



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

# *Diseño, cálculo y fabricación de una máquina cortadora de tela con cuchillas modulables*

---

**MEMORIA PRESENTADA POR:**

***JOSHUA VICEDO PENEDO***

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA

Convocatoria de defensa: *Julio de 2020*

Tutor:

Beatriz Eixerés Tomás

Co-tutor:

Tomás Vicente Esquerdo Lloret

Agradecer especialmente a Beatriz Eixerés Tomás y a Tomás Vicente Esquerdo Lloret los consejos y la ayuda prestada durante la realización de este proyecto.



## RESUMEN

El proyecto que a continuación se presenta está destinado para cubrir necesidades de la empresa Acomur Acolchados S.L. ubicada en la localidad de Muro de Alcoi (Alicante), que realiza trabajos para el sector textil y será ejecutado por la empresa Talleres Alfonso y Fernando S.L. dedicada al sector metalúrgico.

Este proyecto consiste en la creación de una sub-máquina acoplada en la parte final de una máquina acolchadora industrial. El objetivo de este módulo es cortar en diferentes medidas la tela acolchada que sale de la máquina de coser. Para ello, según especificaciones del cliente, se han fabricado dos juegos de cuchillas regulables manualmente en distancia con los que conseguir varios tipos de corte.

Se van a describir los elementos de la máquina con sus detalles de diseño y el proceso de fabricación. Se estudian los componentes de la estructura que soporta las cuchillas y se adjuntan sus correspondientes ensayos, deduciendo de esta manera el material empleado y sus dimensiones. Se incluyen modificaciones al diseño principal y posteriores a la puesta en marcha de la máquina, que son aconsejables para mejorar la ergonomía de los trabajadores a la hora de manipularla.

*Palabras clave:* cortadora, cuchillas, tela, corte, fabricación

## **RESUM**

El projecte que a continuació es presenta està destinat a cobrir necessitats de la empresa Acomur Acolchados S.L. localitzada en Muro de Alcoi (Alicante), que realitza treballs per al sector tèxtil i serà executada per la empresa Talleres Alfonso y Fernando S.L. dedicada al sector metal·lúrgic.

Aquest projecte consistix en la creació d'una submàquina acoblada en la part final d'una màquina de cosir industrial. L'objectiu d'este mòdul és tallar en diferents mesures la tela encoixinada que ix de la màquina de cosir. Per a això, segons especificacions del client, s'han fabricat dos jocs de fulles regulables manualment en distància amb què aconseguir diversos tipus de tall.

Es van a descriure els elements de la màquina amb els seus detalls de disseny i el procés de fabricació. S'estudien els components de l'estructura que suporta les fulles i s'adjunten els seus corresponents assajos, deduïnt d'esta manera el material empleat i les seues dimensions. S'inclouen modificacions al disseny principal i posteriors a la posada en marxa de la màquina, que son aconsellables per a millorar l'ergonomia dels treballadors a l'hora de manipular-la.

*Paraules clau:* talladora, fulles, tela, tall, fabricació

## **ABSTRACT**

The project that is presented below is intended to cover the needs of Acomur Acolchados S.L. located in the town of Muro de Alcoi (Alicante), which carries out works for the textile sector and will be executed by the company Talleres Alfonso y Fernando S.L. dedicated to the metallurgical sector.

This project consists in the creation of a sub-machine coupled in the final part of an industrial sewing machine. The objective of this module is to cut in different sizes the cloth that comes out of the sewing machine. For this, according to customer specifications, two sets of manually adjustable blades in distance have been manufactured with which to obtain different types of cutting.

The elements of the machine will be described with their design details and the manufacturing process. The components of the structure that supports the blades are studied and their corresponding tests are attached, deducting in this way the material used and its dimensions. Modifications to the main design and subsequent to the start-up of the machine are included, which are advisable to improve the ergonomics of the workers when handling it.

*Keywords:* cutting machine, blades, cloth, cut, manufacturing.

## INDICE

1. OBJETIVOS .....	1
2. JUSTIFICACIÓN .....	1
3. INTRODUCCIÓN .....	2
4. DISEÑO DE LA MÁQUINA CORTADORA.....	3
4.1. ENTORNO DE LA MÁQUINA CORTADORA .....	3
4.1.1. MAQUINA DE ACOLCHAR .....	4
4.1.2. COMPENSADOR/ENROLLADOR .....	5
4.2. ESTRUCTURA INICIAL .....	7
4.3. DIMENSIONADO DE LA MÁQUINA CORTADORA .....	8
4.3.1. SOPORTE 1 .....	9
4.3.2. SOPORTE 2 .....	13
4.3.3. RODAMIENTOS.....	14
4.3.4. CUCHILLAS .....	15
4.3.5. EJES .....	16
4.3.5.1. EJE TRACCIONADO .....	18
4.3.5.2. EJE INTERCAMBIABLE .....	19
4.3.5.3. EJE LOCO .....	19
4.3.6. BRIDAS UNIÓN EJES.....	19
4.3.7. BRIDAS UNIÓN CUCHILLAS.....	21
4.4. ENSAYOS.....	23

4.5.	FABRICACIÓN .....	27
4.5.1.	SOPORTES 1 Y 2 .....	27
4.5.2.	EJES .....	33
4.5.3.	BRIDAS UNIÓN EJES.....	38
4.5.4.	BRIDAS UNIÓN CUCHILLAS.....	42
4.6.	SISTEMA DE TRANSMISIÓN .....	44
4.7.	SISTEMA ELÉCTRICO .....	49
5.	PLANOS.....	51
6.	PRESUPUESTO.....	71
7.	CONCLUSIONES .....	72

## INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

### FIGURAS

Figura 1. Revestimiento lateral del colchón. Fuente: catálogo essenziadormire.es .....	2
Figura 2. Esquema del recorrido de la tela. Fuente: elaboración propia .....	4
Figura 3. Máquina de acolchar. Fuente: fotografía propia .....	5
Figura 4. Compensador. Fuente: fotografía propia .....	5
Figura 5. Células de contacto. Fuente: fotografía propia .....	6
Figura 6. Parte inferior del enrollador. Fuente: fotografía propia .....	7
Figura 7. Lugar de instalación de la máquina cortadora. Fuente: fotografía propia.....	8
Figura 8. Imagen 3D de la máquina cortadora. Fuente: modelado SolidWorks .....	9
Figura 9. Soporte del extremo del motor. Fuente: fotografía propia.....	12
Figura 10. Soportes 1 y 2. Fuente: fotografía propia.....	13
Figura 11. Rodamiento UCP206. Fuente: catálogo codima.com .....	14
Figura 12. Cuchilla instalada en el eje. Fuente: fotografía propia.....	15
Figura 13. Dimensiones chaveteros y chavetas. Fuente: <a href="https://ocw.unican.es">https://ocw.unican.es</a> .....	17
Figura 14. Mecanizado de la chaveta del eje traccionado. Fuente: fotografía propia ....	18
Figura 15. Partición de la brida de unión de ejes. Fuente: fotografía propia.....	20
Figura 16. Parte superior de la brida de unión. Fuente: fotografía propia.....	21
Figura 17. Conjunto ensamblado de cuchillas. Fuente: modelado 3D de la máquina....	21
Figura 18. Tacos separadores para cuchillas dobles. Fuente: fotografía propia.....	22
Figura 19. Tensión de la tela a su paso por las cuchillas. Fuente: fotografía propia.....	23
Figura 20. Colocación de fuerzas en la simulación. Fuente: SolidWorks.....	25
Figura 21. Tensiones máximas en el eje. Fuente: SolidWorks.....	26
Figura 22. Deformación del eje. Fuente: SolidWorks.....	26
Figura 23. Talleres Alfonso y Fernando S.L. Fuente: fotografía propia .....	27
Figura 24. Corte láser CNC. Fuente: fotografía propia .....	28
Figura 25. Placas de los soportes terminadas. Fuente: fotografía propia .....	28
Figura 26. Medida de tubo para corte manual. Fuente: fotografía propia.....	29
Figura 27. Corte en inglete del tubo rectangular. Fuente: fotografía propia .....	29
Figura 28. Eliminación de rebabas en las aristas. Fuente: fotografía propia.....	30
Figura 29. Punteado inicial de las piezas a soldar. Fuente: fotografía propia .....	30

Figura 30. Cordón de soldadura. Fuente: fotografía propia .....	31
Figura 31. Repaso de cordones de soldadura. Fuente: fotografía propia .....	32
Figura 32. Junta de soldadura acabada. Fuente: fotografía propia .....	33
Figura 33. Corte del eje en sierra manual. Fuente: fotografía propia.....	33
Figura 34. Esquema de las partes de un torno paralelo. Fuente: fotografía propia .....	34
Figura 35. Diferentes herramientas de mecanizado. Fuente: fotografía propia.....	35
Figura 36. Introducción del eje largo. Fuente: fotografía propia.....	36
Figura 37. Lijado de la superficie. Fuente: fotografía propia.....	36
Figura 38. Mecanizado de chaveta en eje. Fuente: fotografía propia.....	37
Figura 39. Ejes principales de la fresadora. Fuente: fotografía propia.....	38
Figura 40. Bridas en su forma final. Fuente: fotografía propia .....	39
Figura 41. Mordaza y broca de taladradora industrial. Fuente: fotografía propia.....	39
Figura 42. Avellanado de la brida. Fuente: fotografía propia .....	40
Figura 43. Encaje de la brida finalizado. Fuente: fotografía propia .....	40
Figura 44. Sentido del movimiento de la limadora vertical. Fuente: fotografía propia .	42
Figura 45. Taco central con taladros pasantes. Fuente: fotografía propia.....	42
Figura 46. Mandrilado del diámetro interior de la brida. Fuente: fotografía propia .....	43
Figura 47. Diferencia de acabado después del cilindrado. Fuente: fotografía propia ....	43
Figura 48. Pasadas en la cara frontal para machihembrado. Fuente: fotografía propia .	44
Figura 49. Motor reductor del eje portacuchillas. Fuente: fotografía propia .....	46
Figura 50. Casquillo cónico. Fuente: rs-online.com.....	48
Figura 51. Esquema de polea dentada HTD. Fuente: <a href="https://www.satispa.com">https://www.satispa.com</a> .....	48
Figura 52. Montaje del sistema de transmisión. Fuente: fotografía propia .....	49
Figura 53. Instalación de los componentes eléctricos. Fuente: fotografía propia .....	50

## TABLAS

Tabla 1. Características mecánicas mínimas de los aceros UNE EN 10025 .....	10
Tabla 2. Espesor máximo (mm) de las chapas UNE EN 10025.....	11
Tabla 3. Propiedades comunes de todos los aceros. Fuente: <a href="https://riunet.upv.es">https://riunet.upv.es</a> .....	11
Tabla 4. Composición química de las cuchillas. Fuente: Cuchillas Castillo SLU .....	16
Tabla 5. Composición química acero F-111. Fuente: <a href="http://www.aleaceros.com">http://www.aleaceros.com</a> .....	17
Tabla 6. Dimensiones chaveteros y chavetas DIN 6885/1 – 6886 y 6887 .....	18
Tabla 7. Composición del acero inoxidable AISI 304.....	20
Tabla 8. Composición química del AW 2030 según norma EN 573-3 .....	23
Tabla 9. Pesos de los elementos del compensador. Fuente: elaboración propia .....	24
Tabla 10. Rosca métrica ISO DIN 13 .....	41
Tabla 11. Mediciones de velocidad de la tela. Fuente: elaboración propia.....	45
Tabla 12. Características técnicas motorreductor. Fuente: <a href="http://cidepa-sincron.com">cidepa-sincron.com</a> .....	46
Tabla 13. Características técnicas motor eléctrico. Fuente: SIEMENS .....	47
Tabla 14. Datos polea dentada. Fuente: Suministros Fenollar, catálogo <a href="http://satispa.com">satispa.com</a> ....	48

## 1. OBJETIVOS

Este proyecto nace de la necesidad de la empresa Acomur Acolchados S.L. de poder cortar con mayor precisión uno de sus productos de tela procedentes de la máquina de acolchar.

Para llevar a cabo esta idea principal, se fijan los siguientes objetivos:

- Modulación de las cuchillas que cortan la tela, para ajustar los diferentes tipos de corte.
- Facilidad para el intercambio del eje que porta las cuchillas.
- Ergonomía para el trabajador en la manipulación de la máquina cortadora.
- Adaptabilidad y versatilidad de la nueva estructura en la línea de producción actual.
- El tamaño del conjunto no debe ser excesivo.

Todos estos puntos van a ser tratados con detalle posteriormente, explicando por qué son necesarios estos requisitos de diseño y como se consiguen.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Acomur Acolchados S.L. realiza trabajos de producción de tela acolchada utilizada en la confección de colchones.

Uno de sus productos es el revestimiento lateral del colchón, en concreto, tiras de acolchado con costuras rectangulares. Para su realización, es necesario un corte recto y preciso, con unas medidas concretas y que se ajuste a la linealidad de la costura.



*Figura 1. Revestimiento lateral del colchón. Fuente: catálogo essenziadormire.es*

Hasta la actualidad, dicho corte se realizaba manualmente por un operario al final de la línea de producción, donde se enrollaba posteriormente el producto acabado. Es por ello que se demanda la fabricación de una máquina cortadora que realice esta tarea.

### **3. INTRODUCCIÓN**

La empresa Acomur Acolchados S.L. está situada en la carretera nacional 340 (km 145) en el término municipal de Muro de Alcoy (Alicante), pertenece a la industria textil y su principal desempeño en el sector corresponde a la confección de acolchados. Entre sus productos se encuentran: rellenos nórdicos, cabeceros de cama, colchones, protectores, almohadas, velour, lana, charoles, natur, etc.

Este proyecto trata de la creación desde cero y a medida de una máquina cortadora de tela con cuchillas modulares. El problema surge de la necesidad de ajustar con más precisión el corte del producto fabricado, imposible mediante el corte manual realizado por un operario.

Debido a que la línea de producción donde se va a instalar esta máquina realiza más tipos de producto, el operario debe poder optar por cortar la tela o no. Además, el tramo donde se va a realizar el corte se encuentra en una estructura definida y poco modificable sobre la que deberá acoplarse la nueva máquina.

