Los diámetros de referencia de las correas trapeciales estrechas SPZ y SPB son equivalentes a los diámetros exteriores de los perfiles 3V/9N y 5V/15N. Las pequeñas diferencias que puedan aparecer en cuanto a frecuencia de rotación y multiplicación no tienen prácticamente influencia.

Tabla 28.- Catalogo de correas trapeciales OPTIBELT

**07160 Tornillos de cabeza cilíndrica con hexágono interior DIN EN ISO 4762  
ampliada, acero o acero inoxidable**

**norelem**

Descripción del artículo/Imágenes del producto



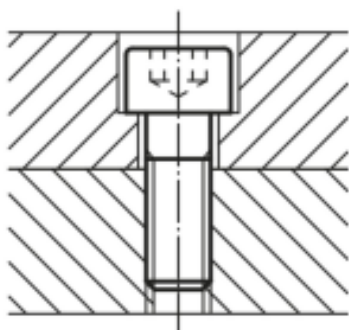
**Descripción**

**Material:**

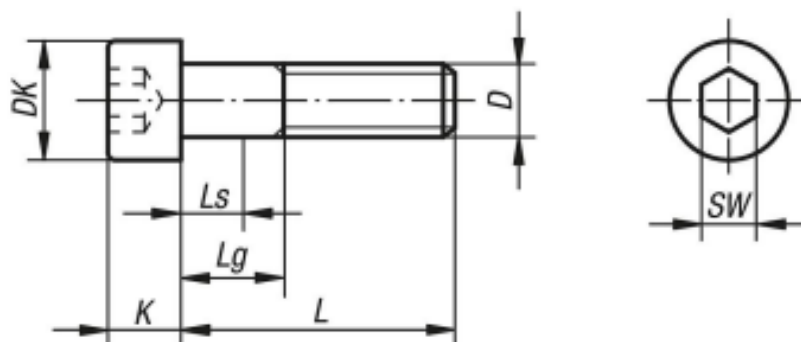
Acero, acero inoxidable A2 o acero inoxidable A4.

**Versión:**

Acero con clase de resistencia 8.8, acabado natural (negro) o cincado.  
Acero con clase de resistencia 10.9, acabado natural (negro) o cincado.  
Acero con clase de resistencia 12.9, acabado natural (negro).  
Acero inoxidable A2-70, acabado natural.  
Acero inoxidable A4-70, acabado natural.



Planos



Nuestros productos

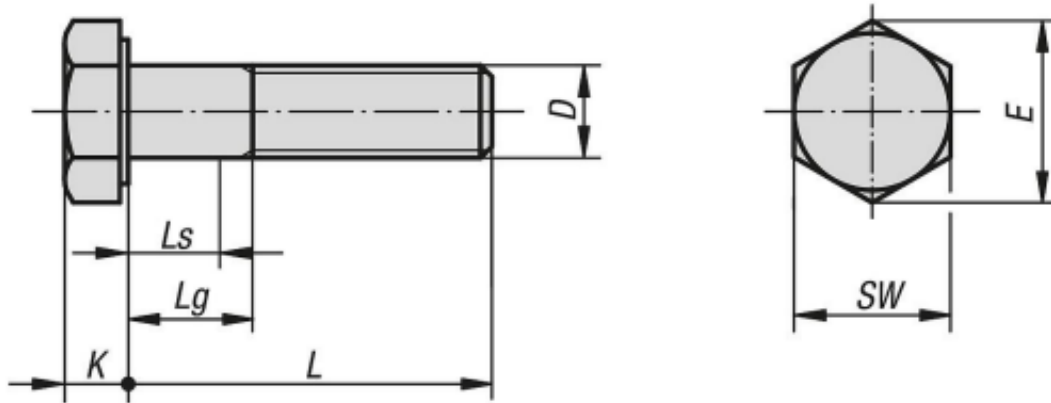
Referencia	MATERIAL del cuerpo de base	Clase de resistencia	Superficie cuerpo de base	D	L	Ls min.	Lg máx.	DK	K	SW
07160-03X10	acero	8.8	acabado natural (negro)	M3	10	0	1,5	5,5	3	2,5
07160-03X12	acero	8.8	acabado natural (negro)	M3	12	0	1,5	5,5	3	2,5
07160-03X16	acero	8.8	acabado natural (negro)	M3	16	0	1,5	5,5	3	2,5
07160-03X18	acero	8.8	acabado natural (negro)	M3	18	0	1,5	5,5	3	2,5
07160-03X20	acero	8.8	acabado natural (negro)	M3	20	0	1,5	5,5	3	2,5
07160-03X25	acero	8.8	acabado natural (negro)	M3	25	4,5	7	5,5	3	2,5
07160-04X10	acero	8.8	acabado natural (negro)	M4	10	0	2,1	7	4	3
07160-04X12	acero	8.8	acabado natural (negro)	M4	12	0	2,1	7	4	3
07160-04X16	acero	8.8	acabado natural (negro)	M4	16	0	2,1	7	4	3

Tabla 29.- Catálogo de tornillos con cabeza cilíndrica y hueco hexagonal

07170 Tornillos hexagonales con espiga DIN 931/ISO 4014

norelem

Planos



Nuestros productos

Referencia	Material del cuerpo de base	Clase de resistencia	Superficie cuerpo de base	D	L	Ls min.	Lg máx.	E	K	SW	DIN	ISO
07170-03X30	acero	8.8	acabado natural (negro)	M3	30	15,5	18	6,01	2	5,5	DIN 931	ISO 4014
07170-03X35	acero	8.8	acabado natural (negro)	M3	35	20,5	23	6,01	2	5,5	DIN 931	-
07170-03X40	acero	8.8	acabado natural (negro)	M3	40	25,5	28	6,01	2	5,5	DIN 931	-
07170-04X25	acero	8.8	acabado natural (negro)	M4	25	7,5	11	7,66	2,8	7	DIN 931	ISO 4014
07170-04X30	acero	8.8	acabado natural (negro)	M4	30	12,5	16	7,66	2,8	7	DIN 931	ISO 4014
07170-04X35	acero	8.8	acabado natural (negro)	M4	35	17,5	21	7,66	2,8	7	DIN 931	ISO 4014
07170-04X40	acero	8.8	acabado natural (negro)	M4	40	22,5	26	7,66	2,8	7	DIN 931	ISO 4014
07170-04X45	acero	8.8	acabado natural (negro)	M4	45	27,5	31	7,66	2,8	7	DIN 931	ISO 4014
07170-04X50	acero	8.8	acabado natural (negro)	M4	50	32,5	36	7,66	2,8	7	DIN 931	ISO 4014
07170-05X25	acero	8.8	acabado natural (negro)	M5	25	5	9	8,79	3,5	8	DIN 931	ISO 4014
07170-05X30	acero	8.8	acabado natural (negro)	M5	30	10	14	8,79	3,5	8	DIN 931	ISO 4014
07170-05X35	acero	8.8	acabado natural (negro)	M5	35	15	19	8,79	3,5	8	DIN 931	ISO 4014
07170-05X40	acero	8.8	acabado natural (negro)	M5	40	20	24	8,79	3,5	8	DIN 931	ISO 4014
07170-05X45	acero	8.8	acabado natural (negro)	M5	45	25	29	8,79	3,5	8	DIN 931	ISO 4014
07170-05X50	acero	8.8	acabado natural (negro)	M5	50	30	34	8,79	3,5	8	DIN 931	ISO 4014
07170-05X60	acero	8.8	acabado natural (negro)	M5	60	39	44	8,79	3,5	8	DIN 931	ISO 4014
07170-06X30	acero	8.8	acabado natural (negro)	M6	30	7	12	11,05	4	10	DIN 931	ISO 4014
07170-06X35	acero	8.8	acabado natural (negro)	M6	35	12	17	11,05	4	10	DIN 931	ISO 4014
07170-06X40	acero	8.8	acabado natural (negro)	M6	40	17	22	11,05	4	10	DIN 931	ISO 4014
07170-06X45	acero	8.8	acabado natural (negro)	M6	45	22	27	11,05	4	10	DIN 931	ISO 4014
07170-06X50	acero	8.8	acabado natural (negro)	M6	50	27	32	11,05	4	10	DIN 931	ISO 4014
07170-06X60	acero	8.8	acabado natural (negro)	M6	60	37	42	11,05	4	10	DIN 931	ISO 4014
07170-06X70	acero	8.8	acabado natural (negro)	M6	70	47	52	11,05	4	10	DIN 931	ISO 4014
07170-08X35	acero	8.8	acabado natural (negro)	M8	35	6,75	13	14,38	5,3	13	DIN 931	ISO 4014
07170-08X40	acero	8.8	acabado natural (negro)	M8	40	11,75	18	14,38	5,3	13	DIN 931	ISO 4014
07170-08X45	acero	8.8	acabado natural (negro)	M8	45	16,75	23	14,38	5,3	13	DIN 931	ISO 4014
07170-08X50	acero	8.8	acabado natural (negro)	M8	50	21,75	28	14,38	5,3	13	DIN 931	ISO 4014
07170-08X60	acero	8.8	acabado natural (negro)	M8	60	31,75	38	14,38	5,3	13	DIN 931	ISO 4014
07170-08X70	acero	8.8	acabado natural (negro)	M8	70	41,75	48	14,38	5,3	13	DIN 931	ISO 4014
07170-08X80	acero	8.8	acabado natural (negro)	M8	80	51,75	58	14,38	5,3	13	DIN 931	ISO 4014
07170-10X40	acero	8.8	acabado natural (negro)	M10	40	6,5	14	18,9	6,4	17	DIN 931	-
07170-10X45	acero	8.8	acabado natural (negro)	M10	45	11,5	19	18,9	6,4	17	DIN 931	-
07170-10X50	acero	8.8	acabado natural (negro)	M10	50	16,5	24	18,9	6,4	17	DIN 931	-
07170-10X60	acero	8.8	acabado natural (negro)	M10	60	26,5	34	18,9	6,4	17	DIN 931	-
07170-10X70	acero	8.8	acabado natural (negro)	M10	70	36,5	44	18,9	6,4	17	DIN 931	-
07170-10X80	acero	8.8	acabado natural (negro)	M10	80	46,5	54	18,9	6,4	17	DIN 931	-
07170-10X90	acero	8.8	acabado natural (negro)	M10	90	56,5	64	18,9	6,4	17	DIN 931	-
07170-10X100	acero	8.8	acabado natural (negro)	M10	100	66,5	74	18,9	6,4	17	DIN 931	-
07170-12X45	acero	8.8	acabado natural (negro)	M12	45	6,25	15	21,1	7,5	19	DIN 931	-
07170-12X50	acero	8.8	acabado natural (negro)	M12	50	11,25	20	21,1	7,5	19	DIN 931	-

Tabla 30.- Catálogo de tornillos hexagonales con espiga

## 07167 Tornillos prisioneros con hexágono interior y pivote DIN EN ISO 4028

norelem

### Descripción del artículo/Imágenes del producto



### Descripción

#### Material:

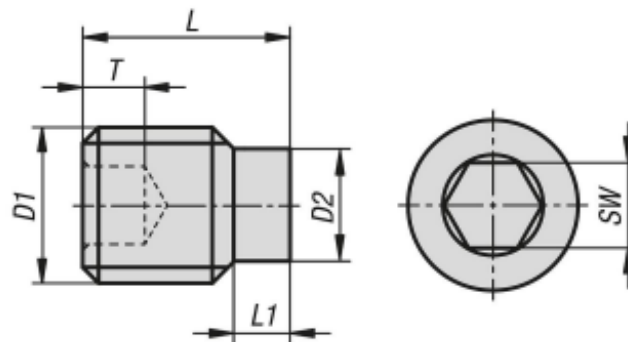
Acero, acero inoxidable A2 o acero inoxidable A4.

#### Versión:

Acero con clase de resistencia 45 H, acabado natural (negro) o con cincado galvánico.

Acero inoxidable A2 o acero inoxidable A4.

### Planos



### Nuestros productos

Referencia	Material	Superficie cuerpo de base	Clase de resistencia	D1	D2	L	L1 máx.	T	SW
07167-103X4	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M3	2	4	1	1,2	1,5
07167-103X5	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M3	2	5	1	1,2	1,5
07167-103X6	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M3	2	6	1,75	2	1,5
07167-103X8	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M3	2	8	1,75	2	1,5
07167-103X10	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M3	2	10	1,75	2	1,5
07167-103X12	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M3	2	12	1,75	2	1,5
07167-104X5	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M4	2,5	5	1,25	1,5	2
07167-104X6	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M4	2,5	6	1,25	1,5	2
07167-104X8	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M4	2,5	8	2,25	2,5	2
07167-104X10	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M4	2,5	10	2,25	2,5	2
07167-104X12	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M4	2,5	12	2,25	2,5	2
07167-104X16	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M4	2,5	16	2,25	2,5	2
07167-104X20	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M4	2,5	20	2,25	2,5	2
07167-104X25	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M4	2,5	25	2,25	2,5	2
07167-105X5	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M5	3,5	5	1,5	2	2,5
07167-105X6	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M5	3,5	6	1,5	2	2,5
07167-105X8	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M5	3,5	8	2,75	3	2,5
07167-105X10	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M5	3,5	10	2,75	3	2,5
07167-105X12	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M5	3,5	12	2,75	3	2,5
07167-105X16	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M5	3,5	16	2,75	3	2,5
07167-105X20	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M5	3,5	20	2,75	3	2,5
07167-105X25	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M5	3,5	25	2,75	3	2,5
07167-105X30	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M5	3,5	30	2,75	3	2,5
07167-105X35	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M5	3,5	35	2,75	3	2,5
07167-106X6	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M6	4	6	1,75	2	3
07167-106X8	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M6	4	8	1,75	2	3
07167-106X10	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M6	4	10	3,25	3,5	3
07167-106X12	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M6	4	12	3,25	3,5	3
07167-106X16	acero inoxidable A2	acabado natural	70	M6	4	16	3,25	3,5	3

Tabla 31.- Catálogo de tornillos prisioneros con hexágono interior

## 07172 Tornillos hexagonales con brida DIN EN 1665

norelem

### Descripción del artículo/Imágenes del producto

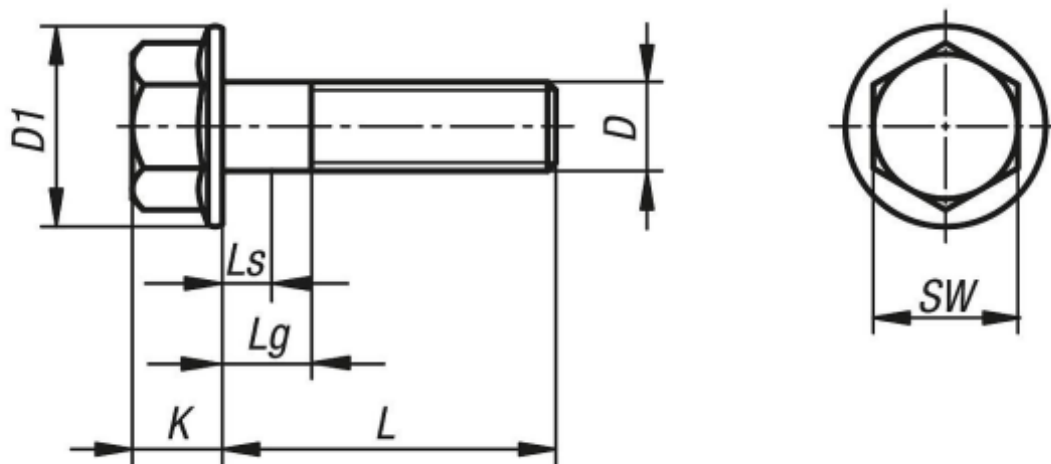


#### Descripción

**Material:**  
Acero o acero inoxidable A2.

**Versión:**  
Acero con clase de resistencia 8.8, cincado mediante procedimiento galvánico.  
Acero con clase de resistencia 10.9, cincado mediante procedimiento galvánico.  
Acero inoxidable con acabado natural.

### Planos



### Nuestros productos

Referencia	Material del cuerpo de base	Clase de resistencia	D	L	Ls min.	Lp máx.	D1	SW	K
07172-406X12	acero	8.8	M6	12	0	0	14,2	10	6,6
07172-406X16	acero	8.8	M6	16	0	0	14,2	10	6,6
07172-406X20	acero	8.8	M6	20	0	0	14,2	10	6,6
07172-406X25	acero	8.8	M6	25	0	0	14,2	10	6,6
07172-406X30	acero	8.8	M6	30	7	12	14,2	10	6,6
07172-408X12	acero	8.8	M8	12	0	0	18	13	8,1
07172-408X16	acero	8.8	M8	16	0	0	18	13	8,1
07172-408X20	acero	8.8	M8	20	0	0	18	13	8,1
07172-408X25	acero	8.8	M8	25	0	0	18	13	8,1
07172-408X30	acero	8.8	M8	30	0	0	18	13	8,1
07172-408X35	acero	8.8	M8	35	6,75	13	18	13	8,1
07172-408X40	acero	8.8	M8	40	11,75	18	18	13	8,1
07172-408X50	acero	8.8	M8	50	21,75	28	18	13	8,1
07172-408X60	acero	8.8	M8	60	31,75	38	18	13	8,1
07172-410X20	acero	8.8	M10	20	0	0	22,3	16	10,4
07172-410X25	acero	8.8	M10	25	0	0	22,3	16	10,4
07172-410X30	acero	8.8	M10	30	0	0	22,3	16	10,4
07172-410X35	acero	8.8	M10	35	0	0	22,3	16	10,4
07172-410X40	acero	8.8	M10	40	6,5	14	22,3	16	10,4
07172-410X50	acero	8.8	M10	50	16,5	24	22,3	16	10,4
07172-412X20	acero	8.8	M12	20	0	0	26,6	18	11,8
07172-412X25	acero	8.8	M12	25	0	0	26,6	18	11,8
07172-412X30	acero	8.8	M12	30	0	0	26,6	18	11,8
07172-412X40	acero	8.8	M12	40	0	0	26,6	18	11,8

Tabla 32.- Catálogo de tornillos hexagonales con arandela

07300-01 Arandelas DIN 433 acero o acero inoxidable



Descripción del artículo/Imágenes del producto



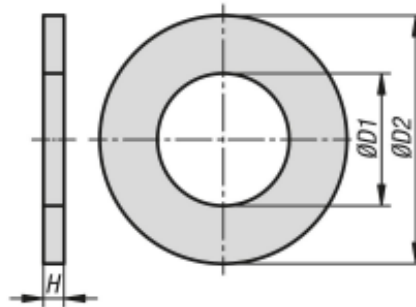
**Descripción**

**Material:**  
Arandelas de acero o acero inoxidable.

**Versión:**  
Acero con acabado natural o cincado.  
Acero inoxidable con acabado natural.

**Indicación:**  
Las arandelas DIN 433 son arandelas de apoyo fabricadas según la norma DIN 433. Las arandelas sirven para distribuir la carga sobre una mayor superficie, impidiendo que la cabeza del tornillo o la tuerca se hundan en el material.

Planos



Nuestros productos

Referencia	Material del cuerpo de base	Superficie cuerpo de base	D1	D2	H	Para tornillos
07300-01-030	acero	acabado natural	3,2	6	0,5	M3
07300-01-040	acero	acabado natural	4,3	8	0,5	M4
07300-01-050	acero	acabado natural	5,3	9	1	M5
07300-01-060	acero	acabado natural	6,4	11	1,6	M6
07300-01-080	acero	acabado natural	8,4	15	1,6	M8
07300-01-100	acero	acabado natural	10,5	18	1,6	M10
07300-01-120	acero	acabado natural	13	20	2	M12
07300-01-140	acero	acabado natural	15	24	2,5	M14
07300-01-160	acero	acabado natural	17	28	2,5	M16
07300-01-180	acero	acabado natural	19	30	3	M18
07300-01-200	acero	acabado natural	21	34	3	M20
07300-01-031	acero	cincado	3,2	6	0,5	M3
07300-01-041	acero	cincado	4,3	8	0,5	M4
07300-01-051	acero	cincado	5,3	9	1	M5
07300-01-061	acero	cincado	6,4	11	1,6	M6
07300-01-081	acero	cincado	8,4	15	1,6	M8
07300-01-101	acero	cincado	10,5	18	1,6	M10
07300-01-121	acero	cincado	13	20	2	M12
07300-01-141	acero	cincado	15	24	2,5	M14
07300-01-161	acero	cincado	17	28	2,5	M16
07300-01-181	acero	cincado	19	30	3	M18
07300-01-201	acero	cincado	21	34	3	M20
07300-01-1030	acero inoxidable A2	acabado natural	3,2	6	0,5	M3
07300-01-1040	acero inoxidable A2	acabado natural	4,3	8	0,5	M4
07300-01-1050	acero inoxidable A2	acabado natural	5,3	9	1	M5
07300-01-1060	acero inoxidable A2	acabado natural	6,4	11	1,6	M6

Tabla 33.- Catálogo de arandelas



## 07215 Tuercas hexagonales, con elemento de sujeción DIN 980 ampliada

norelem

### Descripción del artículo/Imágenes del producto



### Descripción

**Material:**  
Acero o acero inoxidable A2.

**Versión:**  
Acero cincado mediante procedimiento galvanizado.  
Acero inoxidable con acabado natural.

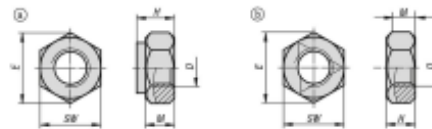
**Indicación:**  
Tuercas hexagonales con elemento de sujeción DIN 980 forma V (tuerca enteramente metálica, de una pieza).

En la tabla se indican las alturas máximas H de las tuercas.  
La forma y las medidas de las versiones en acero inoxidable son iguales que en DIN 934 con un aplastamiento adicional.

### Indicación sobre el dibujo:

- a) Acero
- b) Acero inoxidable

### Planos



### Nuestros productos

Referencia	Material del cuerpo de base	Clase de resistencia	D	E	H	M	SW
07215-204	acero	8	M4	7,66	4,2	2,2	7
07215-205	acero	8	M5	8,79	5,1	2,75	8
07215-206	acero	8	M6	11,05	6	3,3	10
07215-208	acero	8	M8	14,38	8	4,4	13
07215-210	acero	8	M10	18,9	10	5,5	17
07215-212	acero	8	M12	21,1	12	6,6	19
07215-214	acero	8	M14	23,9	14	7,7	22
07215-216	acero	8	M16	26,76	16	8,8	24
07215-220	acero	8	M20	32,95	20	11	30
07215-224	acero	8	M24	39,55	24	13,2	36
07215-227	acero	8	M27	45,2	27	14,8	41
07215-230	acero	8	M30	50,85	30	16,5	46
07215-308	acero	10	M8	14,38	8	4,4	13
07215-310	acero	10	M10	18,9	10	5,5	17
07215-312	acero	10	M12	21,1	12	6,6	19
07215-314	acero	10	M14	23,9	14	7,7	22
07215-316	acero	10	M16	26,76	16	8,8	24
07215-320	acero	10	M20	32,95	20	11	30
07215-324	acero	10	M24	35	24	13,2	36
07215-327	acero	10	M27	45,2	27	14,8	41
07215-330	acero	10	M30	50,85	30	16,5	46
07215-104	acero inoxidable A2	70	M4	7,66	4,2	2,2	7
07215-105	acero inoxidable A2	70	M5	8,79	5,1	2,75	8
07215-106	acero inoxidable A2	70	M6	11,05	6	3,3	10
07215-108	acero inoxidable A2	70	M8	14,38	8	4,4	13
07215-110	acero inoxidable A2	70	M10	18,9	10	5,5	17

Tabla 34.- Catálogo de tuercas hexagonales

## Motores de hierro fundido para prestaciones estándar IE2 Datos técnicos para motores trifásicos totalmente cerrados de jaula de ardilla

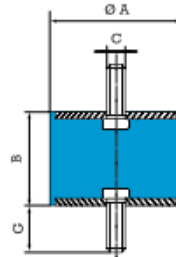
IP 55 - IC 411 - Clase de aislamiento F, clase de aumento de temperatura B  
Clase de eficiencia IE2 según IEC 60034-30; 2008

Potencia kW	Tipo de motor	Código de producto	Velocidad rpm	Eficiencia IEC 60034-2-1; 2007			Factor de potencia cos φ	Intensidad				Momento de inercia J = 1/4 GD <sup>2</sup> kgm <sup>2</sup>	Nivel de presión sonora L <sub>75A</sub> Peso kg dB		
				Carga completa 100%	3/4 carga 75%	1/2 carga 50%		I <sub>N</sub> A	I <sub>s</sub> / I <sub>N</sub>	T <sub>N</sub> Nm	T <sub>L</sub> / T <sub>N</sub>			T <sub>B</sub> / T <sub>N</sub>	
<b>3.000 rpm = 2 polos</b>			<b>400 V 50 Hz</b>			<b>Diseño CENELEC</b>									
0,37	M2BA 71 MA	3GBA 071 211-***B	2660	69,2	73,5	73,7	0,80	0,96	3,9	1,32	2,2	2,3	0,00039	11	58
0,55	M2BA 71 MB	3GBA 071 212-***B	2680	73,2	77,3	79,3	0,85	1,27	4,3	1,95	2,4	2,5	0,00051	11	56
0,75	M2BA 80 MB	3GBA 081 212-***B	2895	80,6	79,9	76,2	0,74	1,81	7,7	2,4	4,2	4,2	0,001	16	57
1,1	M2BA 80 MC	3GBA 081 213-***B	2870	81,8	82,4	80,2	0,80	2,4	7,5	3,6	2,7	3,5	0,0012	18	60
1,5	M2BA 90 SLB	3GBA 091 212-***B	2900	82,2	84,1	82,7	0,86	3	7,5	4,9	2,5	2,6	0,00254	24	69
2,2	M2BA 90 SLC	3GBA 091 213-***B	2885	84,7	86,7	85,7	0,87	4,3	6,8	7,2	1,9	2,5	0,0028	25	64
3	M2BA 100 LB	3GBA 101 212-***B	2925	85,2	84,9	82,8	0,86	5,9	9,1	9,7	3,1	3,5	0,00528	36	68
4	M2BA 112 MB	3GBA 111 212-***B	2895	86,1	87,0	86,6	0,86	7,7	8,1	13,1	2,9	3,2	0,00575	37	70
5,5	M2BA 132 SMB	3GBA 131 212-***B	2865	88,0	88,6	88,0	0,86	10,4	7,0	18,3	2,0	2,7	0,01275	68	70
7,5	M2BA 132 SMC	3GBA 131 214-***B	2890	88,6	88,8	87,5	0,84	14,5	7,3	24,7	2,0	3,6	0,01359	70	70
11	M2BA 160 MLA	3GBA 161 044-***G	2920	89,8	91,0	90,7	0,89	19,8	5,9	35,9	1,6	2,7	0,038	119	69
15	M2BA 160 MLB	3GBA 161 045-***G	2934	91,1	92,2	92,0	0,90	26,4	7,0	48,8	2,5	3,1	0,048	133	69
18,5	M2BA 160 MLC	3GBA 161 046-***G	2934	91,0	91,8	91,2	0,89	32,9	7,3	60,2	2,6	3,2	0,052	141	73
22	M2BA 180 MLA	3GBA 181 042-***G	2933	91,5	92,8	92,8	0,91	38,1	7,8	71,6	3,0	3,5	0,062	173	73
30	M2BA 200 MLA	3GBA 201 043-***G	2950	92,2	92,9	92,3	0,89	52,7	7,8	97,1	2,7	3,3	0,092	214	75
37	M2BA 200 MLB	3GBA 201 044-***G	2947	92,5	93,0	92,5	0,91	63,4	7,7	119	2,8	3,6	0,116	240	75
45	M2BA 225 SMA	3GBA 221 042-***G	2956	93,0	93,5	92,9	0,90	77,6	8,1	145	3,1	3,4	0,197	297	75
55	M2BA 250 SMA	3GBA 251 042-***G	2960	93,9	94,3	93,6	0,90	93,9	6,8	177	2,6	2,5	0,275	339	75
75	M2BA 280 SA	3GBA 281 110-***L	2977	94,0	93,7	92,3	0,88	130	7,6	240	2,1	3,0	0,8	530	78
90	M2BA 280 SMB	3GBA 281 220-***L	2976	94,3	94,2	93,1	0,90	153	7,4	288	2,1	2,9	0,9	570	78
110	M2BA 315 SMA	3GBA 311 210-***L	2982	94,6	94,1	92,7	0,86	195	7,6	352	2,0	3,0	1,2	750	78
132	M2BA 315 SMB	3GBA 311 220-***L	2982	94,9	94,6	93,4	0,88	228	7,4	422	2,2	3,0	1,4	810	78
160	M2BA 315 SMC	3GBA 311 230-***L	2981	95,2	95,0	94,1	0,89	272	7,5	512	2,3	3,0	1,7	900	78
200	M2BA 315 MLA	3GBA 311 410-***L	2980	95,3	95,2	94,4	0,90	336	7,7	640	2,6	3,0	2,1	1020	83
250	M2BA 355 SMA	3GBA 351 210-***L	2983	95,4	95,2	94,3	0,89	424	6,8	800	1,5	2,8	2,7	1310	83
315	M2BA 355 SMB	3GBA 351 220-***L	2980	95,4	95,4	94,7	0,89	535	7,2	1009	1,9	2,8	3,4	1450	83
355	M2BA 355 SMC	3GBA 351 230-***L	2983	95,5	95,5	94,9	0,88	609	7,4	1136	2,1	2,7	3,6	1520	83
<b>3.000 rpm = 2 polos</b>			<b>400 V 50 Hz</b>			<b>Diseño de alta potencia</b>									
110	M2BA 280 SMC	3GBA 281 230-***L	2978	94,7	94,6	93,8	0,90	186	7,9	352	2,4	3,0	1,15	640	78

Tabla 35.- Motores eléctricos trifásicos de 2 polos



AISLAMIENTO  
DE VIBRACIONES  
RUIDOS Y CHOQUES



DIAMETRO 50 MM.

	A mm	B mm	C mm	G mm	Carga Máx. Kg Compresión	Flecha mm Compresión
940233	50	20	M10	25	300	4
982105	50	20	M10	28	-	-
941028	50	20	M10	28	147,5	1,7
941048	50	24	M10	26,5	251	2,7
951111	50	25	M10	25	300	6
940235	50	30	M10	25	160	6
982106	50	30	M10	28	-	-
941029	50	30	M10	34	142,5	4,1
951112	50	35	M10	25	250	8
940237	50	40	M10	25	155	8
941051	50	40	M10	26,5	173	5,1
982107	50	40	M10	28	-	-
951113	50	45	M10	25	190	11
982108	50	45	M10	28	-	-
941030	50	45	M10	34	132,5	6,4
938231	50	50	M10	25	200	12
982109	50	50	M10	28	-	-
938037	50	55	M10	25	200	13
940047	50	60	M10	25	130	12

Tabla 36.- Elementos antivibración

## Gama de Aceros

### ACEROS DE CONSTRUCCIÓN MECÁNICA

#### Aceros al carbono

Aceros de construcción con contenidos en C entre 0,10 y 0,60% con resistencias de 350 a 750 N/mm<sup>2</sup> en estado normalizado y 650 a 850 N/mm<sup>2</sup> en estado templado y revenido. En general, de baja templabilidad.

#### Aplicaciones:

• **Bajo carbono:**  
Piezas de baja resistencia. Bulones, cadenas, tornillería.

• **Medio carbono:**  
Templado llega a 50-60 HRc. Piezas resistentes al choque y al desgaste. Engranajes, ejes, diferenciales.

• **Alto carbono:**  
Piezas cargadas, de temple generalmente en aceite para durezas superiores a 57 HRc. Martillos, herramientas agrícolas, transmisiones.

Equivalencias en normas				Composición química media en %		
SIDENOR	EUROPA EN	ALEMANIA DIN	FRANCIA AFNOR	C	Mn	Si
C15				0,15	0,55	0,25
C25	2C25E	CK25	1.1158	0,25	0,55	0,25
C30	2C30E	CK30	1.1178	0,30	0,65	0,25
C35	2C35E	CK35	1.1181	0,35	0,65	0,25
C40	2C40E	CK40	1.1186	0,40	0,65	0,25
C45	2C45E	CK45	1.1191	0,45	0,65	0,25
C50	2C50E	CK50	1.1206	0,50	0,75	0,25
C55	2C55E	CK55	1.1203	0,55	0,75	0,25
C60	2C60E	CK60	1.1221	0,60	0,75	0,25



#### Aceros aleados para temple y revenido

Aceros de uno o varios elementos de aleación con buenas propiedades físicas o mecánicas posteriores a un tratamiento térmico determinado, con resistencias variables entre 700 y 1.300 N/mm<sup>2</sup>.

#### Aplicaciones:

• **Baja aleación:**  
Dureza superficial tras temple por inducción entre 40 y 50 HRc. Resistencia habitual entre 500 y 800 N/mm<sup>2</sup>. Ejes, bielas, árboles de levas, cigüeñales, engranajes.

• **Media aleación:**  
Temple superficial con durezas superiores a 45-55 HRc. Resistencia habitual entre 700 y 900 N/mm<sup>2</sup>. Ejes, bielas, cigüeñales, palieres, engranajes.

• **Alta aleación:**  
Dureza superficial tras temple por inducción entre 55 y 60 HRc. Alta tenacidad y resistencia a la fatiga. Resistencia habitual entre 800 y 1.300 N/mm<sup>2</sup>.

Equivalencias en normas				Composición química media en %							
SIDENOR	EUROPA EN	ALEMANIA DIN	FRANCIA AFNOR	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	
34Cr4	34Cr4	34Cr4	1.7033	0,34	0,75	0,25	1,05				
41Cr4	41Cr4	41Cr4	1.7035	0,41	0,75	0,25	1,05				
25CrMo4	25CrMo4	25CrMo4	1.7218	0,25	0,75	0,25	1,05				
30CrMo4				0,30	0,75	0,25	1,05		0,20		
34CrMo4	34CrMo4	34CrMo4	1.7220	0,34	0,75	0,25	1,05		0,20		
42CrMo4	42CrMo4	42CrMo4	1.7225	0,42	0,75	0,25	1,05		0,20		
34CrNiMo6	34CrNiMo6	34CrNiMo6	1.6582	0,34	0,65	0,25	1,50	1,50	0,20		
38CrNiMo16	38CrNiMo16			0,38	0,45	0,25	1,80	3,85	0,35		
30CrNiMo8	30CrNiMo8	30CrNiMo8	1.6580	0,30	0,45	0,25	2,00	2,00	0,40		
51CrV4	51CrV4	50CrV4	1.8159	0,51	0,90	0,25	1,05			0,15	



#### Aceros de cementación

Aceros con contenido de C normalmente inferior a 0,30% siendo la superficie de las piezas susceptibles de carburarse en caliente mediante la acción de un gas que cede su carbono al acero.

#### Aplicaciones:

• **Aceros al C, Cr-Mn, Cr-Mo, Cr-Ni, Cr-Ni-Mo:**  
Para piezas cementadas donde varían las resistencias en el núcleo desde 500 a 1.400 MPa. Engranajes, piñones, manguetas, coronas, levas.

Equivalencias en normas				Composición química media en %					
SIDENOR	EUROPA EN	ALEMANIA DIN	FRANCIA AFNOR	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo
20Mn6		20Mn5	1.1133	0,20	1,45	0,25			
16MnCr5	16MnCr5	16MnCr5	1.7131	0,16	1,15	0,25	1,00		
20MnCr5	20MnCr5	20MnCr5	1.7147	0,20	1,25	0,25	1,15		
20NiCrMo2	20NiCrMo2-2			0,20	0,75	0,25	0,50	0,55	0,20
14NiCrMo13				0,14	0,45	0,25	0,95	3,25	0,25



Tabla 37.- Equivalencias de los aceros

### Aceros de nitruración

Aceros que necesitan endurecimiento superficial máximo para una resistencia al desgaste elevada.

#### Aplicaciones:

- De los aceros de nitruración, los que adquieren máxima dureza son los Cr-Al y los de máxima profundidad los Cr-Ni-V.
- Se utilizan normalmente pretratados con niveles de resistencia entre 900 y 1.050 N/mm<sup>2</sup>. Cojinetes, cilindros, camisas.

Equivalencias en normas				Composición química media en %								
SIDENOR	EUROPA EN	ALEMANIA DIN	Stand	FRANCIA AFNOR	C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	V	Al
15MoCrV10		15MoCrV5 9	1.8521		0,15	0,95	0,25		1,35	0,95	0,25	
25CrMo12					0,25	0,55	0,25		3,25	0,55		
31CrMo12	31CrMo12	31CrMo12	1.8515	30CD12	0,31	0,55	0,25		3,05	0,40		
30CrMoV9	31CrMoV9	31CrMoV9	1.8519		0,30	0,55	0,25		2,50	0,20	0,15	
34CrAlMo5	34CrAlMo5-10	34CrAlMo5	1.8507		0,34	0,65	0,25		1,15	0,20		1,00
34CrAlNiMo7	34CrAlNiMo7-10	34CrAlNi7	1.8550		0,34	0,55	0,25	1,00	1,65	0,20		1,00
41CrAlMo7	41CrAlMo7-10	41CrAlMo7	1.8509	40CAD6.12	0,41	0,65	0,25		1,65	0,30		1,00



### Aceros aleados para muelles

Aceros que exigen un límite elástico elevado, resistencia a la fatiga por torsión y flexión, que toleran una resistencia a la rotura ligeramente superior a su límite elástico en estado templado y revenido. Temple normalmente en aceite.

#### Aplicaciones:

- Aceros Mn-Si y Cr-V: Resistencia de 870 hasta 1.250 N/mm<sup>2</sup>. Ballestas para vehículos, muelles helicoidales, herramientas agrícolas.
- Aceros Cr-Ni: Resistencia entre 1.000 y 1.400 N/mm<sup>2</sup>. Muelles en espiral, barras de torsión, herramientas de mano.

Equivalencias en normas				Composición química media en %						
SIDENOR	EUROPA EN	ALEMANIA DIN	Stand	FRANCIA AFNOR	C	Mn	Si	Cr	Mo	V
46Si7	46Si7	46Si7	1.5024	46S7	0,46	0,65	1,65			
51Si7	50Si7	51Si7	1.5025	51S7	0,51	0,65	1,65			
55Si7	56Si7	55Si7	1.5026	55S7	0,55	0,85	1,65			
60Si7	60Si7	60Si7	1.5027	60S7	0,60	0,85	1,65			
60SiCr7	61SiCr7	60SiCr7	1.7108	61SC7	0,60	0,85	1,65	0,30		
55Cr3	55Cr3	55Cr3	1.7176	55C3	0,55	0,90	0,37	0,85		
50CrV4	51CrV4	50CrV4	1.8159	50CV4	0,50	0,90	0,27	1,05		0,17
51CrMoV4	52CrMoV4	51CrMoV4	1.7701	51CDV4	0,51	0,90	0,27	1,05	0,20	0,12



### Aceros de fácil maquinabilidad

Aceros donde la maquinabilidad juega un valor esencial.

#### Aplicaciones:

- Aceros al C o al C-Pb: Las mejores características de maquinabilidad se consiguen en estado estirado con resistencia de 550 a 650 N/mm<sup>2</sup>. Piezas en grandes series que deban ser mecanizadas en tornos automáticos. Tornillos, bulones, casquillos.
- Aceros de medio C: Piezas con resistencia media que se deben mecanizar en tornos automáticos. Se puede suministrar con adición de Pb. Piezas templadas y revenidas con resistencia entre 700 y 980 N/mm<sup>2</sup>.

Equivalencias en normas				Composición química media en %					
SIDENOR	EUROPA EN	ALEMANIA DIN	Stand	FRANCIA AFNOR	C	Mn	Si	S	Pb
9SMn28	11SMn30	9SMn28	1.0715	S250	0,09	1,10	0,01	0,28	
9SMnPb28	11SMnPb30	9SMnPb28	1.0718	S250Pb	0,09	1,10	0,01	0,28	0,25
9SMn36	11SMn37	9SMn36	1.0736	S300Pb	0,09	1,30	0,01	0,36	
9SMnPb36	11SMnPb37	9SMnPb36	1.0737		0,09	1,30	0,01	0,36	0,25
10SPb20	10SPb20	10SPb20	1.0722		0,10	0,85	0,20	0,20	0,25
35SMnPb11				35MF6Pb	0,35	1,50	0,20	0,11	0,25
45S20	46S20	45S20	1.0727	45MF4	0,45	0,85	0,20	0,20	
45SMn28	44SMn28			45MF6.3	0,45	1,50	0,20	0,28	



Tabla 38.- Equivalencias de los aceros

### Aceros para deformación en frío

Estos aceros no difieren en composición química con los aceros de construcción al C y aleados pero requieren determinadas condiciones específicas.

#### Aplicaciones:

- Diferentes rangos de aleación (C, Mn, Cr-Mo, Cr-Ni-Mo, B) con diferentes niveles de resistencias, desde 450 hasta 1.300 MPa. Tornillos, tuercas y piezas estampadas en frío.

Equivalencias en normas				Composición química media en %							
SIDENOR	EUROPA EN	ALEMANIA DIN	Stand	FRANCIA AFNOR	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	B
DF8				XC6FF	0,08	0,35	0,03				
DF35	C35KD	Cq35	1.1172	XC32	0,35	0,65	0,20				
DF45	C45KD	Cq45	1.1192	XC42H1	0,45	0,65	0,20				
DF20B	C22BKD	22B2	1.5508	21B3	0,20	0,80	0,10				0,003
DF34Cr4	34Cr4KD	34Cr4	1.7033	32C4	0,34	0,75	0,15	1,05			
DF25CrMo4	25CrMo4KD	25CrMo4	1.7218	25CD4	0,25	0,75	0,15	1,05		0,20	
DF34CrMo4	34CrMo4KD	34CrMo4	1.7220	34CD4	0,34	0,75	0,15	1,05		0,20	
DF34CrNiMo6	34CrNiMo6KD	34CrNiMo6	1.6582		0,34	0,55	0,20	1,55	1,55	0,20	



### Aceros microaleados

Las propiedades mecánicas de las piezas o barras son alcanzadas por el efecto combinado de diferentes mecanismos sin necesidad de tratamientos térmicos.

#### Aplicaciones:

- Todo tipo de piezas, y de forma habitual, cigüeñales, bielas, émbolos, piezas de suspensión, cubos de rueda, manguetas, carcasas, etc. Se alcanzan resistencias sobre las piezas entre 650 y 1.150 N/mm<sup>2</sup> en función del tipo elegido.

Equivalencias en normas				Composición química media en %							
SIDENOR	EUROPA EN	ALEMANIA DIN	Stand	FRANCIA AFNOR	C	Mn	Si	S	Al	V	Ti
MICRO800	30MnVS6	27MnSiVS6	1.5232		0,28	1,45	0,60	0,04	0,03	0,10	0,01
MICRO850	46MnVS6	49MnVS3	1.1199		0,47	0,80	0,40	0,06	0,03	0,10	0,01
MICRO900	38MnVS6	38MnSiVS5	1.5231		0,38	1,35	0,60	0,06	0,03	0,10	0,01
MICRO1000	46MnVS6	44MnSiVS6	1.5233		0,43	1,45	0,60	0,03	0,03	0,10	0,01



### Aceros resistentes al calor

Aceros que presentan como características principales la resistencia a la fluencia en caliente bajo fuertes presiones.

#### Aplicaciones:

- Aceros al Mo y al Cr-Mo:  
Se emplean para piezas en contacto con vapor. Cuerpos de válvulas, bridas, cilindros de alta presión, calderas, arboles y discos de turbinas, colectores de vapor, instalaciones de cracking. Puede utilizarse a temperaturas de 500 °C.

Equivalencias en normas				Composición química media en %							
EEUU ASTM	SIDENOR	EUROPA EN	ALEMANIA DIN	Stand	FRANCIA AFNOR	C	Mn	Si	Cr	Mo	V
	16Mo3		15Mo3	1.5415		0,16	0,55	0,25		0,30	
	16Mo5		16Mo5	1.5423		0,16	0,55	0,25		0,55	
	15MoCr5				15CD2.05	0,15	0,55	0,25	0,65	0,55	
	14MoCr5	13CrMo4-5	13CrMo4.4	1.7335	15CD4.05	0,14	0,55	0,25	1,00	0,55	
	12CrMo9	10CrMo9-10	10CrMo9.10	1.7380	12CD9.10	0,12	0,55	0,25	2,25	1,00	
	10CrMo20		12CrMo19.5	1.7362	Z15CD5.05	0,10	0,45	0,25	5,00	0,55	
	14MoCrV6	14Mo6-3	14MoV6.3	1.7715		0,14	0,55	0,25	0,45	0,60	0,25
A182F5	10CrMo9	X12CrMo5	12CrMo19-5	1.7362	Z15CD5.05	0,10	0,45	0,25	5,00	0,55	
A182F9	X12CrMo9	X11CrMo9-1	X11CrMo9-1	1.7386	X11CrMo9-1	0,12	0,45	0,30	9,00	1,00	
A182F91	X10CrMoVNb9	X10CrMoVNb9-1	X10CrMoVNb9-1	1.4903	X10CrMoVNb9-1	0,10	0,45	0,35	9,00	1,00	0,20
A182F11	13MoCr5	10CrMo5-5	10CrMo5-5	1.7338	10CrMo5-5	0,12	0,45	0,55	1,00	0,55	
A182F22	11MoCr10	10CrMo9.10	10CrMo9.10	1.7380	12CD9.10	0,12	0,55	0,25	2,25	1,00	



Tabla 39.- Equivalencias de los aceros

### The material

Stainless steels are alloys of iron with chromium, nickel, and - often - four or five other elements. The alloying transmutes plain carbon steel that rusts and is prone to brittleness below room temperature into a material that does neither. Indeed, most stainless steels resist corrosion in most normal environments, and they remain ductile to the lowest of temperatures.

### Composition (summary) (i)

Fe/<0.25C/16 - 30Cr/3.5 - 37Ni/<10Mn + Si,P,S (+N for 200 series)

### General properties

Density	(i)	7.61e3	-	7.87e3	kg/m <sup>3</sup>
Price	(i)	* 2.54	-	2.72	EUR/kg

### Mechanical properties

Young's modulus	(i)	190	-	210	GPa
Yield strength (elastic limit)	(i)	257	-	1.14e3	MPa
Tensile strength	(i)	515	-	1.3e3	MPa
Elongation	(i)	10	-	49	% strain
Hardness - Vickers	(i)	170	-	438	HV
Fatigue strength at 10 <sup>7</sup> cycles	(i)	* 256	-	542	MPa
Fracture toughness	(i)	* 57	-	137	MPa.m <sup>0.5</sup>

### Thermal properties

Melting point	(i)	1.4e3	-	1.49e3	°C
Maximum service temperature	(i)	640	-	747	°C
Thermal conductor or insulator?	(i)	Poor conductor			
Thermal conductivity	(i)	14	-	24.9	W/m.°C
Specific heat capacity	(i)	450	-	510	J/kg.°C
Thermal expansion coefficient	(i)	10.8	-	16.5	µstrain/°C

### Electrical properties

Electrical conductor or insulator?	(i)	Poor conductor			
------------------------------------	-----	----------------	--	--	--

### Optical properties

Transparency	(i)	Opaque			
--------------	-----	--------	--	--	--

### Eco properties

Embodied energy, primary production	(i)	* 69.1	-	76.2	MJ/kg
CO2 footprint, primary production	(i)	* 5.18	-	5.71	kg/kg
Recycle	(i)	✓			

Tabla 40.- Especificaciones del acero inoxidable AISI 304



**NITRILE SHEETING  
STANDARD LEVEL QUALITY**

**FEATURES**

Standard NBR.

**APPLICATIONS**

Gaskets or washers cutting and manufacturing of pieces for general industrial purpose applications in contact with oils and hydrocarbons (swelling in IRM 903, 70 hours at 100 °C, Δ volume ≤30%).

No resistance to petrol, oxygenated fuel, domestic gas.

**ADVANTAGES**

- Good resistance to non-aromatic hydrocarbons
- Good ratio quality/price

**BENEFITS**

- Reliability
- Economy

**MECHANICAL, PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES**

Measured characteristics		Standard	Value	
<b>MECHANICAL</b>				
Rubber compound - black			NBR ●	
Density			1,35 ±0,05	g/cm <sup>3</sup>
Hardness		ASTM D2240	65 ±5	Shore A
Tensile strength		ISO 37	≥5	MPa
Elongation at break		ISO 37	≥300	%
Tear resistance		ISO 34-1	≥17	N/mm
Compression set after 22h at 70 °C		ISO 815-1	≤40	%
Compression set after 22h at 100 °C		ISO 815-1	≤60	%
<b>TEMPERATURE</b>				
Working temperature			-25/+90	°C
<b>OIL RESISTANCE</b>				
Oil IRM 903, Δ volume after 70h at 100 °C		ISO 1817	≤30	%
<b>CHEMICAL RESISTANCE</b>				
Diluted acids and bases	Concentrated acids and bases	Ozone	Oils and hydrocarbons	
Very good	Good	Medium	Good	
<b>IDENTIFICATION</b>				
Branding	Without.			
Packaging	Thickness ≤6mm rolled on cardboard tube Ø 80mm. Thickness >6mm in roll.			
Wrapping	Black polyethylene film.			
Labelling	Self-adhesive label indicating product name, dimensions, area in m2, nominal weight, and product code to allow product traceability.			
Unless typographical error, information and figures of our technical datasheet are based on our experience and laboratory tests according to international standards. This data is intended to be used as a guideline only. Material performance depends on the conditions of use and the final application.				

Tabla 41.- Ficha técnica de la junta de goma



## **IV. PRESUPUESTO**

El presente proyecto hace referencia al estudio, diseño y fabricación de una centrifugadora. Este presupuesto, se desglosa en diferentes apartados con el fin de detallar cada uno de los costes obtenidos.

Por un lado, el costo de diseño y coste de ingeniería. Este engloba la documentación y búsqueda de la información previa, así como, los requisitos previos y cálculos iniciales.

Por otro lado, los costes de fabricación, teniendo en cuenta el costo de las piezas comerciales, el costo del diseño de las piezas propias, el costo de materia prima, la mano de obra y el montaje de la máquina.

Por último, se realiza un estudio del beneficio total obtenido.

### **Apartado 1: Ingeniería de diseño**

A continuación, se muestra reflejado el coste del diseño y para ello se ha aplicado un coste de 30 euros por hora realizado, siendo responsable del presente proyecto el ingeniero.

<i>Descripción</i>	<i>Horas</i>	<i>Costo [€/h]</i>	<i>Precio total [€]</i>
<i>Búsqueda de información</i>	<i>12</i>	<i>30</i>	<i>360</i>
<i>Requisitos previos</i>	<i>6</i>	<i>30</i>	<i>180</i>
<i>Diseño y cálculos</i>	<i>14</i>	<i>30</i>	<i>420</i>
<i>Diseño en software 3D</i>	<i>51</i>	<i>30</i>	<i>1530</i>
<i>Documentación técnica</i>	<i>34</i>	<i>30</i>	<i>1020</i>
<i>Planos</i>	<i>17</i>	<i>30</i>	<i>510</i>
<b>TOTAL</b>			<b>4020</b>

Tabla 42.- Costes de ingeniería

TOTAL, APARTADO 1: Ingeniería de diseño → 4020 €

## Apartado 2: Piezas normalizadas

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio unitario [€]</i>	<i>Precio total [€]</i>
<i>Tornillo M12 x 1,5 x 100 x 30mm</i>	<i>4</i>	<i>0.7</i>	<i>2.8</i>
<i>Rodamiento axial SKF 51106</i>	<i>1</i>	<i>24.38</i>	<i>24.38</i>
<i>Tuerca M12</i>	<i>4</i>	<i>0.4</i>	<i>1.6</i>
<i>Rodamiento de bolas SKF 7206</i>	<i>1</i>	<i>44.64</i>	<i>44.64</i>
<i>Tornillo M10 x 1,5 x 25mm</i>	<i>4</i>	<i>0.62</i>	<i>2.48</i>
<i>Arandela M16</i>	<i>12</i>	<i>0.37</i>	<i>4.44</i>
<i>Tornillo M16 x 1,5 x 55 x 38mm</i>	<i>4</i>	<i>0.6</i>	<i>2.4</i>
<i>Chaveta 8x7x36mm</i>	<i>2</i>	<i>2.72</i>	<i>5.44</i>
<i>Tornillo M16 x 1,5 x 140mm</i>	<i>2</i>	<i>0.8</i>	<i>1.6</i>
<i>Tornillo M16 x 1,5 x 130 x 44mm</i>	<i>4</i>	<i>0.8</i>	<i>3.2</i>
<i>Silentblock</i>	<i>4</i>	<i>10.99</i>	<i>43.96</i>
<i>Anillo seeger Ø15 x 1mm</i>	<i>2</i>	<i>0.91</i>	<i>1.82</i>
<i>Tornillo prisionero M4 x 4mm</i>	<i>2</i>	<i>0.44</i>	<i>0.88</i>
<i>Tornillo M3 x 20mm</i>	<i>8</i>	<i>0.35</i>	<i>2.8</i>
<i>Arandela Ø3</i>	<i>8</i>	<i>0.15</i>	<i>1.2</i>
<i>Patas estructura</i>	<i>4</i>	<i>14.71</i>	<i>58.84</i>
<i>Correa SPZ doble</i>	<i>2</i>	<i>25.99</i>	<i>51.98</i>
<i>Perfil soporte mesa</i>	<i>4</i>	<i>14.71</i>	<i>58.84</i>
<i>Junta goma nitrilo</i>	<i>1</i>	<i>46.74</i>	<i>46.74</i>
<i>Perfil refuerzo</i>	<i>3</i>	<i>11.76</i>	<i>35.28</i>
<b>TOTAL</b>			<b>395.32</b>

Tabla 43.- Costes de piezas normalizadas

TOTAL, APARTADO 2: Piezas normalizadas → 395.32 €

### Apartado 3: Piezas de diseño propio

#### Apartado 3.1: Materia prima

Descripción	Plano	Unidades	Dimensiones	Peso [kg]		Precio [€]	
				Unitario	Total	Unitario	Total
Bancada	1.1.1	1	810 x 810mm	11.4	11.4	1.7	19.38
Tambor	1.2.1	1	Ø560 x 450mm	222.7	222.7	1.4	311.78
Pre cesta	1.2.2	1	Ø425 x 165mm	14.86	14.86	0.95	14.12
Tornillo unión	1.2.3	1	Ø65 x 110 mm	0.7	0.7	1.2	0.84
Brida rodamiento axial	1.2.4	1	Ø300 x 20mm	8.1	8.1	1.2	9.72
Fijador silentblock	1.2.5	4	50 x 50mm	0.2	0.8	0.9	0.72
Brida interior	1.2.10	1	Ø150 x 40mm	2.87	2.87	1.2	3.44
Brida exterior	1.2.14	1	Ø150 x 45mm	2.82	2.82	1.2	3.38
Carcasa motor	1.5.1	1	1100 x 760 x 10mm	7.11	7.11	0.9	6.40
Tapa motor	1.5.2	1	200 x 200 x 10mm	0.3	0.3	0.9	0.27
Tapa cubre	1.5.3	1	200 x 100 x 10mm	0.22	0.22	0.9	0.20
Pletina escuadra	1.5.4	1	80 x 40 x 5mm	0.1	0.1	0.9	0.09
Cesta	2.1	1	Ø380 x 255	10.55	10.55	1.4	14.77
Eje de transmisión	2.2	1	Ø40 x 500mm	2.71	2.71	1.55	4.20
Asa cesta	2.4	2	100 x 80 x 5mm	0.2	0.4	1.4	0.56
Polea conductora	3.1	1	Ø90 x 30mm	1.15	1.15	1.2	1.38
Polea conducida	3.2	1	Ø110 x 30mm	1.2	1.2	1.2	1.44
Casquillo eje	3.5	2	Ø45 x 15mm	0.22	0.44	1.2	0.53
Tubo desagüe	3.6	1	Ø40 x 270mm	0.14	0.14	1	0.14
Centrador eje tapa	4.1	2	40 x 40 x 10mm	0.37	0.4	1.2	0.48
Casquillo bronce	4.3	2	Ø25 x 15mm	0.2	0.8	3.4	2.72
Eje cierre tapa	4.4	1	Ø20 x 110mm	0.4	0.4	1.2	0.48
Pletina giro tapa	4.6	2	70 x 70 x 10mm	0.26	0.52	1.7	0.88
Tapa tambor	4.1	1	Ø560 x 75mm	27.44	27.44	1.4	38.42
Asa tapa tambor	4.11	1	150 x 45mm	1.47	1.47	1.4	2.06
Pletina fijador tapa	4.12	2	25 x 25 x 10mm	0.2	0.4	1.2	0.48
<b>TOTAL</b>							<b>438.88</b>

Tabla 44.- Costes de materia prima

TOTAL, APARTADO 3.1: Materia prima → 438.88 €

### Apartado 3.2: Mano de obra

<b>Operación</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Coste por hora [€/h]</b>	<b>Coste unitario [€]</b>
Corte	10	30	300
Curvado	4	30	120
Plegado	2	30	60
Soldadura	15	35	525
Torneado	18	45	810
Fresado	14	45	630
Pintura epoxi	2	30	60
<b>TOTAL</b>			<b>2505</b>

Tabla 45.- Costes de mano de obra

TOTAL, APARTADO 3.2: Mano de obra → 2505 €

TOTAL, APARTADO 3: Piezas de diseño propio → 2943.88 €

### Apartado 4: Montaje y pruebas

<b>Descripción</b>	<b>Horas</b>	<b>Coste [€/h]</b>	<b>Precio total</b>
Montaje	22	25	550
Ajustes	6	25	150
Pruebas	5	25	125
<b>TOTAL</b>			<b>825</b>

Tabla 46.- Costes por montaje y pruebas

TOTAL, APARTADO 4: Montaje y pruebas → 825 €

---

## **Apartado 5: Resumen de los costes asociados al proyecto**

➤ Apartado 1: Ingeniería de diseño.....4020 €

---

**SUBTOTAL: 4020 €**

### **Apartado 5.1: Presupuesto de materiales y mano de obra**

➤ Apartado 2: Piezas normalizadas.....395.92 €

➤ Apartado 3.1: Materia prima.....438.88 €

---

**SUBTOTAL: 834.80 €**

### **Apartado 5.2: Presupuesto de ejecución**

➤ Apartado 3.2: Mano de obra.....2505 €

➤ Apartado 4: Montaje y pruebas.....825 €

---

**SUBTOTAL: 3330 €**

➤ IVA (21%).....1708 €

---

**TOTAL, SIN IVA: 8184.8 €**

**TOTAL, PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN: 9903.60€**

**NUEVE MIL NOVECIENTOS TRES CON SESENTA CÉNTIMOS.**

---

## **Apartado 6: Estudio económico**

### **Apartado 6.1: Beneficio de la taladrina recuperada**

Para realizar el estudio económico del beneficio obtenido por la taladrina recuperada en el presente proyecto, se realiza una estimación de la cantidad en litros de taladrina utilizada al año, siendo un total de 5000 L anuales, con un coste de 2.5€ por cada litro de taladrina.

Se estima que el porcentaje de taladrina recuperada durante el proceso de centrifugado es del 70%.

Por lo tanto:

$$\text{Ahorro total} = 5000 \text{ L} \cdot 70\% \cdot 2.5\text{€} = 8750 \text{ €}$$

El ahorro en taladrina al año es de 8750€. Estos datos, muestran que la centrifugadora de virutas es rentable y proporciona beneficios económicos a corto plazo.

## **V. PLANOS**

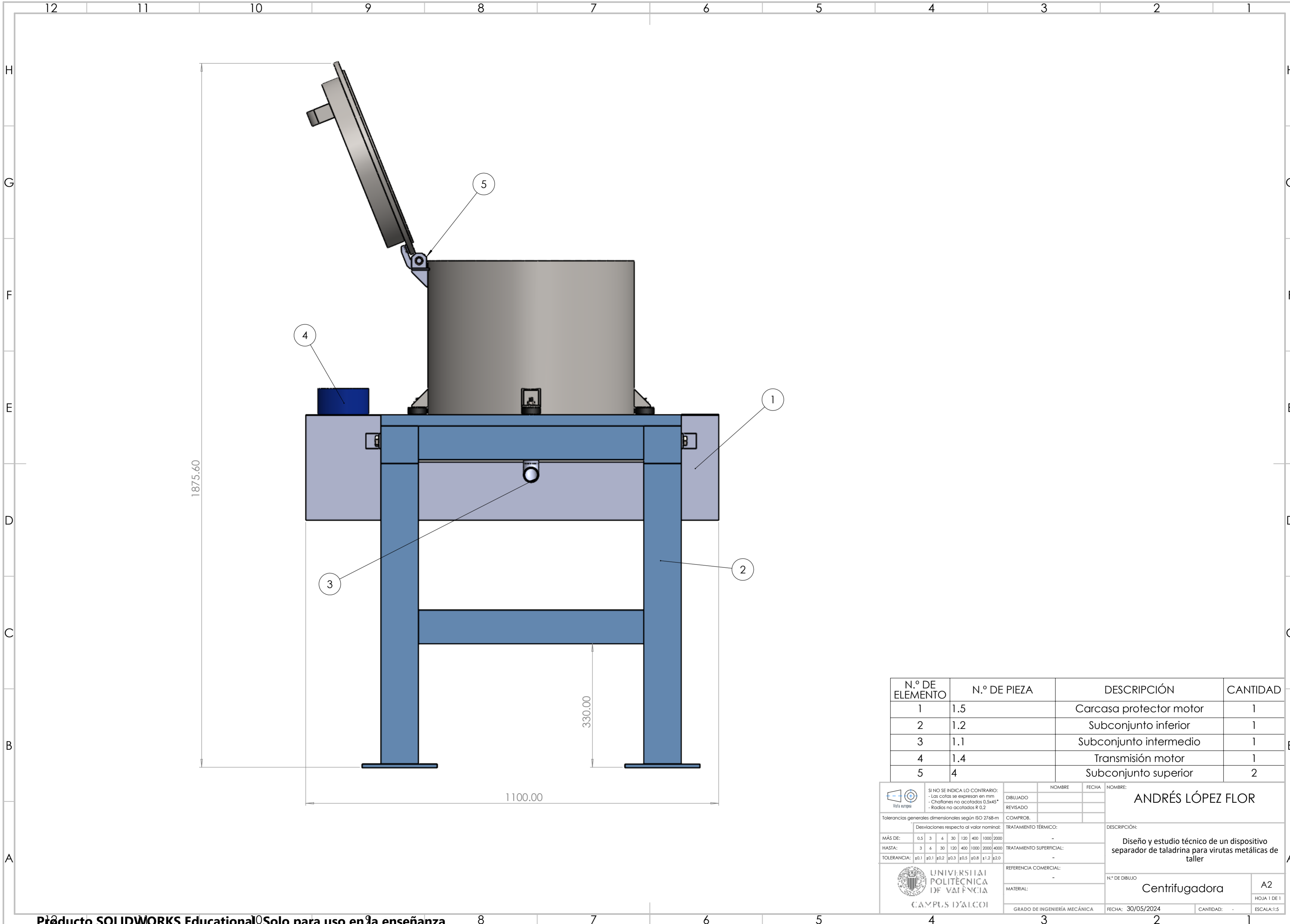


---

## Tabla de contenido

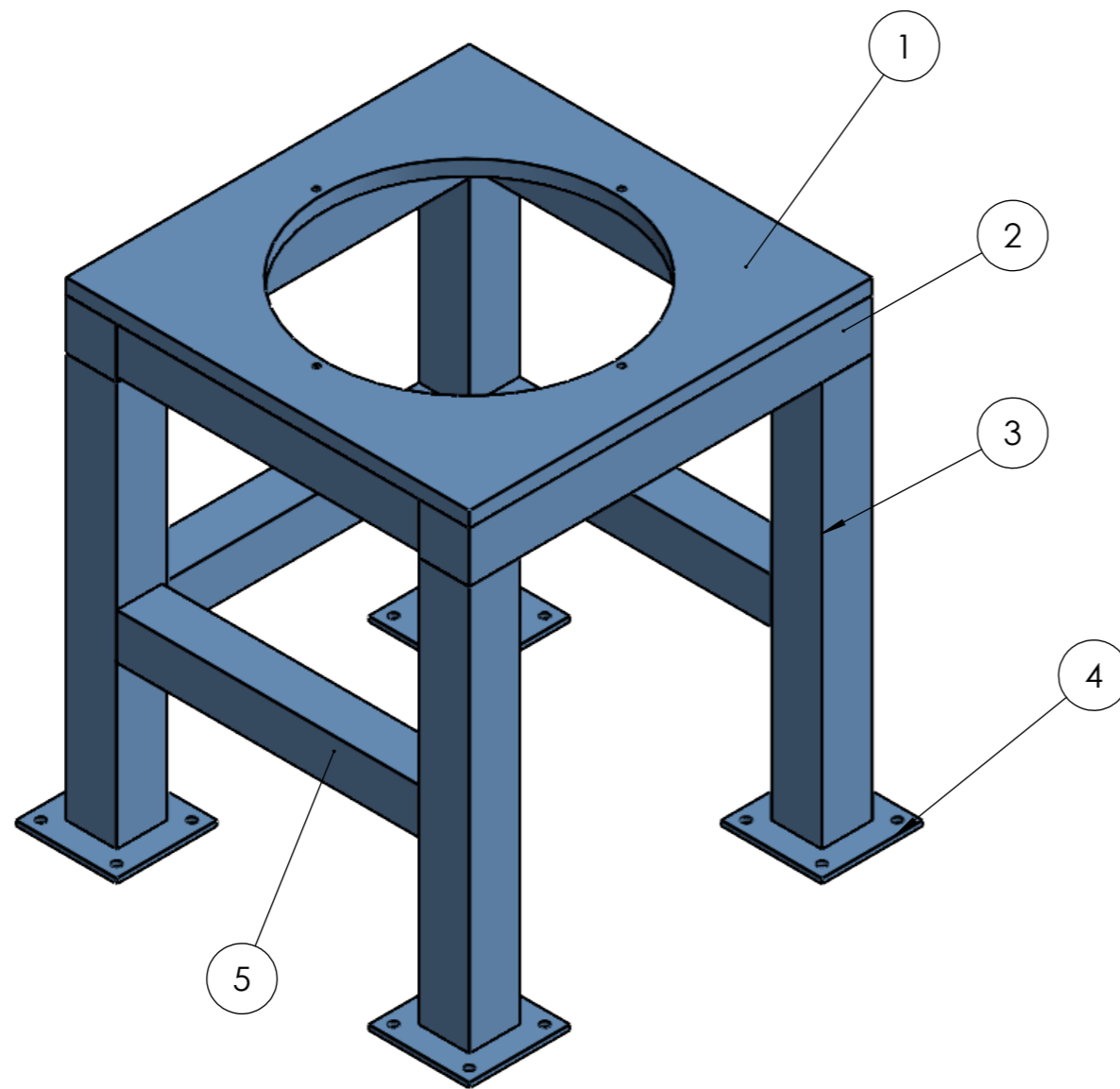
- Plano 0. Centrifugadora
- Plano 1.1. Subconjunto intermedio
- Plano 1.2. Subconjunto interior
- Plano 1.3. Transmisión pre cesta
- Plano 1.4. Transmisión motor
- Plano 1.5. Carcasa protector motor
- Plano 2.0. Conjunto explosionado
- Plano 3.0. Subconjunto inferior
- Plano 4.0. Subconjunto superior
- Plano 1.1.1. Bancada
- Plano 1.1.2. Perfil soporte mesa
- Plano 1.1.3. Patas
- Plano 1.1.4. Pletina base
- Plano 1.1.5. Perfil refuerzo
- Plano 1.2.1 Tambor
- Plano 1.2.2 Pre cesta
- Plano 1.2.3 Tornillo unión
- Plano 1.2.4 Brida rodamiento axial
- Plano 1.2.5 Fijador silentblock
- Plano 1.2.10 Brida interior
- Plano 1.2.14 Brida exterior
- Plano 1.5.1 Carcasa motor
- Plano 1.5.2 Tapa motor
- Plano 1.5.3 Tapa cubre
- Plano 1.5.4 Pletina escuadra

- 
- Plano 2.1 Cesta
  - Plano 2.2 Eje de transmisión
  - Plano 2.4 Asa cesta
  - Plano 3.1 Polea conductora
  - Plano 3.2 Polea conducida
  - Plano 3.5 Casquillo eje
  - Plano 3.6 Tubo desagüe
  - Plano 4.1 Centrador eje tapa
  - Plano 4.3 Casquillo bronce
  - Plano 4.4 Eje cierre tapa
  - Plano 4.5 Anclaje soporte tapa
  - Plano 4.6 Pletina giro tapa
  - Plano 4.10 Tapa tambor
  - Plano 4.11 Asa tapa tambor
  - Plano 4.12 Pletina fijador tapa



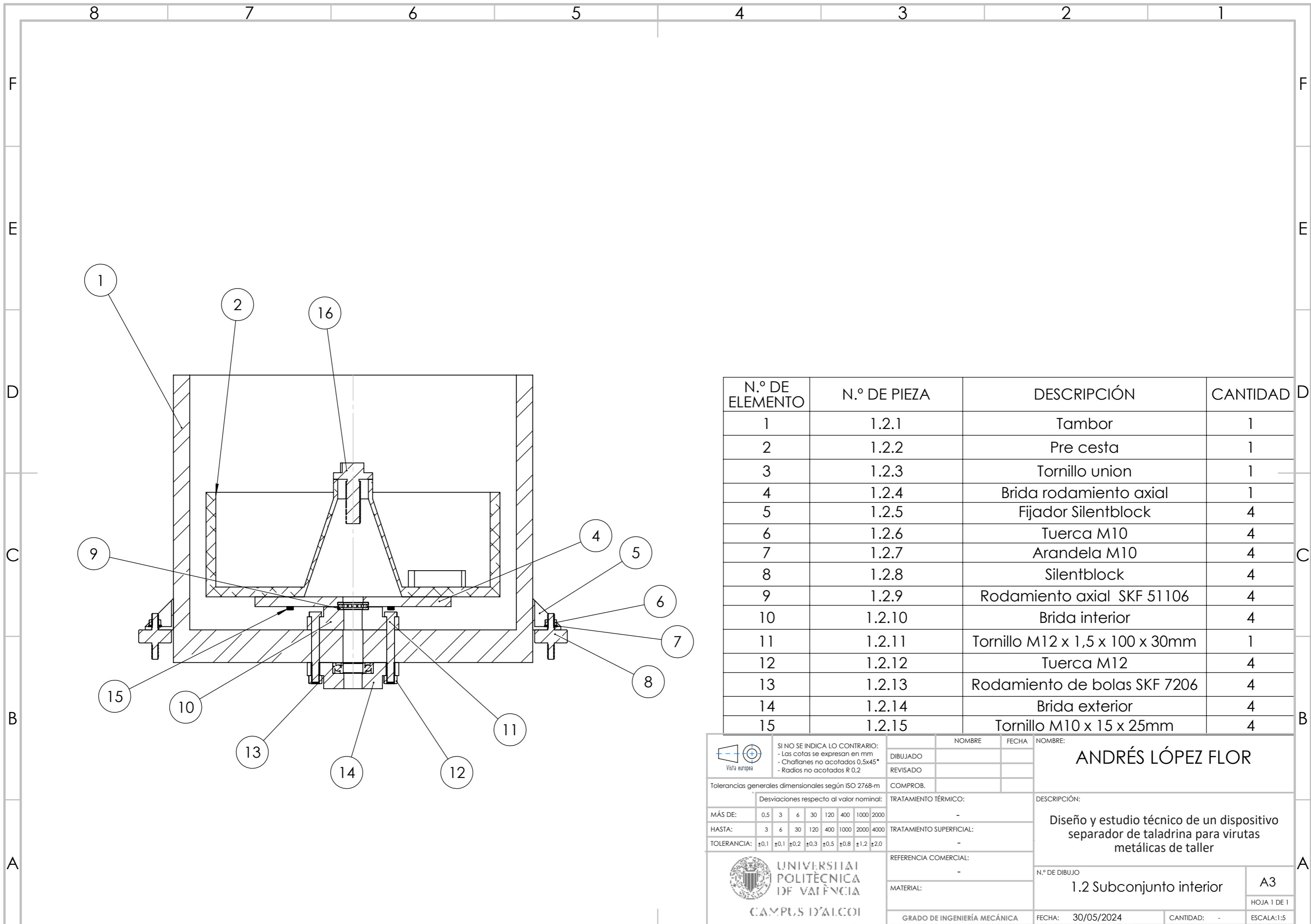
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	1.5	Carcasa protector motor	1
2	1.2	Subconjunto inferior	1
3	1.1	Subconjunto intermedio	1
4	1.4	Transmisión motor	1
5	4	Subconjunto superior	2

	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Challanes no acotados 0.5x45° - Radios no acotados R 0.2	NOMBRE	FECHA	NOMBRE:
	Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m	DIBUJADO REVISADO COMPROB.		
Desviaciones respecto al valor nominal: MÁS DE: 0.5 3 6 30 120 400 1000 2000 HASTA: 3 6 30 120 400 1000 2000 4000 TOLERANCIA: ±0.1 ±0.1 ±0.2 ±0.3 ±0.5 ±0.8 ±1.2 ±2.0	TRATAMIENTO TÉRMICO: TRATAMIENTO SUPERFICIAL: REFERENCIA COMERCIAL: MATERIAL:			DESCRIPCIÓN: <b>Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller</b>
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	REFERENCIA COMERCIAL: MATERIAL:			N.º DE DIBUJO <b>Centrifugadora</b>
	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA: 30/05/2024	CANTIDAD: - ESCALA: 1:5