#### **4. DISEÑO DE LA MÁQUINA CORTADORA**

El diseño y fabricación de la máquina se ha llevado a cabo en la empresa Talleres Alfonso y Fernando S.L., ubicada en el Carrer del Transport número 7 en el polígono industrial el Pi de la localidad de Muro de Alcoi (Alicante).

Esta empresa fue fundada por dos emprendedores en el año 2000 con el objetivo de realizar el mantenimiento de maquinaria a otras empresas del polígono. Poco a poco fue desarrollándose, contratando más mano de obra y personal de oficina técnica, hasta alcanzar una cifra aproximada de 20 empleados en la actualidad. Paralelamente a esta evolución, se fueron adquiriendo nuevas herramientas que les permitieron abarcar tareas más complejas. A día de hoy pueden realizar procesos de corte por láser, plegado de chapa, mecanizado, torneado, punzonado y soldadura, entre otros.

El diseño viene condicionado por exigencias del cliente y el lugar en el que la máquina va a ser instalada, por lo que se ha de estudiar el entorno de ella y el funcionamiento de los elementos adyacentes.

##### **4.1. ENTORNO DE LA MÁQUINA CORTADORA**

La máquina cortadora va a ser instalada en una línea de producción encargada de confeccionar tela acolchada empleada en el revestimiento de colchones, concretamente, va a ser colocada entre la salida de una máquina de coser industrial y un compensador.

Para determinar mejor el lugar de instalación de la máquina cortadora hay que conocer el recorrido que sigue la tela durante su confección.

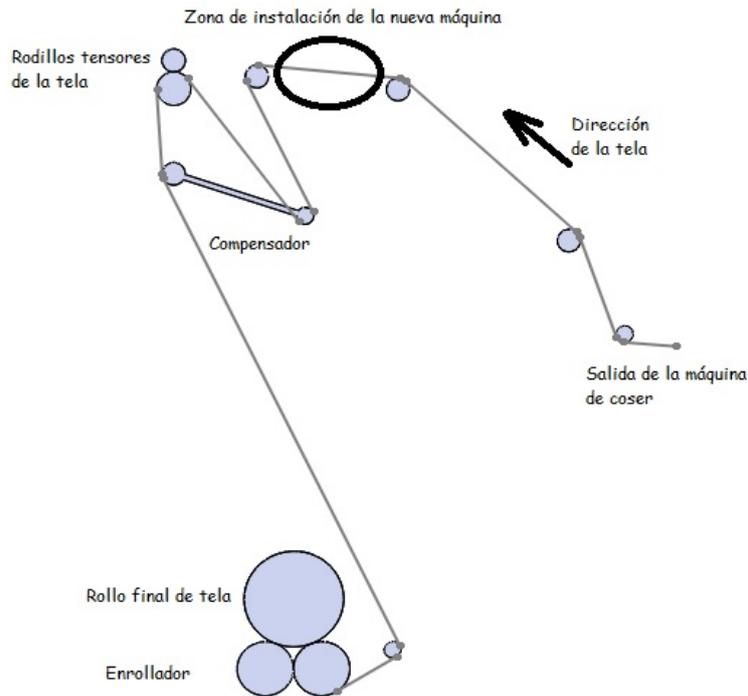


Figura 2. Esquema del recorrido de la tela. Fuente: elaboración propia

Este recorrido empieza a la salida de la máquina de coser industrial. Mediante los tres rodillos iniciales se eleva la tela a la parte alta de la estructura. El lugar comprendido entre el tercer rodillo y el cuarto es donde se instalará la máquina cortadora. Posteriormente, la tela pasa por el compensador, encargado de mantener una tensión constante en el recorrido. Mediante unos actuadores que accionan un motor-reductor, la tela acaba su proceso de fabricación en el enrollador final.

#### 4.1.1. MAQUINA DE ACOLCHAR

Antes del lugar destinado a la instalación de la nueva máquina cortadora, actualmente se encuentra una máquina de acolchar tela.

Su funcionamiento se basa en la unión de varias capas y tipos de tejido para coserlos automáticamente mediante control numérico, por lo tanto, tienen la versatilidad de confeccionar costuras de diferentes formatos.



Figura 3. Máquina de acolchar. Fuente: fotografía propia

#### 4.1.2. COMPENSADOR/ENROLLADOR

A la salida de la máquina de acolchar se encuentra instalada una estructura (véase 4.2.) que contiene una serie de rodillos cuya función es realizar el pasaje de la tela por un compensador con el objetivo de recogerla y enrollarla en su parte inferior.

Este compensador se compone de dos rodillos unidos mediante un brazo en cada uno de sus extremos. Uno de ellos se encuentra fijado a la estructura mediante dos soportes de rodamiento con el objetivo de actuar como eje de rotación, mientras que el otro, realiza un movimiento giratorio alrededor de este, tal como se puede observar en la siguiente figura.

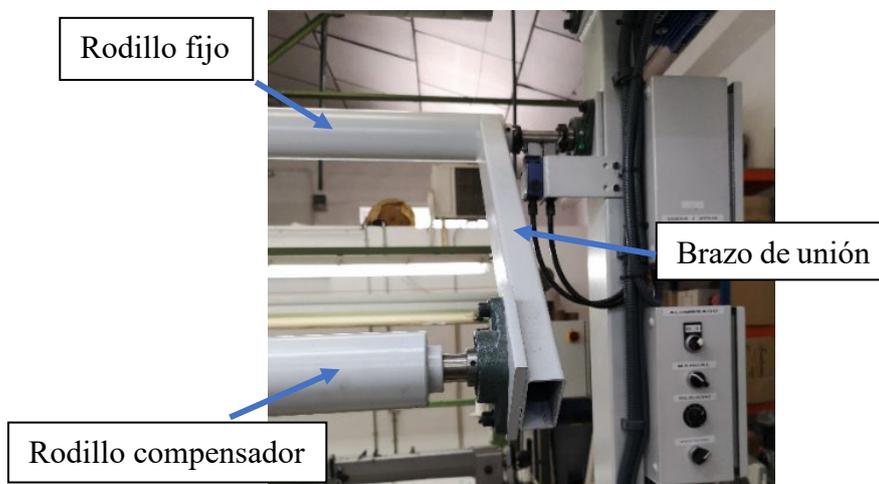


Figura 4. Compensador. Fuente: fotografía propia

El rango de movimiento se limita gracias a dos células de contacto que determinan los puntos inicial y final del arco que recorrerá el compensador. Cuando el rodillo que gira alrededor del fijo realiza el movimiento de bajada, va tensando la tela usando su propio peso. Cuando el recorrido llega a la posición más baja, el contacto del rodillo con la célula activa los rodillos inferiores del enrollador, los cuales tienen la función de recoger la tela y devolver el compensador a su posición inicial.



*Figura 5. Células de contacto. Fuente: fotografía propia*

El enrollador está compuesto por dos rodillos colocados en posición vertical y en contacto en la parte superior de la estructura cuyo objetivo es dar tensión al conjunto pisando la tela. En la parte inferior de la estructura se encuentran los dos rodillos finales del recorrido. Uno de ellos está traccionado mediante un motor que se activa al recibir la señal de la célula del compensador, el cual va enrollando junto con la ayuda del otro rodillo libre el rollo de tela acabado.



*Figura 6. Parte inferior del enrollador. Fuente: fotografía propia*

## **4.2. ESTRUCTURA INICIAL**

Una de las condiciones impuestas al diseño de la nueva máquina cortadora es su instalación en la estructura nombrada anteriormente, la cual contiene el sistema de rodillos del compensador-enrollador.

Esta estructura está construida en tubo rectangular de acero estructural de 120x60 mm y 3 mm de espesor. Se compone de dos marcos formados por dos pilares de 2330 mm de altura cada uno y dos travesaños de 660 mm de largo en cada marco. En la parte superior del marco, actuando de unión entre pilares y travesaños, se encuentra una pletina soldada a la estructura de 900x120 mm y 12 mm de espesor. Esta pletina está fabricada también en acero estructural S235JR y su función principal es aumentar el grosor del conjunto para poder roscar sobre ella con mayor seguridad las sujeciones de los elementos que se requieran. Además, para reforzar el conjunto,



*Figura 7. Lugar de instalación de la máquina cortadora. Fuente: fotografía propia*

### **4.3. DIMENSIONADO DE LA MÁQUINA CORTADORA**

Para evaluar la magnitud de la nueva máquina cortadora se explican todos los elementos que forman parte de ella, cuál es su función y en que material se han fabricado.

Una condición indispensable para el diseño, es la versatilidad de la máquina para poder elegir entre realizar corte o no. Para ello, la propuesta llevada a cabo es el diseño de un eje porta-cuchillas desmontable fácilmente. Para conseguir este objetivo, el eje está dividido en tres tramos, dos fijos en los extremos y uno central desmontable que contendrá las cuchillas. Los ejes de los extremos son los introducidos en los soportes de rodamiento. Uno de ellos se diferencia del resto por contener el sistema de poleas que tracciona el conjunto.

La máquina se divide en varios conjuntos, tal y como se puede observar en la siguiente figura, donde aparecen señalados cada uno de los elementos que la componen.

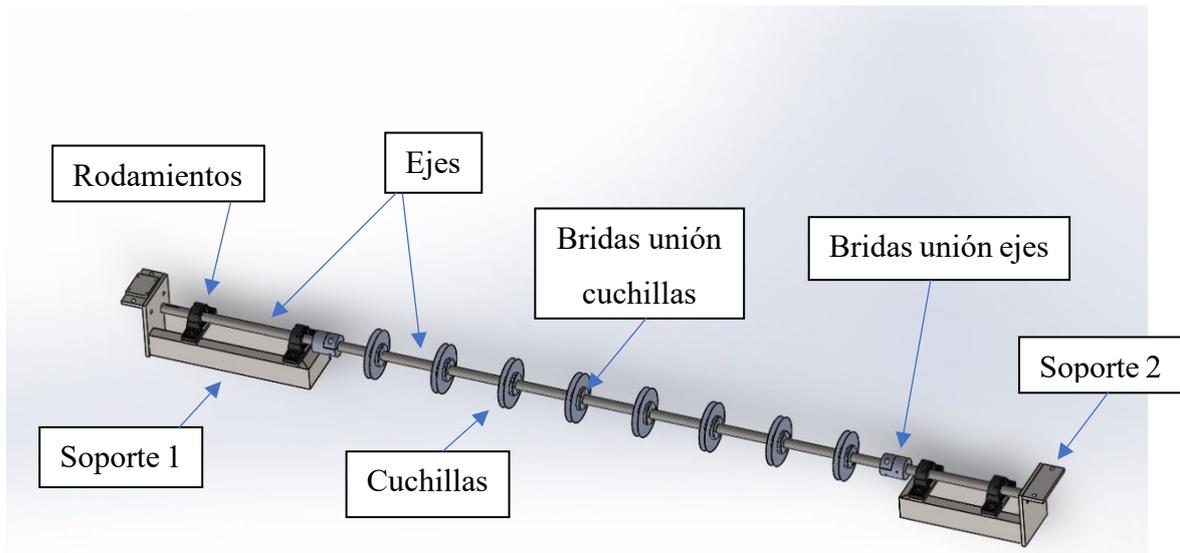


Figura 8. Imagen 3D de la máquina cortadora. Fuente: modelado SolidWorks

#### 4.3.1. SOPORTE 1

Como el lugar de instalación de las cuchillas se encuentra entre los dos primeros rodillos de la estructura, se debe crear un soporte que permita situar el eje porta cuchillas por debajo del pasaje de la tela.

Debido a que la longitud del eje de la máquina cortadora y los demás elementos que la componen no son de grandes dimensiones, los soportes se fabrican íntegramente en acero estructural S 235 JR, asegurando su resistencia y evitando deformabilidad. Se trata de uno de los aceros más comunes del mercado, en concreto, es el más utilizado en el sector de la construcción, lo que supone obtener de manera más sencilla cualquier tipo de perfil o producto comercial. Las calidades correspondientes están especificadas en la norma UNE EN 10025, “productos laminados en caliente de acero no aleado para las construcciones metálicas de uso general”, nombrándose siguiendo el siguiente esquema: S XXX YY (el cual incluye el tipo y el grado).

- S (Steel, acero en inglés).
- El tipo “XXX” hace referencia a las características mecánicas, indicando el valor mínimo garantizado del límite elástico en  $N/mm^2$ .

- El grado “YY” hace referencia a la soldabilidad y sensibilidad a la rotura frágil (resiliencia) que tiene el acero. Se denominan JR, J0, J2 y K2 en sentido creciente de calidad. En general, todos son aptos para los procedimientos habituales de soldeo.

Tabla 1. Características mecánicas mínimas de los aceros UNE EN 10025

DESIGNACIÓN	Espesor nominal $t$ (mm)				Temperatura del ensayo Charpy (°C)
	tensión de límite elástico $f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )			tensión de rotura $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$3 \leq t \leq 100$	
S 235 JR	235	225	215	360	20
S 235 J0					0
S 235 J2					-20
S 275 JR	275	265	255	410	20
S 275 J0					9
S 275 J2					20
S 355 JR	355	345	335	470	20
S 355 J0					0
S 355 J2					-20
S 355 K2					-20 <sup>(1)</sup>
S 450 J0	450	430	410	550	0

<sup>(1)</sup> Se le exige una energía mínima de 40 J

La elección del grado se realiza en función de la temperatura mínima a la que estarán sometidas las chapas o perfiles. En consecuencia, se establece el espesor máximo en milímetros de las chapas según UNE EN 10025, recogido en la siguiente tabla:

Tabla 2. Espesor máximo (mm) de las chapas UNE EN 10025

	Temperatura mínima								
	0 °C			-10 °C			-20 °C		
grado	JR	J0	J2	JR	J0	J2	JR	J0	J2
tipo									
S 235	50	75	105	40	60	90	35	50	75
S 275	45	65	95	35	55	75	30	45	65
S 355	35	50	75	25	40	60	20	35	50

En los aceros, la resiliencia es la capacidad del material de recuperar su forma después de haber sufrido una deformación sin sobrepasar su límite elástico. Se expresa según el Sistema Internacional en Julios por metro cuadrado: J/m<sup>2</sup>. A continuación, se recogen en una tabla las siguientes características comunes a todos los aceros:

Tabla 3. Propiedades comunes de todos los aceros. Fuente: <https://riunet.upv.es>

Módulo de deformación longitudinal	Módulo de deformación transversal	Coefficiente de Poisson	Coefficiente de dilatación térmica	Densidad
E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	v	$\alpha$ (°C) <sup>-1</sup>	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )
210000	81000	0,3	1,2·10 <sup>5</sup>	7850

El acero estructural es una aleación de hierro, carbono y otros elementos en menor cantidad tales como silicio, fósforo, azufre y oxígeno que le aportan ciertas propiedades específicas. Está fabricado mediante un proceso de laminado en caliente, el cual consiste en transformar el acero bruto a alta temperatura en elementos de formas dadas usados en la construcción. Este proceso mejora sensiblemente las cualidades del acero (elimina imperfecciones del lingote, oquedades...) alargando los cristales de acero en la dirección de la laminación. El acero resultante es bastante homogéneo, sin embargo, tiene unas propiedades mecánicas inferiores en la dirección transversal a la laminación. Sus cualidades de resistencia a compresión, tracción y cizalladura son muy altas, con buenas cualidades de elasticidad y dilatación. También le confiere resistencia a la corrosión en condiciones normales.

Uno de sus mayores inconvenientes es que a altas temperaturas sus propiedades mecánicas se ven gravemente deterioradas, no obstante, esta posibilidad no sucedería en el caso aplicado, ya que no existen condiciones de trabajo con temperaturas elevadas. Uno de los formatos más comunes para suministrar este acero es en barras de sección circular o cuadrada y en chapas con espesores en torno a los 5 milímetros.

Continuando con la construcción del soporte, se apoyan dos placas sobre la estructura inicial formando un ángulo de 90° unidas mediante soldadura. Estas placas tienen una medida de 175x72 mm y 175x205 mm, ambas con 12 mm de espesor. Los agujeros de anclaje en ambas tienen un diámetro de 13 mm, con el objetivo de utilizar tornillos de fijación de métrica 12.

En su parte más baja se sueldan tres tubos de 80x40 mm y 3 mm de espesor formando una “u” en posición horizontal que actuarán de soporte del eje porta-cuchillas.

Los dos tubos longitudinales tienen un largo de 550 mm mientras que el tubo transversal tiene una longitud de 165 mm, estas medidas se definen con el objetivo de ajustarse a la anchura de los rodamientos que los tubos llevan instalados en su parte superior.



*Figura 9. Soporte del extremo del motor. Fuente: fotografía propia*

En la placa superior del soporte se suelda una pletina de 100x72 mm y de 10 mm de espesor con cuatro agujeros de 5 mm de diámetro cuya función es servir de anclaje para el motor reductor que moverá el conjunto.

En los tubos colocados en posición horizontal se sueldan dos pletinas de 165x48 mm y 10 mm de espesor con dos taladros roscados cada una para anclar los soportes de rodamiento del eje.

#### 4.3.2. SOPORTE 2

El carro de la máquina de acolchar es el lugar donde se confecciona la tela y se extrae el producto acabado. Este carro no está centrado respecto a la máquina de coser y, por lo tanto, tampoco lo está respecto a la estructura del compensador/enrollador.

Por este motivo, otro requisito para el diseño de la máquina es situar las cuchillas en consonancia a la anchura del carro. Para ello, la solución adoptada es fabricar los soportes en dos longitudes diferentes. Este soporte tiene las mismas placas soldadas a 90° de anclaje a la estructura, pero no contiene en su parte superior la placa del motor. Los tubos son de las mismas características, pero los longitudinales tienen una medida de 550 mm de largo y contienen las mismas pletinas soldadas para fijar los rodamientos del eje.



Figura 10. Soportes 1 y 2. Fuente: fotografía propia

### 4.3.3. RODAMIENTOS

Los rodamientos utilizados para asegurar la estabilidad del eje son rodamientos con soporte de tipo puente. Sus elementos mecánicos son robustos y preparados para el montaje. Estos rodamientos contienen unas formas específicas de fijación. Para el caso del eje porta-cuchillas, se han utilizado rodamientos con fijación por prisionero para facilitar su mantenimiento y manipulación.

Los rodamientos insertables de este soporte contienen obturaciones formadas por varias piezas con el objetivo de proteger el conjunto ante suciedad y humedad. El agujero del soporte y el anillo exterior del rodamiento son esféricos entre sí, por lo que se compensan los errores de alineación del eje.

Los soportes de rodamiento instalados están fabricados en fundición gris y llevan integrados rodamientos rígidos de una hilera de bolas. Debido a que el eje porta-cuchillas tiene un diámetro de 30 mm, el rodamiento seleccionado según catálogo tiene la denominación UCP206.



*Figura 11. Rodamiento UCP206. Fuente: catálogo codima.com*

#### 4.3.4. CUCHILLAS

Las cuchillas son un elemento esencial en la máquina cortadora. Debido a su relevancia en el conjunto, es importante realizar una correcta elección de las mismas. Han sido suministradas por la empresa Cuchillas Castillo SLU, clientes y a la vez proveedores de confianza de Talleres Alfer. La tarea principal que desempeñan es la fabricación de cuchillas para el reciclado y manipulado. Se emplean en todo tipo de maquinaria de corte y triturado, abarcando una amplia gama de modelos y calidades de acero.



*Figura 12. Cuchilla instalada en el eje. Fuente: fotografía propia*

El material empleado para su fabricación es el acero rápido DIN 1.3243, comúnmente denominado acero M35, el cual tiene una dureza de 64-67 HRC. Estas cuchillas circulares se han fabricado con unas dimensiones de 160 mm de diámetro, 1 mm de espesor y un agujero central para el eje de 32 milímetros. El acero M35 es acero para herramientas de alta velocidad. Es un buen material para fabricar herramientas que pueden manejar alto impacto y abrasión. La M35 es una de las calidades de acero más populares a nivel internacional.

Se ha escogido este acero para fabricar las cuchillas debido a que su contenido en cobalto garantiza un alto rendimiento y gran capacidad de corte. Alta tenacidad, dureza en caliente y retención al revenido son otras de sus características. Este acero es especialmente apropiado para esfuerzos térmicos y cortes intermitentes.

Entre sus aplicaciones se encuentran fresas de alto rendimiento de todo tipo, mechas, machos para grandes esfuerzos, brochas y cuchillas de corte. También es empleado en el mecanizado de materiales de alta resistencia. A continuación, se expone la composición química de las cuchillas instaladas en la máquina, proporcionadas por el fabricante.

*Tabla 4. Composición química de las cuchillas. Fuente: Cuchillas Castillo SLU*

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)					
C (carbono)	Cr (cromo)	Mo (molibdeno)	V (vanadio)	W (wolframio)	Co (cobalto)
0.92	4.1	5	1.9	6.4	4.8

#### 4.3.5. EJES

Los ejes que contiene la máquina cortadora son tres. Uno está conectado al motor eléctrico y aporta tracción al conjunto para hacer girar las cuchillas. El segundo eje contiene las cuchillas de corte, es el de mayor longitud y será desmontable fácilmente para su manipulación. El tercer eje apoya el conjunto en el otro extremo de la máquina.

Todos los ejes son macizos. Esto es debido a que el movimiento de rotación de las cuchillas debe ser uniforme y no puede sufrir oscilaciones. Para que los ejes fueran huecos por dentro deberían emplearse tubos de presión. Para garantizar su robustez, estos tubos deberían tener un espesor de entre 4 y 5 milímetros como mínimo, teniendo que rectificar mecánicamente su interior para conseguir uniformidad en el conjunto. Este mecanizado interior para estas longitudes de tubo es imposible de llevar a cabo ya que no existen herramientas adecuadas para su realización. Además, el tubo de presión tiene un alto coste de compra y las empresas proveedoras del producto son escasas.

Están fabricados en acero al carbono DIN CK-15 (calidad F-111). Este acero está expresamente indicado para utilizarse en elementos de maquinaria poco cargados que deben poseer una buena tenacidad, con un límite elástico entre 25-40 kg/mm<sup>2</sup> en bruto.

Tabla 5. Composición química acero F-111. Fuente: <http://www.aleaceros.com>

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)					
	C	Mn	Si	P <sub>≤</sub>	S <sub>≤</sub>
Mínimo	0,10	0,30	0,15	0,035	0,035
Máximo	0,20	0,60	0,40		

Algunos de estos ejes contienen chavetas en sus extremos para poder transmitir movimiento al conjunto. Las chavetas consisten en unas piezas que se intercalan en un espacio mecanizado en el eje (chavetero) y fuerzan a que los elementos unidos mediante este sistema giren de forma solidaria. Las dimensiones de chavetero y chaveta siguen las normas DIN 6885/1 – 6886 y 6887. A continuación, se expone una imagen esquemática con los símbolos de las medidas que debe cumplir una chaveta normalizada. Seguidamente, una tabla adjunta a modo de leyenda con los valores correspondientes para el mecanizado de una chaveta en un eje de 30 milímetros.

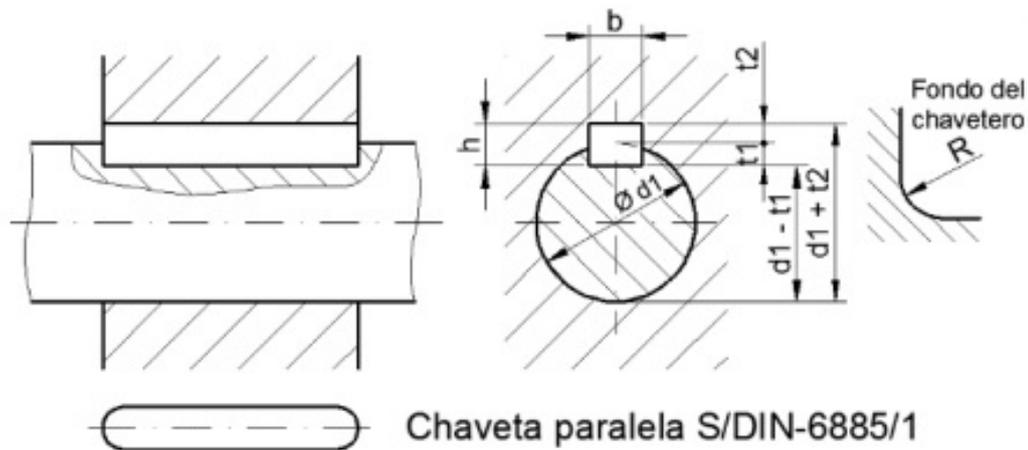


Figura 13. Dimensiones chaveteros y chavetas. Fuente: <https://ocw.unican.es>

Tabla 6. Dimensiones chaveteros y chavetas DIN 6885/1 – 6886 y 6887

Ø eje d1 mm desde- hasta	Medida chaveta b x h mm	Medidas del chavetero en el cubo				Medidas chavetero del eje para chavetas paralelas y de cuña		Medidas de los ejes en el cubo de la rueda	
		Chaveta paralela S/DIN 6885/1		Chaveta de cuña S/DIN 6886, 6887		t1 m/m	Tol. Admisible (en altura) m/m	Ø m/m desde- hasta	Tol. H- 7 m/m
		d + t2 m/m	Tol. Admisible (en altura) m/m	d + t2 m/m	Tol. Admisible (en altura) m/m				
22-30	8x7	d+3,0	+0,1	d+2,4	-0,1	4,1	+0,2	18-30	+0,021 0

#### 4.3.5.1. EJE TRACCIONADO

Este eje tiene la función de colocarse en el soporte de mayor longitud y realizar la tracción del eje porta-cuchillas. Tiene un diámetro de 30 mm y una longitud de 567 mm. Esta longitud viene determinada por la posición que debe ocupar el eje porta-cuchillas. En ambos extremos se mecaniza un chavetero, uno de ellos de 50 mm de longitud para el sistema de poleas y otro con 35 mm de largo para introducirse en la brida de unión con el eje contiguo.

Este eje debe cumplir una tolerancia ISO H7 o h6 para introducirse en el reductor instalado para la máquina.



Figura 14. Mecanizado de la chaveta del eje traccionado. Fuente: fotografía propia

#### **4.3.5.2. EJE INTERCAMBIABLE**

Este elemento de la máquina será el encargado de darle la tracción a las cuchillas de corte, las cuales giran solidariamente respecto a este. Se fabrican dos unidades, uno para el juego de cuchillas simples y otro para el juego de cuchillas dobles.

Los dos tienen exactamente las mismas características, con una longitud de 1950 mm de largo y 30 mm de diámetro cada uno. No se mecanizan chavetas en este eje ya que su tracción la recibe mediante las bridas de unión.

#### **4.3.5.3. EJE LOCO**

Este eje se encuentra sobre los rodamientos del soporte de menor longitud. Su función principal es apoyar el eje porta-cuchillas en el otro extremo de la máquina cortadora. Comparte las características de material y diámetro con los otros dos ejes. Sus particularidades son la longitud de 433 mm y el mecanizado de un chavetero en uno de sus extremos de 35 mm de largo para obtener tracción.

#### **4.3.6. BRIDAS UNIÓN EJES**

Estos elementos realizan la tarea de unión entre los 3 ejes de la máquina cortadora. Están fabricadas en acero inoxidable AISI 304, el más común de los aceros de este tipo junto con el 316. Se ha seleccionado este material para la construcción de las bridas con el objetivo de evitar la oxidación en un lugar crítico del ensamblaje ya que es donde se produce la transmisión entre los ejes de la máquina cortadora.

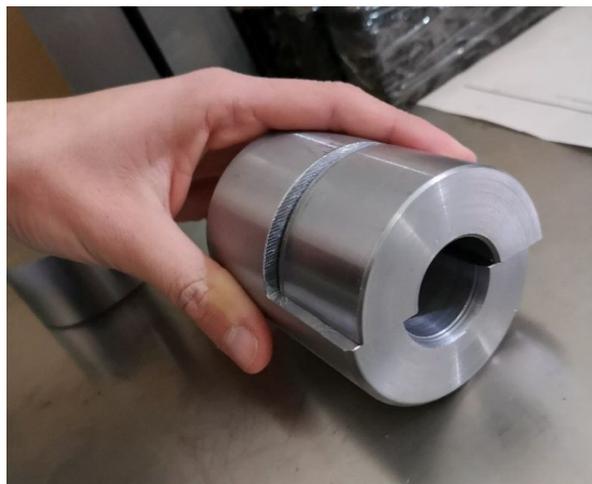
Este acero inoxidable es de tipo austenítico, que a diferencia de los ferríticos y martensíticos, es especialmente resistente a la corrosión. Los aceros austeníticos se dividen en dos grandes subgrupos, los de la serie 200 y la serie 300. Por una parte, los de la serie 200 consiguen su estructura austenítica a base de manganeso y nitrógeno, aunque contienen una pequeña proporción de níquel, mientras que los de la serie 300 lo logran mediante la adición de níquel únicamente. Además, contienen elementos de aleación importantes tales como carbono, manganeso, fósforo, sulfuro y silicio, todos ellos en la

misma proporción sobre el peso, componentes que le proporcionan también una alta dureza, requisito indispensable para la tarea que desempeña en la máquina cortadora.