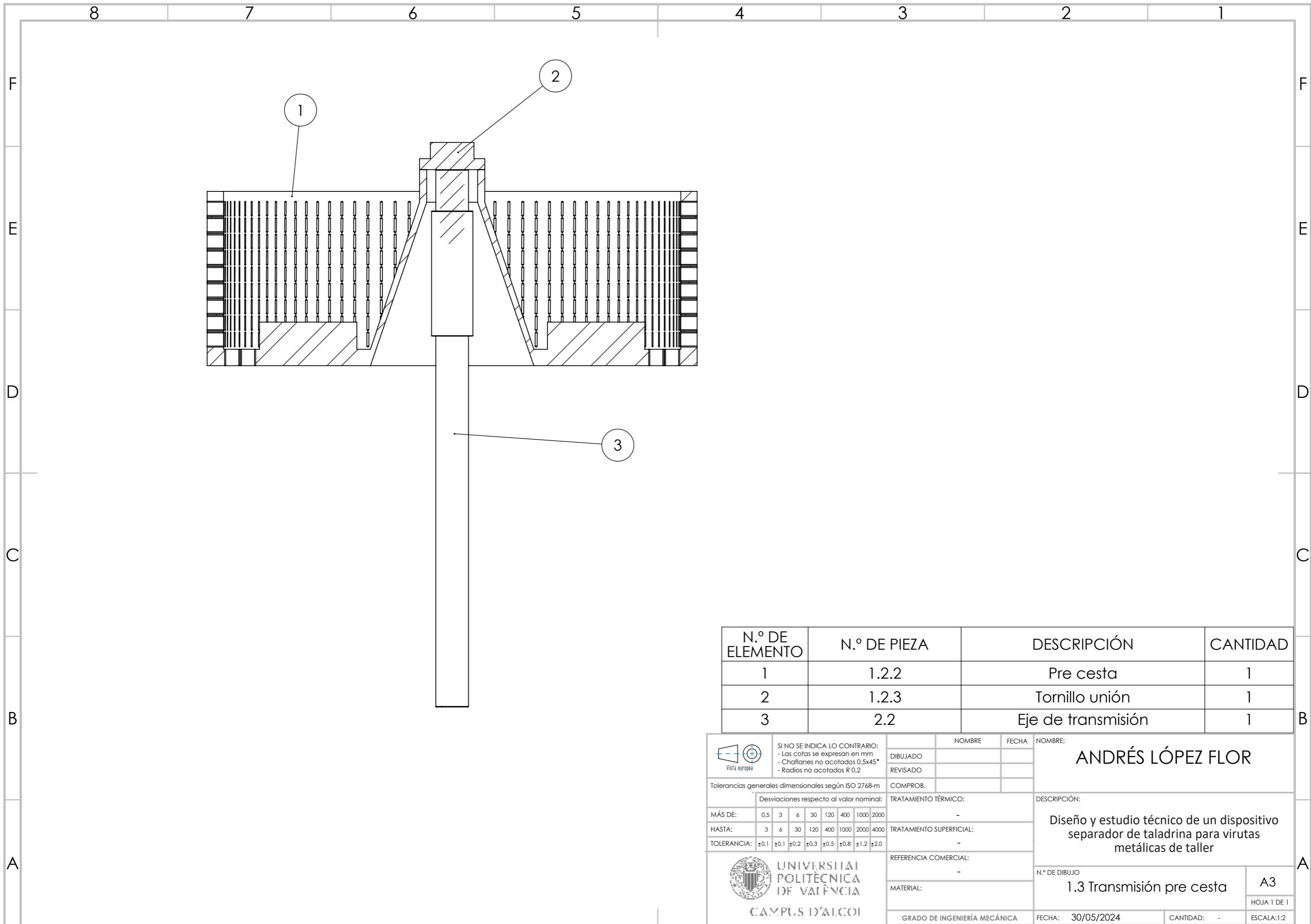
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	1.1.1	Bancada	1
2	1.1.2	Perfil soporte mesa	4
3	1.1.3	Patas	4
4	1.1.4	Pletina base	4
5	1.1.5	Perfil refuerzo	3

	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chaflanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2	NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>						
		DIBUJADO								
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:	MÁS DE:	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller
	HASTA:	3	6	30	120	400	1000	2000	4000	
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0		
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	TRATAMIENTO TÉRMICO:	-								
	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:	-								
	REFERENCIA COMERCIAL:	-								
	MATERIAL:	Acero al carbono AISI 1010								
	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA	FECHA:	30/05/2024	CANTIDAD:	1	N.º DE DIBUJO	1.1 Subconjunto intermedio	A3		
						HOJA 1 DE 1		ESCALA:1:10		



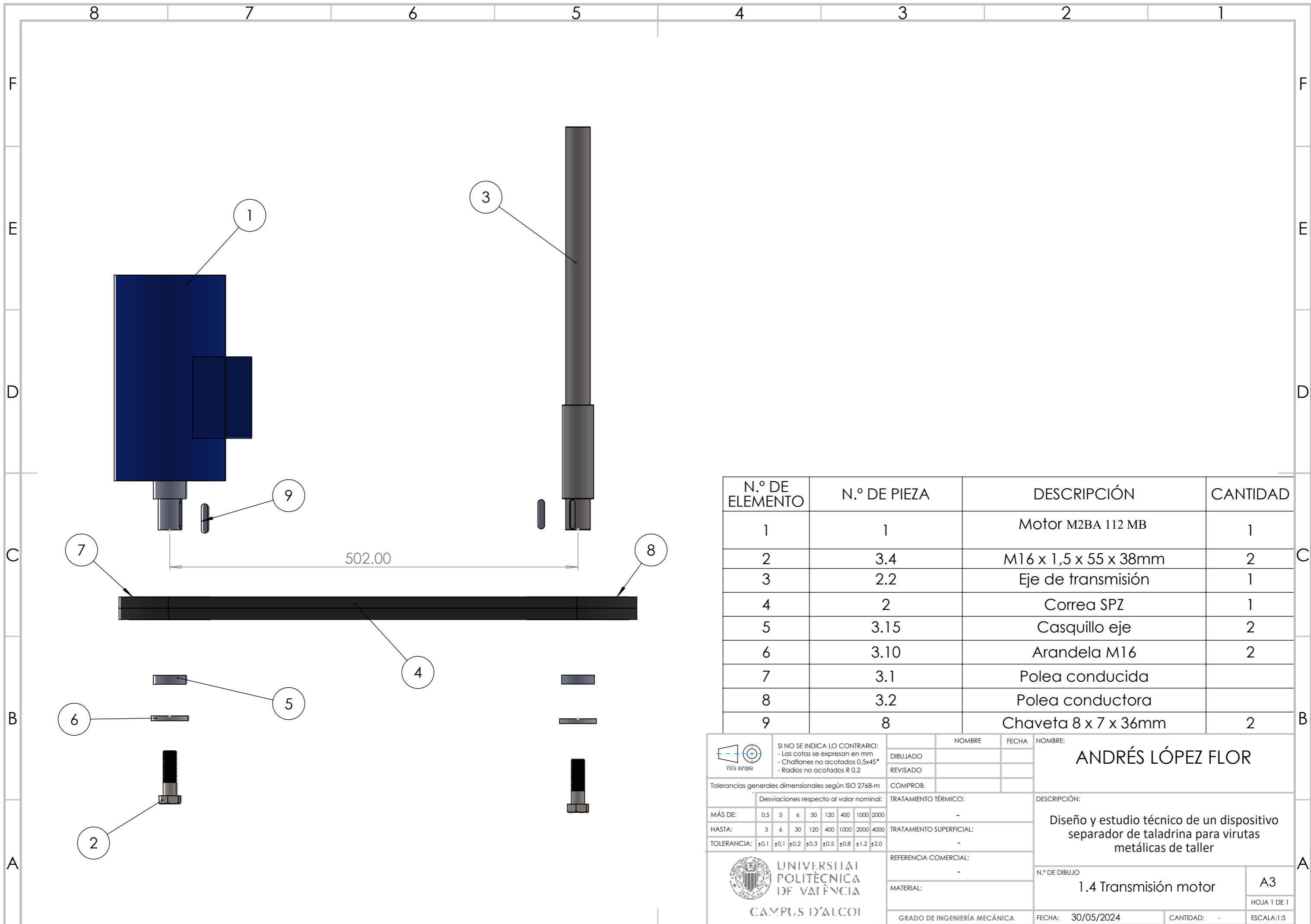
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	1.2.1	Tambor	1
2	1.2.2	Pre cesta	1
3	1.2.3	Tornillo union	1
4	1.2.4	Brida rodamiento axial	1
5	1.2.5	Fijador Silentblock	4
6	1.2.6	Tuerca M10	4
7	1.2.7	Arandela M10	4
8	1.2.8	Silentblock	4
9	1.2.9	Rodamiento axial SKF 51106	4
10	1.2.10	Brida interior	4
11	1.2.11	Tornillo M12 x 1,5 x 100 x 30mm	1
12	1.2.12	Tuerca M12	4
13	1.2.13	Rodamiento de bolas SKF 7206	4
14	1.2.14	Brida exterior	4
15	1.2.15	Tornillo M10 x 15 x 25mm	4

	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chaflanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2	NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>
	DIBUJADO			
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal: MÁS DE: 0,5 3 6 30 120 400 1000 2000 HASTA: 3 6 30 120 400 1000 2000 4000 TOLERANCIA: ±0,1 ±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,2 ±2,0	COMPROB. TRATAMIENTO TÉRMICO: - TRATAMIENTO SUPERFICIAL: - REFERENCIA COMERCIAL: - MATERIAL: -	DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller		N.º DE DIBUJO <b>1.2 Subconjunto interior</b> A3 HOJA 1 DE 1
 CAMPUS D'ALCOI	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA	FECHA: 30/05/2024	CANTIDAD: -	



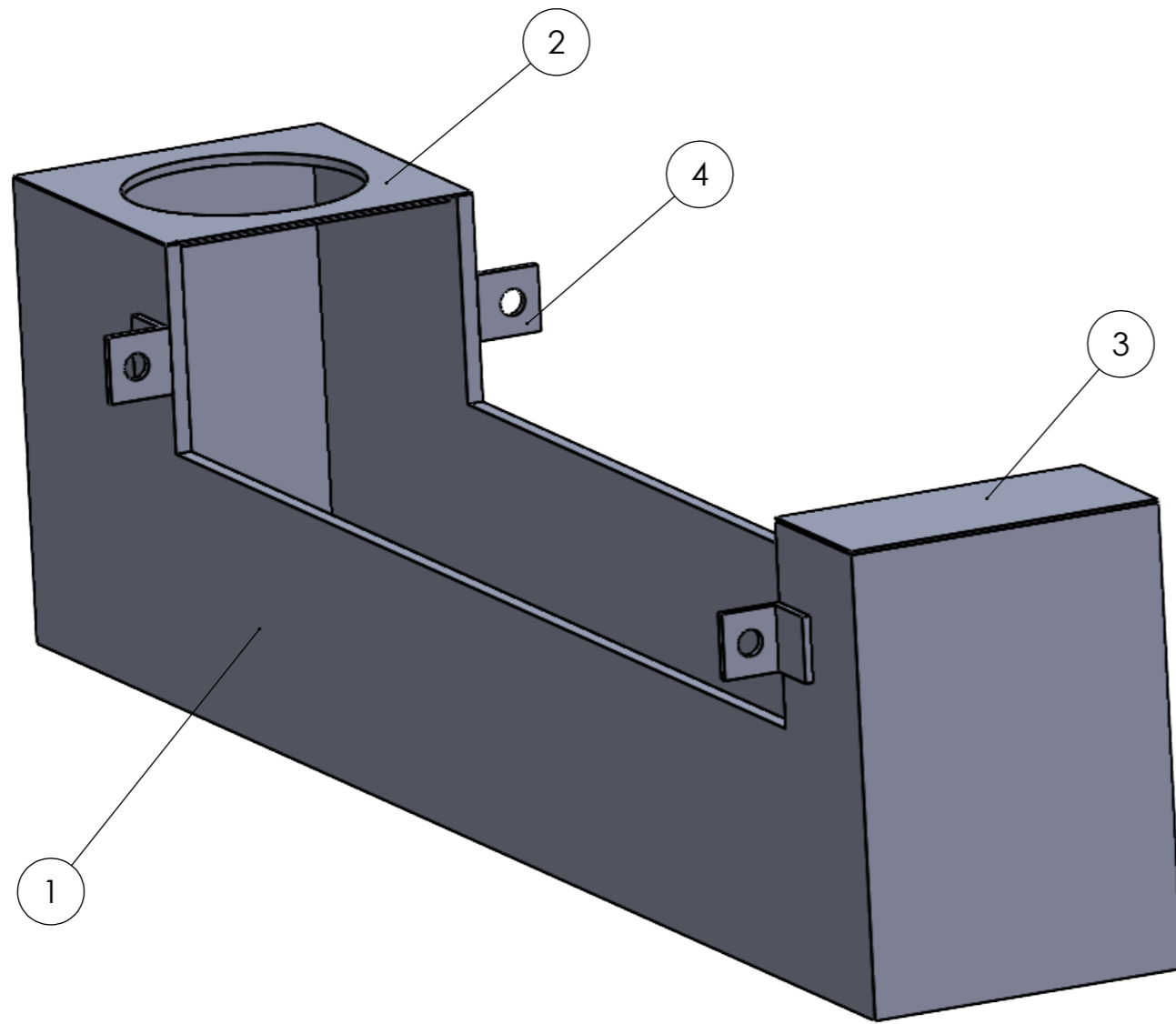
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	1.2.2	Pre cesta	1
2	1.2.3	Tornillo unión	1
3	2.2	Eje de transmisión	1

	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>
	DIBUJADO	REVISADO			
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		COMPROB.	TRATAMIENTO TÉRMICO: -		DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller
MÁS DE:	0,5 3 6 30 120 400 1000 2000		TRATAMIENTO SUPERFICIAL: -		
HASTA:	3 6 30 120 400 1000 2000 4000		REFERENCIA COMERCIAL: -		
TOLERANCIA:	±0,1 ±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,2 ±2,0		MATERIAL:		N.º DE DIBUJO <b>1.3 Transmisión pre cesta</b>
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA: 30/05/2024	CANTIDAD: -
				ESCALA: 1:2	A3 HOJA 1 DE 1



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	1	Motor M2BA 112 MB	1
2	3.4	M16 x 1,5 x 55 x 38mm	2
3	2.2	Eje de transmisión	1
4	2	Correa SPZ	1
5	3.15	Casquillo eje	2
6	3.10	Arandela M16	2
7	3.1	Polea conducida	
8	3.2	Polea conductora	
9	8	Chaveta 8 x 7 x 36mm	2

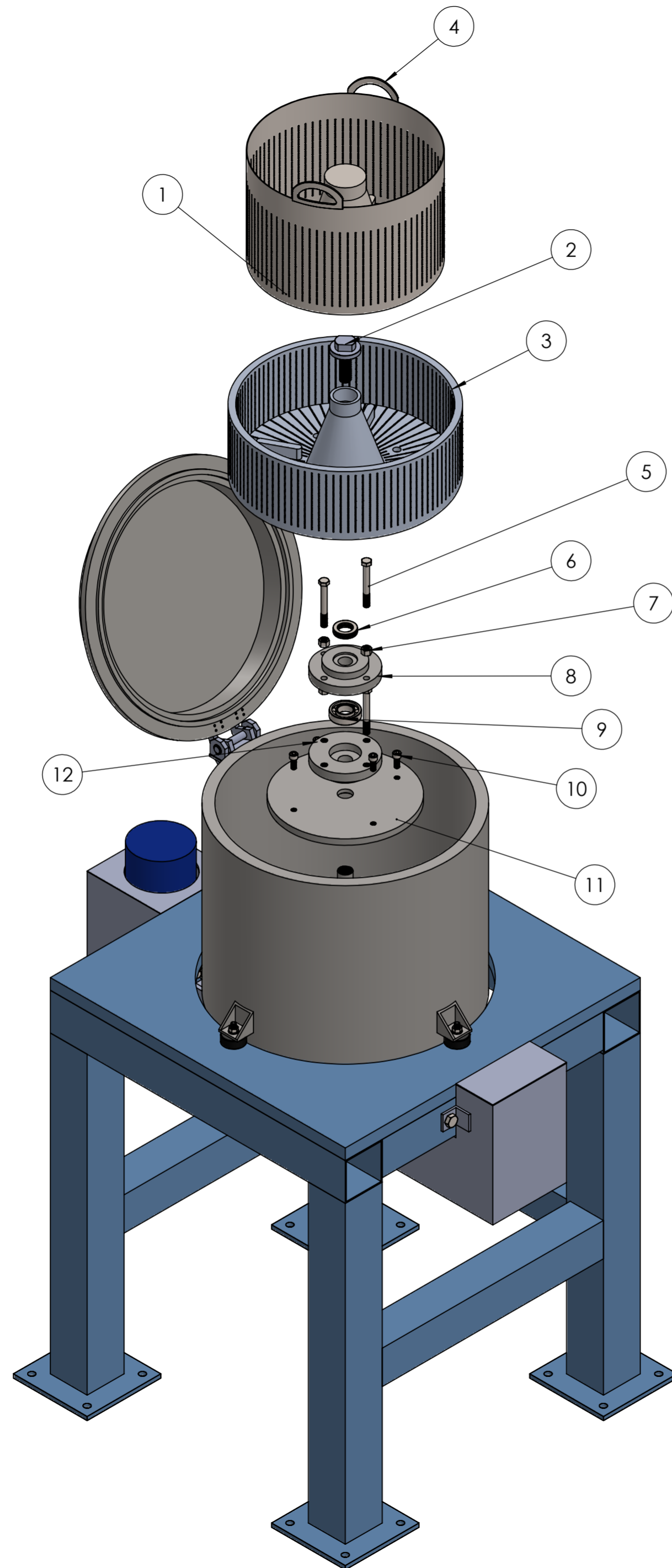
	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>						
	DIBUJADO	REVISADO									
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		COMPROB.		DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller							
MÁS DE:	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	TRATAMIENTO TÉRMICO:	N.º DE DIBUJO <b>1.4 Transmisión motor</b>	<b>A3</b> HOJA 1 DE 1
HASTA:	3	6	30	120	400	1000	2000	4000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:		
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	REFERENCIA COMERCIAL:		
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		MATERIAL: -		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA: 30/05/2024		CANTIDAD: -		ESCALA: 1:5	



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	1.5.1	Carcasa motor	1
2	1.5.2	Tapa motor	1
3	1.5.3	Tapa cobre	1
4	1.5.4	Pletina escuadra	4

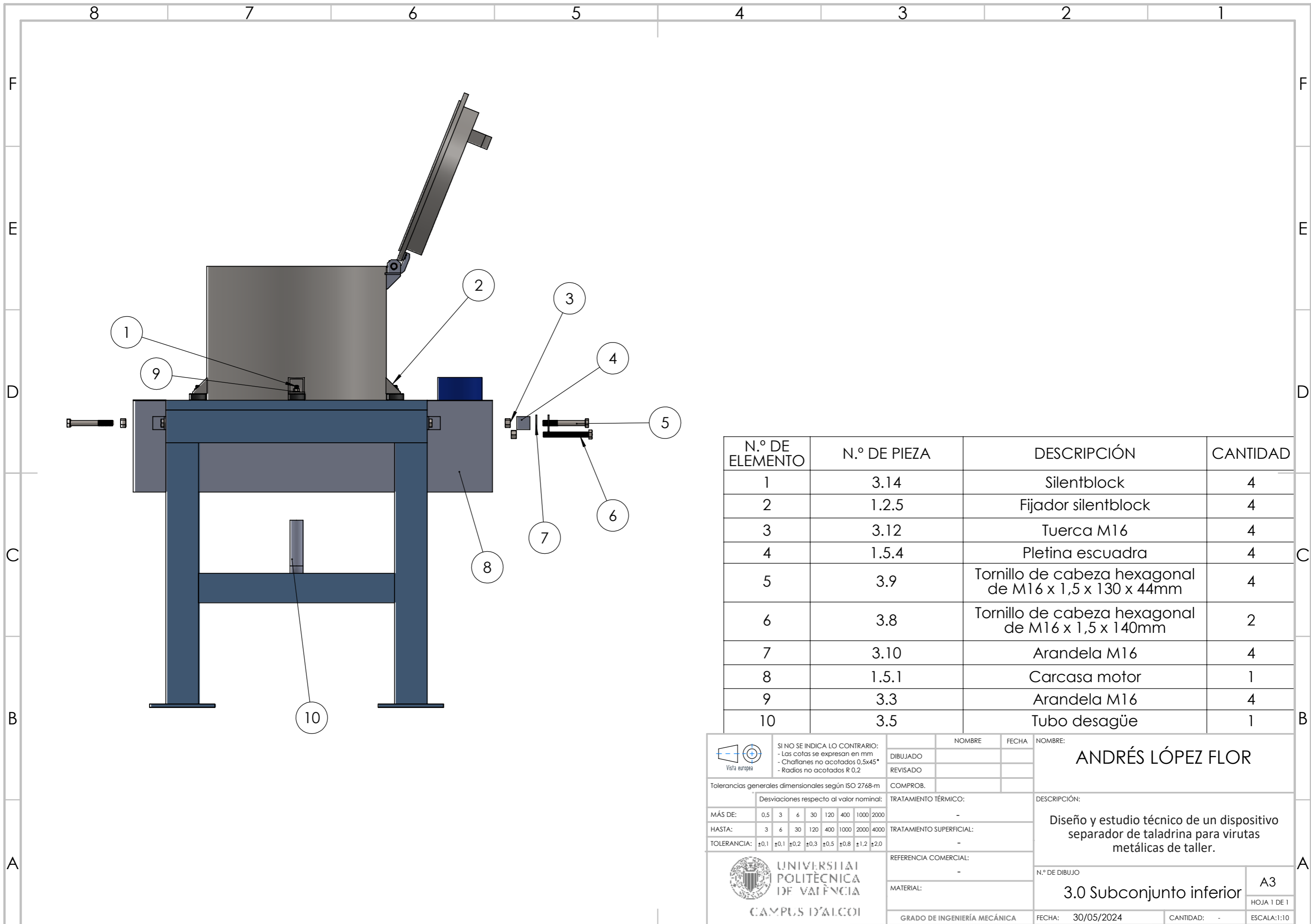
	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>						
	DIBUJADO										
	Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		REVISADO		DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller						
MÁS DE:	0,5	3	6	30		120	400	1000	2000	TRATAMIENTO TÉRMICO:	
HASTA:	3	6	30	120		400	1000	2000	4000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:	
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3		±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	REFERENCIA COMERCIAL:	
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		MATERIAL:		Acero S235J2		N.º DE DIBUJO		1.5 Carcasa protector motor		A3	
		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA:		30/05/2024		CANTIDAD:		-	
										ESCALA:1:5	





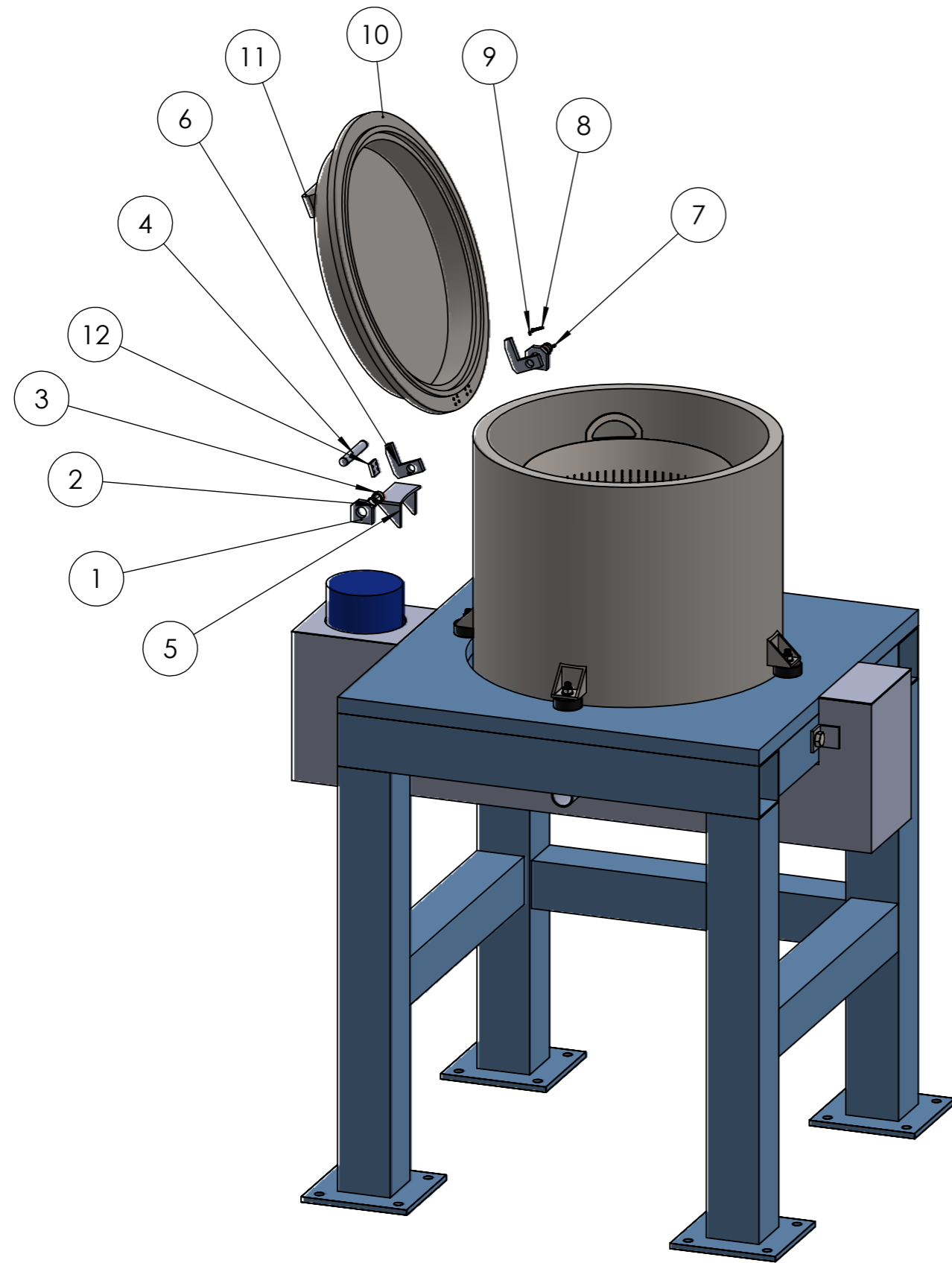
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	2.1	Cesta	1
2	2.2	Eje de transmisión	1
3	1.2.2	Pre cesta	1
4	2.4	Asa cesta	1
5	5	Tornillo de cabeza hexagonal de M12 x 1,5 x 100 x 30mm	4
6	6	Rodamiento axial SKF 51106	1
7	7	Tuerca M12	4
8	1.2.10	Brida interior	1
9	9	Rodamiento contacto angular SKF 7206	1
10	10	Tornillo de cabeza hueca hexagonal de M10 x 1,5 x 25mm	4
11	1.2.4	Brida rodamiento axial	1
12	1.2.14	Brida exterior	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Los cotas se expresan en mm - Challanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE:	ANDRÉS LÓPEZ FLOR	
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal: MÁS DE: 0,5 3 6 30 120 400 1000 2000 HASTA: 3 6 30 120 400 1000 2000 4000 TOLERANCIA: ±0,1 ±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,2 ±2,0		FECHA:		
DIBUJADO: REVISADO: COMPROB.:		TRATAMIENTO TÉRMICO:	DESCRIPCIÓN:	
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TRATAMIENTO SUPERFICIAL:	Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller	
REFERENCIA COMERCIAL: MATERIAL:		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA:	N.º DE DIBUJO:	A2
		FECHA:	30/05/2024	HOJA 1 DE 1
		CANTIDAD:	-	ESCALA: 1:5



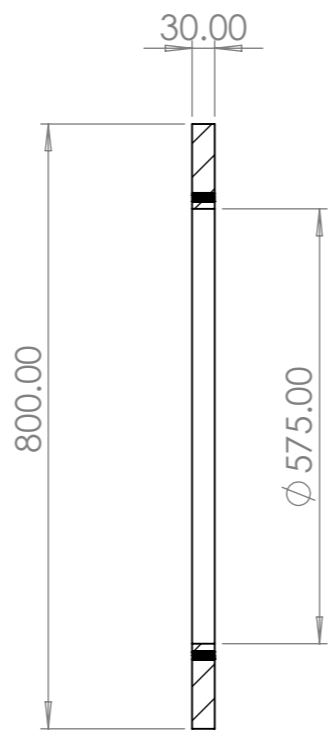
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	3.14	Silentblock	4
2	1.2.5	Fijador silentblock	4
3	3.12	Tuerca M16	4
4	1.5.4	Pletina escuadra	4
5	3.9	Tornillo de cabeza hexagonal de M16 x 1,5 x 130 x 44mm	4
6	3.8	Tornillo de cabeza hexagonal de M16 x 1,5 x 140mm	2
7	3.10	Arandela M16	4
8	1.5.1	Carcasa motor	1
9	3.3	Arandela M16	4
10	3.5	Tubo desagüe	1

	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chaflanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2	NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>
	DIBUJADO			
		REVISADO		
		COMPROB.		
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		TRATAMIENTO TÉRMICO:		DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller.
MÁS DE:	0,5 3 6 30 120 400 1000 2000	-		
HASTA:	3 6 30 120 400 1000 2000 4000	-		
TOLERANCIA:	±0,1 ±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,2 ±2,0	-		
		REFERENCIA COMERCIAL:		N.º DE DIBUJO
		-		<b>3.0 Subconjunto inferior</b>
CAMPUS D'ALCOI		MATERIAL:		A3
		-		HOJA 1 DE 1
		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA: 30/05/2024
				CANTIDAD: -
				ESCALA: 1:10

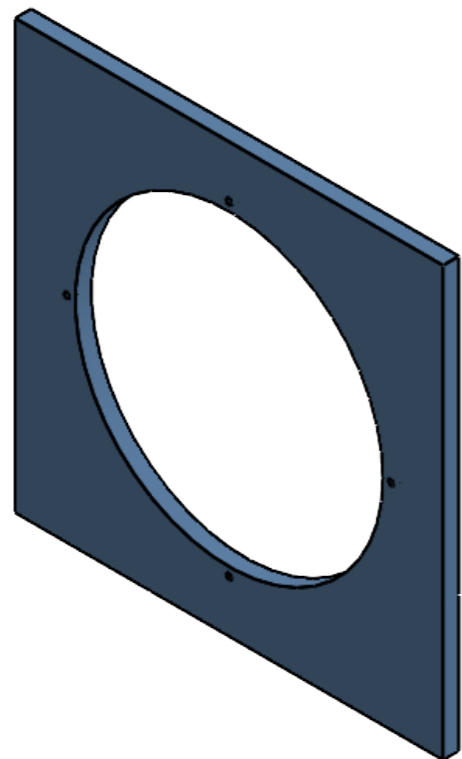
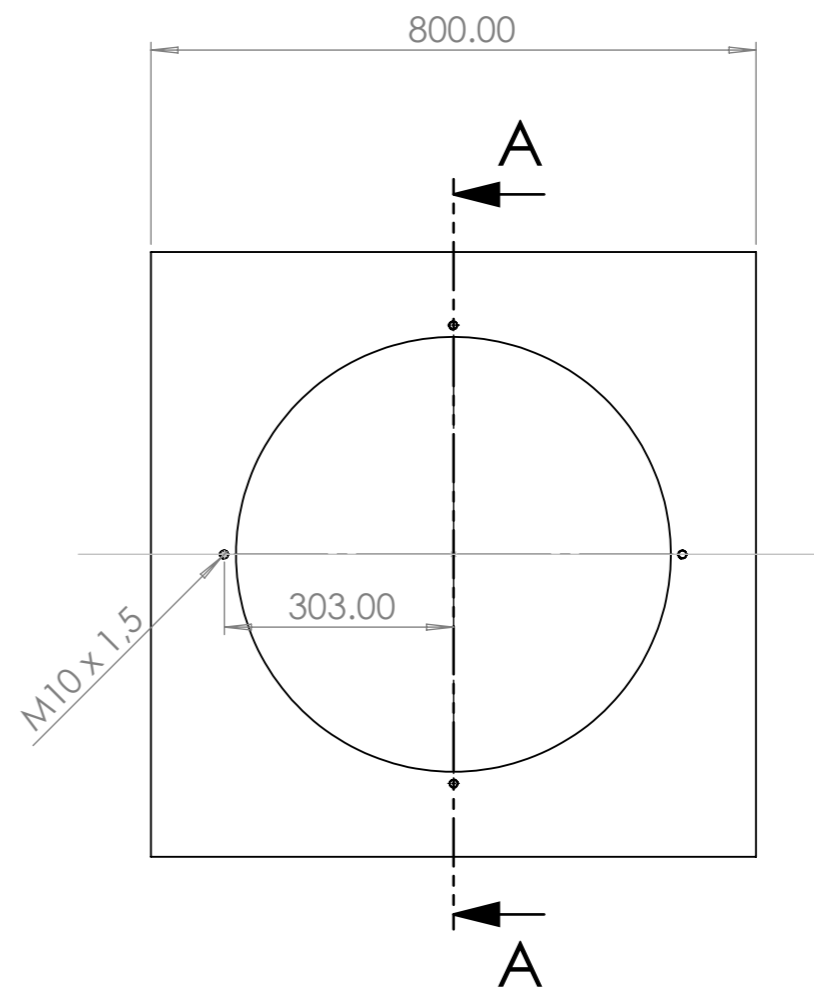


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	4.1	Centrador eje tapa	2
2	4.2	Anillo Segger de diámetro interior 15 x 1mm	2
3	4.3	Casquillo bronce	2
4	4.4	Eje cierre tapa	1
5	4.5	Anclaje soporte tapa	1
6	4.6	Pletina giro tapa	2
7	4.7	Tornillo prisionero con cabeza interior hexagonal M4 x1,5 x 4mm	2
8	4.8	Tornillo de cabeza hexagonal M3 x 20mm	8
9	4.9	Arandela M3	8
10	4.10	Tapa tambor	1
11	4.11	Asa tapa tambor	1
12	4.12	Pletina fijador tapa	2

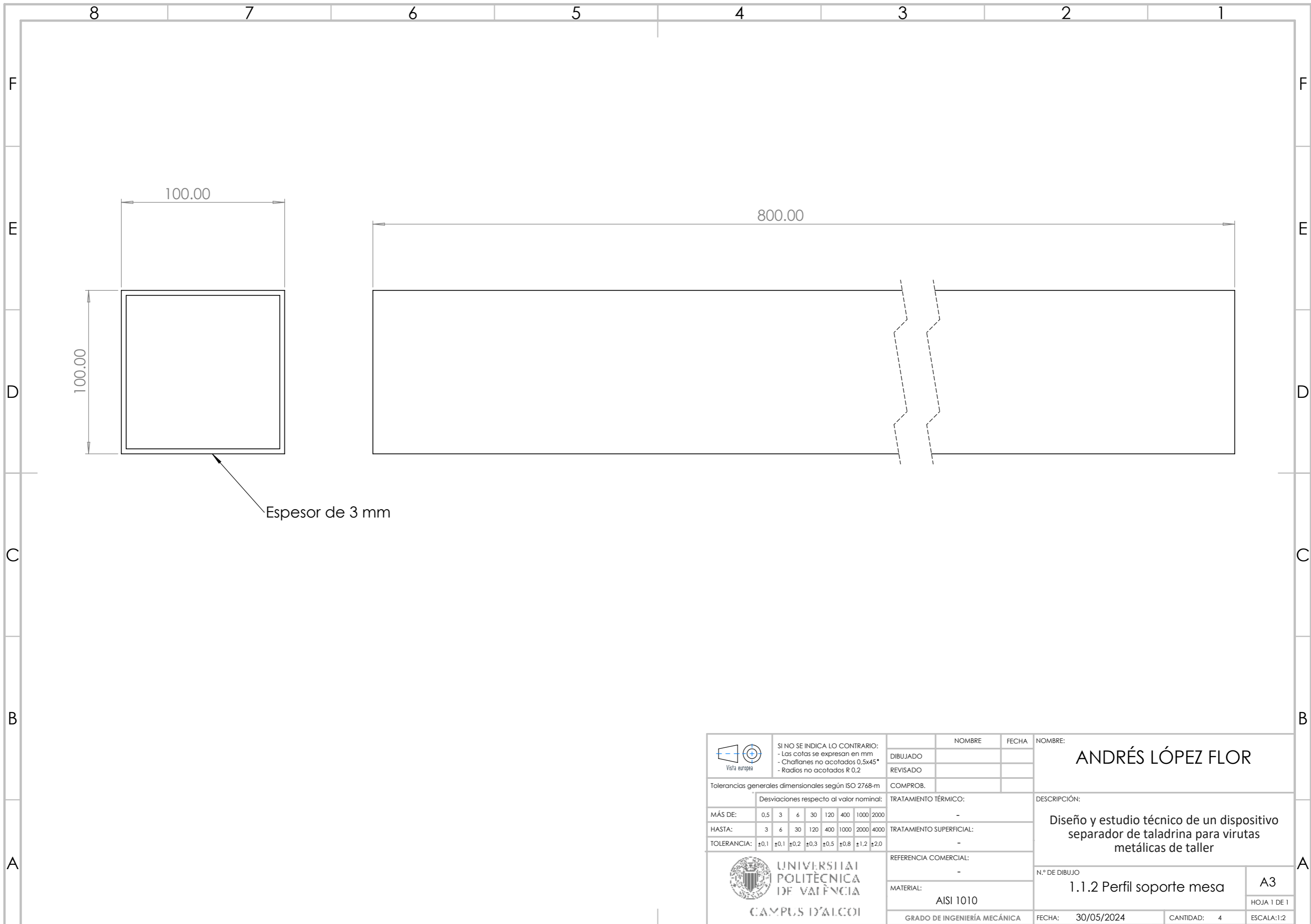
	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chaflanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>						
	DIBUJADO	REVISADO									
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		COMPROB.		DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller							
MÁS DE:	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	TRATAMIENTO TÉRMICO:	N.º DE DIBUJO <b>4.0 Subconjunto superior</b>	<b>A3</b> HOJA 1 DE 1
HASTA:	3	6	30	120	400	1000	2000	4000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:		
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	REFERENCIA COMERCIAL:		
		MATERIAL:		REFERENCIA COMERCIAL:		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA: 30/05/2024		CANTIDAD: -	