*Tabla 7. Composición del acero inoxidable AISI 304*

Elemento	C	Mn	P	Si	Cr	Ni	Sulfuro
%	0,08% máx.	2% máx.	0,045% máx.	1% máx.	18-20% máx.	8-10,5% máx.	0,03% máx.

Continuando con el dimensionado de las bridas, estas presentan un formato cilíndrico con un diámetro exterior de 70 mm y uno interior de 30 mm para el alojamiento del eje. Para cumplir con el requisito de diseño de fácil intercambiabilidad del eje portacuchillas, las bridas de unión se fabrican en dos mitades. Una de ellas aloja los ejes de los extremos, la otra parte cortada por la mitad, es donde descansa el eje intercambiable. Esta partición se realiza desde la mitad de la longitud de la brida y en forma de media luna.



*Figura 15. Partición de la brida de unión de ejes. Fuente: fotografía propia*

En la zona de la brida que conserva el diámetro completo se mecaniza una chaveta interior para transmitir el movimiento de rotación del eje traccionado al eje de las cuchillas. De la misma manera, para poder fijar la media luna sobrante con la otra mitad de la brida, se roscan dos taladros de métrica 8 a lo largo de toda la parte inferior de la pieza. La parte superior sobrante de esta fijación, contiene dos taladros pasantes con cabeza avellanada cilíndrica, tal como se muestra en la siguiente figura.

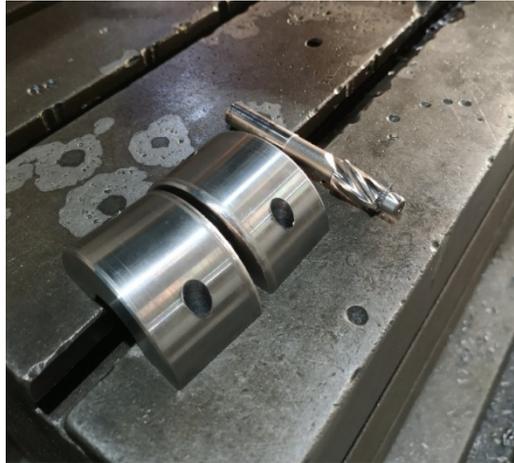


Figura 16. Parte superior de la brida de unión. Fuente: fotografía propia

Para fijar las bridas a los ejes de los extremos, se utilizarán unos prisioneros roscados a métrica 8, de esta manera la fuerza de rotación no se ejercerá completamente en la chaveta. Estos prisioneros se mecanizan en la zona donde la brida conserva el diámetro completo y formando un ángulo de  $90^\circ$  entre ellos.

#### 4.3.7. BRIDAS UNIÓN CUCHILLAS

Debido a que las cuchillas no pueden unirse directamente al eje, se necesitan estos elementos para realizar esta función. Hay dos tipos de corte, con cuchillas dobles y simples. Debido a que el corte de precisión necesita acercarse a la línea de costura y la separación entre costuras es de 20 milímetros, en las cuchillas dobles se necesita un taco de separación entre ellas de 18 milímetros.

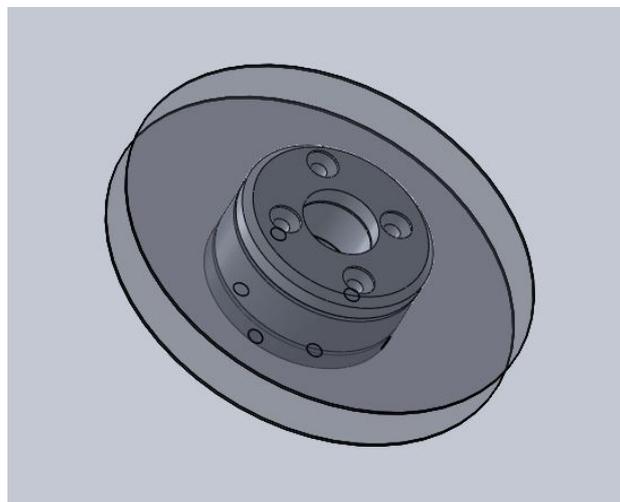


Figura 17. Conjunto ensamblado de cuchillas. Fuente: modelado 3D de la máquina

Por lo tanto, se diferencia entre dos tipos de configuraciones de bridas de unión para las cuchillas, las bridas para las cuchillas simples y para las cuchillas dobles. Las bridas se unen entre si con machihembrados y se fijan mediante tornillos. Para el caso de las cuchillas simples, una parte de la brida aloja las cabezas de los taladros avellanados y la otra actúa de tuerca con taladros roscados. En el caso de las dobles, el funcionamiento es el mismo, pero con otro elemento entre una brida y otra que actúa de separación, para conseguir la distancia entre cortes deseada.

Para poder realizar la unión del conjunto de las cuchillas con el eje central, se mecanizan tres taladros roscados a M6 en el espesor de la brida, formando un ángulo de 90° entre ellos. Mediante unos tornillos prisioneros se consigue que eje y cuchillas giren solidariamente.



*Figura 18. Tacos separadores para cuchillas dobles. Fuente: fotografía propia*

Con el objetivo de aligerar el peso del conjunto del eje porta-cuchillas, se deciden fabricar las bridas en aluminio de aleación 2030, asegurando resistencia y ligereza. Entre las aleaciones de aluminio adecuadas para tornos automáticos de alta velocidad, la aleación 2030 tiene las características mecánicas más altas, esta propiedad define la facilidad con la que puede ser mecanizado el material mediante arranque de viruta. Es por eso que su campo de aplicación es muy variado y extenso, principalmente en piezas que necesitan altas características mecánicas con responsabilidad, tales como cilindros, pistones hidráulicos, arandelas, bridas, tornillos, etc.

Tabla 8. Composición química del AW 2030 según norma EN 573-3

%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Bi	Pb	Otros	Al
Mín.	-	-	3.3	0.2	0.5	-	-	-	-	0.8	-	-
Máx.	0.8	0.7	4.4	1	1.3	0.1	0.5	0.2	0.2	1.5	0.3	Resto

#### 4.4. ENSAYOS

El objetivo de este apartado es comprobar que los materiales seleccionados en las distintas piezas de la máquina cortadora soportarán los esfuerzos a los que van a ser sometidos durante su funcionamiento.

Para ello, se ha de realizar un estudio de las fuerzas que intervienen en el conjunto de la máquina, localizando su punto de aplicación. Por último, se realiza un análisis estático en el software SolidWorks, comentando los resultados. Este análisis supone la situación más desfavorable posible para el eje porta cuchillas, ya que en pleno funcionamiento y cortando la tela con las cuchillas girando en sentido contrario a su avance, la fuerza sufrida por el eje es menor.

Teniendo en cuenta la funcionalidad de la máquina, se observa que el único esfuerzo al que puede someterse, resulta del contacto de la tela tensada a su paso por las cuchillas.

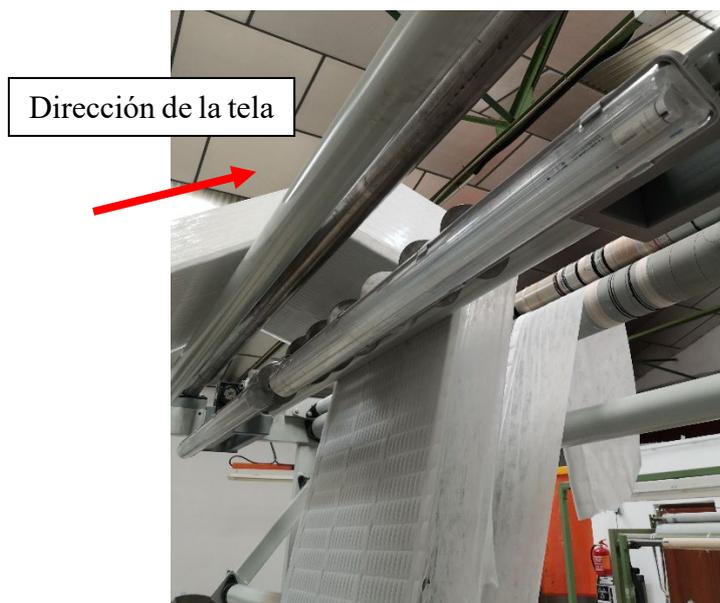


Figura 19. Tensión de la tela a su paso por las cuchillas. Fuente: fotografía propia

Debido a que los soportes de la máquina cortadora están contruidos en tubo estructural, se garantiza el comportamiento de estos a esfuerzos de torsión, ofreciendo también gran resistencia al pandeo. Por lo tanto, como en el montaje de la máquina no existen elementos de grandes dimensiones que puedan comprometer la estabilidad y rigidez del conjunto, no es necesario calcular las deformaciones en estos puntos.

Para obtener el valor de la fuerza que actúa sobre el eje porta cuchillas, se calcula la tensión que tiene la tela a su paso por este punto. Para ello, primero se deben recopilar los datos de peso de los elementos que componen el compensador y que influyen en la tensión de la tela.

Los datos de peso de estos componentes, se obtienen consultando los prontuarios que las empresas proveedoras del material ponen a disposición del cliente. Estos datos se recogen en la siguiente tabla:

*Tabla 9. Pesos de los elementos del compensador. Fuente: elaboración propia*

ELEMENTO	UNIDADES	DIMENSIONES	PESO
Brazo de unión	2	Tubo rectangular 100x50x2 mm Largo 500 mm	4,76 kg/m
Eje rodillo compensador	2	Perfil redondo Ø30 mm Largo 350 mm	5,77 kg/m
Rodillo compensador	1	Tubo redondo Ø80x1,5 mm Largo 2800 mm	3,02 kg/m
Rodamiento con soporte	2	-	0,9 kg/ud

Realizando los cálculos correspondientes se obtienen los valores de peso:

- Brazo de unión: 2,38 kg/unidad
- Eje rodillo compensador: 2,02 kg/unidad
- Rodillo compensador: 8,45 kg/unidad
- Rodamiento con soporte: 0,9 kg/unidad

Después de sumar estos valores obteniendo un peso total de 19,056 kg y multiplicándolo por la fuerza de la gravedad, la cifra resultante es la fuerza de tensión que la tela realiza sobre las cuchillas.

$$P = m \cdot g = 19,056 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 186,94 \text{ N}$$

La configuración de cuchillas montada en la máquina cortadora puede llegar a contener 8 parejas, distribuidas a la misma distancia entre ellas. Esta situación corresponde a la más desfavorable en cuanto a esfuerzo de tensión se refiere, ya que se trata de la ocasión en la que el eje porta cuchillas tiene mayor número de contactos con la tela.

Por lo tanto, para realizar la simulación de las fuerzas en el programa SolidWorks se reparten los 186,94 N de tensión de la tela entre los 8 puntos de aplicación de esta, siendo 24 N de fuerza en cada punto de contacto. Seguidamente, se establecen los extremos del eje como sujeciones ancladas, obteniendo una situación previa a la simulación como la siguiente:

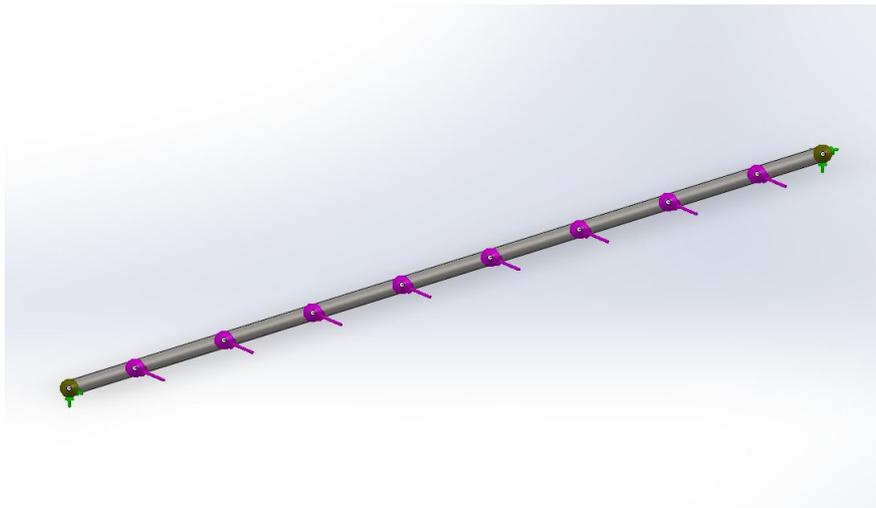


Figura 20. Colocación de fuerzas en la simulación. Fuente: SolidWorks

Una vez lanzada la simulación, comprobamos las tensiones máximas que aparecen a lo largo del eje porta cuchillas.

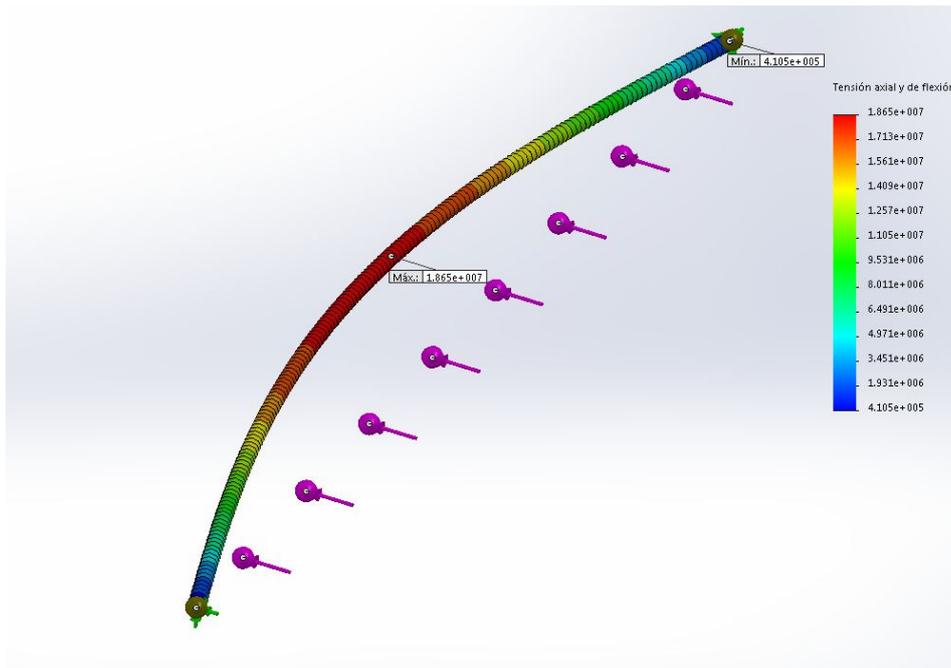


Figura 21. Tensiones máximas en el eje. Fuente: SolidWorks

En este caso, el límite elástico de la barra de acero es de  $3,8 \cdot 10^8$  N/mm<sup>2</sup> y el punto más desfavorable tiene un valor de  $1,86 \cdot 10^7$  N/mm<sup>2</sup>, por lo tanto, es apto para la fabricación de la máquina cortadora.

Por último, se analiza el desplazamiento máximo que puede sufrir el eje, obteniendo el resultado mostrado en la siguiente figura:

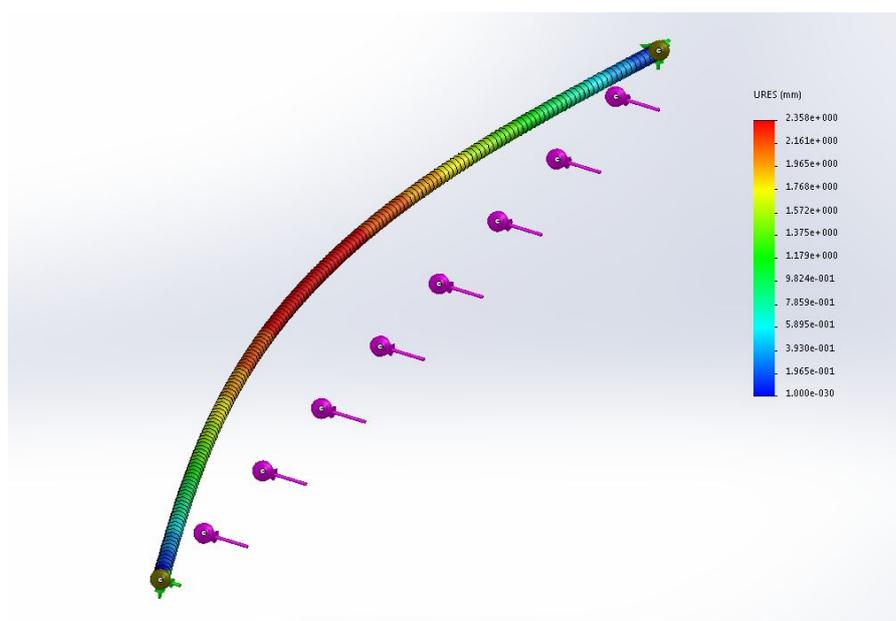


Figura 22. Deformación del eje. Fuente: SolidWorks

El valor máximo de desplazamiento localizado en el centro del mismo, es de 2,36 milímetros, resultando irrelevante para impedir el funcionamiento normal de la máquina.

#### 4.5. FABRICACIÓN

En este apartado se van a describir con detalle los procedimientos para la fabricación y el montaje de las piezas que conforman la máquina cortadora. Estas tareas son llevadas a cabo por la empresa Talleres Alfonso y Fernando S.L. ubicada en la localidad de Muro de Alcoi y perteneciente al sector metalúrgico.



Figura 23. Talleres Alfonso y Fernando S.L. Fuente: fotografía propia

##### 4.5.1. SOPORTES 1 Y 2

Todas las placas que se encuentran en los soportes se han realizado mediante corte por láser. Esta técnica se emplea para cortar piezas de chapa de distintos materiales y se caracteriza por su fuente de energía, la cual es un láser que concentra luz en la superficie de corte. Con el fin de eliminar el material cortado, se necesita el aporte de un gas a presión como por ejemplo oxígeno, nitrógeno o argón.



*Figura 24. Corte láser CNC. Fuente: fotografía propia*

El láser utiliza una potencia regulable automáticamente durante el mecanizado que permite garantizar la máxima calidad en el corte de ángulos. Los resultados finales son paredes de corte paralelas entre sí, perpendiculares a la pieza y no redondeadas, como puede resultar en otras técnicas de corte. La precisión de esta clase de corte previene la aparición de rebabas, evitando de esta manera trabajos posteriores de limpieza o pulido.



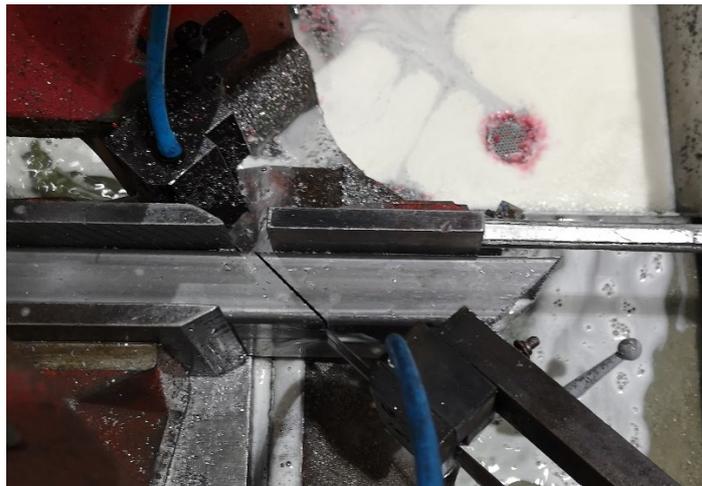
*Figura 25. Placas de los soportes terminadas. Fuente: fotografía propia*

Para la fabricación del tubo rectangular que conforma el soporte se utiliza una sierra manual. Mediante unos topes regulables y cinta métrica se ajusta la longitud de tubo que se desea cortar.



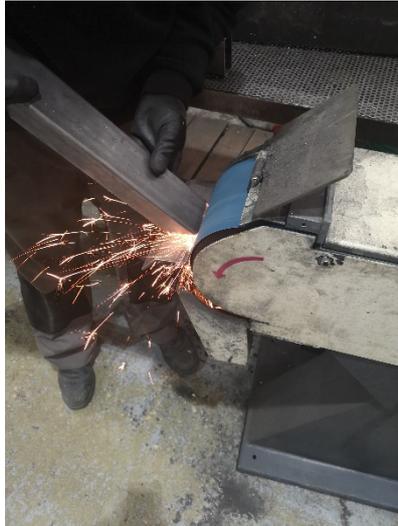
*Figura 26. Medida de tubo para corte manual. Fuente: fotografía propia*

Seguidamente, gracias al cabezal oscilante de la sierra, se fija un ángulo de corte en inglete en los extremos del tubo facilitando el ensamblaje posterior del conjunto.



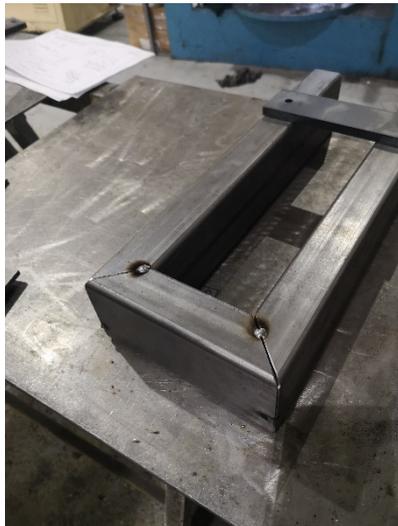
*Figura 27. Corte en inglete del tubo rectangular. Fuente: fotografía propia*

Como consecuencia del corte en la sierra, se producen rebabas en los cantos del tubo cortado, las cuales deben ser eliminadas con el objetivo de obtener unas aristas limpias para su posterior soldadura.



*Figura 28. Eliminación de rebabas en las aristas. Fuente: fotografía propia*

A continuación, deben unirse los tubos cortados en inglete formando una “U” a las placas del soporte mediante soldadura. También se adhieren mediante este procedimiento las placas que servirán de soporte para los rodamientos en su cara superior.



*Figura 29. Punteado inicial de las piezas a soldar. Fuente: fotografía propia*

Se denomina soldadura al proceso en el cual se realiza la unión de dos materiales, generalmente metales o termoplásticos, usualmente obtenido a través de fusión, en la cual los elementos son soldados derritiendo ambos y agregando un material de relleno derretido. Éste, al enfriarse, se convierte en un empalme fuerte. La mayoría de las soldaduras se efectúan de forma manual, lo cual requiere de mano de obra calificada e implica un coste considerable de producción.



*Figura 30. Cordón de soldadura. Fuente: fotografía propia*

El tipo de soldadura empleado para la fabricación de estos soportes es la soldadura por arco eléctrico MIG. Este proceso se realiza poniendo a dos conductores en contacto sometiéndolos a una diferencia de potencial, estableciendo entre ellos un flujo de corriente. Luego se los separa y se provoca una chispa para ionizar el gas o el aire que los rodea, consiguiendo de este modo el paso de corriente, aunque los conductores no se hallen en contacto. De esta manera creamos un arco eléctrico entre ellos por transformación de la energía eléctrica en energía luminosa y calórica. De hecho, el calor producido por el arco no solo es intenso, sino que además está focalizado, lo cual resulta ideal para efectuar la soldadura. Se alcanzan así temperaturas de 3500°C.

Si se utilizan una atmósfera protectora de gas inerte y una varilla de metal de aportación, y ese hace saltar el arco entre éste y el material a soldar, se tiene el muy conocido proceso de soldadura con arco de electrodo metálico MIG. El arco no sólo funde el metal a unir sino también el metal del electrodo, alimentando así la soldadura con el metal de aportación. Los electrodos metálicos se consumen rápidamente y hay que interrumpir la operación para reemplazarlos o alimentarlos con hilo. La tracción del hilo, cuando su diámetro es menor de 1 mm, puede realizarse a mano; para diámetros mayores es necesario montar un motor que pueda incorporarse a la pistola.

Como generador se emplea una máquina de soldar de corriente continua y de tipo estático. Como gases protectores se utilizan los siguientes: argón y helio, argón y cloro, y nitrógeno. Trabajando con una misma intensidad todos los gases, el helio es el que origina mayor tensión en el arco.

Para finalizar la unión de todos los componentes se procede a la limpieza y acabado de los cordones de soldadura en aquellos puntos en los que se requiera una superficie más limpia y aplanada. Para ello, se precisa de una radial y un disco de desbaste. Los discos de desbaste son herramientas abrasivas que se utilizan para aplanar un cordón de soldadura.



*Figura 31. Repaso de cordones de soldadura. Fuente: fotografía propia*

De esa manera se logra que las superficies, sobre las que luego se seguirá trabajando, se encuentren libres de imperfecciones. A diferencia de los discos de corte, los de desbaste suelen tener unos espesores de entre 4 y 8 milímetros. La elección del tipo de disco varía según el material de la superficie sobre la que se trabajará. Por ejemplo, si se realizaran trabajos de desbaste sobre superficies ferrosas, acero al carbono, acero inoxidable y fundición, lo mejor es usar discos de desbaste cóncavos o de copa. El tipo de grano de estos debe ser de óxido de aluminio con aglutinante de resina.



*Figura 32. Junta de soldadura acabada. Fuente: fotografía propia*

#### **4.5.2. EJES**

Para la construcción de los ejes, se parte de una barra maciza de 30 milímetros de diámetro. El primer paso es cortar la barra en porciones con una medida cercana y ligeramente superior a la necesaria mediante una sierra automática. El objetivo de cortar el eje más largo de lo requerido es poder realizar una posterior operación de refrentado en un torno convencional.



*Figura 33. Corte del eje en sierra manual. Fuente: fotografía propia*

El principio de funcionamiento de un torno es muy sencillo: en un extremo, un cabezal giratorio amarra la pieza a mecanizar, mientras que, en la otra parte, una o varias

herramientas de corte avanzan en un movimiento lineal controlado hacia la superficie de la pieza. El mecanizado se produce cuando entran en contacto la herramienta y la pieza, cortando la viruta en función de las especificaciones.

En este caso, se han realizado los trabajos de torneado utilizando un torno paralelo. Este torno es utilizado en la actualidad en talleres de aprendices y talleres de mantenimiento para realizar trabajos puntuales o especiales, tarea con la que inició su actividad industrial Talleres Alfer. El torno paralelo evolucionó partiendo de los tornos antiguos, incorporándole equipamiento que le permitían realizar tareas algo más complejas. No obstante, no se trata de una máquina actualizada ya que precisa de una serie de funciones por parte del operario que en un torno de control numérico moderno no son necesarias. Entre ellas, el trabajador debe eliminar las virutas que se enrollan alrededor de la pieza, realizar un control de las dimensiones obtenidas, controlar la velocidad de rotación del cabezal fijo y el avance del cabezal móvil mediante las palancas del torno, vigilar el proceso de mecanizado y proceder a la colocación y desarme de la pieza en los cabezales del torno manualmente.