SECCIÓN A-A

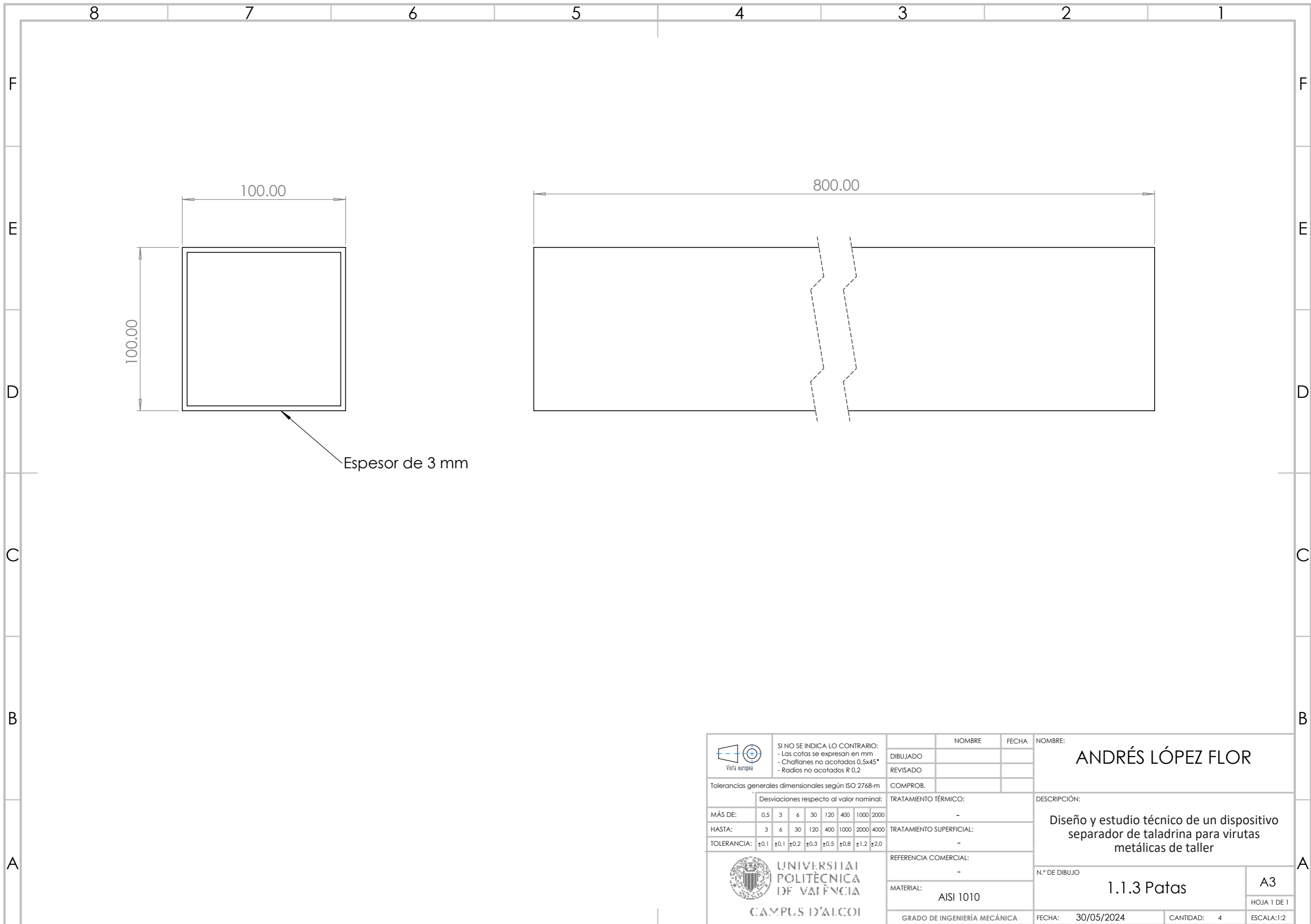


 Vista europea	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>						
	DIBUJADO										
	Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		REVISADO		DESCRIPCIÓN: <b>Diseño y estudio técnico de un dispositivo          separador de taladrina para virutas          metálicas de taller</b>						
MÁS DE:	0,5	3	6	30		120	400	1000	2000	TRATAMIENTO TÉRMICO:	
HASTA:	3	6	30	120		400	1000	2000	4000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:	
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3		±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	REFERENCIA COMERCIAL:	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		MATERIAL: AISI 1010		N.º DE DIBUJO <b>1.1.1 Bancada</b>		A3					
		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA: 30/05/2024	CANTIDAD: 1	ESCALA: 1:10					





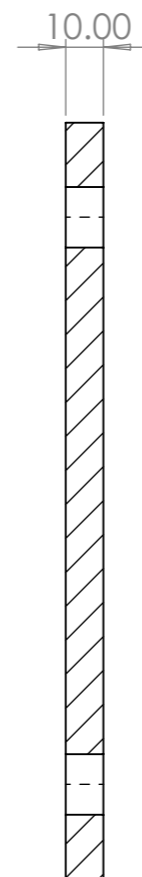
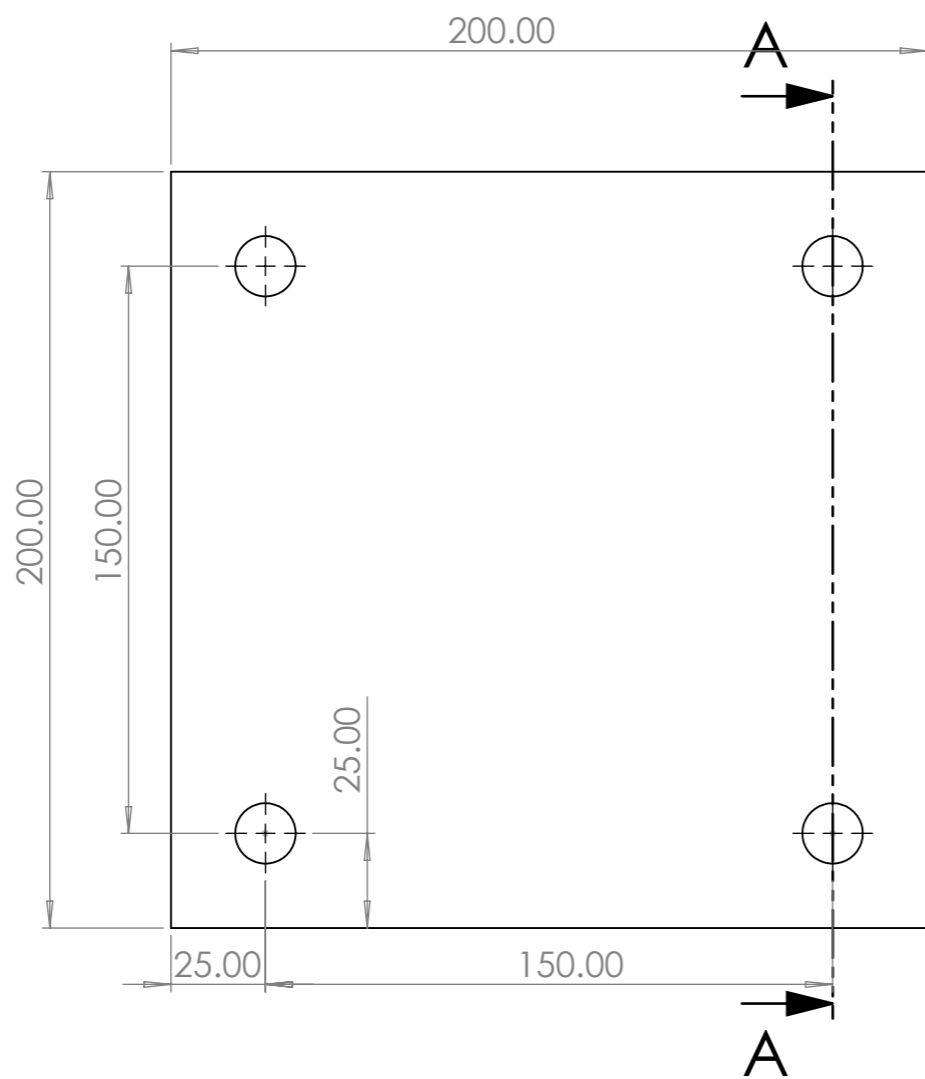
Espesor de 3 mm

 <p>SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:          - Las cotas se expresan en mm          - Chaflanes no acotados 0,5x45°          - Radios no acotados R 0,2</p>	NOMBRE		FECHA		NOMBRE:		
	DIBUJADO				ANDRÉS LÓPEZ FLOR		
	REVISADO						
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m		COMPROB.				DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller	
Desviaciones respecto al valor nominal:		TRATAMIENTO TÉRMICO:					
MÁS DE:	0,5 3 6 30 120 400 1000 2000	-					
HASTA:	3 6 30 120 400 1000 2000 4000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:					
TOLERANCIA:	±0,1 ±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,2 ±2,0	REFERENCIA COMERCIAL:				N.º DE DIBUJO	
 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI</p>		MATERIAL:		AISI 1010		A3	
		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA:		30/05/2024	HOJA 1 DE 1
				CANTIDAD:		4	ESCALA:1:2



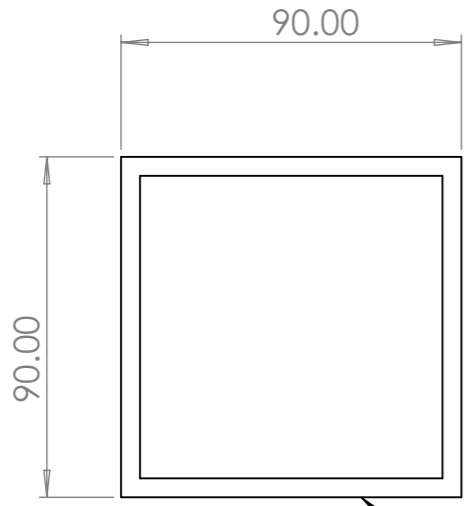
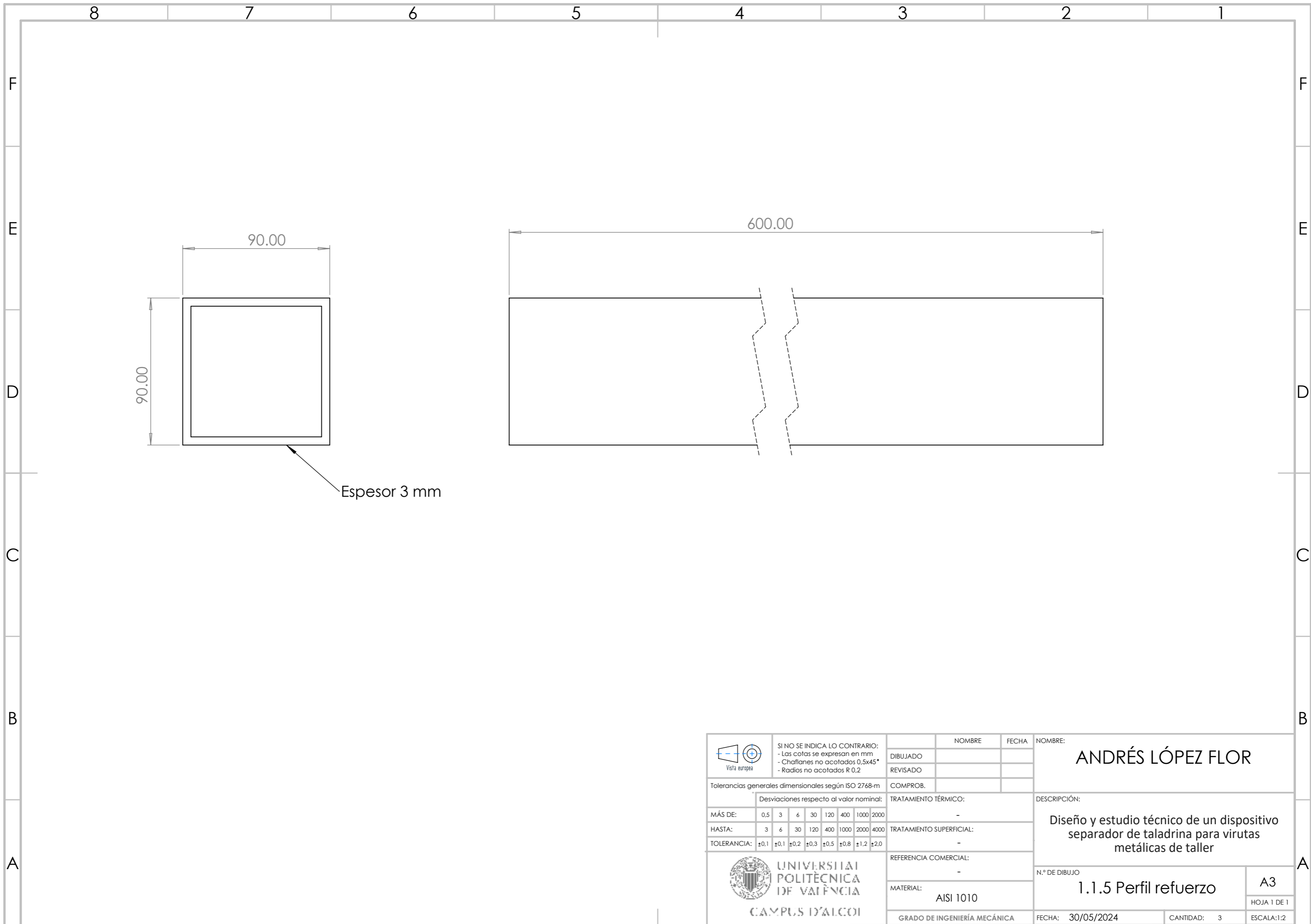
Espesor de 3 mm

 SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2	NOMBRE		FECHA		NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>
	DIBUJADO				
	REVISADO				
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m		COMPROB.			
Desviaciones respecto al valor nominal:		TRATAMIENTO TÉRMICO:		DESCRIPCIÓN: <b>Diseño y estudio técnico de un dispositivo          separador de taladrina para virutas          metálicas de taller</b>	
MÁS DE:	0,5 3 6 30 120 400 1000 2000	-			
HASTA:	3 6 30 120 400 1000 2000 4000	-			
TOLERANCIA:	±0,1 ±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,2 ±2,0	-			
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b> CAMPUS D'ALCOI		REFERENCIA COMERCIAL:		N.º DE DIBUJO	
		-		1.1.3 Patas	
		MATERIAL:		AISI 1010	
		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA:	30/05/2024
				CANTIDAD:	4
				ESCALA: 1:2	

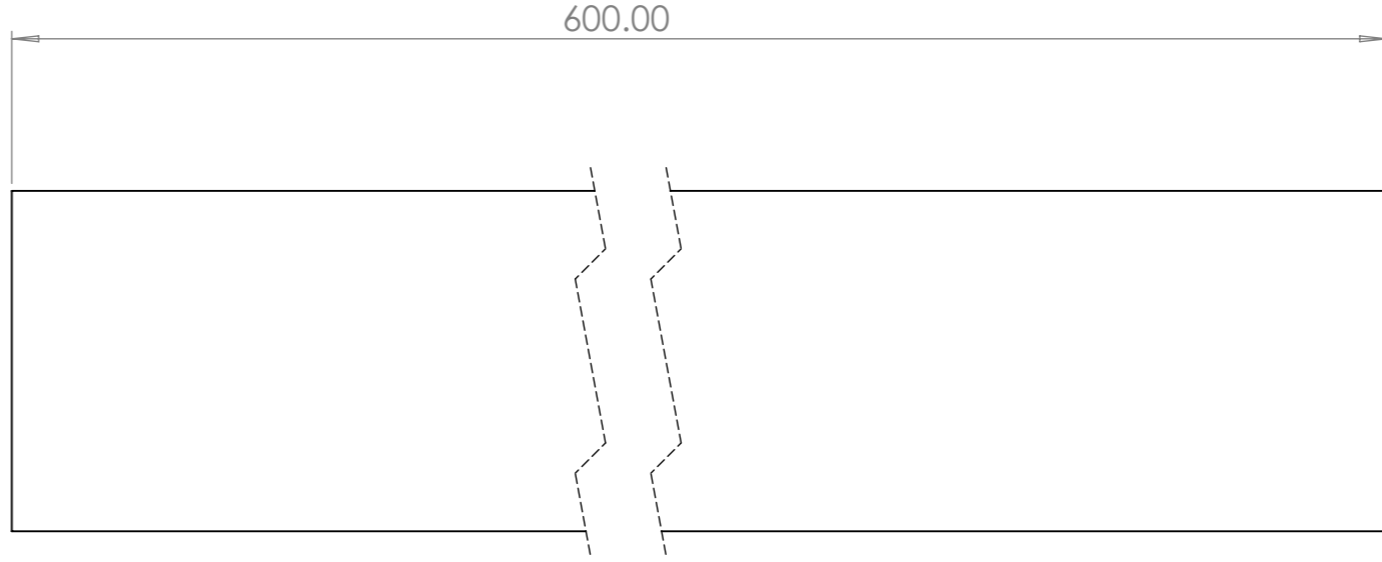


SECCIÓN A-A

	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2							NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>																											
	DIBUJADO																																				
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:	<table border="1"> <tr> <td>MÁS DE:</td> <td>0,5</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>30</td> <td>120</td> <td>400</td> <td>1000</td> <td>2000</td> </tr> <tr> <td>HASTA:</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>30</td> <td>120</td> <td>400</td> <td>1000</td> <td>2000</td> <td>4000</td> </tr> <tr> <td>TOLERANCIA:</td> <td>±0,1</td> <td>±0,1</td> <td>±0,2</td> <td>±0,3</td> <td>±0,5</td> <td>±0,8</td> <td>±1,2</td> <td>±2,0</td> </tr> </table>							MÁS DE:	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	HASTA:	3	6	30	120	400	1000	2000	4000	TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	COMPROB.		DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller
MÁS DE:	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000																													
HASTA:	3	6	30	120	400	1000	2000	4000																													
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0																													
								TRATAMIENTO TÉRMICO:																													
								TRATAMIENTO SUPERFICIAL:																													
								REFERENCIA COMERCIAL:																													
								MATERIAL:	AISI 1010																												
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI								GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA	N.º DE DIBUJO <b>1.1.4 Pletina base</b>	A3 HOJA 1 DE 1																											
								FECHA:	30/05/2024	CANTIDAD: 4 ESCALA: 1:2																											

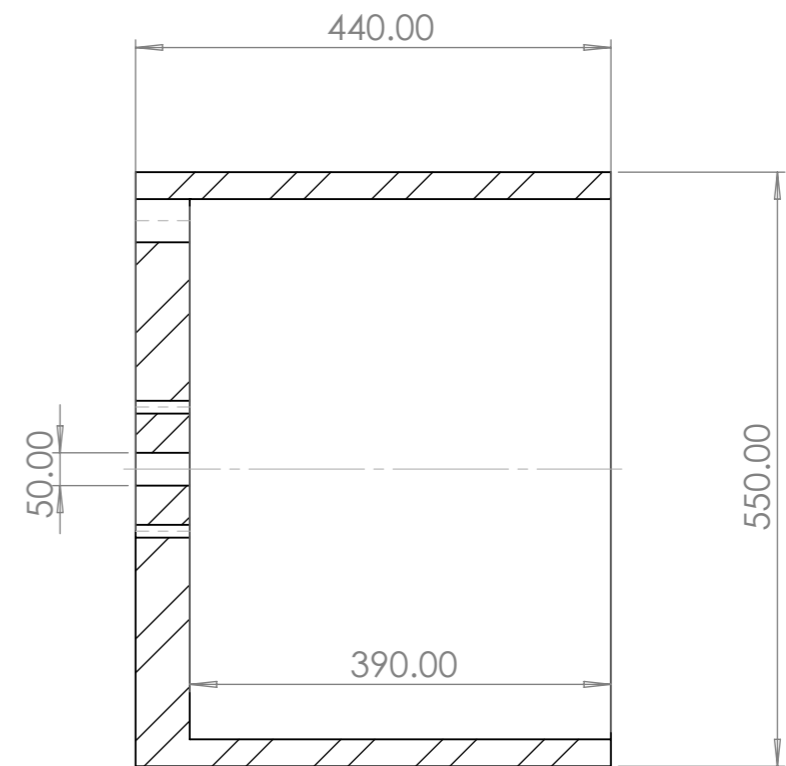
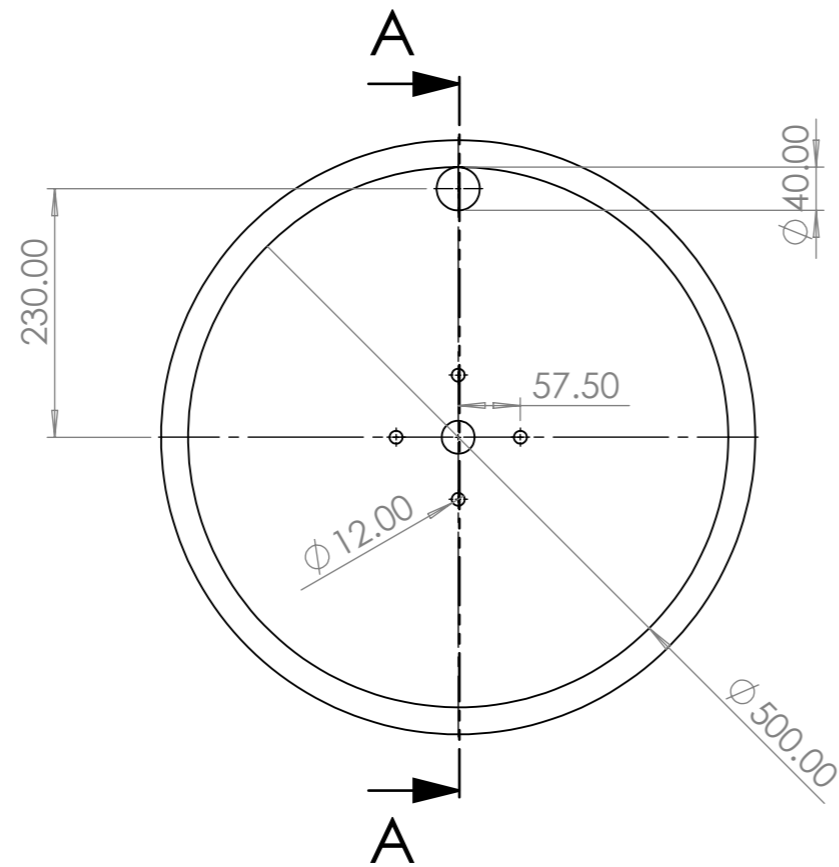
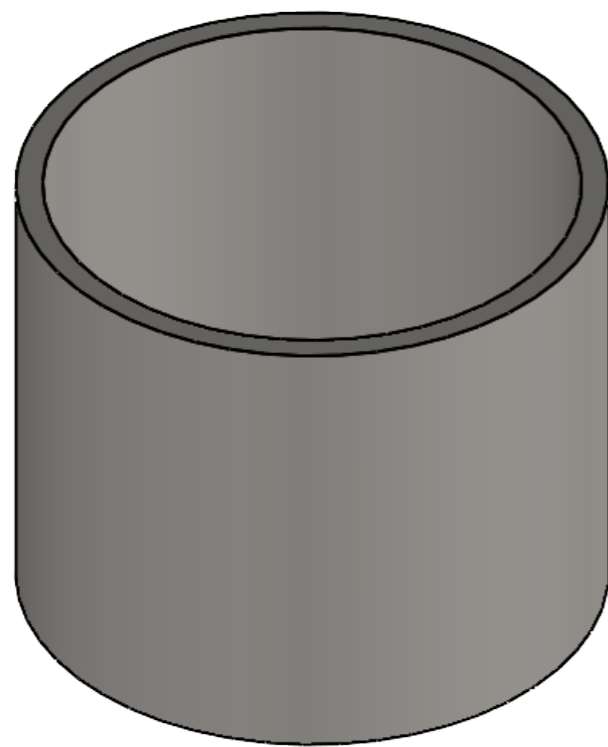


Espesor 3 mm





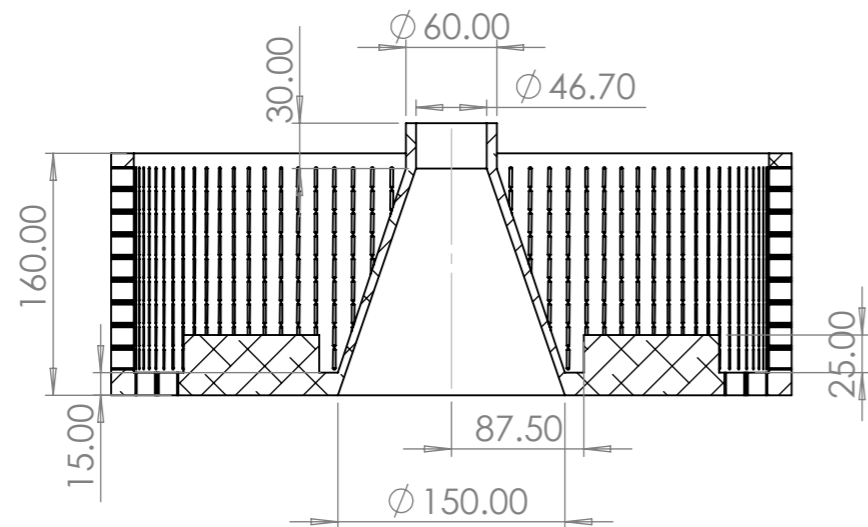
 <p>SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:          - Las cotas se expresan en mm          - Chafilados no acotados 0,5x45°          - Radios no acotados R 0,2</p>	NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>								
	DIBUJADO		DESCRIPCIÓN: <b>Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller</b>								
	REVISADO										
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m	COMPROB.		N.º DE DIBUJO <b>1.1.5 Perfil refuerzo</b>								
Desviaciones respecto al valor nominal:	TRATAMIENTO TÉRMICO:										
MÁS DE:	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:		ESCALA: 1:2
HASTA:	3	6	30	120	400	1000	2000	4000	REFERENCIA COMERCIAL:		HOJA 1 DE 1
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	MATERIAL:	<b>AISI 1010</b>	
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b> CAMPUS D'ALCOI		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA	FECHA:	<b>30/05/2024</b>	CANTIDAD:	<b>3</b>					



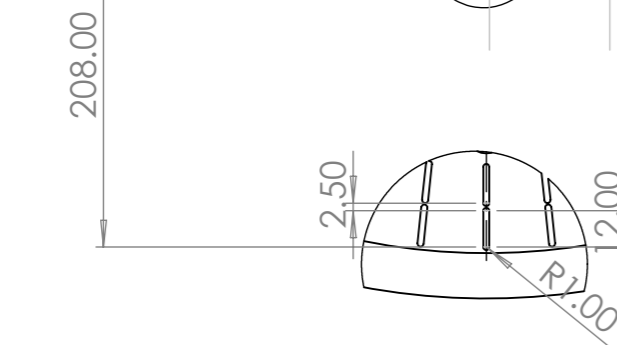
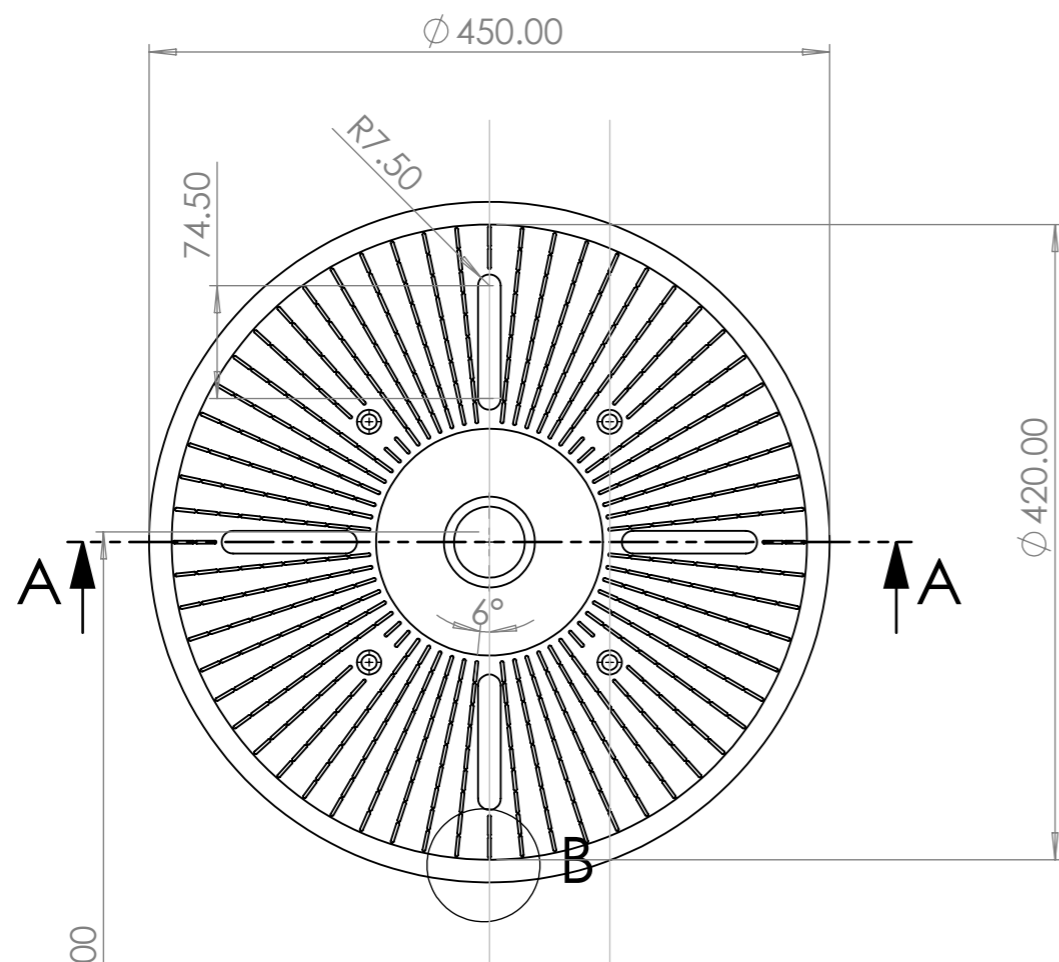


SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 7

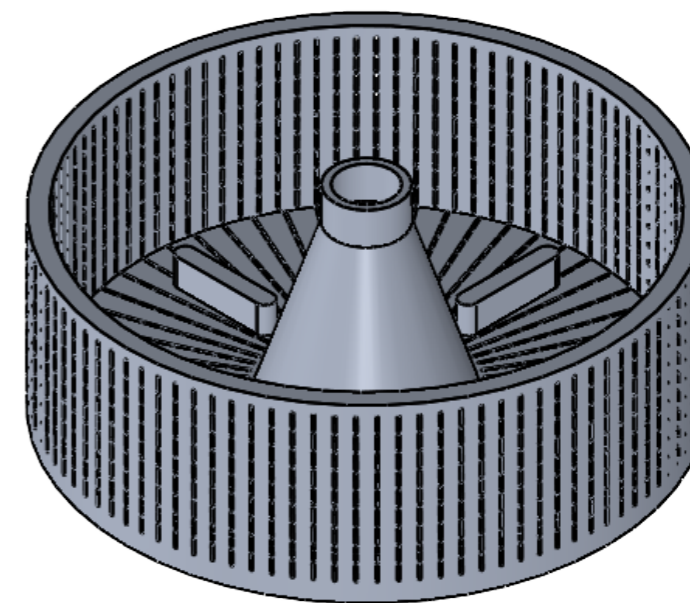
 SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2	NOMBRE		FECHA		NOMBRE:	
	DIBUJADO				ANDRÉS LÓPEZ FLOR	
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal: MÁS DE: 0,5 3 6 30 120 400 1000 2000 HASTA: 3 6 30 120 400 1000 2000 4000 TOLERANCIA: ±0,1 ±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,2 ±2,0	REVISADO				DESCRIPCIÓN:	
	COMPROB.				Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller.	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	TRATAMIENTO TÉRMICO:				N.º DE DIBUJO	
	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:				1.2.1 Tambor	
	REFERENCIA COMERCIAL:				A3	
MATERIAL:		AISI 304		HOJA 1 DE 1		
GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA: 30/05/2024		CANTIDAD: 1		
				ESCALA 1:7		



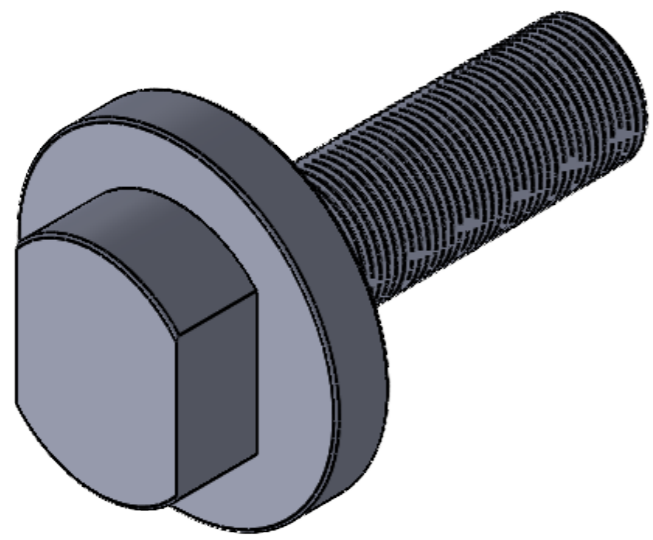
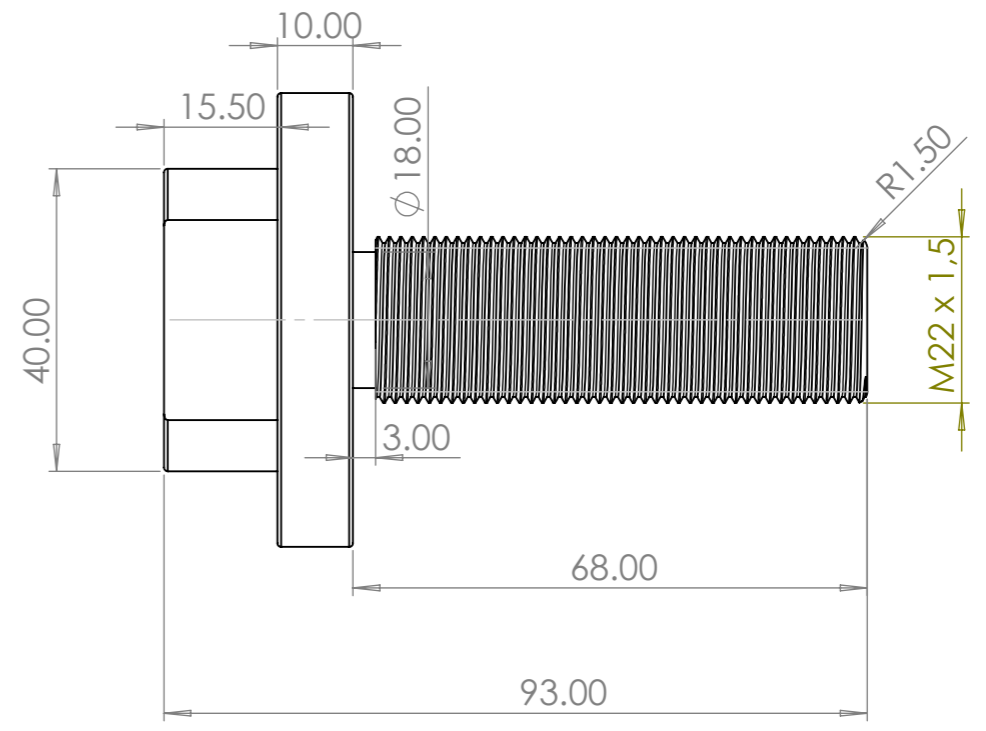
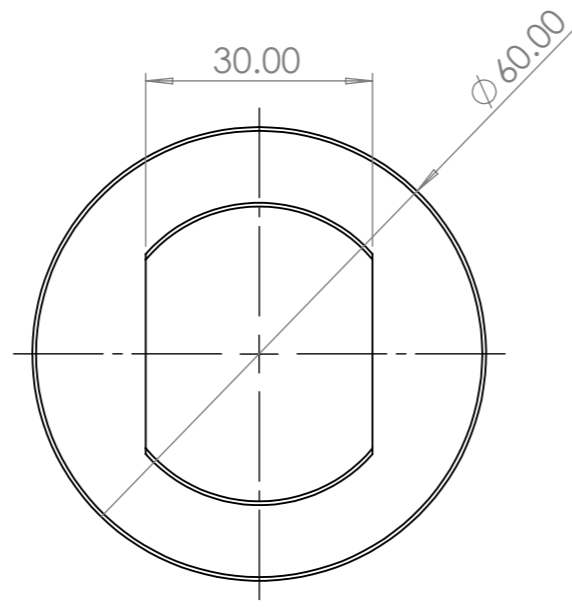
SECCIÓN A-A



DETALLE B  
ESCALA 2 : 5



	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>
	DIBUJADO				
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal: MÁS DE: 0,5 3 6 30 120 400 1000 2000 HASTA: 3 6 30 120 400 1000 2000 4000 TOLERANCIA: ±0,1 ±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,2 ±2,0	REVISADO		COMPROB.		DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller
	TRATAMIENTO TÉRMICO:				
	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:				N.º DE DIBUJO <b>1.2.2 Pre cesta</b>
	REFERENCIA COMERCIAL:				
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	MATERIAL:	Aluminio 6061			A3 HOJA 1 DE 1
	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA:	30/05/2024	CANTIDAD: 1 ESCALA: 1:5

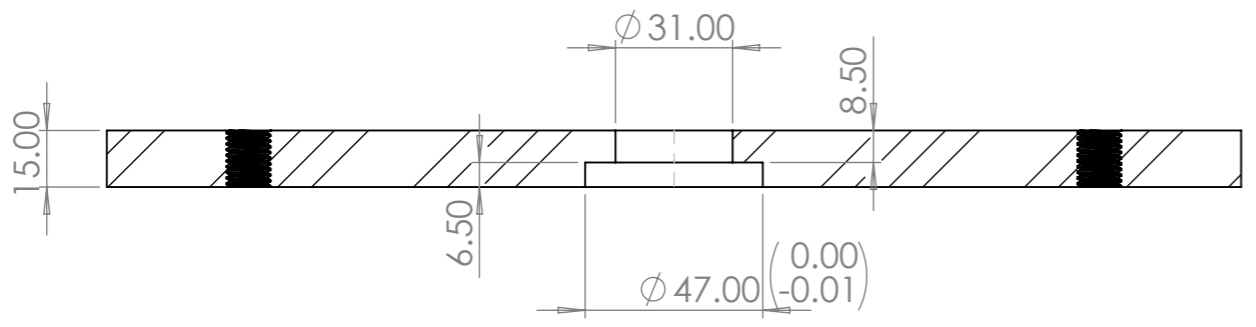


	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilados no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>						
	DIBUJADO										
	Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		REVISADO		DESCRIPCIÓN: <b>Diseño y estudio técnico de un dispositivo          separador de taladrina para virutas          metálicas de taller</b>						
MÁS DE:	0,5	3	6	30		120	400	1000	2000	TRATAMIENTO TÉRMICO:	-
HASTA:	3	6	30	120		400	1000	2000	4000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:	-
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3		±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	REFERENCIA COMERCIAL:	-
		UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		MATERIAL:	Acero C45	N.º DE DIBUJO	1.2.3 Tornilo unión	A3			
				GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA:	30/05/2024	CANTIDAD:	1	ESCALA: 1:1	