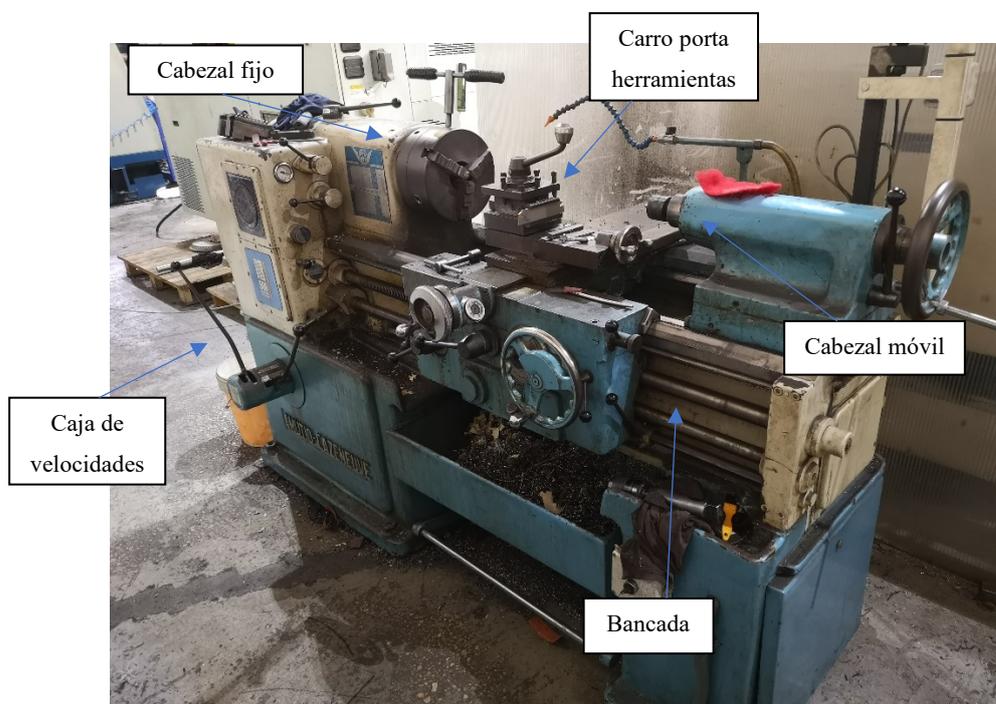
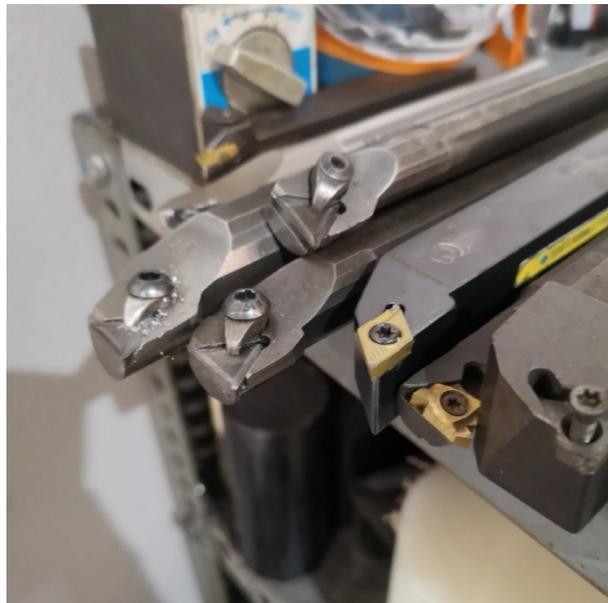


Figura 34. Esquema de las partes de un torno paralelo. Fuente: fotografía propia

A continuación, se explica brevemente la funcionalidad de cada objeto señalado en la ilustración anterior:

- Cabezal fijo: contiene el plato de mordaza encargado de amarrar la pieza a mecanizar mediante unas garras. Su movimiento es de rotación y su velocidad se regula mediante la caja de velocidades, que se encuentra en su interior.
- Caja de velocidades: aquí se localizan las transmisiones, formadas por engranajes y árboles nervados que consiguen dotar al plato de distintas velocidades.
- Cabezal móvil (contrapunto): situado en el lado contrario del cabezal fijo, su función es sujetar por la parte contraria la pieza mecanizada. En ocasiones puede albergar una broca o escariador para taladrar agujeros. Su avance se controla manualmente.
- Bancada: parte estructural sobre la que apoyan todos los elementos de la máquina. Por ella deslizan el carro y el contrapunto mediante unas guías.
- Carro porta herramientas: en este elemento se fijan las herramientas encargadas de mecanizar la pieza. Tiene la posibilidad de desplazarse a lo largo de la bancada en las direcciones longitudinal, transversal y vertical. Su movimiento puede ser monitorizado o estar controlado manualmente.



*Figura 35. Diferentes herramientas de mecanizado. Fuente: fotografía propia*

El refrentado consiste en obtener una superficie plana haciendo avanzar la herramienta de corte a través de la cara frontal de la pieza, la cual se mantiene en movimiento rotatorio sujeta al plato de mordaza. Con esta operación se obtiene perpendicularidad entre las puntas y el plano longitudinal del eje. Además, esta operación

permite obtener la longitud final del eje con precisión exacta. Cuando se tenga que realizar la operación de refrentado en ejes largos, este se introducirá por la parte trasera del cabezal fijo, tal como muestra la siguiente figura.



*Figura 36. Introducción del eje largo. Fuente: fotografía propia*

Para darle un mejor acabado a los ejes, después de realizar el refrentado, se aprovecha el giro del torno para abrillantar la superficie manualmente con ayuda de papel de lija.



*Figura 37. Lijado de la superficie. Fuente: fotografía propia*

Una vez el eje tiene las dimensiones requeridas, se procede al mecanizado de las chavetas en la fresadora CNC (control numérico computarizado). Esta máquina permite realizar operaciones variadas de mecanizado en una misma instalación, lo que aumenta

en gran medida la velocidad de producción. En concreto, se trata de un centro de mecanizado con husillo vertical, caracterizado por estar dotado de una cabeza giratoria que se aproxima en sentido descendente a la superficie de trabajo, mecanizando la parte superior del material.



*Figura 38. Mecanizado de chaveta en eje. Fuente: fotografía propia*

Las fresadoras CNC son prácticamente idénticas a las convencionales, compartiendo las mismas partes móviles, sustituyendo las manivelas que las accionan por una pantalla que controla automáticamente los movimientos de la mesa, cabezal de corte y carros de desplazamiento. Según los movimientos que pueden abarcar las herramientas durante el proceso de arranque de viruta, las fresadoras CNC pueden ser de tres, cuatro, cinco o seis ejes. En este caso, todas las piezas de la nueva máquina cortadora que necesitan trabajos de fresado se realizan en una fresadora de tres ejes, haciendo referencia a los ejes principales X, Y, Z, tal como muestra la siguiente figura.

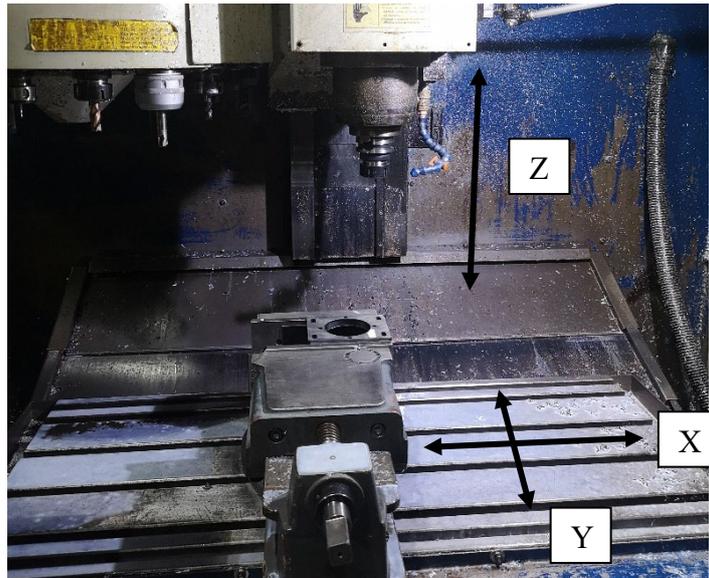


Figura 39. Ejes principales de la fresadora. Fuente: fotografía propia

Continuando con el mecanizado de la chaveta, se siguen los siguientes pasos para realizarla:

- Primeramente, se realiza una toma de medidas del eje, con el objetivo de establecer las cotas o puntos de referencia de la pieza. Estas medidas se obtienen mediante un palpador, comúnmente llamado bailarina.
- Se introduce manualmente en la pantalla de control el recorrido de la herramienta para mecanizar la chaveta.
- Se selecciona la herramienta de corte y se procede con el mecanizado.

#### 4.5.3. BRIDAS UNIÓN EJES

La fabricación de las bridas que realizan la unión entre ejes también se lleva a cabo en un torno paralelo convencional. Para obtener las dos medias lunas que cierran la brida en su parte superior, se parte de un mismo trozo de acero inoxidable de 70 mm de diámetro.

La primera operación que se realiza es el refrentado, consiguiendo paralelismo entre caras y la longitud requerida. Seguidamente, con una broca de centrar, se hace una pequeña marca en el centro de la pieza con el objetivo de guiar una broca de mayor tamaño a la hora de realizar el taladro interior de 30 milímetros. A continuación, se

procede a la apertura de un agujero inicial con una broca de 24 milímetros. Seguidamente se lleva a cabo una operación de mandrilado. El mandrilado consiste en ampliar o mejorar la calidad de un agujero existente, obteniendo mayor precisión dimensional. Una vez se ha obtenido el diámetro interior deseado, se corta la pieza por la mitad obteniendo dos medias lunas.



*Figura 40. Bridas en su forma final. Fuente: fotografía propia*

Por último, los taladros pasantes que alojarán los tornillos de métrica 8 con cabeza cilíndrica se realizan en una máquina taladradora industrial. Este tipo de taladradora se caracteriza principalmente por su tamaño, ya que se coloca en un lugar fijo para poder realizar operaciones más complejas y precisas en piezas con mayores dimensiones.



*Figura 41. Mordaza y broca de taladradora industrial. Fuente: fotografía propia*

Mediante la operación de taladrado se obtienen los orificios pasantes de 8,5 milímetros de diámetro, tal como se observa en la figura 33. A continuación, utilizando un avellanador plano, se realiza el agujero que alojará la cabeza del tornillo DIN 912 de métrica 8.



*Figura 42. Avellanado de la brida. Fuente: fotografía propia*

Siguiendo con el otro componente de la brida, inicialmente se realizan las mismas operaciones de corte en sierra y refrentado para conseguir la medida de longitud correspondiente. Para hacer el encaje donde la media luna apretará el eje, primero se rebaja la zona con la sierra automática para evitar tener que realizar tantas pasadas con la fresadora, ya que al ser un material tan duro como el AISI 304, estos rebajes deberían ser de 1 milímetro cada vez, haciendo un total de 35 pasadas. Dejando la medida aproximadamente 2 milímetros por encima de la longitud deseada en cada pared de la brida, se rematan las dimensiones finales del encaje con la fresadora, dejando la pieza tal como se muestra en la siguiente figura.



*Figura 43. Encaje de la brida finalizado. Fuente: fotografía propia*

A continuación, para realizar los taladros roscados a métrica 8 de la unión de la media luna con la brida y los prisioneros que fijarán el eje, se utiliza una broca de 6,8 milímetros, introduciendo a continuación el macho para roscar con la métrica deseada. La normativa ISO DIN 13 recoge los diferentes diámetros de la broca que se debe utilizar previamente a la operación de roscado con paso normal, tal como muestra la siguiente tabla.

*Tabla 10. Rosca métrica ISO DIN 13*

Rosca	M2	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20
Paso	0,4	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5
Ø Broca	1,6	2,5	3,3	4,2	5	6,8	8,5	10,2	12	14	15,5	17,5

El diámetro interior en el que se introducirá el eje de 30 milímetros se mecaniza de la misma manera que la brida de media luna, utilizando una broca de centrar y realizando las posteriores operaciones de taladrado y mandrinado.

Por último, la chaveta que contribuye a traccionar el conjunto, se fabrica en una máquina específica para hacer chaveteros, denominada limadora vertical. Su funcionamiento se basa en un movimiento rectilíneo alternativo vertical sobre piezas sujetas con una mordaza en la mesa de la máquina. Previamente al movimiento de eliminación del material, se realiza una aproximación inicial posicionado la pieza respecto a la herramienta y penetrando ligeramente en ella.

De esta manera, se efectúa el ranurado de la chaveta introduciendo longitudinalmente la herramienta a través del agujero interior de 30 milímetros. La profundidad de la chaveta viene determinada acorde a la cantidad de pasadas que se hagan sobre la pieza, ya que el arranque de viruta debe ser controlado y exponencial. Para lubricar el proceso de mecanizado, se debe añadir aceite para roscar. Mientras que el avance de la herramienta y la profundidad se establecen manualmente, la longitud de la chaveta es fija, ya que el movimiento rectilíneo alternativo de la máquina no puede alterarse.



Figura 44. Sentido del movimiento de la limadora vertical. Fuente: fotografía propia

#### 4.5.4. BRIDAS UNIÓN CUCHILLAS

La construcción de las bridas que unen las cuchillas de corte sigue los parámetros de fabricación de las bridas de unión de los ejes, exceptuando algunas particularidades de relativas al diseño. En concreto, primero se cortan las porciones de brida con una longitud superior a la requerida (alrededor de 2,5 milímetros), para posteriormente refrentar la pieza en el torno obteniendo la medida necesaria y paralelismo entre caras.



Figura 45. Taco central con taladros pasantes. Fuente: fotografía propia

Para el diámetro interior de 30 milímetros de la brida, se siguen los parámetros anteriores, marcando el centro con una broca específica, para seguidamente taladrar con una broca de 24 milímetros y rematar el acabado interior con un mandril.



*Figura 46. Mandrilado del diámetro interior de la brida. Fuente: fotografía propia*

En cada una de las partes de la brida se realiza posteriormente una operación de cilindrado exterior. Esta tarea consiste en reducir el diámetro de la barra que se está mecanizando, no obstante, el objetivo principal en este caso, es dotar a la pieza de un acabado exterior más limpio. Esta diferencia de acabado puede apreciarse en la figura siguiente.



*Figura 47. Diferencia de acabado después del cilindrado. Fuente: fotografía propia*

El siguiente paso consiste en realizar el machihembrado de las partes que componen la brida de cierre. Para ello, se utiliza un agarre interior con las garras de la mordaza con el objetivo de no dañar el acabado exterior de la pieza. Para el macho, se

realizará un refrentado mediante varias pasadas en la cara frontal hasta dejar un saliente de 3 milímetros en el centro. En cambio, para la hembra se llevará a cabo un mandrilado interior dejando un rebaje de 2,5 milímetros.



*Figura 48. Pasadas en la cara frontal para machihembrado. Fuente: fotografía propia*

Por último y dependiendo de la parte de la brida que se trate, se realizan los taladros roscados a M6 que aprietan el conjunto, los taladros pasantes con diámetro 6,6 mm y cabeza avellanada para tornillo DIN 7991 o los taladros roscados a M6 en el borde que alojarán los tornillos prisioneros. La fresadora vertical CNC se encarga de mecanizar los agujeros situados en las caras planas de la brida, obteniendo la precisión adecuada que requiere, mientras que los taladros para los prisioneros se realizan manualmente en la máquina de taladrar industrial nombrada anteriormente.

#### **4.6. SISTEMA DE TRANSMISIÓN**

Este conjunto de elementos tiene la función de transformar la energía eléctrica de los componentes nombrados en el apartado anterior, en energía cinética para el eje que porta las cuchillas.

El motorreductor es la unidad principal del sistema y ha sido proporcionado por la marca Cidepa-Sincron, empresa especializada en la fabricación de motores reductores de velocidad para la industria en general. Para transmitir la fuerza del motor al eje, cuenta

en su interior con un sinfín corona. Está construido en aluminio con forma cúbica, lo que le permite ser acoplado por cualquiera de sus caras.

Para la elección del reductor debemos tener en cuenta algunas consideraciones. Las cuchillas tienen que configurarse para que giren en sentido contrario al avance de la tela con el objetivo de conseguir una operación de cortadura más eficaz. De esta manera, midiendo la velocidad lineal de la tela a la salida de la máquina de coser, se puede establecer las revoluciones mínimas necesarias que debe transmitir el motor al eje de las cuchillas para que el corte pueda realizarse sin complicaciones.

Para realizar la medición de la velocidad de la tela, se establecen marcas en el borde del producto las cuales permiten observar el tiempo que tarda la tela en recorrer una distancia de 100 milímetros. De esta manera se obtienen los siguientes datos:

*Tabla 11. Mediciones de velocidad de la tela. Fuente: elaboración propia*

	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Media
Tiempo (s)	3,86	3,92	3,78	3,85

Por lo tanto, haciendo la conversión del dato medio resultante obtenemos la velocidad final de la tela:

$$v = \frac{100 \text{ mm}}{3,85 \text{ s}} = 25,97 \text{ mm/s}$$

$$v = 0,02597 \text{ m/s}$$

A continuación, mediante la relación de velocidad angular y lineal, se calcula la velocidad angular mínima de las cuchillas (diámetro 160 mm):

$$v = \omega \cdot r$$

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{0,02597 \text{ m/s}}{0,08 \text{ m}} = 0,32 \text{ rad/s}$$

Realizando la conversión de esta velocidad angular, se obtienen las revoluciones por minuto mínimas del eje porta cuchillas:

$$0,32 \text{ rad/s} \times \frac{1 \text{ vuelta}}{2\pi \text{ rad}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 3,05 \text{ rpm}$$

En ocasiones el producto que cortan las cuchillas llega a tener varias capas de material, pudiendo suponer un problema cortando a velocidades tan reducidas. Para ello, por recomendación del fabricante, se establece una velocidad de giro mínima de las cuchillas 20 veces superior a la obtenida, para asegurar un corte limpio. De esta manera, las revoluciones que debe suministrar el motor deben ser superiores a 60 rpm.



Figura 49. Motor reductor del eje portacuchillas. Fuente: fotografía propia

Las características técnicas del motorreductor seleccionado se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 12. Características técnicas motorreductor. Fuente: cidepa-sincron.com

Referencia	KMS-40/10 0,50-14
CV instalados	0,50
kW instalados	0,37
Relación	10,0
Accionamiento	Preparado para acoplar motor B-14
Tamaño	40
Factor de servicio	2,10
Par nominal Kpm	2,14
RPM salida	140,00
Rendimiento	0,84
CV disponibles	0,42
Peso	2,30 kg.

Como se puede observar en la tabla anterior, las revoluciones de salida del motor son superiores a las mencionadas anteriormente, asegurando un funcionamiento por debajo del límite.

El motor eléctrico trifásico instalado es un SIEMENS SIMOTICS GP. Cuenta con una brida de acoplamiento B-14, ajustándose de esta manera al motorreductor Cidepa-Sincron. Se trata de un motor asíncrono con carcasa de aluminio y sus características son las siguientes:

*Tabla 13. Características técnicas motor eléctrico. Fuente: SIEMENS*

Tensión	230/400 V 50/60 Hz
Potencia	0,37 kW
Corriente	1,94/1,12 A
Número de polos	4
Rpm	1500
Calificación energética	IE1
Grado de protección	IP55
Diámetro del eje	14 mm
Peso	6 kg.
Tipo de motor	Asíncrono jaula de ardilla

El sistema de transmisión que tracciona el conjunto está compuesto por dos poleas dentadas con alojamiento para buje cónico. Estos casquillos son el sistema más práctico para el acoplamiento de poleas o elementos de transmisión en general, ya que no precisan de utillaje propio para su montaje. De esta manera, se ahorra tiempo de manipulación y se evitan mecanizaciones especiales en el eje. Puesto que existe una diferencia de diámetro entre el eje de salida del reductor y el eje porta cuchillas, se instalan dos modelos de buje cónico, uno para eje de 18 milímetros y otro para eje de 30 milímetros.



Figura 50. Casquillo cónico. Fuente: rs-online.com

Las poleas dentadas son recomendables para transmisiones en las que no debe ocurrir deslizamiento de la correa, asegurando rigidez en la transmisión. Los datos técnicos de las poleas instaladas se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 14. Datos polea dentada. Fuente: Suministros Fenollar, catálogo satispa.com

Material	Ref.	Tipo	Casquillo	Agujero máx.	Dp	De	Df	Di	F	S	R	Peso
Acero	36 8M 20	5F	1610	42	91,67	90,3	97	68	28	25	3	0,68 kg

En la siguiente figura encontramos el esquema representativo de la polea dentada HTD para casquillo cónico utilizada en la instalación con toda la simbología asociada a los datos de la tabla anterior, extraída del catálogo del fabricante italiano Sati Spa.

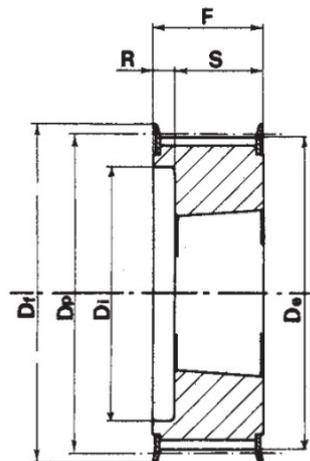


Figura 51. Esquema de polea dentada HTD. Fuente: <https://www.satispa.com>

Respecto a la correa que transmite el movimiento de una polea a otra, se trata de una correa de distribución de goma de bucle cerrado con 68 dientes, 544 milímetros de longitud y 20 milímetros de ancho.



*Figura 52. Montaje del sistema de transmisión. Fuente: fotografía propia*

#### **4.7. SISTEMA ELÉCTRICO**

Los componentes eléctricos que requieren la máquina cortadora para su funcionamiento son instalados por un electricista autónomo encargado de realizar el mantenimiento eléctrico a la empresa Talleres Alfer S.L.

Esta instalación deriva de la ya existente en la estructura, encargada de accionar el sistema del compensador-enrollador. Por tanto, cuando el sistema que enrolla la tela se activa, transmite corriente al sistema de corte de las cuchillas. Con un sistema de seguridad instalado en el circuito de la cortadora, cuando se produce una avería, se corta el suministro eléctrico del enrollador, evitando de esta manera que la tela continúe avanzando a través de las cuchillas sin que estas realicen el corte.

De manera independiente, el motor reductor de las cuchillas cuenta con sus propios componentes eléctricos, nombrados a continuación:

- Variador de velocidad Siemens de 1kW de potencia, el cual permite regular manualmente la frecuencia de giro del eje.
- Interruptor magnetotérmico de 10 amperios, encargado de proteger la instalación eléctrica contra cortocircuitos y sobrecargas.
- Selector de marcha. Incluye tres posiciones, pudiendo seleccionar ambos sentidos de corte de las cuchillas y opción de paro.

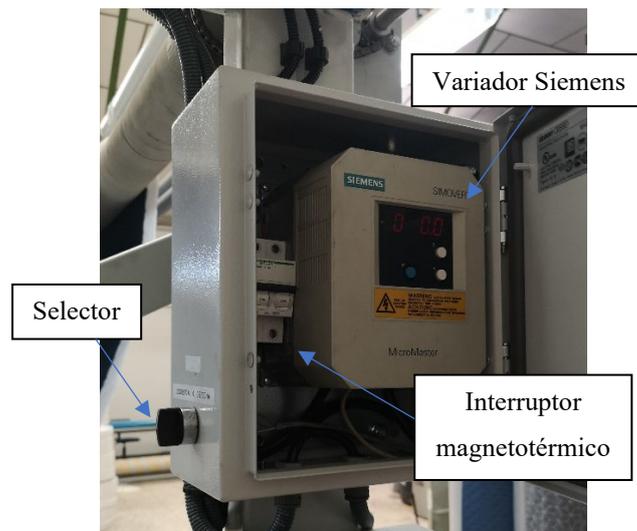
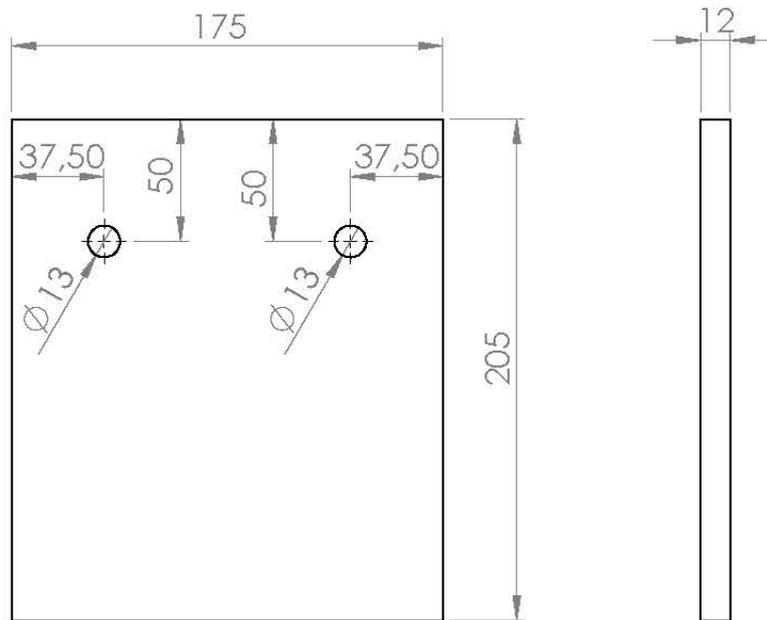
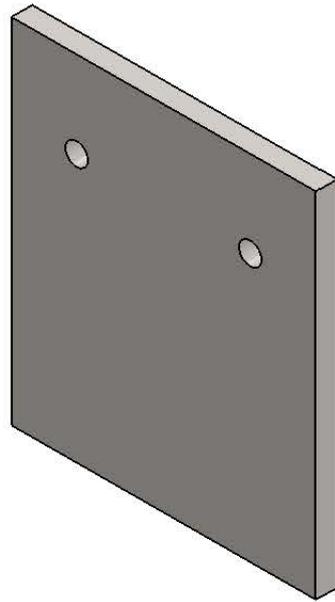


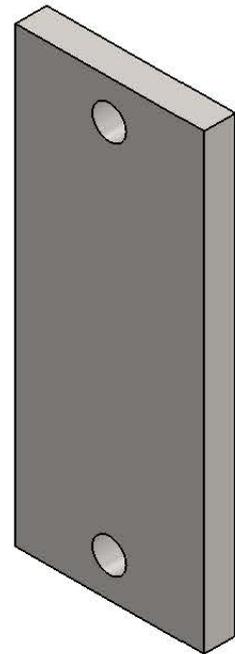
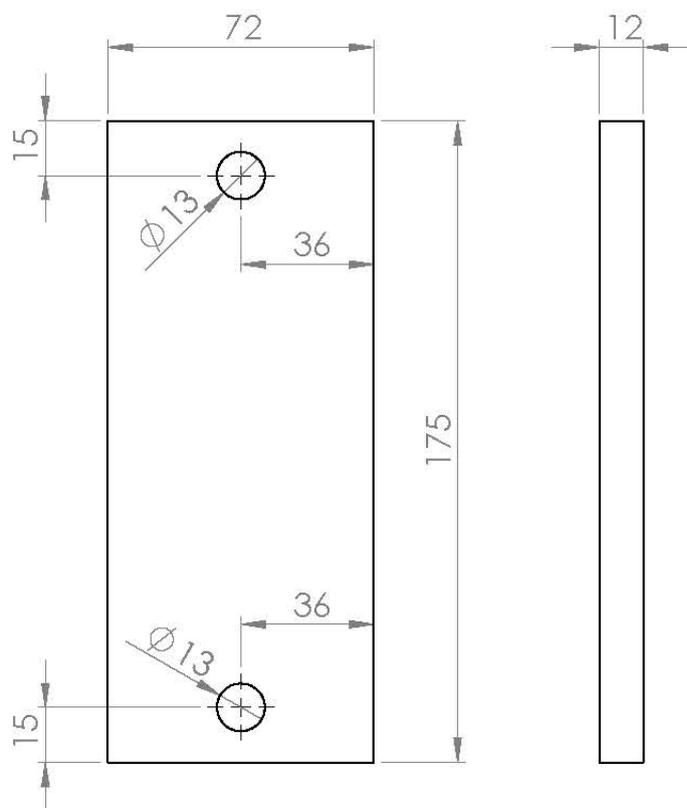
Figura 53. Instalación de los componentes eléctricos. Fuente: fotografía propia