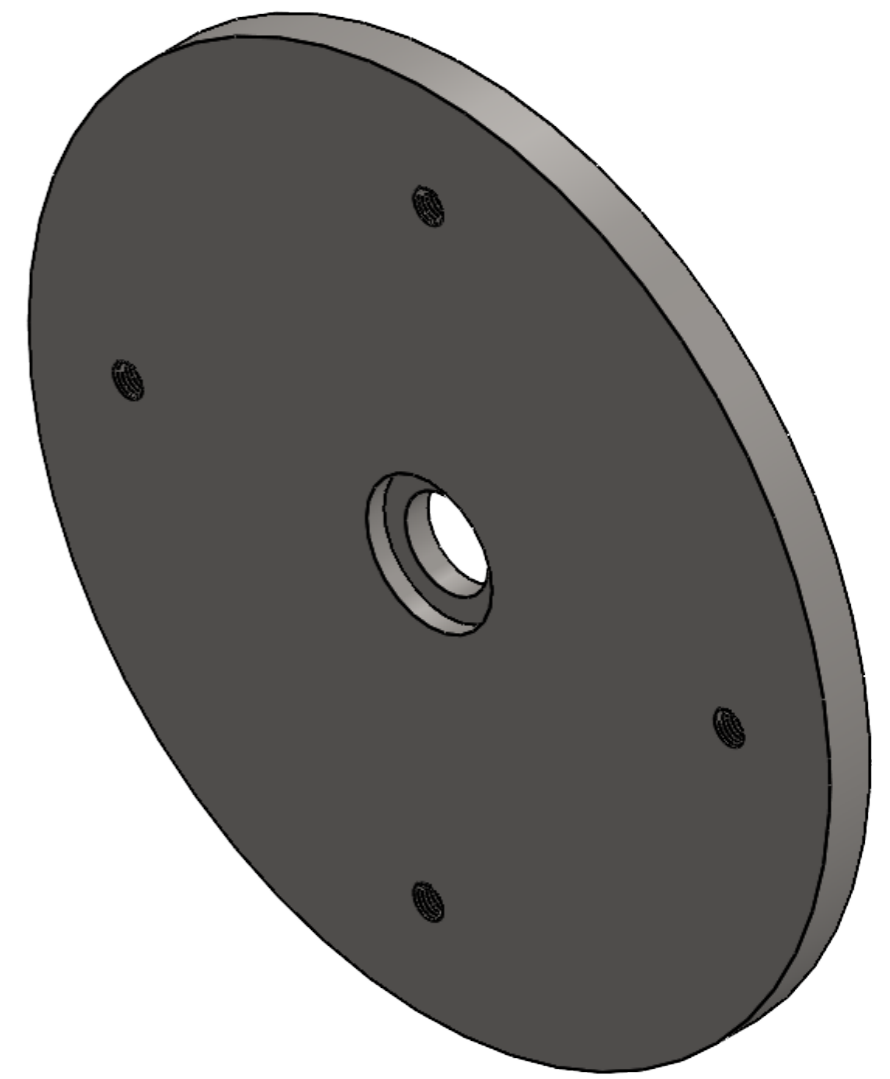
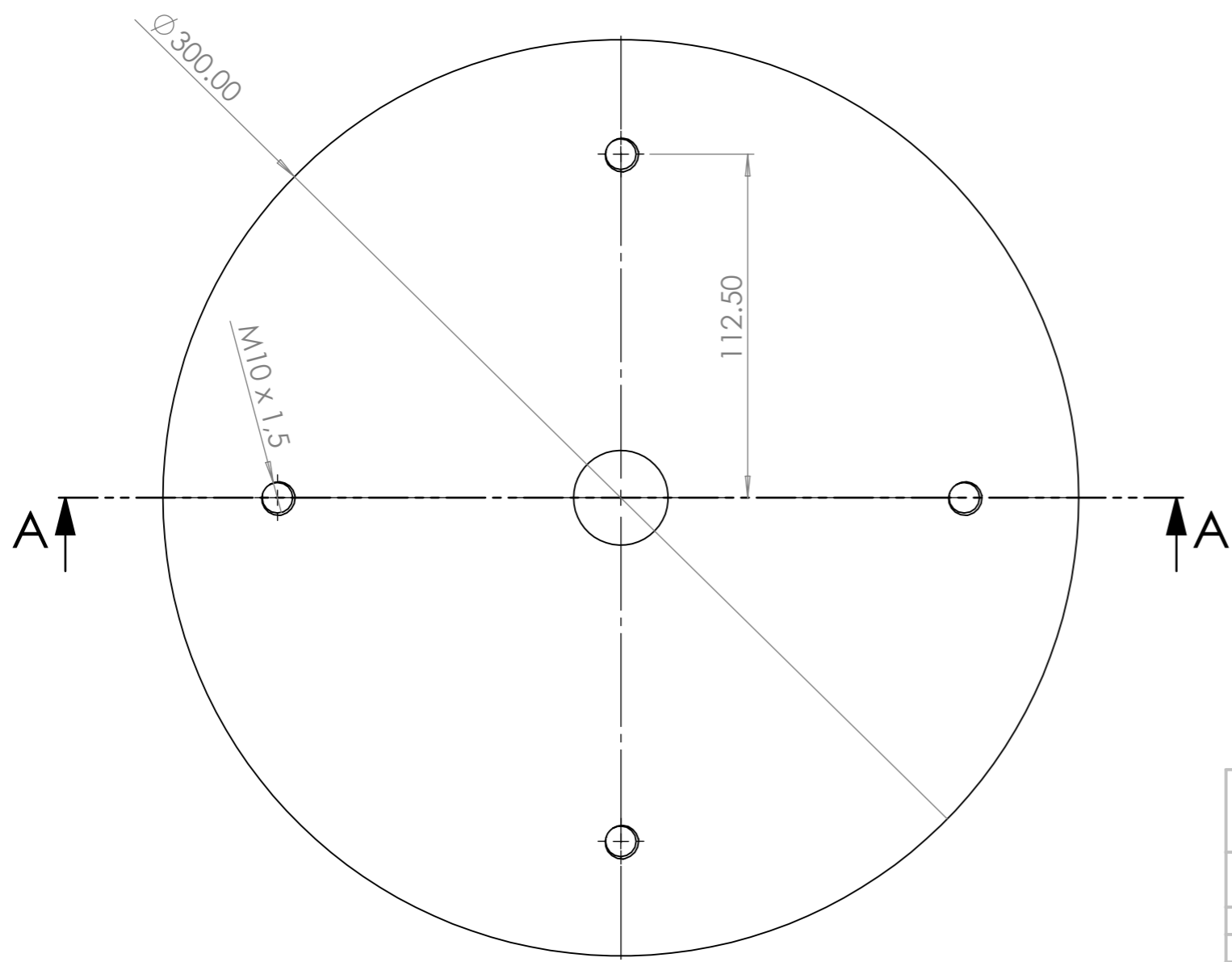
8 7 6 5 4 3 2 1

F  
E  
D  
C  
B  
A

F  
E  
D  
C  
B  
A

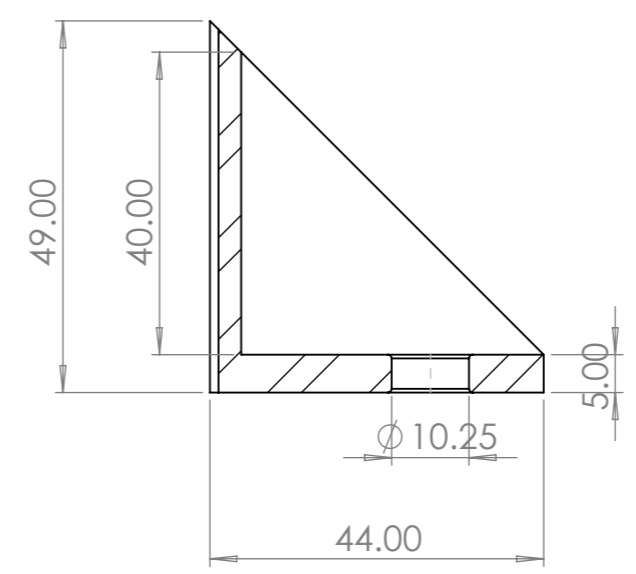
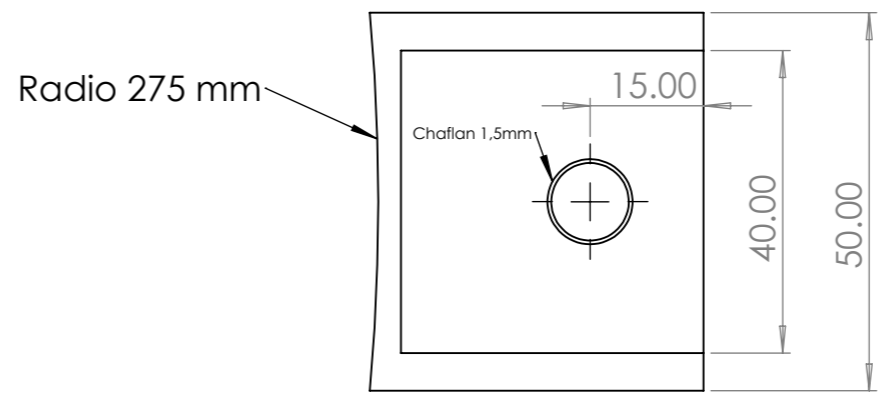
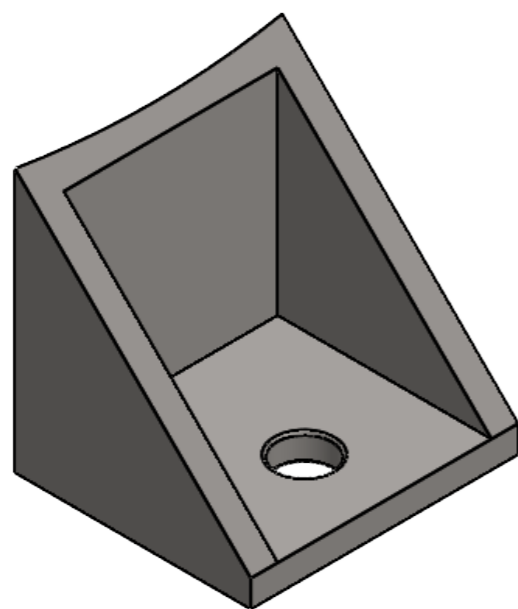


SECCIÓN A-A

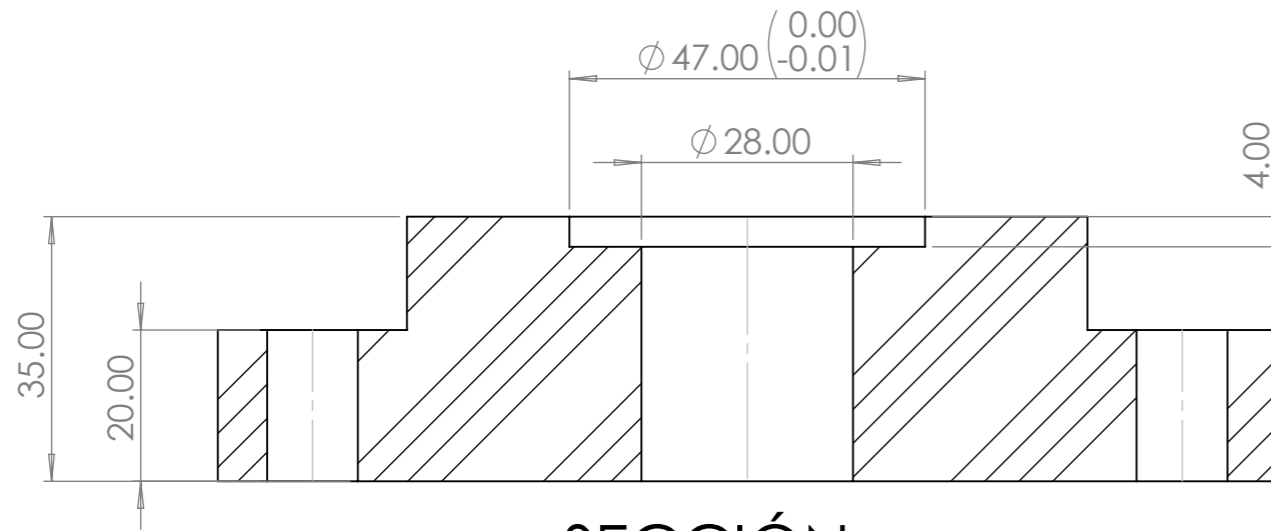


	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>
	DIBUJADO	REVISADO			
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		COMPROB.	TRATAMIENTO TÉRMICO: -		DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller
MÁS DE:	0,5 3 6 30 120 400 1000 2000		TRATAMIENTO SUPERFICIAL: -		
HASTA:	3 6 30 120 400 1000 2000 4000		REFERENCIA COMERCIAL: -		
TOLERANCIA:	±0,1 ±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,2 ±2,0		MATERIAL:	Aceros C45	N.º DE DIBUJO 1.2.4 Brida rodamiento axial
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		PESO: 30/05/2024 CANTIDAD: 1	A3 HOJA 1 DE 1 ESCALA: 1:2

8 7 6 5 4 3 2 1

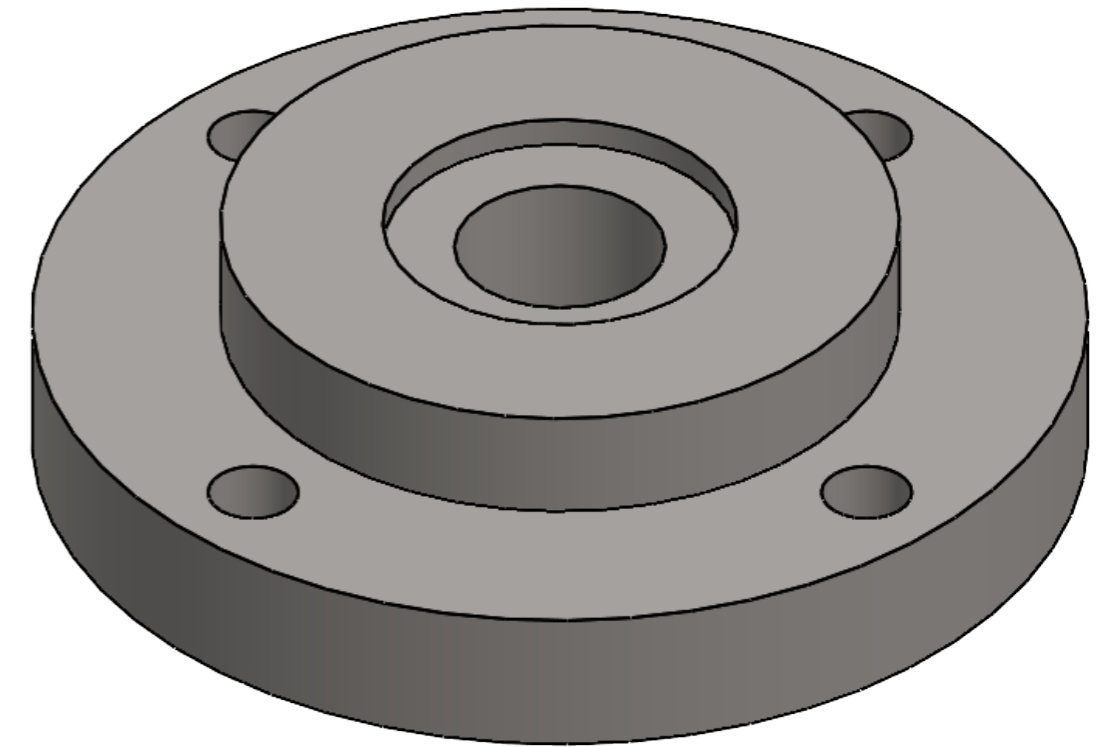
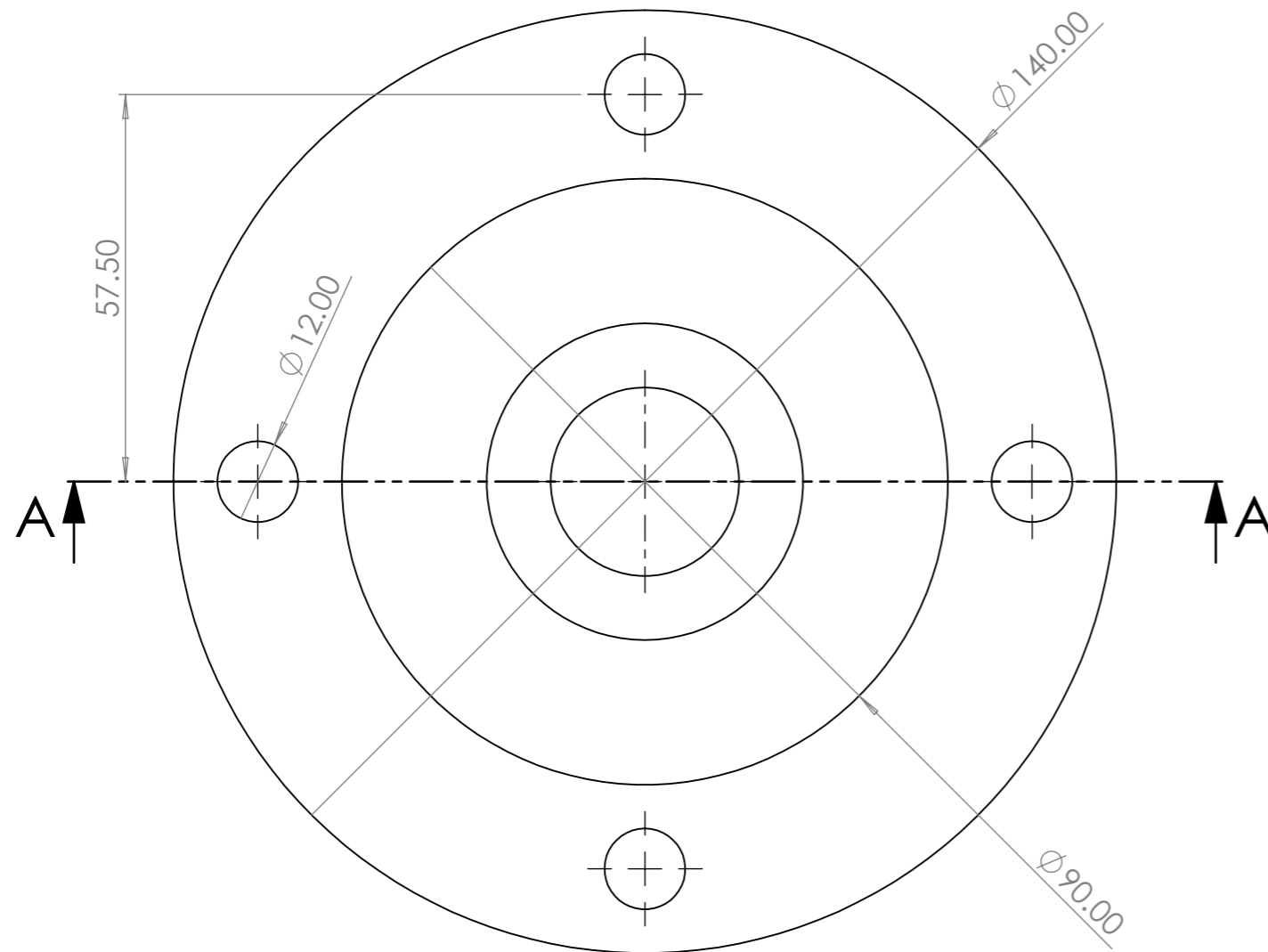


	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>						
	DIBUJADO										
	Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		REVISADO		DESCRIPCIÓN: <b>Diseño y estudio técnico de un dispositivo          separador de taladrina para virutas          metálicas de taller</b>						
MÁS DE:	0.5	3	6	30		120	400	1000	2000	TRATAMIENTO TÉRMICO:	
HASTA:	3	6	30	120		400	1000	2000	4000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:	
TOLERANCIA:	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3		±0.5	±0.8	±1.2	±2.0	REFERENCIA COMERCIAL:	
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI			MATERIAL:	Acero S235	N.º DE DIBUJO	1.2.5 Fijador silentblock	A3				
			GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA:	30/05/2024	CANTIDAD:	4	ESCALA: 1:1		



SECCIÓN A-A

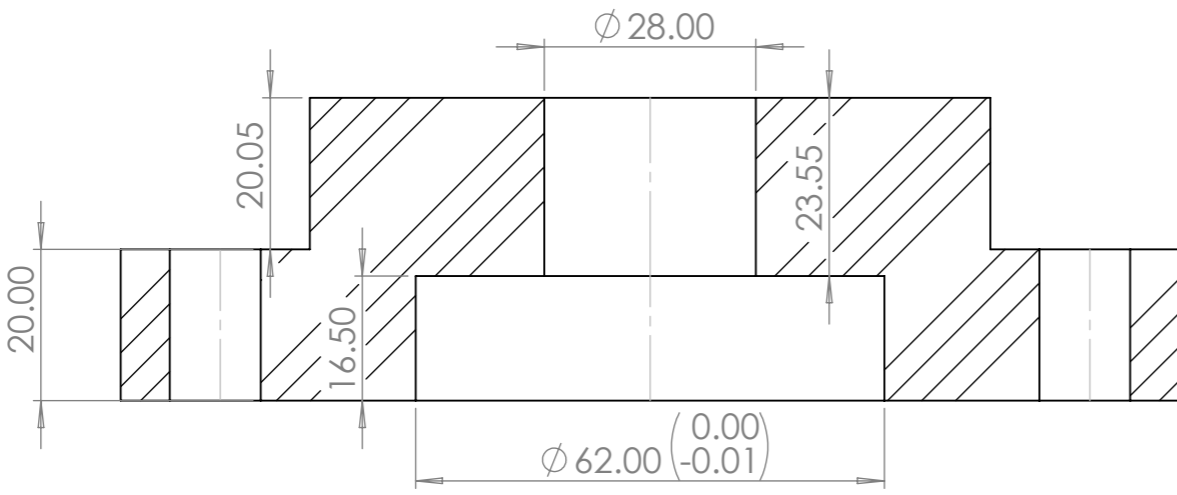
ESCALA 1:1



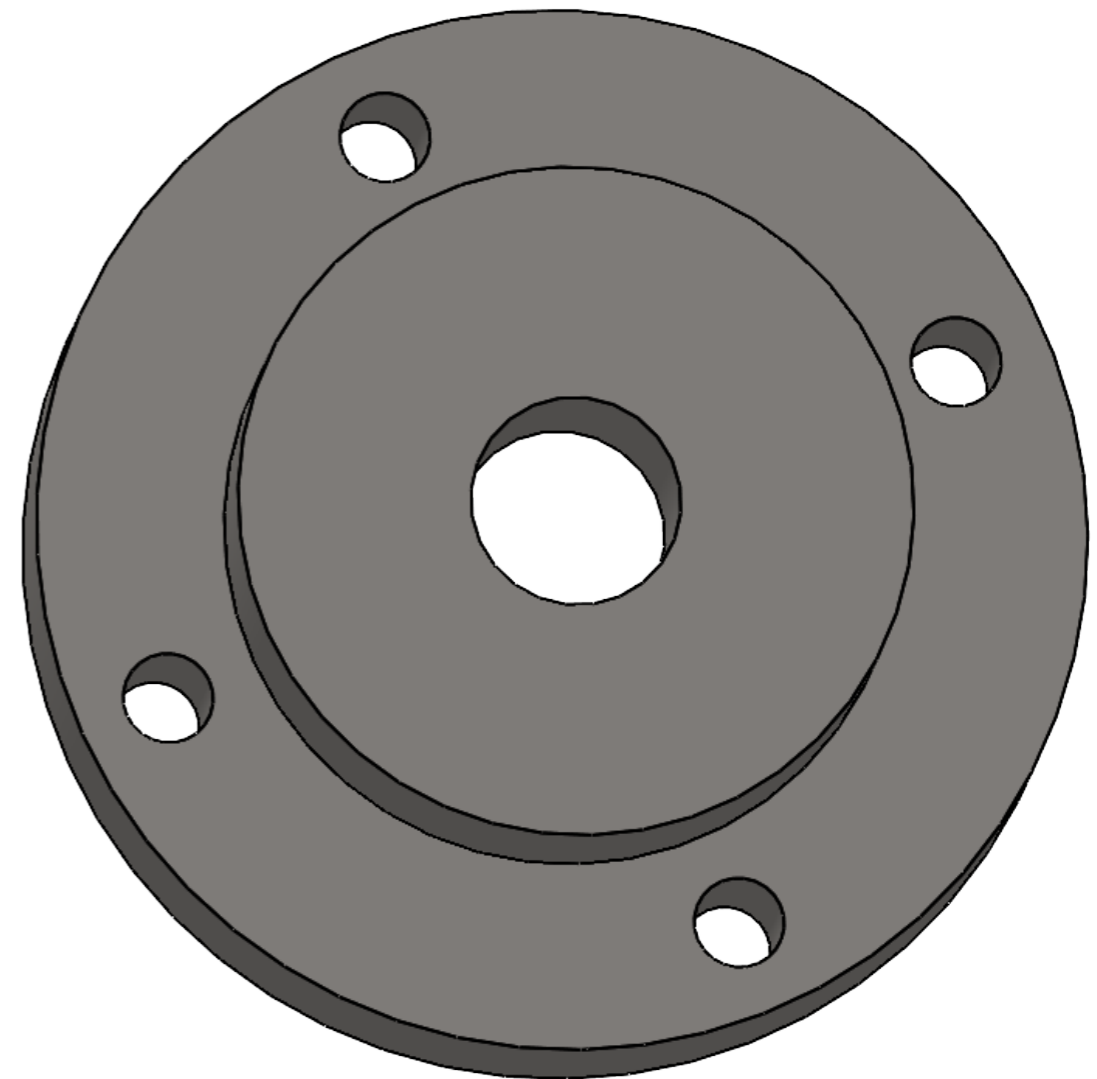
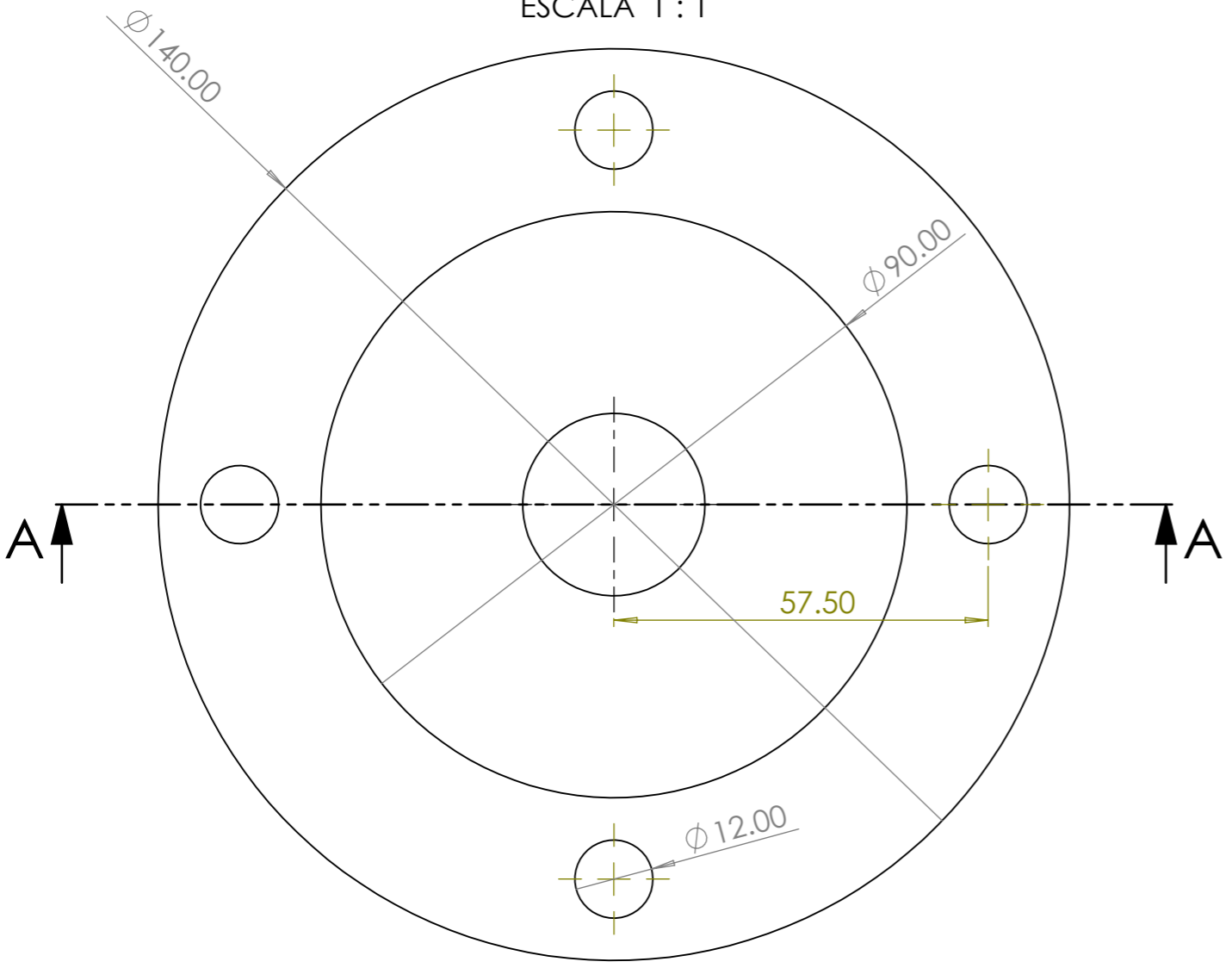
	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>					
	DIBUJADO									
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:	MÁS DE:	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	DESCRIPCIÓN: <b>Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller</b>
	HASTA:	3	6	30	120	400	1000	2000	4000	
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0		N.º DE DIBUJO <b>1.2.10 Brida interior</b>
	REFERENCIA COMERCIAL: -		MATERIAL: <b>Acero C45</b>		FECHA: <b>30/05/2024</b>					
	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		CANTIDAD: <b>1</b>							
					HOJA 1 DE 1 ESCALA: 1:2					

8 7 6 5 4 3 2 1

F  
E  
D  
C  
B  
A



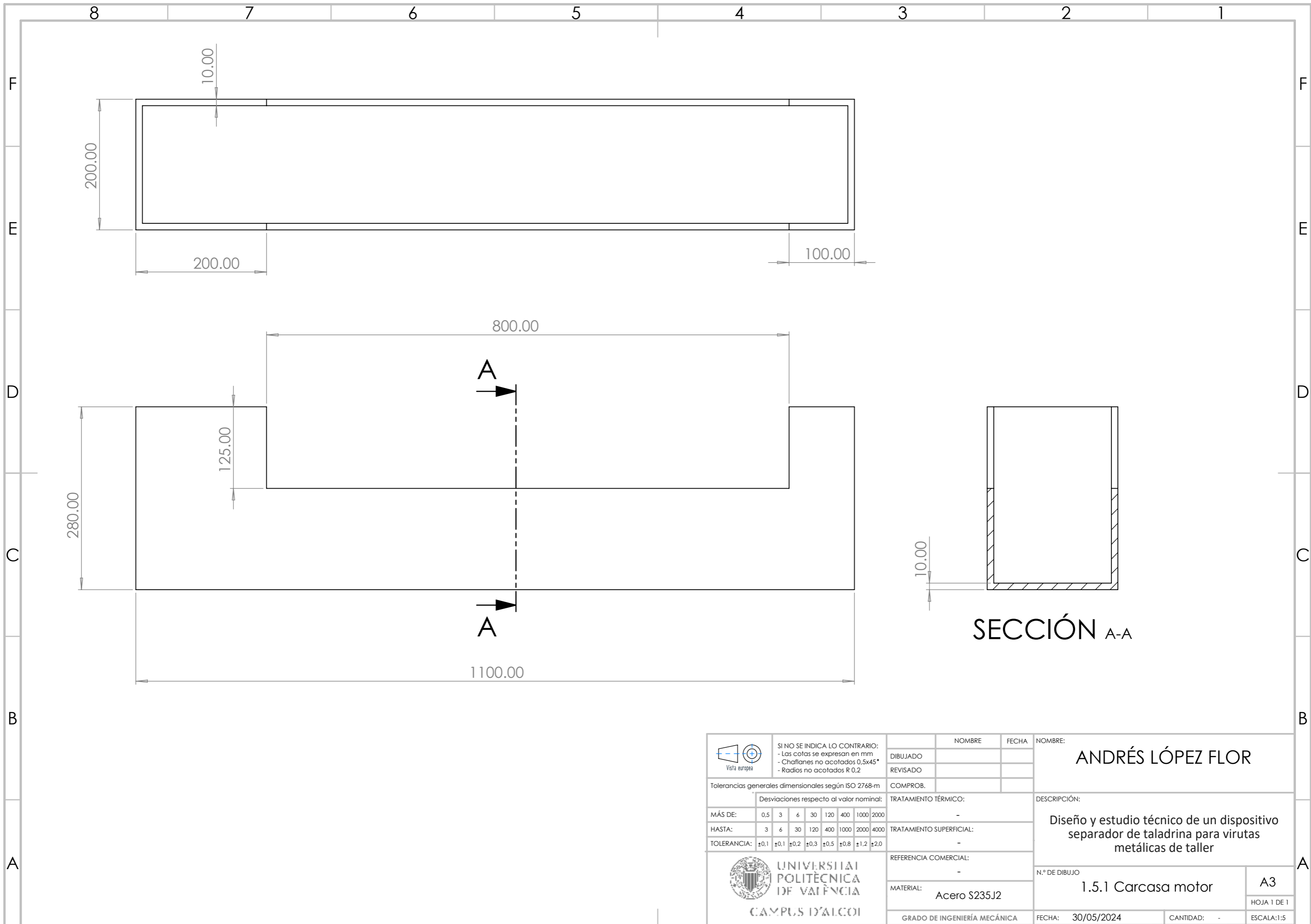
SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 1



F  
E  
D  
C  
B  
A

	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE:  <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>						
	DIBUJADO	REVISADO	COMPROB.								
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:			TRATAMIENTO TÉRMICO:	DESCRIPCIÓN:  Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller							
MÁS DE:	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:	N.º DE DIBUJO 1.2.14 Brida exterior	A3 HOJA 1 DE 1
HASTA:	3	6	30	120	400	1000	2000	4000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:		
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	REFERENCIA COMERCIAL:	FECHA:	30/05/2024
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI			MATERIAL:	Acero C45		CANTIDAD:	1		ESCALA:	1:1	
			GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA								

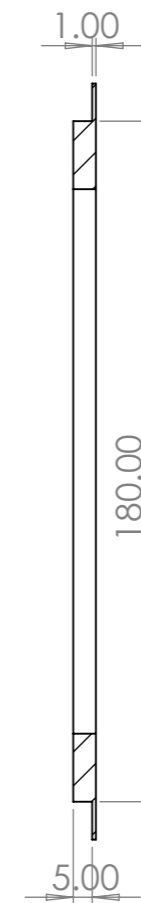
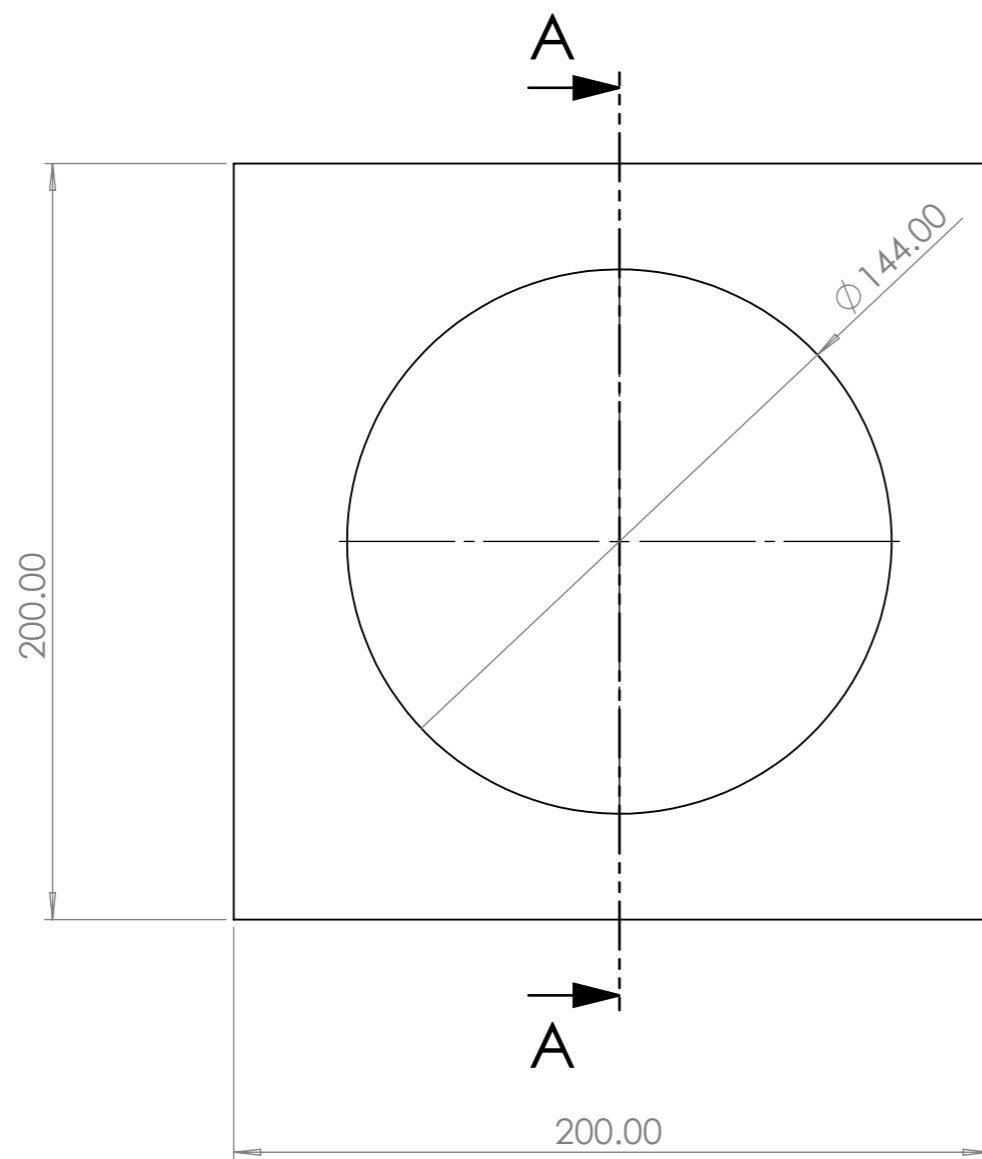
8 7 6 5 4 3 2 1