## **5. PLANOS**



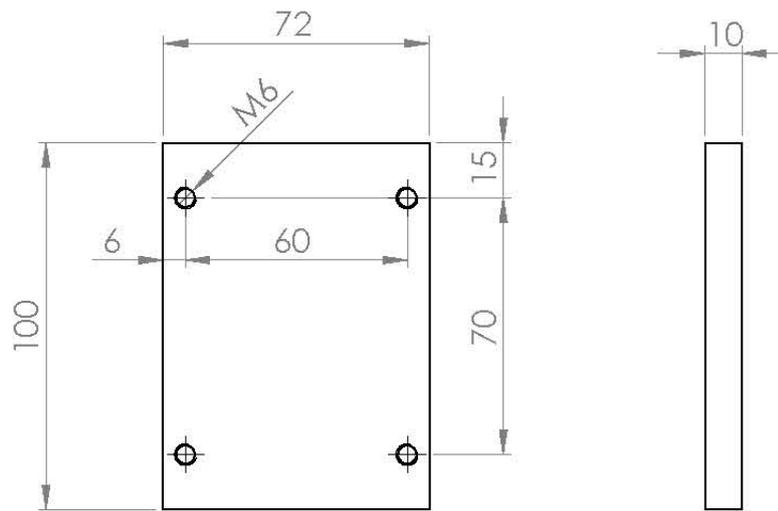
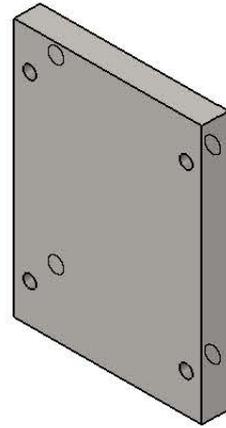
Cantidad: 2 unidades

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: PLACA VERTICAL SOPORTE	
Revisado por:	Unidad: mm	1er APELLIDO: VICEDO	FECHA: JUN/20
	ESCALA: 1:3	2º APELLIDO: PENEDO	
Nota:		Nombre: JOSHUA	HOJA: 1
		Titulación: INGENIERÍA MECÁNICA	



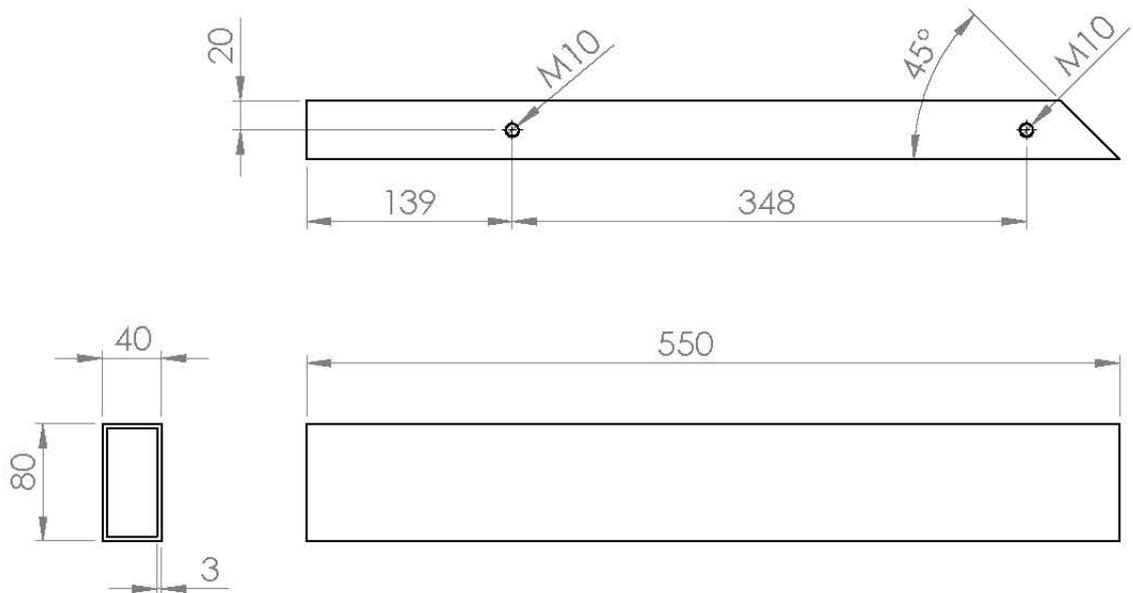
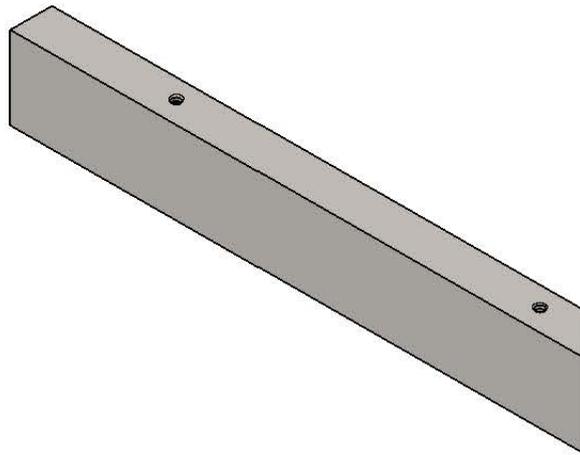
Cantidad: 2 unidades

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: PLACA HORIZONTAL SOPORTE	
Revisado por:	Unidad: mm	1er APELLIDO: VICEDO	FECHA: JUN/20
	ESCALA: 1:2	2º APELLIDO: PENEDO	
Nota:		Nombre: JOSHUA	HOJA: 2
		Titulación: INGENIERIA MECÁNICA	



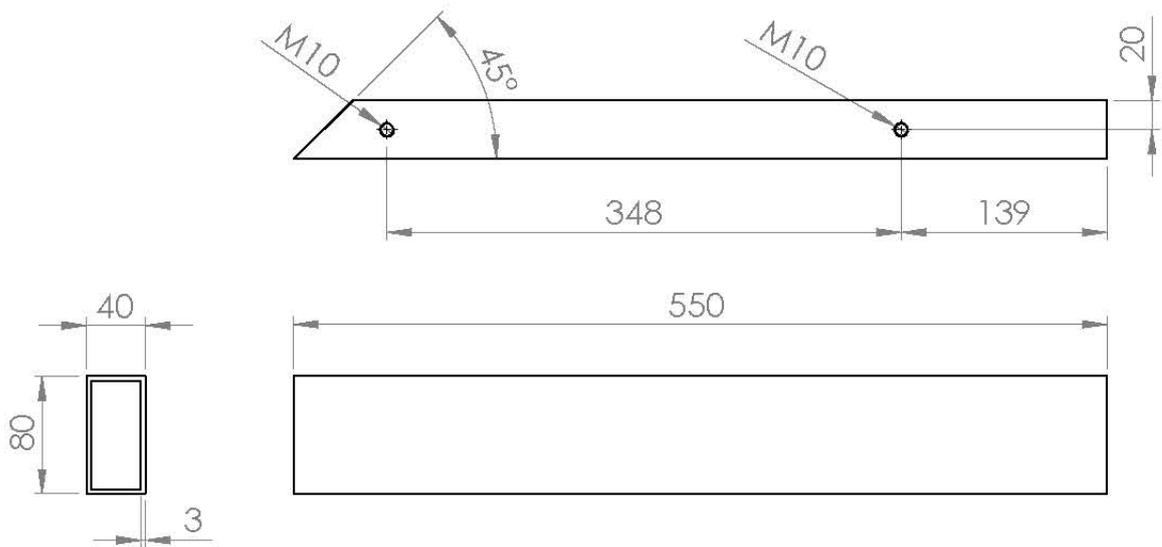
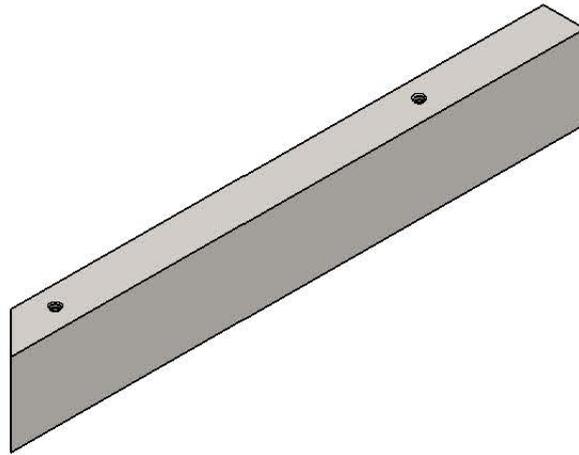
Cantidad: 1 unidad

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: PLACA ANCLAJE REDUCTOR SIEMENS	
Revisado por:	Unidad: mm	1er APELLIDO: VICEDO	FECHA: JUN/20
	ESCALA: 1:2	2º APELLIDO: PENEDO	HOJA: 3
Nota:		Nombre: JOSHUA	
		Titulación: INGENIERIA MECÁNICA	



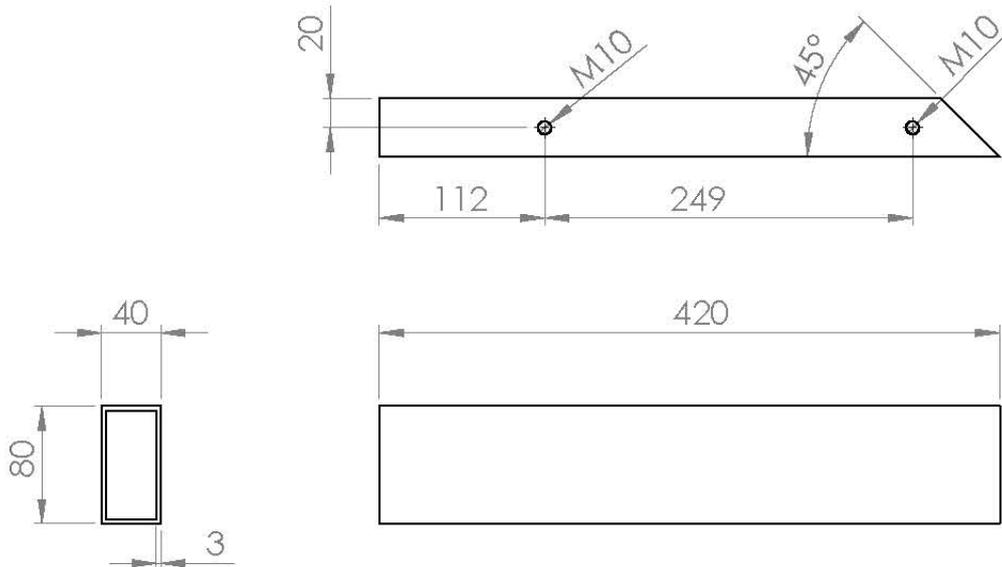
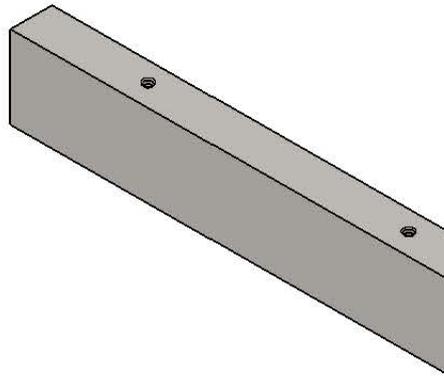
Cantidad: 1 unidad

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: TUBO LARGO PARA SOPORTE 1	
Revisado por:	Unidad: mm	1er APELLIDO: VICEDO	FECHA: JUN/20
	ESCALA: 1:5	2º APELLIDO: PENEDO	
Nota:		Nombre: JOSHUA	HOJA: 4
		Titulación: INGENIERIA MECÁNICA	



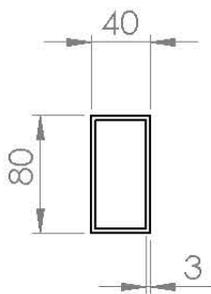
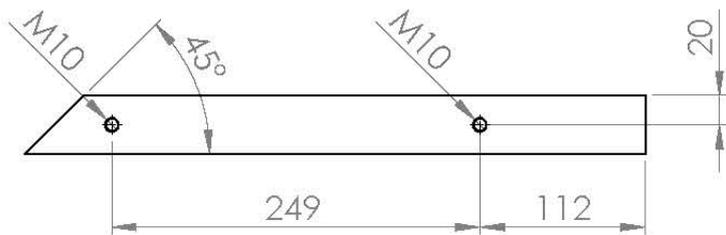
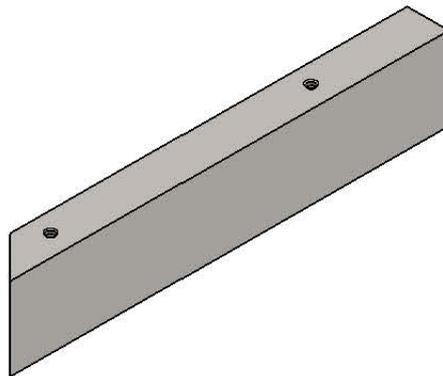
Cantidad: 1 unidad

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: TUBO LARGO PARA SOPORTE 1 SIMÉTRICO	
Revisado por:	Unidad: mm	1er APELLIDO: VICEDO	FECHA: JUN/20
	ESCALA: 1:5	2º APELLIDO: PENEDO	HOJA: 5
Nota:		Nombre: JOSHUA	
		Titulación: INGENIERIA MECÁNICA	



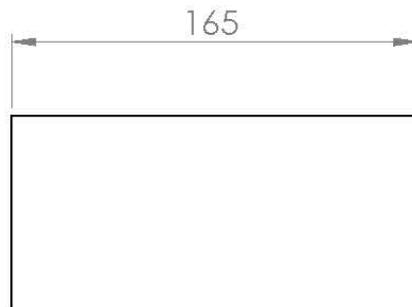
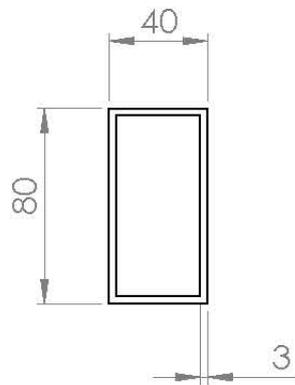
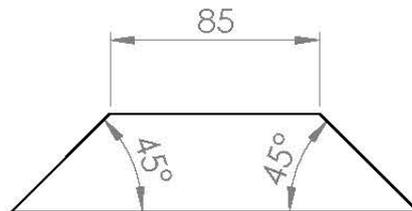
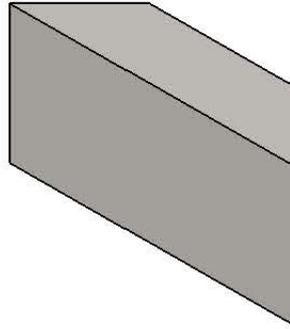
Cantidad: 1 unidad

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: TUBO LARGO PARA SOPORTE 2	
Revisado por:	Unidad: mm	1er APELLIDO: VICEDO	FECHA: JUN/20
	ESCALA: 1:5	2º APELLIDO: PENEDO	HOJA: 6
Nota:		Nombre: JOSHUA	
		Titulación: INGENIERIA MECÁNICA	