SECCIÓN A-A

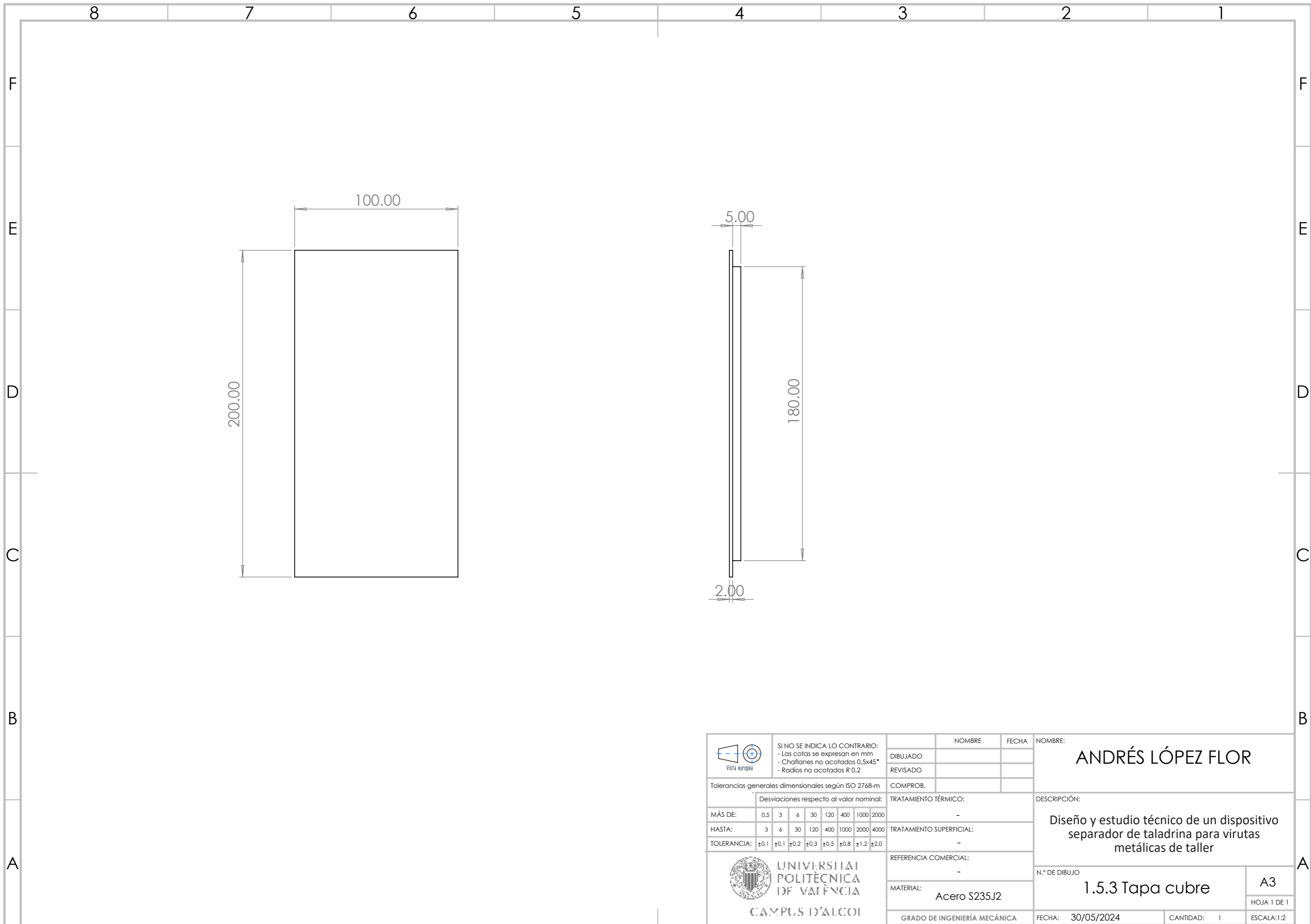
	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>
	DIBUJADO	REVISADO			
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		COMPROB.	TRATAMIENTO TÉRMICO: -		DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller
MÁS DE:	0,5 3 6 30 120 400 1000 2000		TRATAMIENTO SUPERFICIAL: -		
HASTA:	3 6 30 120 400 1000 2000 4000		REFERENCIA COMERCIAL: -		
TOLERANCIA:	±0,1 ±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,2 ±2,0		MATERIAL:	Acero S235J2	N.º DE DIBUJO 1.5.1 Carcasa motor
			GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA	FECHA: 30/05/2024	CANTIDAD: - ESCALA: 1:5





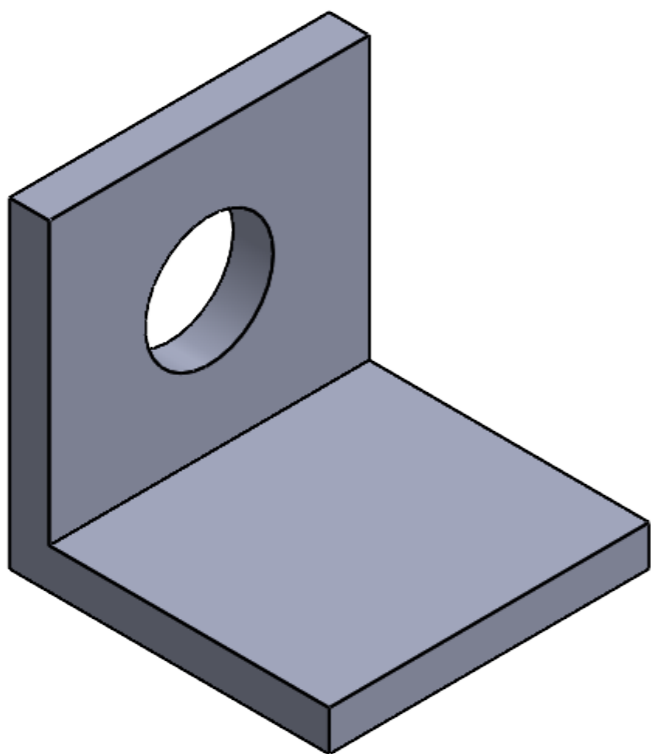
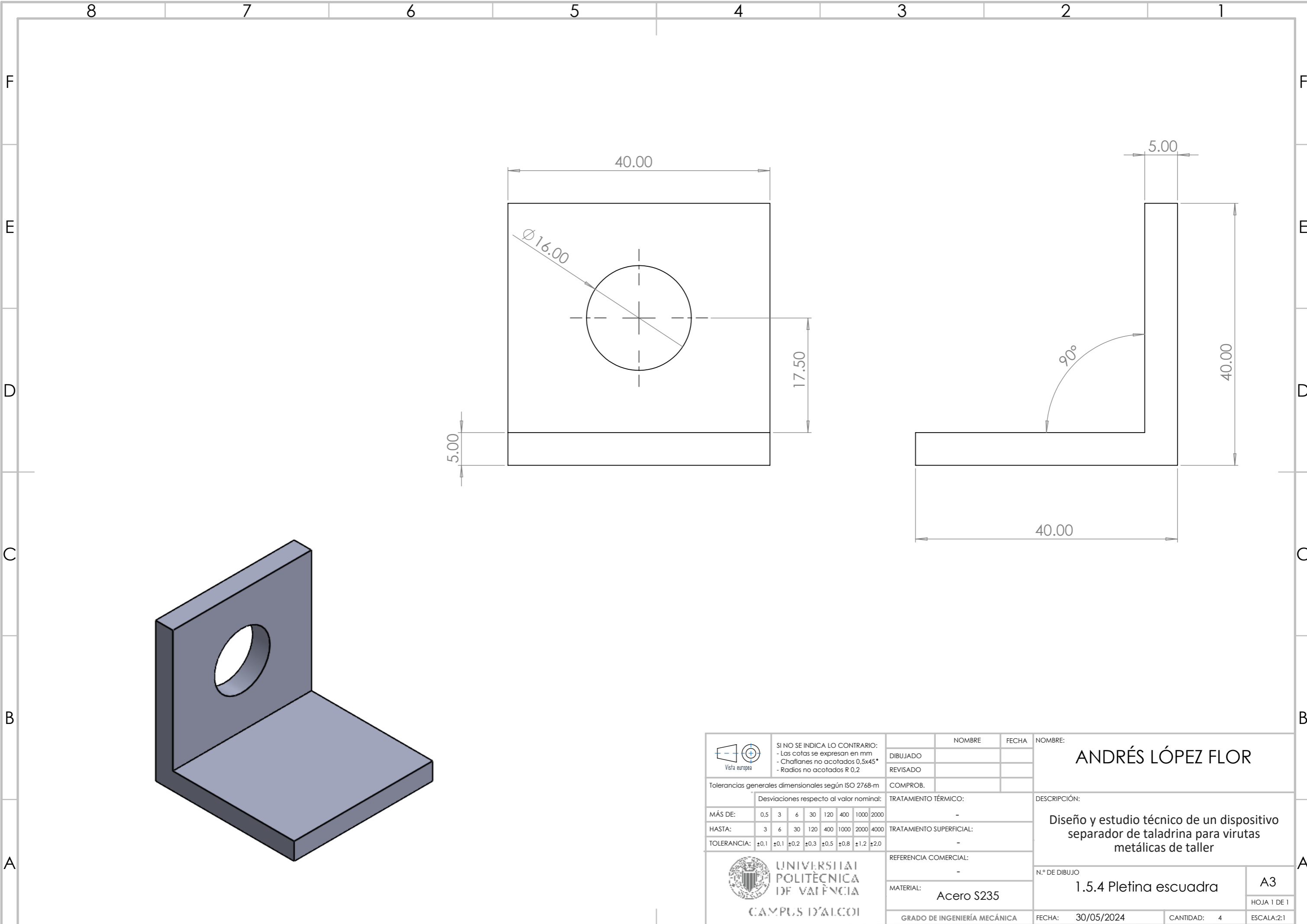


SECCIÓN A-A

	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>						
	DIBUJADO										
	Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		REVISADO		DESCRIPCIÓN: <b>Diseño y estudio técnico de un dispositivo          separador de taladrina para virutas          metálicas de taller</b>						
MÁS DE:	0,5	3	6	30		120	400	1000	2000	TRATAMIENTO TÉRMICO:	
HASTA:	3	6	30	120		400	1000	2000	4000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:	
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3		±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	REFERENCIA COMERCIAL:	
		UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		MATERIAL:	ACERO S235J2	N.º DE DIBUJO	<b>1.5.2 Tapa motor</b>		A3		
				GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA:	30/05/2024	CANTIDAD:	1	ESCALA: 1:2	

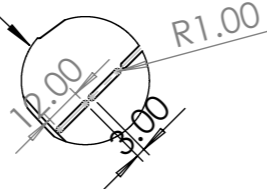


 VISTA EUROPEA	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2							NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>					
	DIBUJADO														
	REVISADO														
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m		Desviaciones respecto al valor nominal:							COMPROB.						
MÁS DE:	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	TRATAMIENTO TÉRMICO:		DESCRIPCIÓN: <b>Diseño y estudio técnico de un dispositivo          separador de taladrina para virutas          metálicas de taller</b>				
HASTA:	3	6	30	120	400	1000	2000	4000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:						
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0							
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b> CAMPUS D'ALCOI									REFERENCIA COMERCIAL:		N.º DE DIBUJO <b>1.5.3 Tapa cubre</b>	<b>A3</b> HOJA 1 DE 1			
									MATERIAL:	Aceros S235J2					
									GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA	FECHA:	30/05/2024	CANTIDAD:	1	ESCALA:	1:2

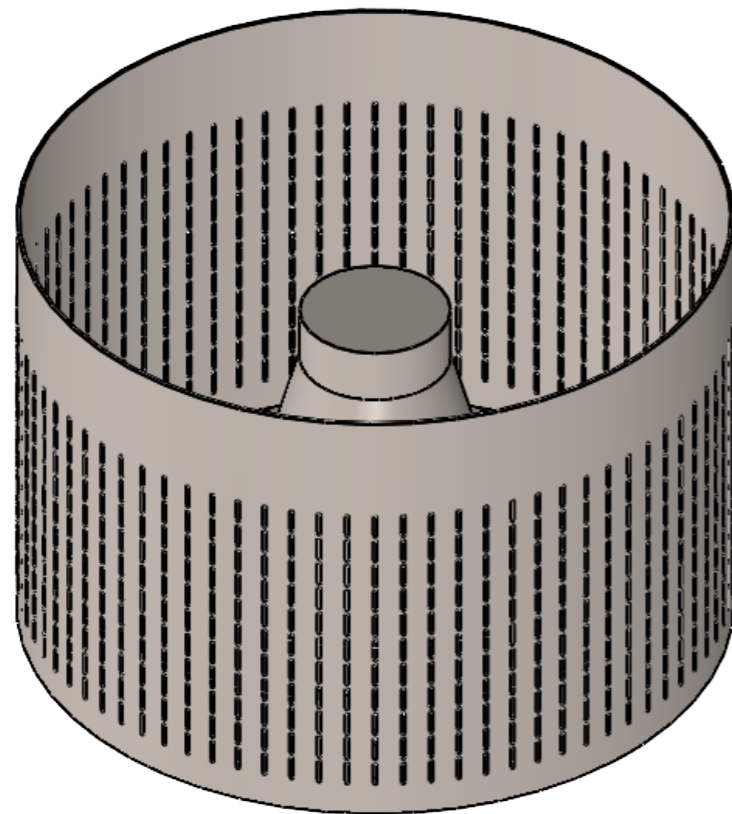
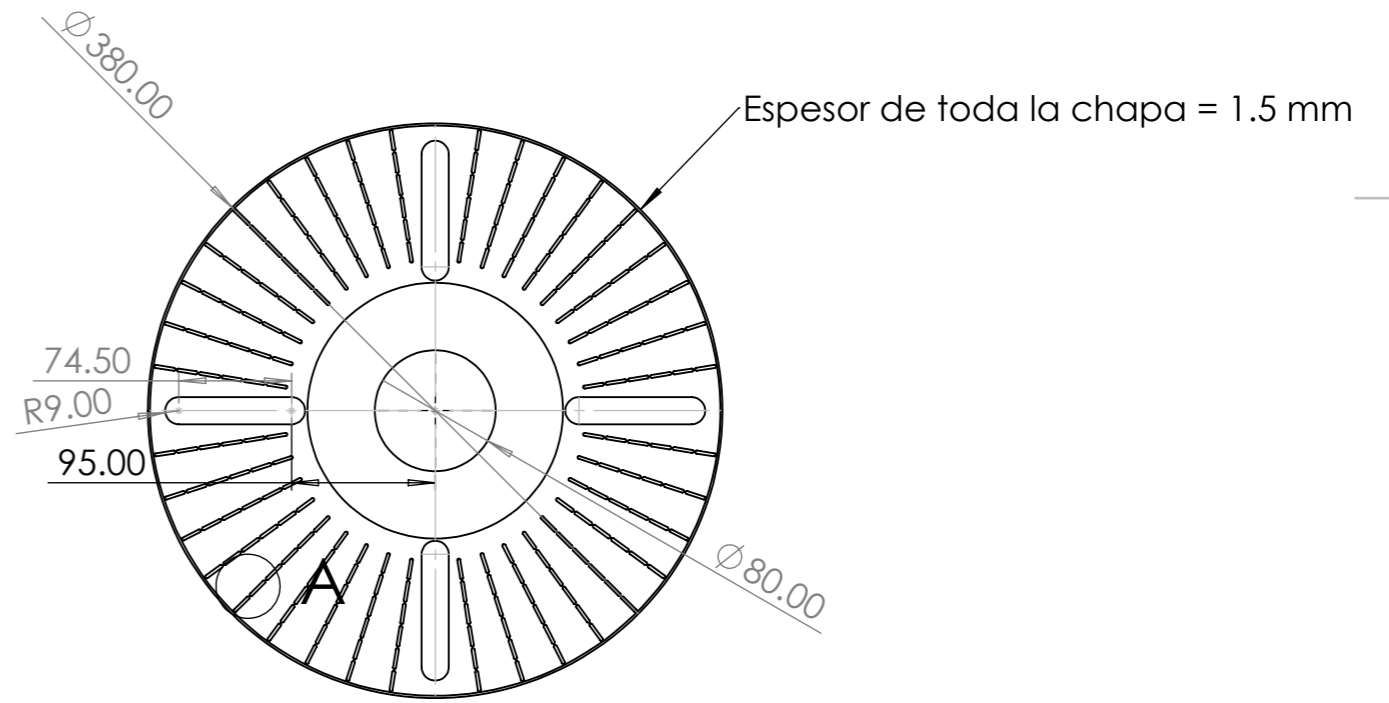
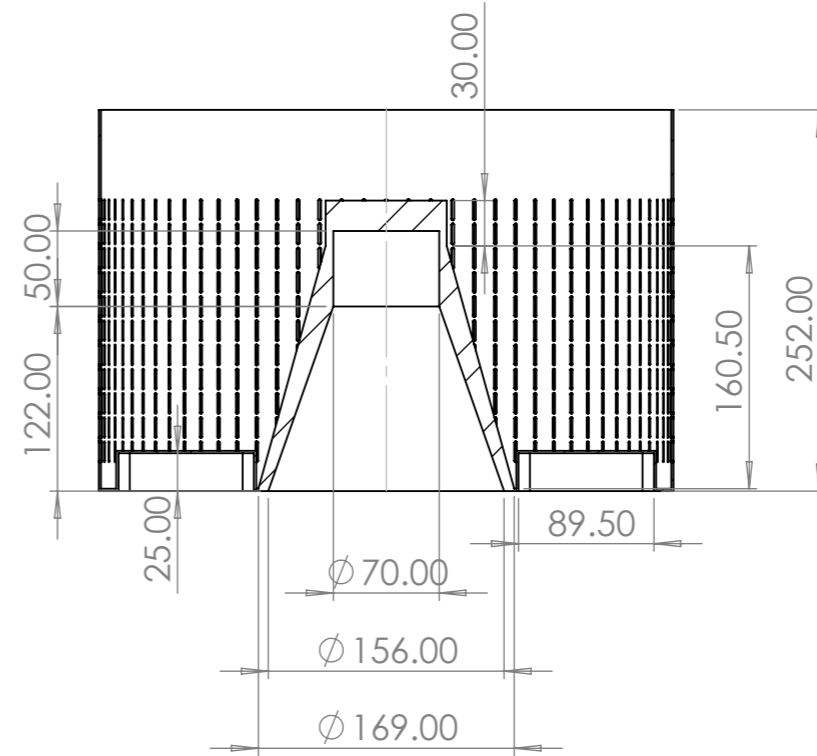


	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>						
	DIBUJADO										
	Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		REVISADO		DESCRIPCIÓN: <b>Diseño y estudio técnico de un dispositivo          separador de taladrina para virutas          metálicas de taller</b>						
MÁS DE:	0,5	3	6	30		120	400	1000	2000	TRATAMIENTO TÉRMICO:	-
HASTA:	3	6	30	120		400	1000	2000	4000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:	-
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3		±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	REFERENCIA COMERCIAL:	-
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI			MATERIAL:	Acero S235		N.º DE DIBUJO	1.5.4 Pletina escuadra		A3		
			GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA:	30/05/2024		CANTIDAD:	4		ESCALA:2:1

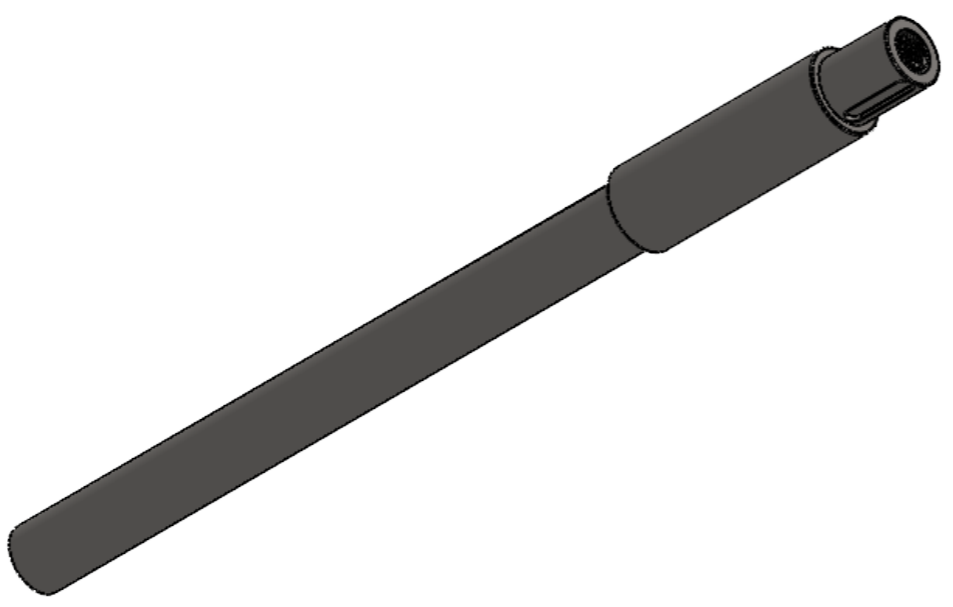
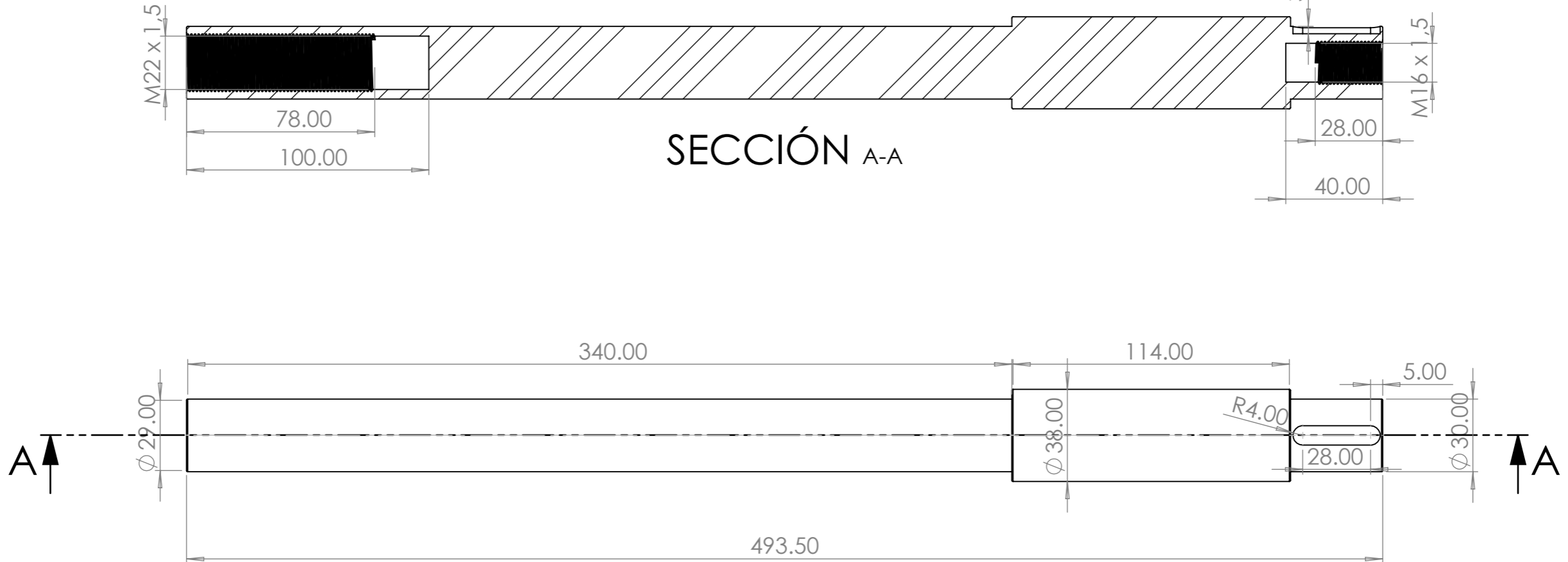
6 Ranuras x 40 filas



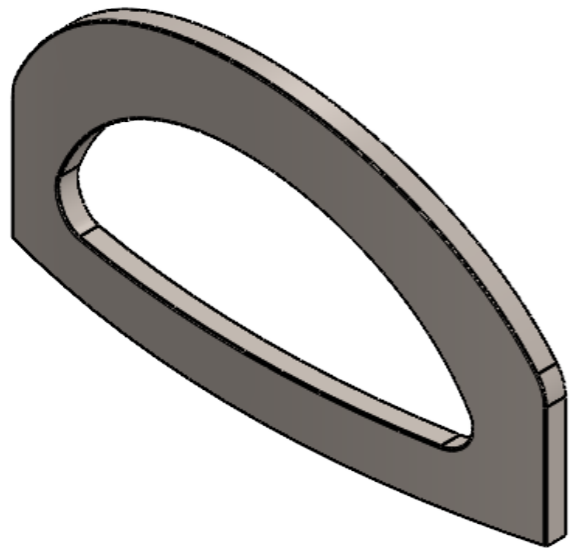
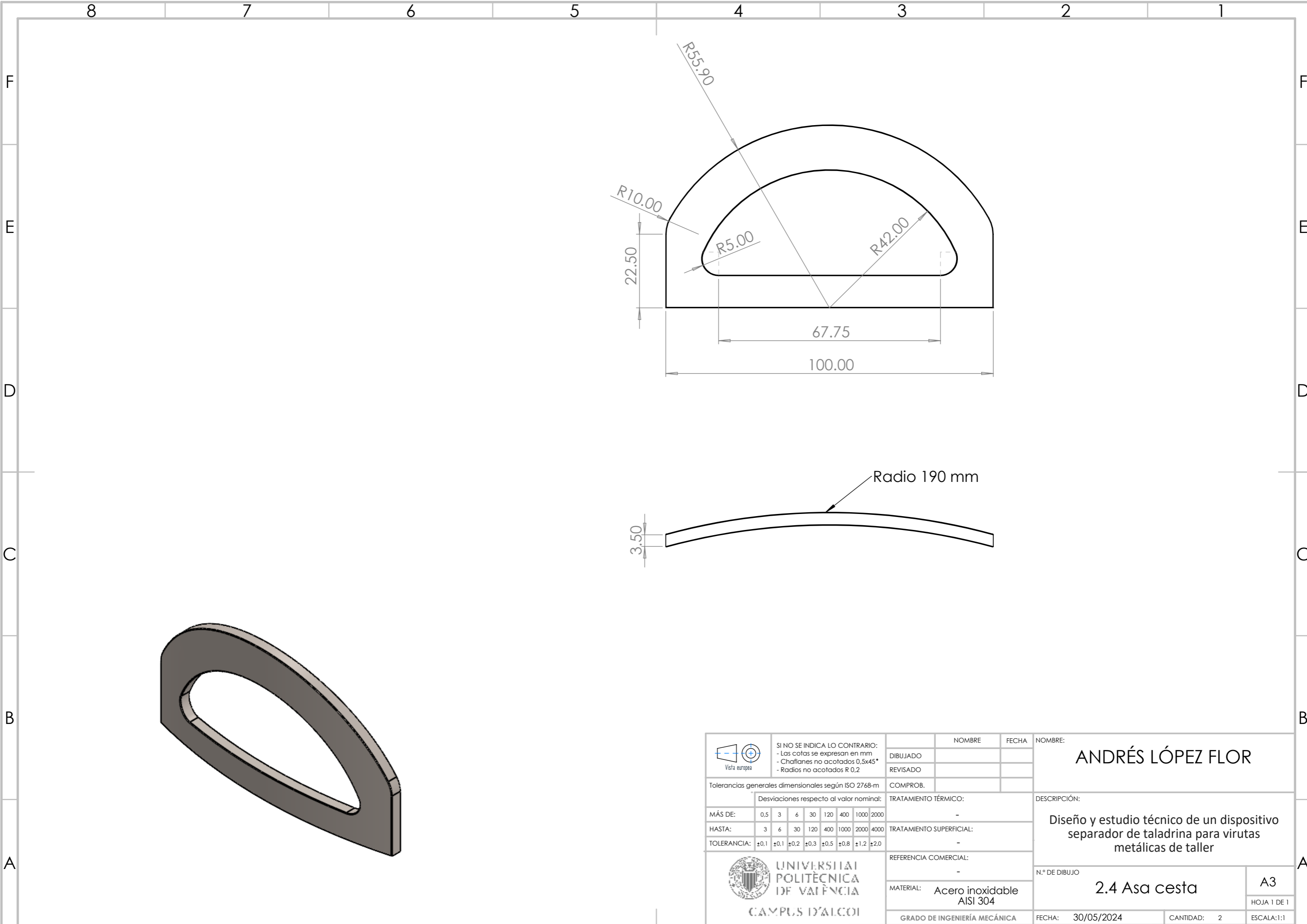
**DETALLE A**  
ESCALA 2 : 5



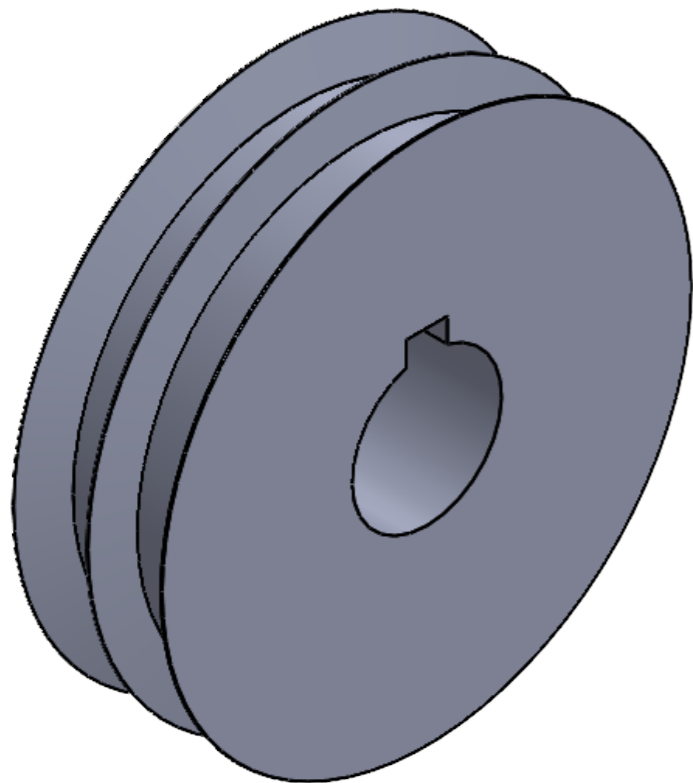
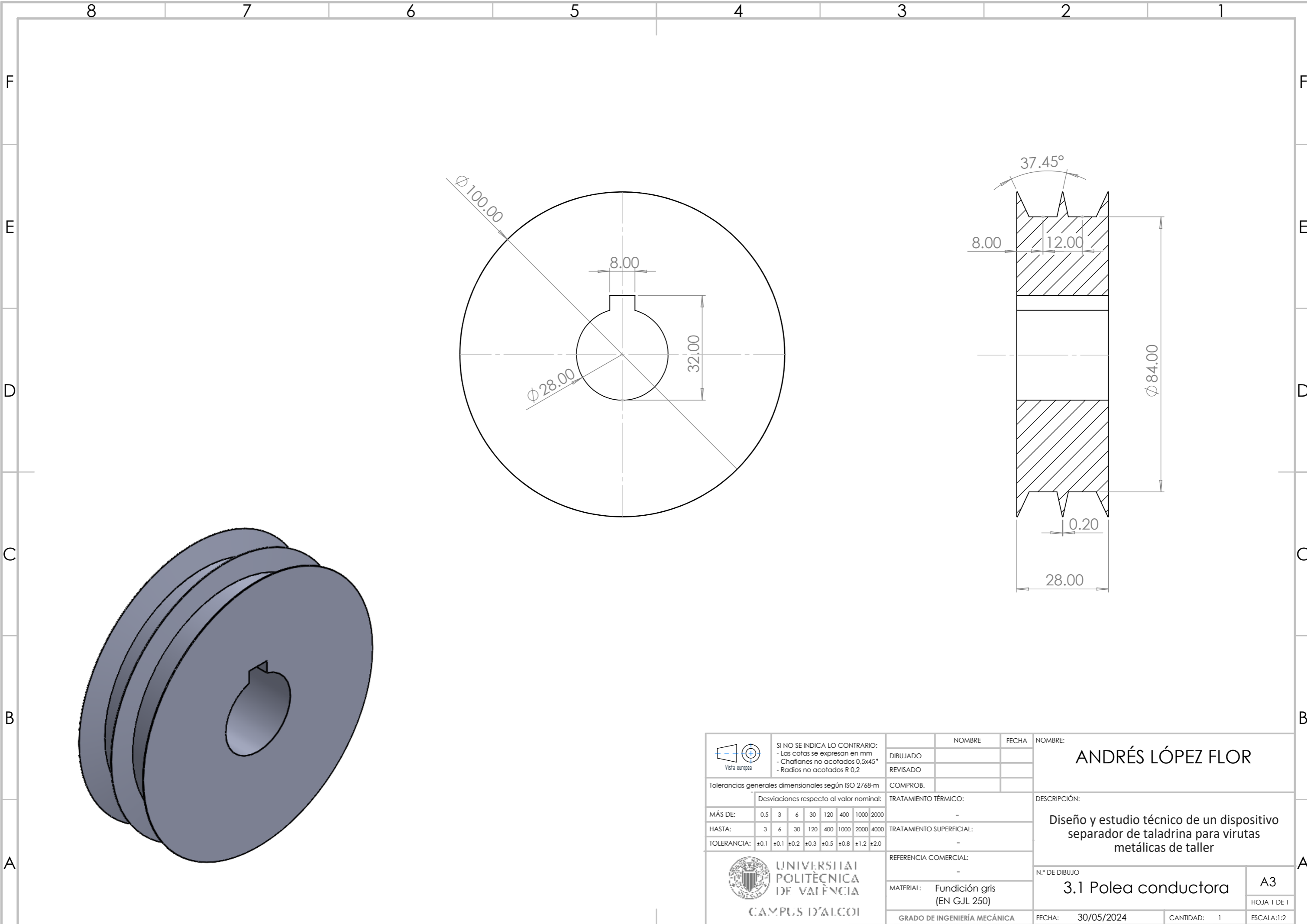
	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chaflanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>						
	DIBUJADO	REVISADO									
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		COMPROB.		DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller							
MÁS DE:	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	TRATAMIENTO TÉRMICO:	N.º DE DIBUJO <b>2.1 Cesta</b>	<b>A3</b> HOJA 1 DE 1
HASTA:	3	6	30	120	400	1000	2000	4000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:		
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	REFERENCIA COMERCIAL:		
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		MATERIAL: Acero inoxidable AISI 304		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA: 30/05/2024		CANTIDAD: 1		ESCALA: 1:5	



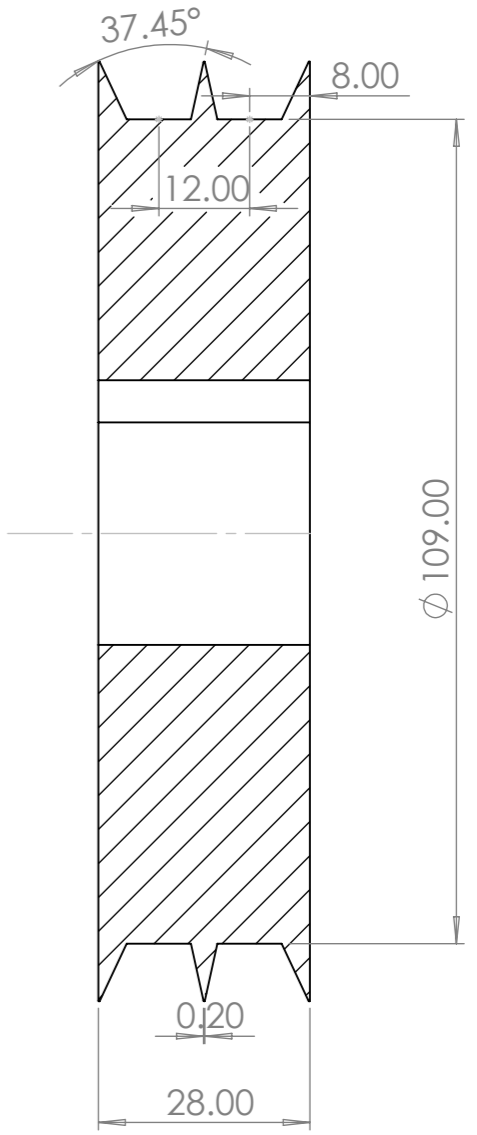
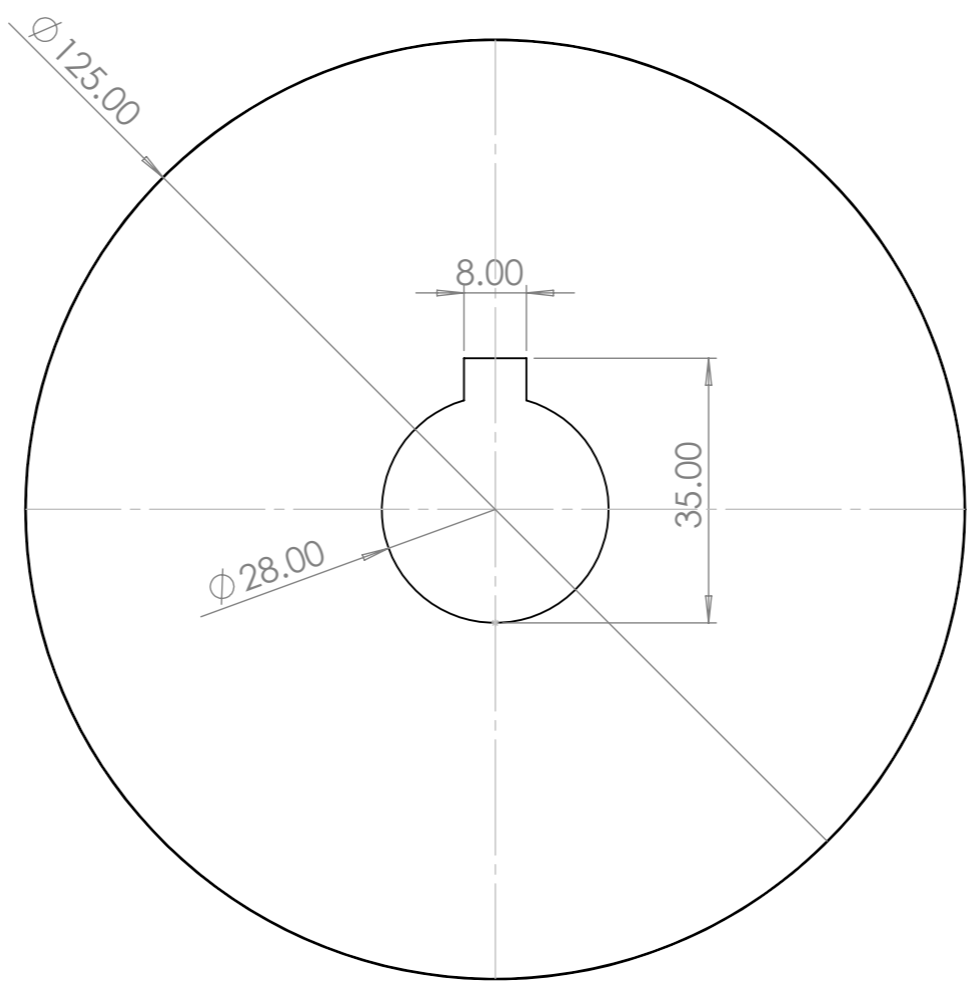
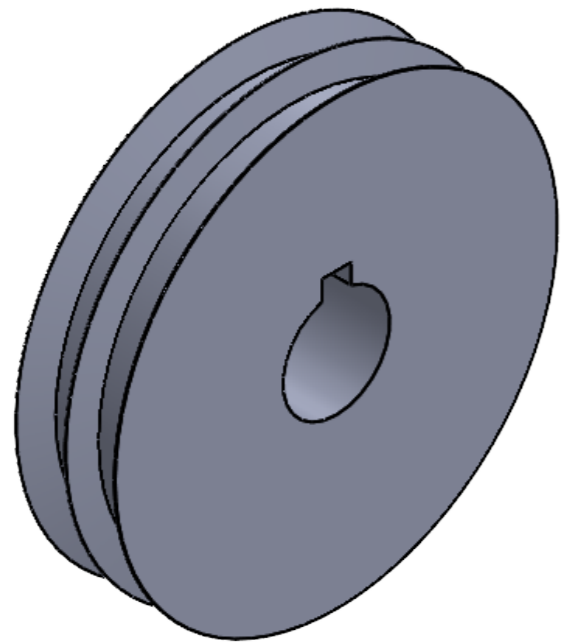
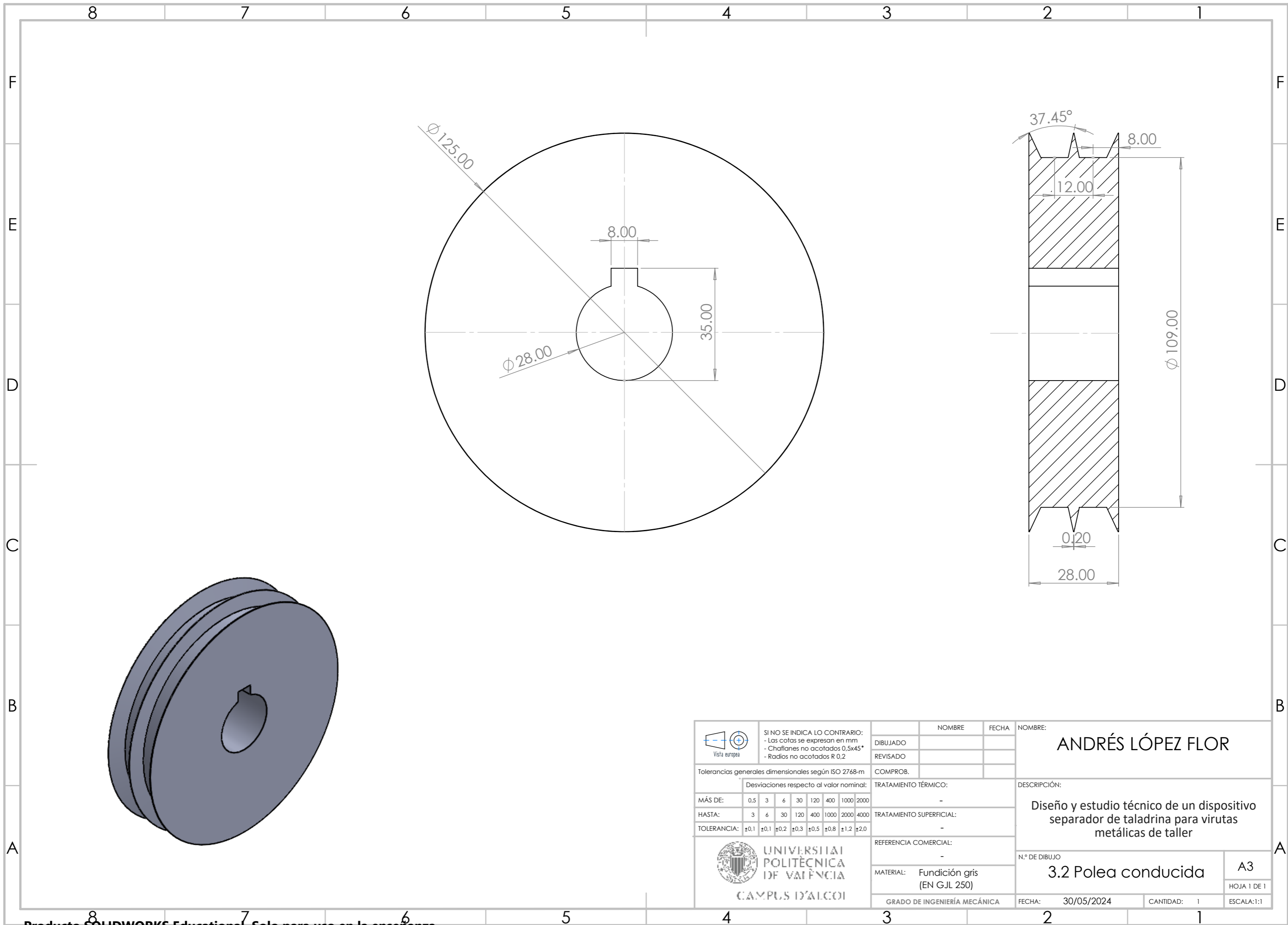
 SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>	
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m		DIBUJADO			
Desviaciones respecto al valor nominal:		REVISADO			
MÁS DE:	0,5 3 6 30 120 400 1000 2000	COMPROB.			
HASTA:	3 6 30 120 400 1000 2000 4000	TRATAMIENTO TÉRMICO:		DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller	
TOLERANCIA:	±0,1 ±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,2 ±2,0	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:			
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b> CAMPUS D'ALCOI		REFERENCIA COMERCIAL:		N.º DE DIBUJO <b>2.2 Eje de transmisión</b>	
		MATERIAL: Acero de cementación (15CrNi13)		A3 HOJA 1 DE 1	
		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA	FECHA: 30/05/2024	CANTIDAD: 1	ESCALA: 1:2



	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>						
	DIBUJADO										
	Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		REVISADO		DESCRIPCIÓN: <b>Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller</b>						
MÁS DE:	0,5	3	6	30		120	400	1000	2000	TRATAMIENTO TÉRMICO:	-
HASTA:	3	6	30	120		400	1000	2000	4000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:	-
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	REFERENCIA COMERCIAL:	-	
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI			MATERIAL:		Acero inoxidable AISI 304	N.º DE DIBUJO	2.4 Asa cesta		A3		
			GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA:	30/05/2024	CANTIDAD:	2	ESCALA:	1:1	

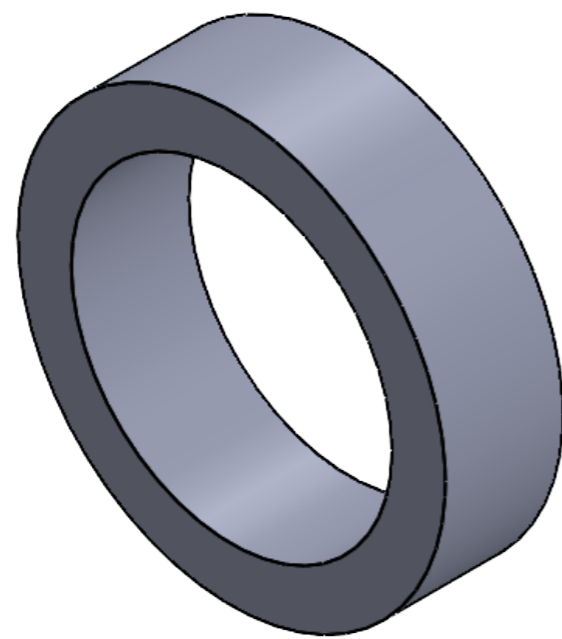
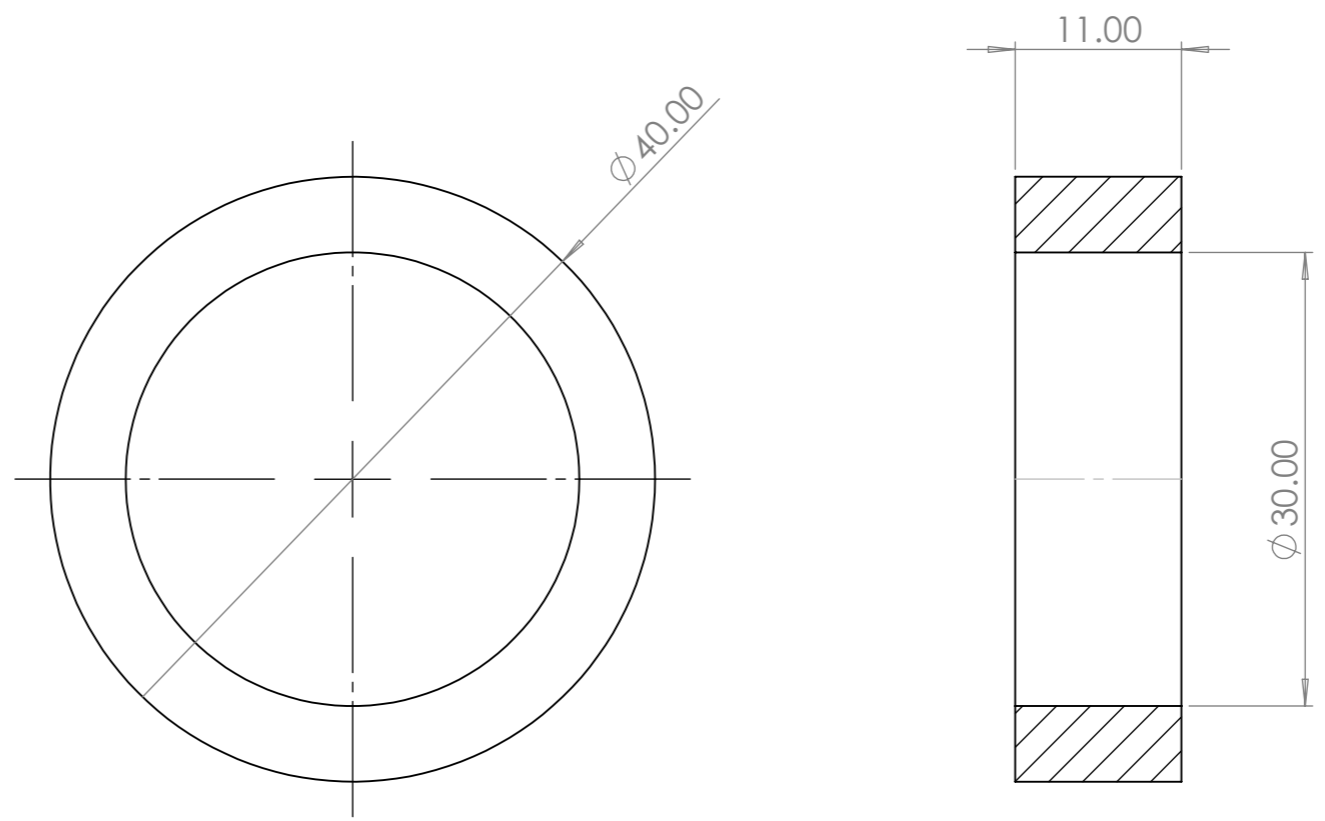


 Vista europea	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados $0,5 \times 45^\circ$ - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>
	DIBUJADO	REVISADO			
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		COMPROB.	TRATAMIENTO TÉRMICO: -		DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller
MÁS DE:	0,5 3 6 30 120 400 1000 2000		TRATAMIENTO SUPERFICIAL: -		
HASTA:	3 6 30 120 400 1000 2000 4000		REFERENCIA COMERCIAL: -		
TOLERANCIA:	$\pm 0,1$ $\pm 0,1$ $\pm 0,2$ $\pm 0,3$ $\pm 0,5$ $\pm 0,8$ $\pm 1,2$ $\pm 2,0$		MATERIAL: Fundición gris (EN GJL 250)		N.º DE DIBUJO <b>3.1 Polea conductora</b>
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA: 30/05/2024	CANTIDAD: 1
					A3 HOJA 1 DE 1 ESCALA: 1:2

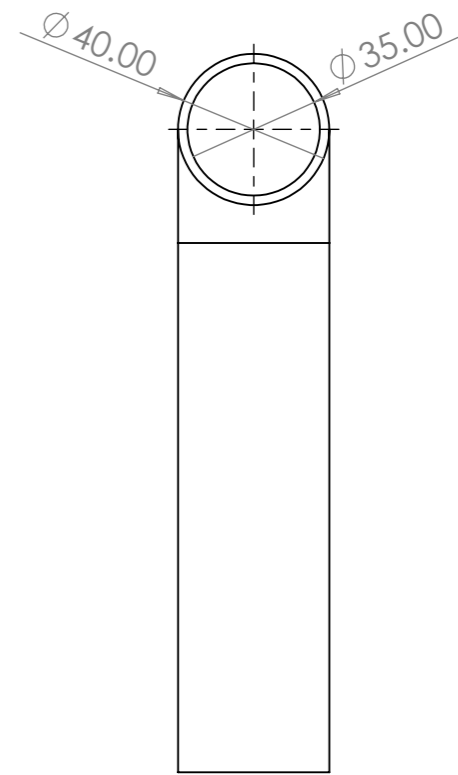
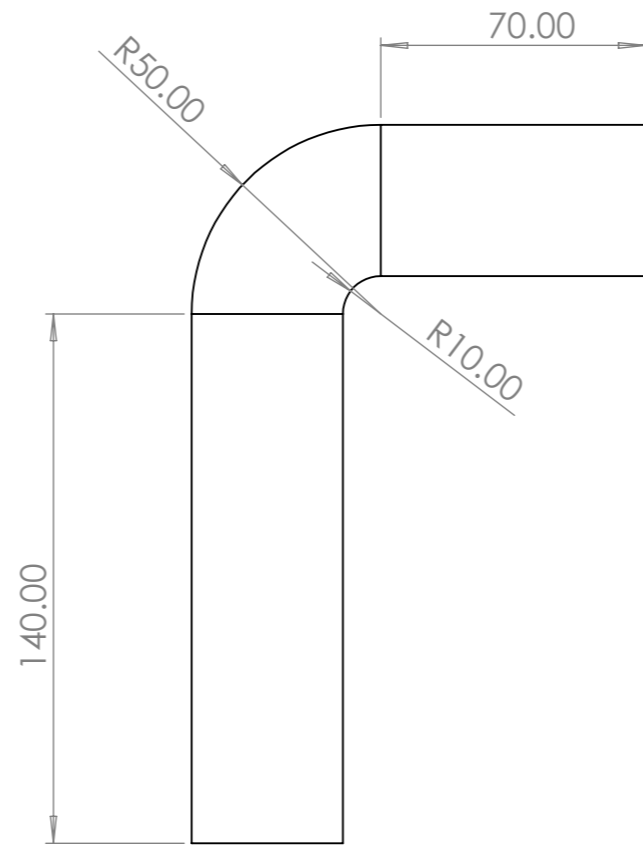
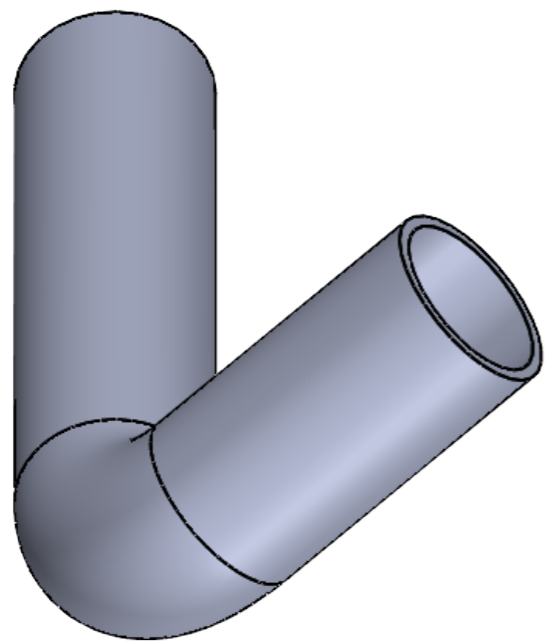




	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilados no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>					
	DIBUJADO									
			REVISADO							
			COMPROB.							
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:			TRATAMIENTO TÉRMICO:		DESCRIPCIÓN: <b>Diseño y estudio técnico de un dispositivo          separador de taladrina para virutas          metálicas de taller</b>					
MÁS DE:	0,5	3	6	30		120	400	1000	2000	-
HASTA:	3	6	30	120		400	1000	2000	4000	-
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3		±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	-
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI			REFERENCIA COMERCIAL:		N.º DE DIBUJO <b>3.2 Polea conducida</b>					
			MATERIAL: Fundición gris (EN GJL 250)							
			GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 1 DE 1					
			FECHA: 30/05/2024		CANTIDAD: 1					
			ESCALA: 1:1		A3					

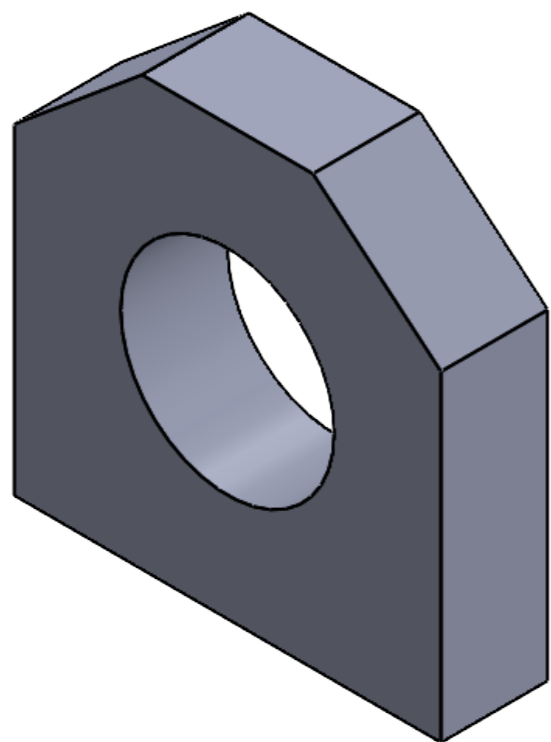
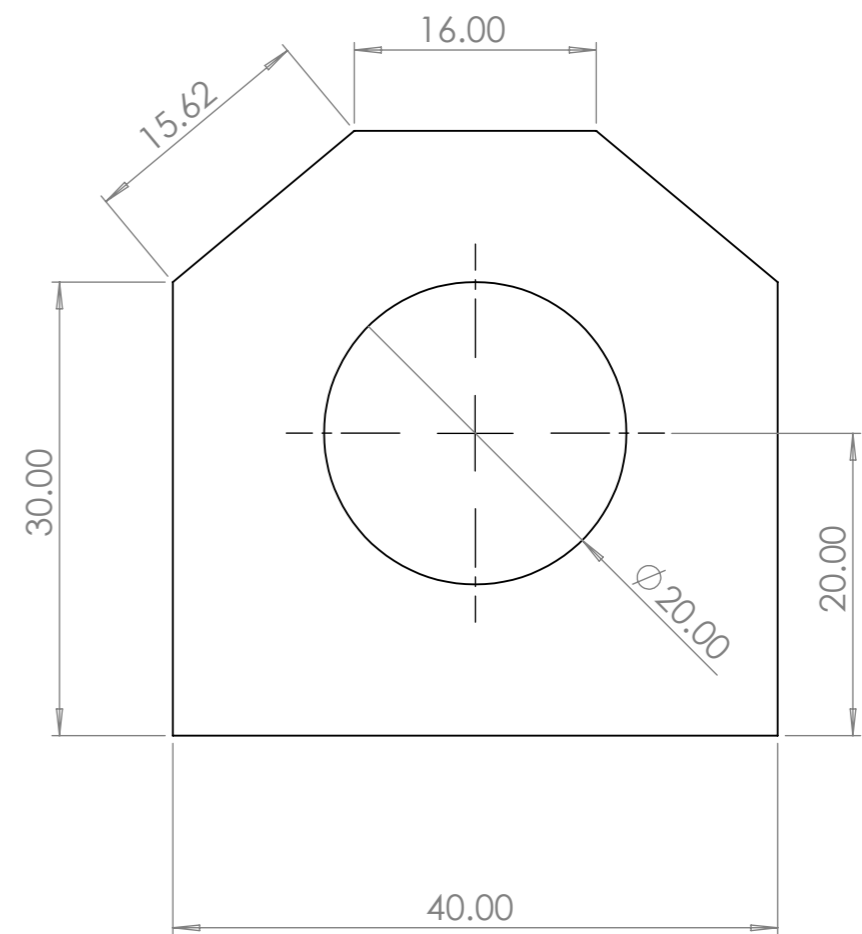
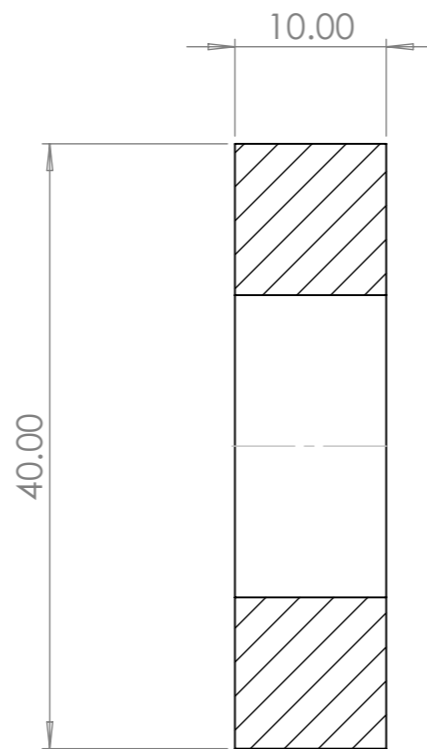




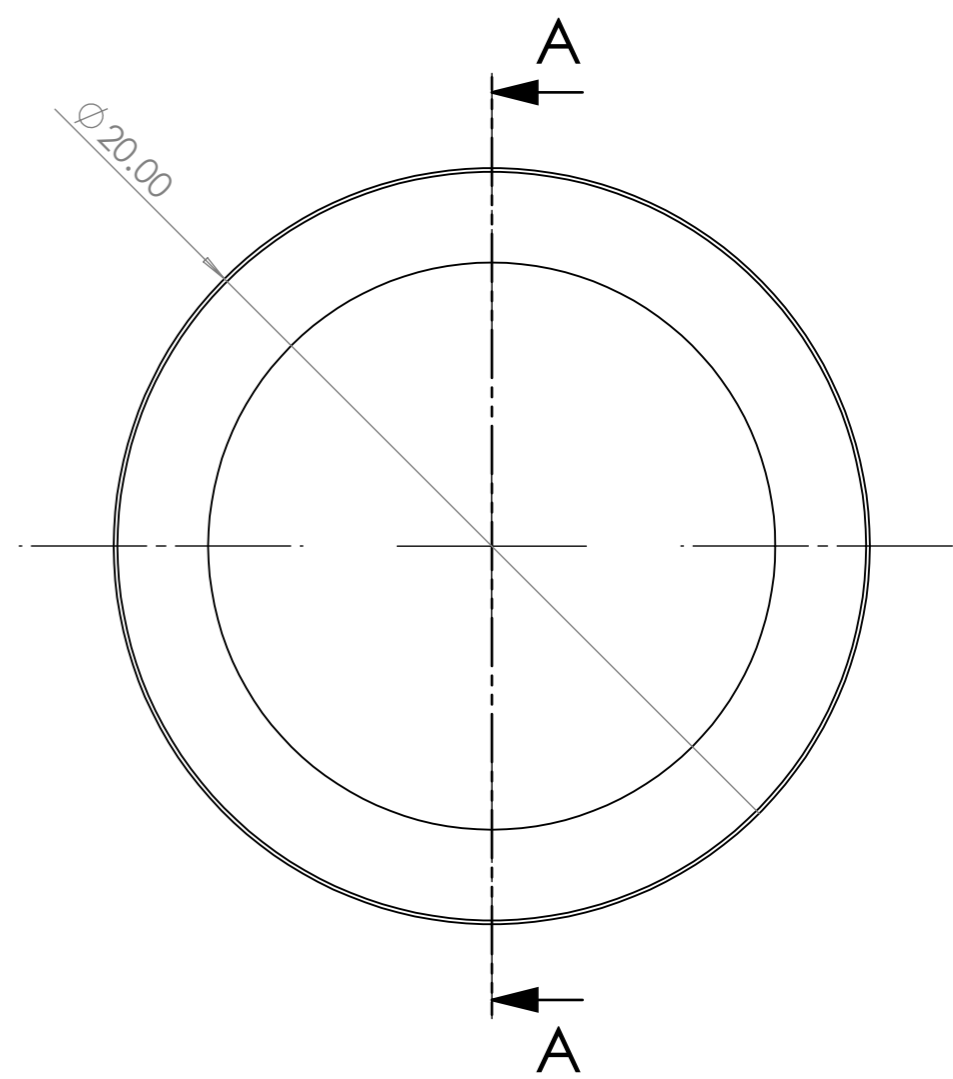
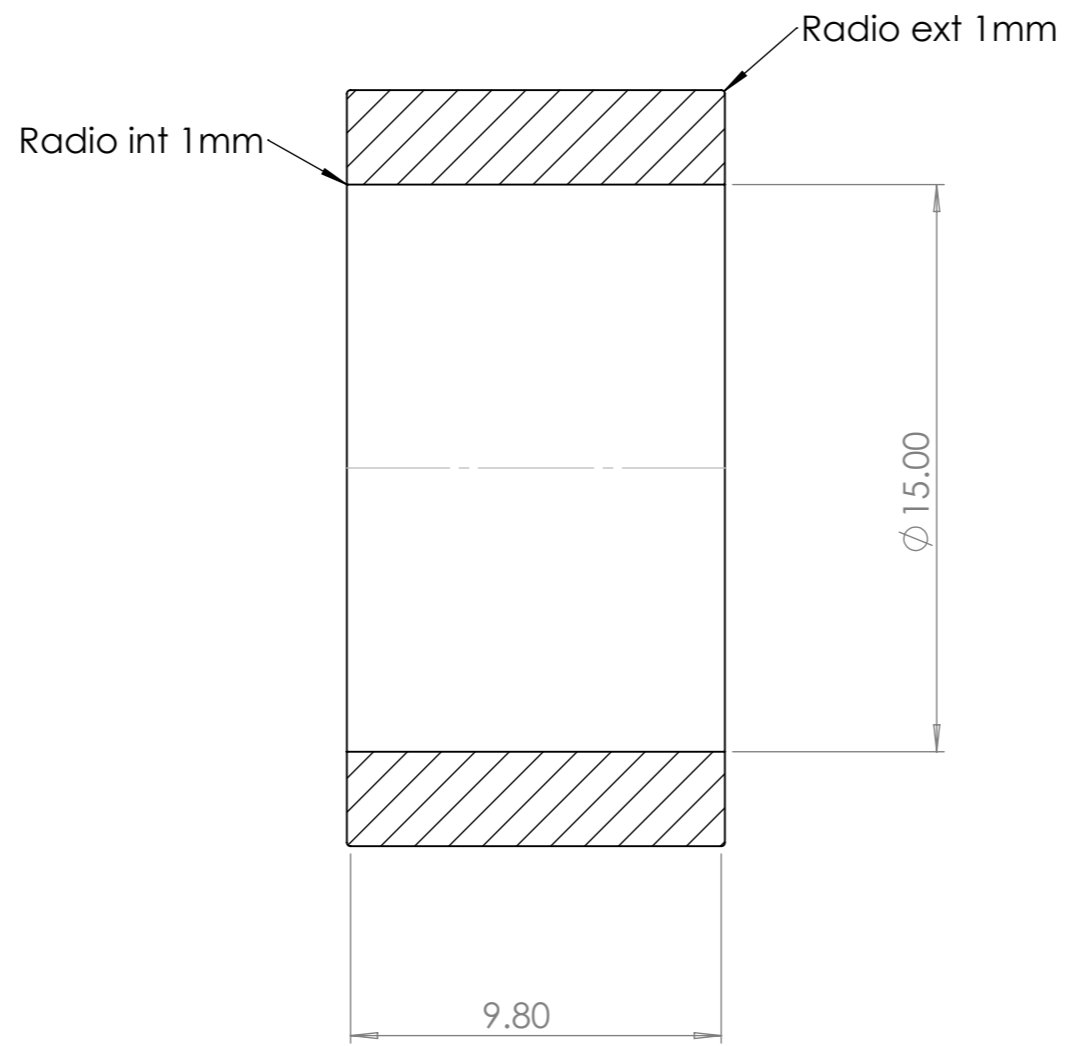
	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>
	DIBUJADO				
	REVISADO				
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m		COMPROB.			DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller
Desviaciones respecto al valor nominal:		TRATAMIENTO TÉRMICO:			
MÁS DE:	0,5 3 6 30 120 400 1000 2000	-			
HASTA:	3 6 30 120 400 1000 2000 4000	-			
TOLERANCIA:	$\pm 0,1$ $\pm 0,1$ $\pm 0,2$ $\pm 0,3$ $\pm 0,5$ $\pm 0,8$ $\pm 1,2$ $\pm 2,0$	-			N.º DE DIBUJO <b>3.5 Casquillo eje</b>
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		REFERENCIA COMERCIAL: -		A3	
		MATERIAL: Acero C45		HOJA 1 DE 1	
		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA: 30/05/2024	CANTIDAD: 2
				ESCALA: 2:1	



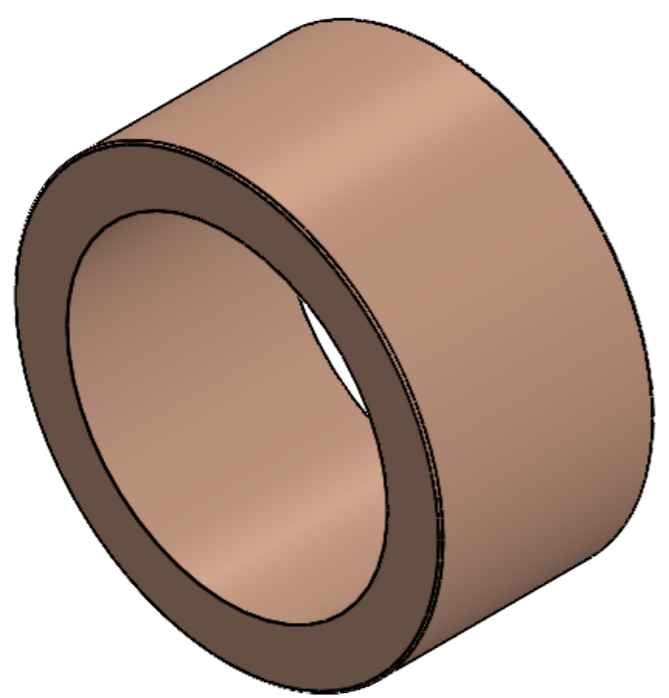
 Vista europea	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>						
	DIBUJADO										
	Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		REVISADO		DESCRIPCIÓN: <b>Diseño y estudio técnico de un dispositivo          separador de taladrina para virutas          metálicas de taller</b>						
MÁS DE:	0,5	3	6	30		120	400	1000	2000	TRATAMIENTO TÉRMICO:	-
HASTA:	3	6	30	120		400	1000	2000	4000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:	-
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3		±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	REFERENCIA COMERCIAL:	-
 <b>UNIVERSITAT          POLITÈCNICA          DE VALÈNCIA</b> CAMPUS D'ALCOI		MATERIAL: Acero inoxidable (AISI 304)		N.º DE DIBUJO <b>3.6 Tubo desagüe</b>							
		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA: 30/05/2024	CANTIDAD: 1						
				ESCALA: 1:2							



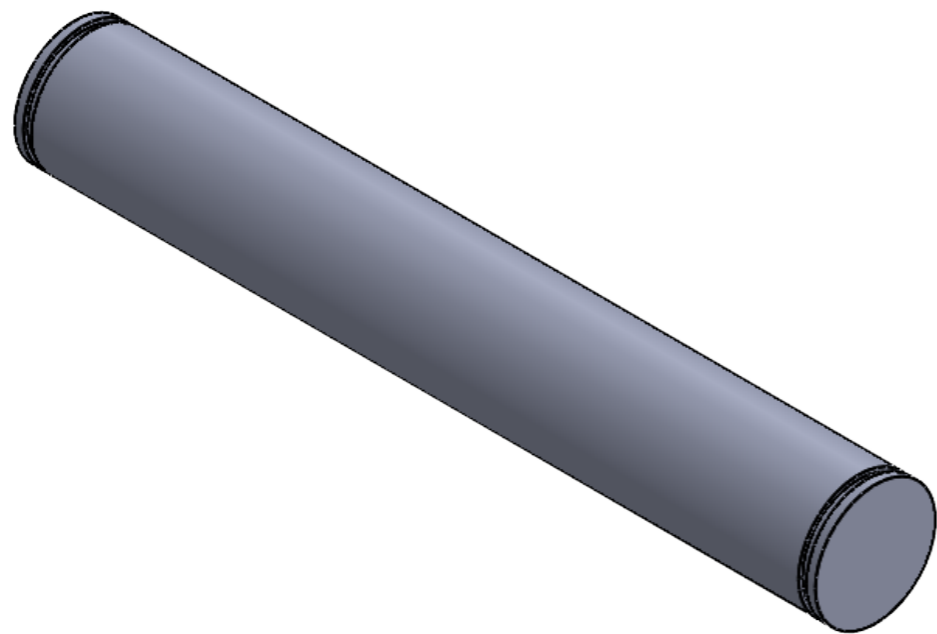
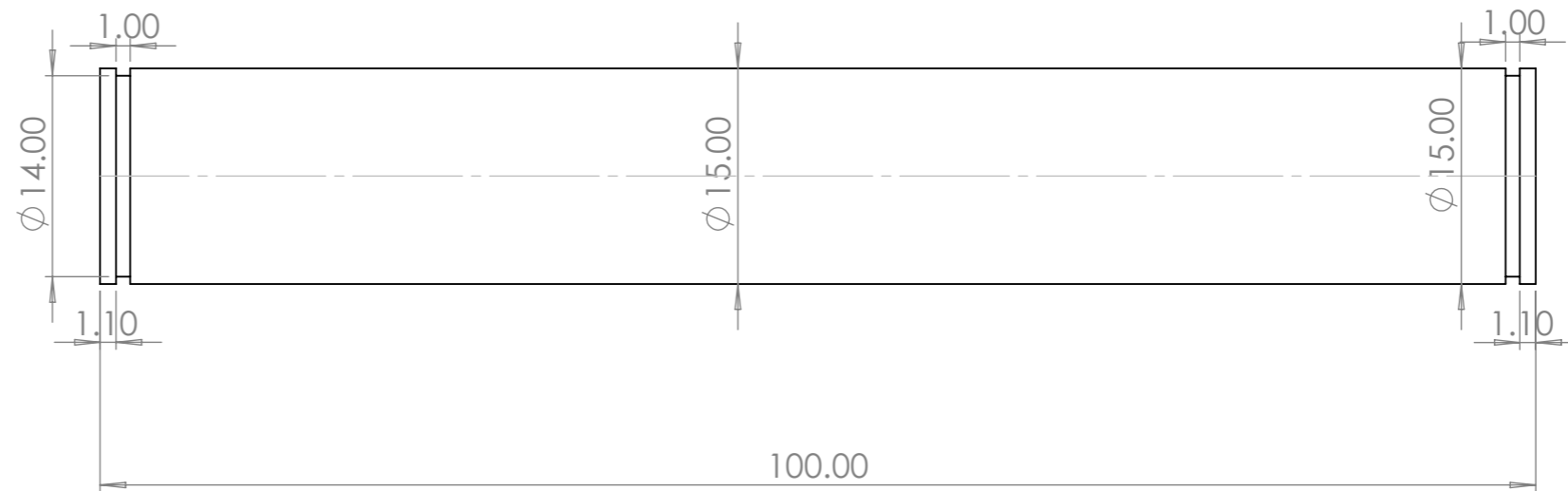
	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>
	DIBUJADO				
			REVISADO		
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:			COMPROB.		DESCRIPCIÓN: <b>Diseño y estudio técnico de un dispositivo          separador de taladrina para virutas          metálicas de taller</b>
MÁS DE:	0,5 3 6 30 120 400 1000 2000		TRATAMIENTO TÉRMICO:		
HASTA:	3 6 30 120 400 1000 2000 4000		TRATAMIENTO SUPERFICIAL:		
TOLERANCIA:	±0,1 ±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,2 ±2,0		REFERENCIA COMERCIAL:		
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI			MATERIAL:	Acero S235	N.º DE DIBUJO <b>4.1 Centrador eje tapa</b>
			GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 1 DE 1 <b>A3</b>
				FECHA:	30/05/2024
				CANTIDAD:	2
				ESCALA:	2:1



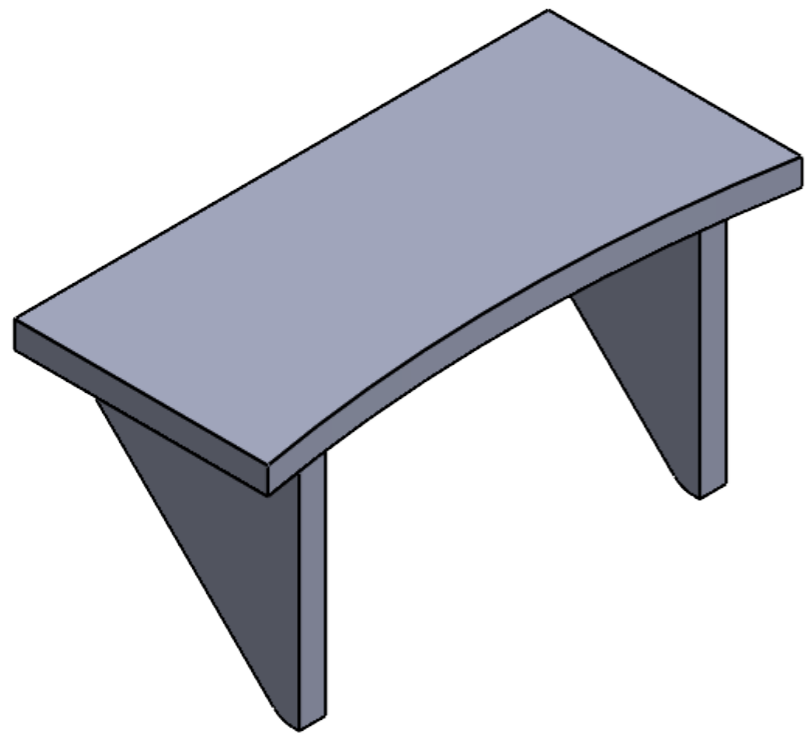
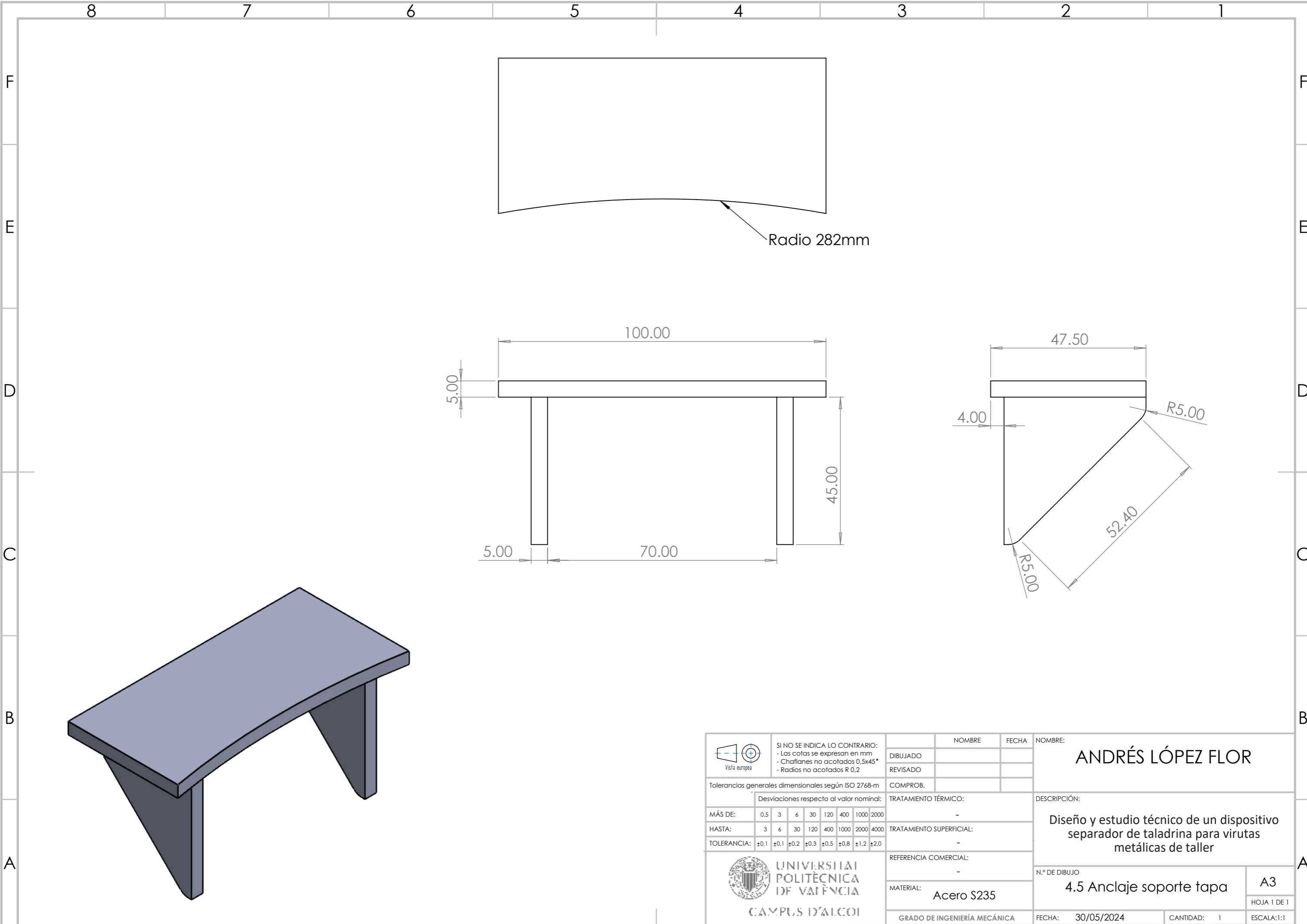
SECCIÓN A-A





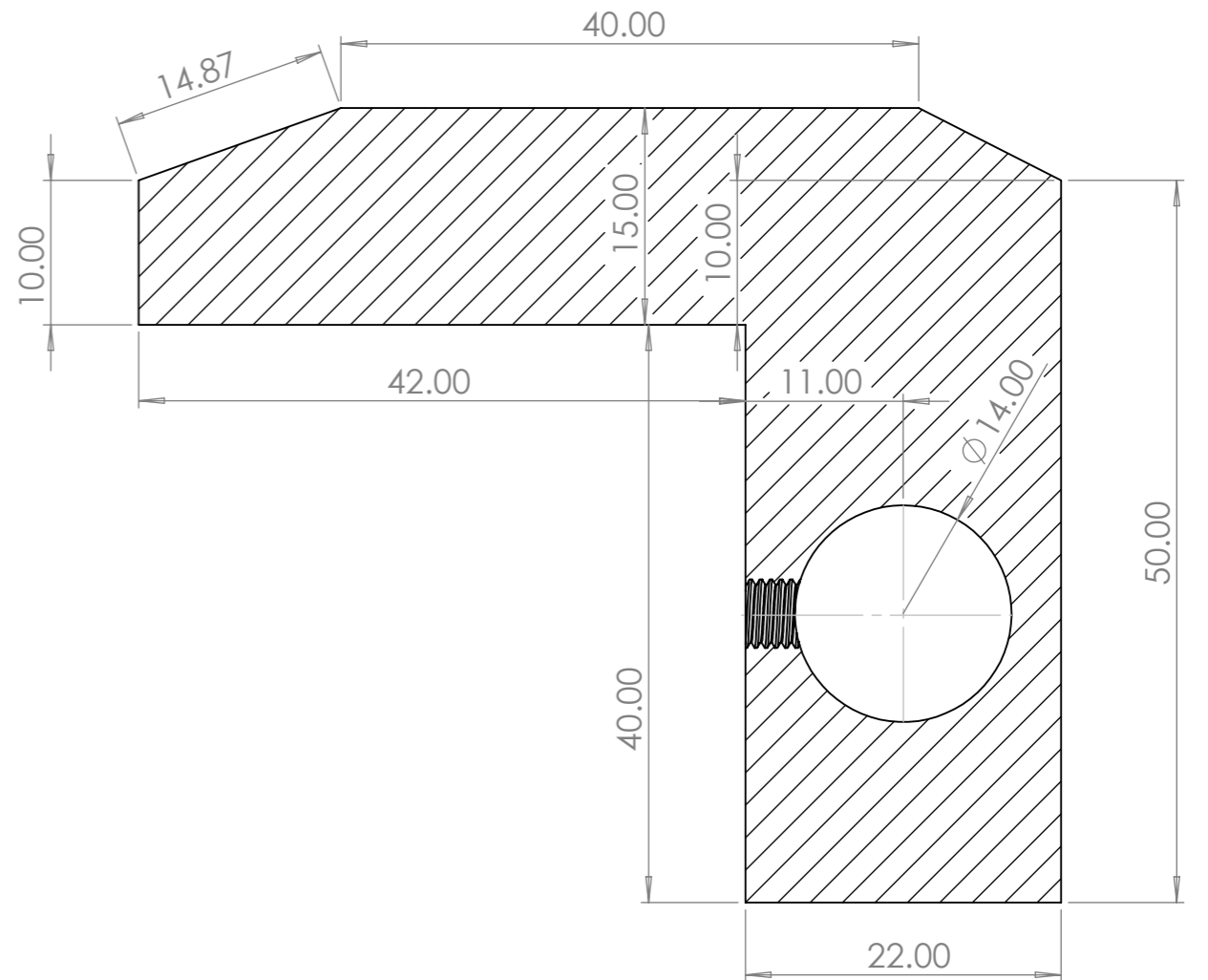
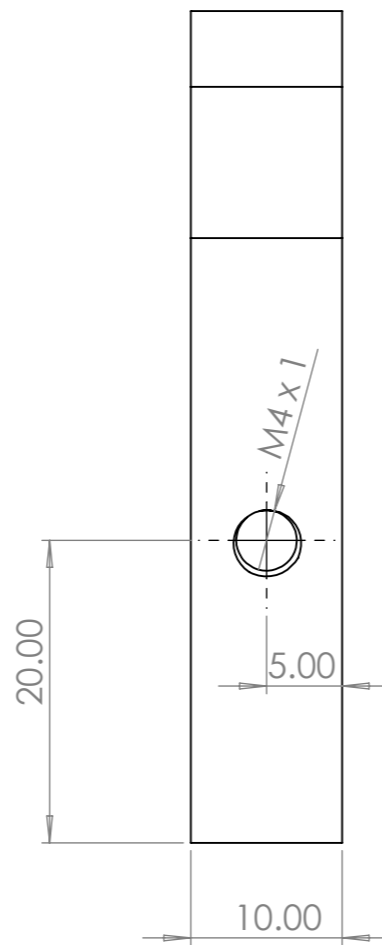
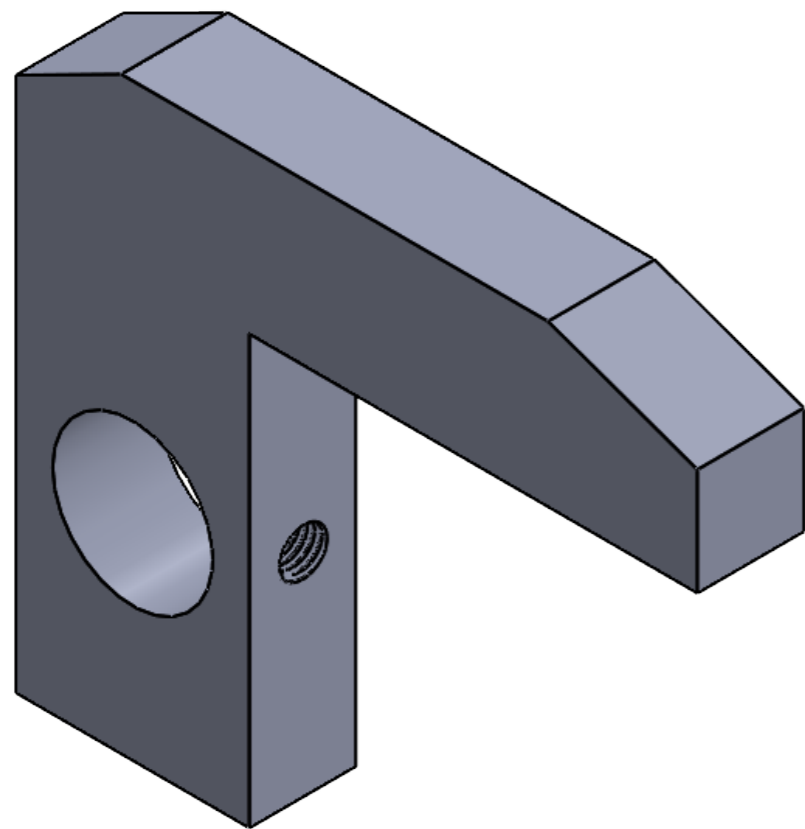
	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>
	DIBUJADO				
	REVISADO				
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m		COMPROB.			DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller
Desviaciones respecto al valor nominal: MÁS DE: 0,5 3 6 30 120 400 1000 2000		TRATAMIENTO TÉRMICO: -			
HASTA: 3 6 30 120 400 1000 2000 4000		TRATAMIENTO SUPERFICIAL: -			
TOLERANCIA: ±0,1 ±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,2 ±2,0		REFERENCIA COMERCIAL: -			
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		MATERIAL:	Bronce C521	N.º DE DIBUJO	4.3 Casquillo bronce
		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA:	30/05/2024
		CANTIDAD:	2	ESCALA:	5:1



	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>						
	DIBUJADO										
	Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		REVISADO		DESCRIPCIÓN: <b>Diseño y estudio técnico de un dispositivo          separador de taladrina para virutas          metálicas de taller</b>						
MÁS DE:	0,5	3	6	30		120	400	1000	2000	TRATAMIENTO TÉRMICO:	-
HASTA:	3	6	30	120		400	1000	2000	4000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL:	-
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3		±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	REFERENCIA COMERCIAL:	-
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI			MATERIAL:	Acero C45	N.º DE DIBUJO	4.4 Eje cierre tapa	A3				
					GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA	FECHA:	30/05/2024	CANTIDAD:	1	ESCALA:	2:1



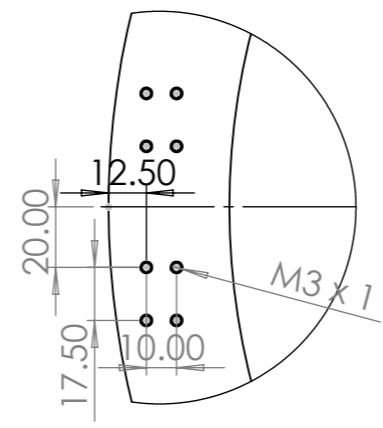
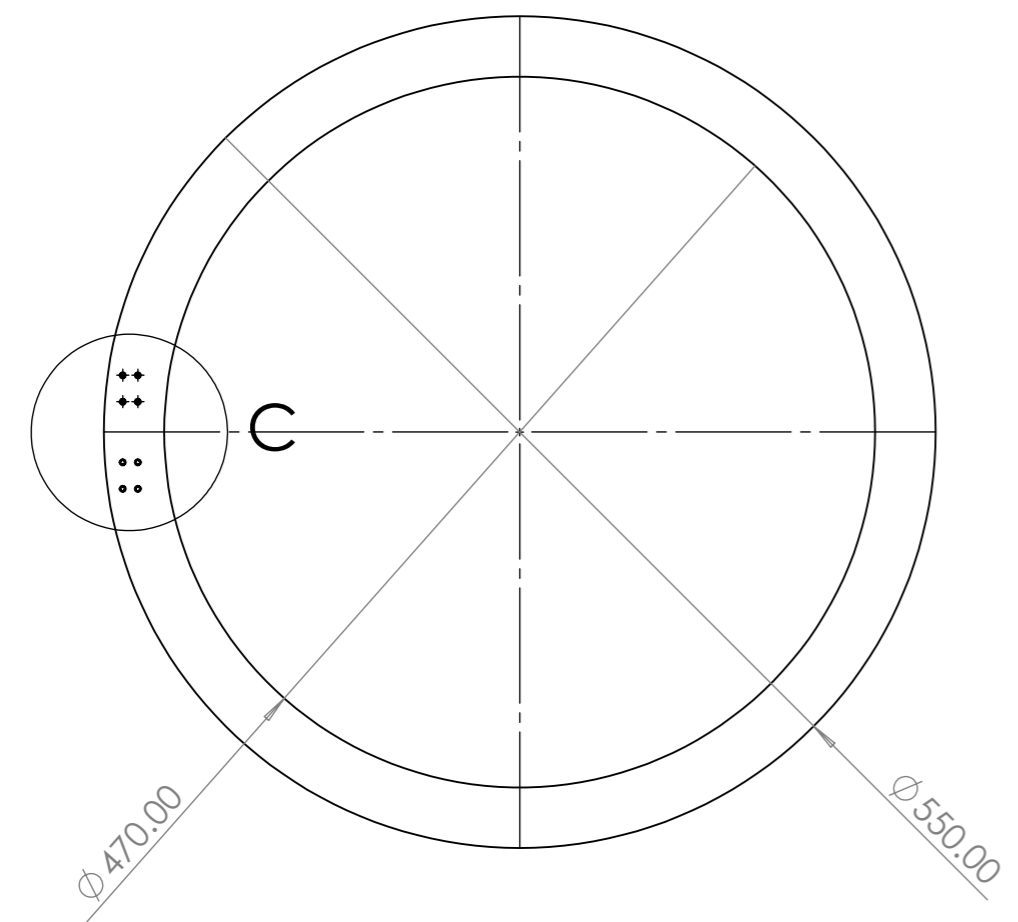
 <p>SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:          - Las cotas se expresan en mm          - Chafilanes no acotados 0,5x45°          - Radios no acotados R 0,2</p>	NOMBRE		FECHA		NOMBRE:					
	DIBUJADO				ANDRÉS LÓPEZ FLOR					
	REVISADO									
	COMPROB.									
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m				TRATAMIENTO TÉRMICO:		DESCRIPCIÓN:				
Desviaciones respecto al valor nominal:				-						
MÁS DE:	0,5	3	6	30	120		400	1000	2000	Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller
HASTA:	3	6	30	120	400		1000	2000	4000	
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0		
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI				REFERENCIA COMERCIAL:		N.º DE DIBUJO				
				-		4.5 Anclaje soporte tapa				
				MATERIAL:		A3				
				Acero S235		HOJA 1 DE 1				
GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA				FECHA:		ESCALA:1:1				
				30/05/2024		CANTIDAD: 1				



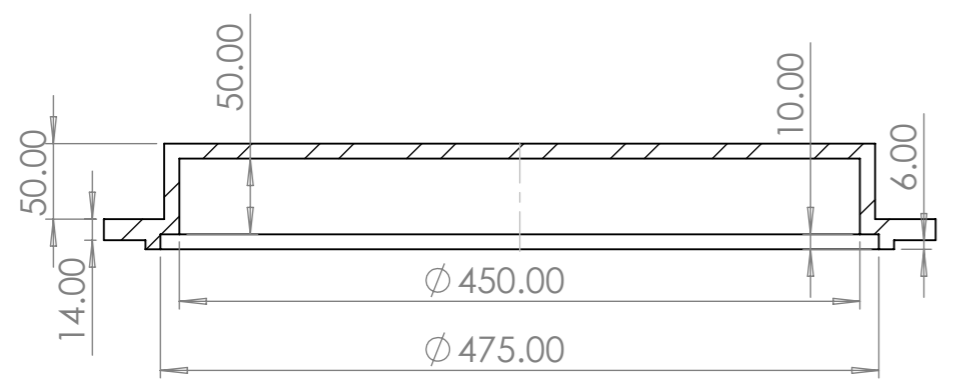
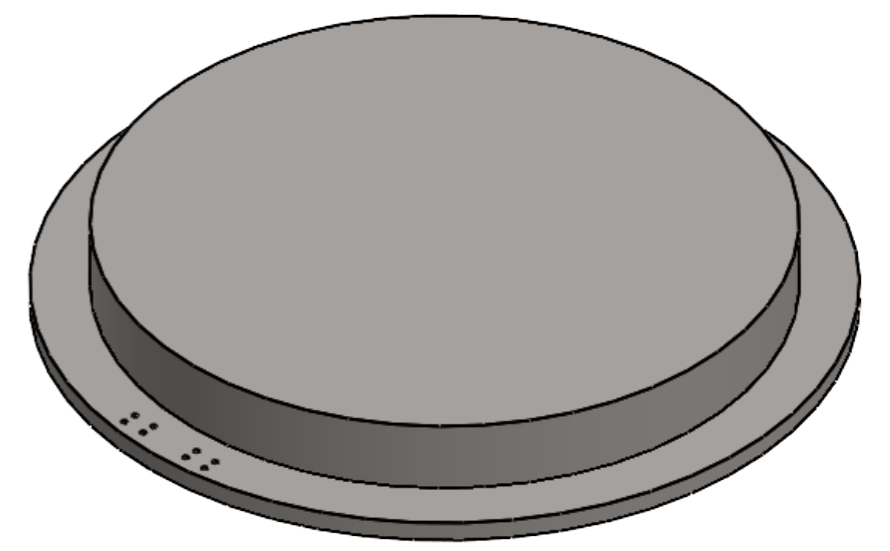
	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>					
	DIBUJADO									
			REVISADO							
			COMPROB.							
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:			TRATAMIENTO TÉRMICO:		DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller					
MÁS DE:	0,5	3	6	30		120	400	1000	2000	-
HASTA:	3	6	30	120		400	1000	2000	4000	-
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3		±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	-
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI			REFERENCIA COMERCIAL:		N.º DE DIBUJO <b>4.6 Pletina giro tapa</b>					
			MATERIAL: Acero S235			A3				
			GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 1 DE 1					
			FECHA: 30/05/2024		ESCALA: 2:1					
			CANTIDAD: 2							

8 7 6 5 4 3 2 1

F  
E  
D  
C  
B  
A



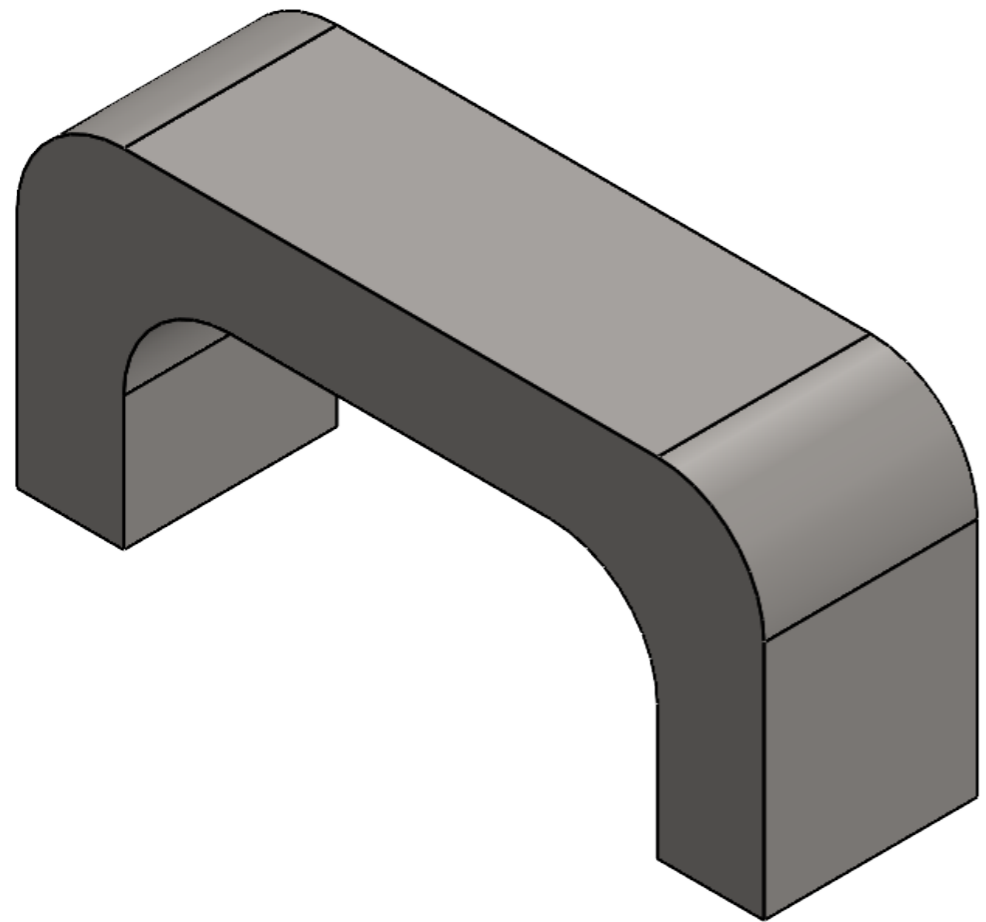
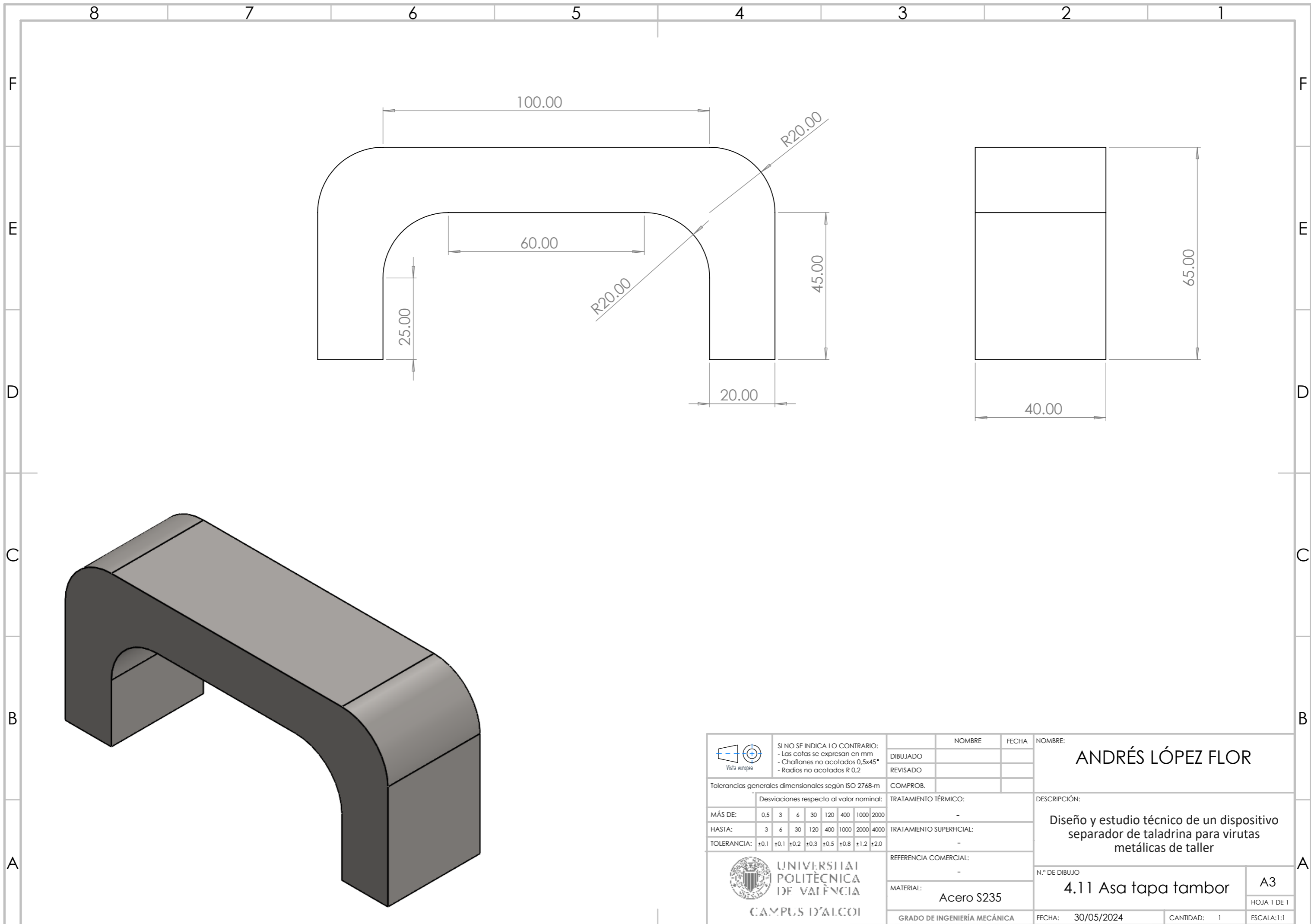
**DETALLE C**  
ESCALA 2:5



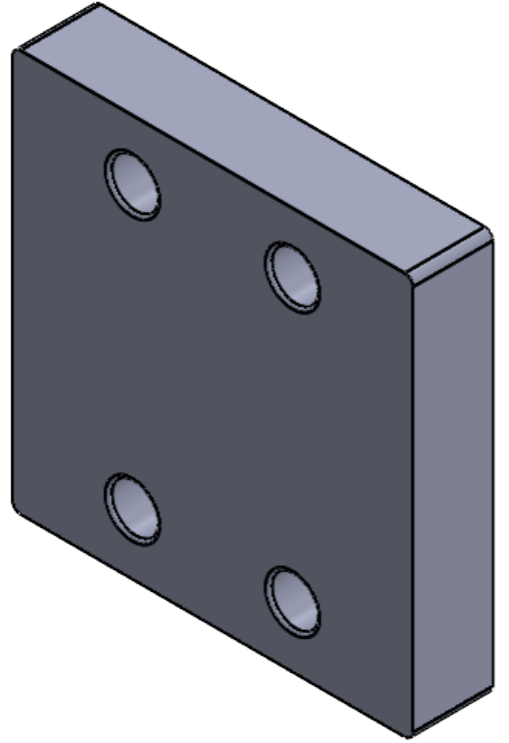
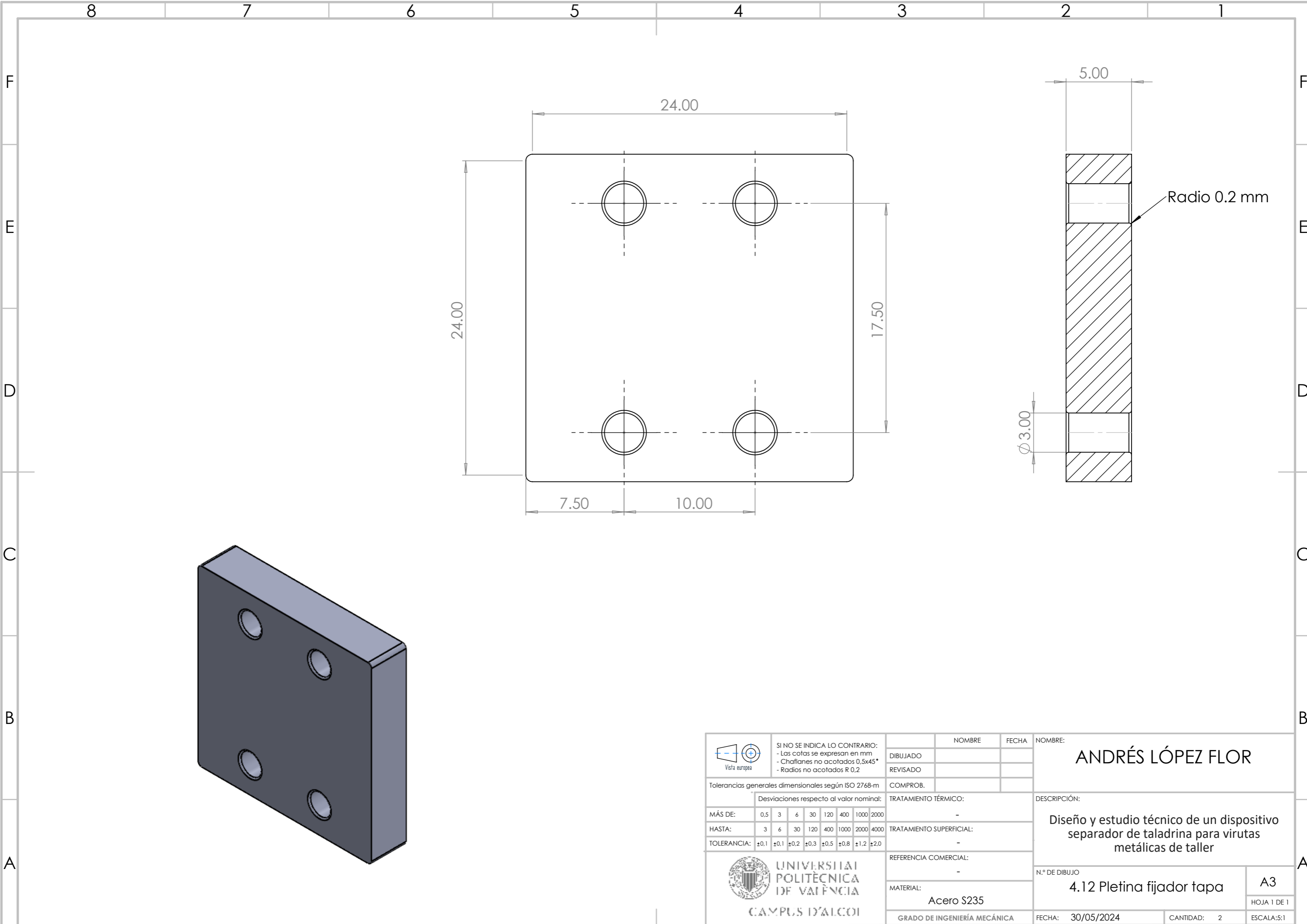
	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilados no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>					
	DIBUJADO	REVISADO	COMPROB.							
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:			TRATAMIENTO TÉRMICO: -		DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller					
MÁS DE:	0,5	3	6	30		120	400	1000	2000	TRATAMIENTO SUPERFICIAL: -
HASTA:	3	6	30	120		400	1000	2000	4000	REFERENCIA COMERCIAL: -
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	MATERIAL: Acero S235	N.º DE DIBUJO: <b>4.10 Tapa tambor</b>
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI			GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA: 30/05/2024	CANTIDAD: 1	ESCALA: 1:5			

8 7 6 5 4 3 2 1





<p>SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:          - Las cotas se expresan en mm          - Chafilanes no acotados 0,5x45°          - Radios no acotados R 0,2</p>	NOMBRE		FECHA		NOMBRE:					
	DIBUJADO				ANDRÉS LÓPEZ FLOR					
	REVISADO									
	COMPROB.									
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m				TRATAMIENTO TÉRMICO:		DESCRIPCIÓN:				
Desviaciones respecto al valor nominal:				-		Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller				
MÁS DE:	0,5	3	6	30	120			400	1000	2000
HASTA:	3	6	30	120	400			1000	2000	4000
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0		
<p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA          CAMPUS D'ALCOI</p>				REFERENCIA COMERCIAL:		N.º DE DIBUJO				
				-		4.11 Asa tapa tambor				
				MATERIAL:		Acero S235				
GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA				FECHA:		CANTIDAD:				
				30/05/2024		1				
						ESCALA:1:1				



	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: - Las cotas se expresan en mm - Chafilanes no acotados 0,5x45° - Radios no acotados R 0,2		NOMBRE	FECHA	NOMBRE: <b>ANDRÉS LÓPEZ FLOR</b>						
	DIBUJADO										
COMPROB.					DESCRIPCIÓN: Diseño y estudio técnico de un dispositivo separador de taladrina para virutas metálicas de taller						
Tolerancias generales dimensionales según ISO 2768-m Desviaciones respecto al valor nominal:		TRATAMIENTO TÉRMICO: -		N.º DE DIBUJO <b>4.12 Pletina fijador tapa</b>							
MÁS DE:	0,5	3	6	30	120	400	1000	2000	MATERIAL: <b>Acero S235</b>		A3 <small>HOJA 1 DE 1</small>
HASTA:	3	6	30	120	400	1000	2000	4000	REFERENCIA COMERCIAL: -		ESCALA: 5:1
TOLERANCIA:	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA: 30/05/2024 CANTIDAD: 2
		UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI									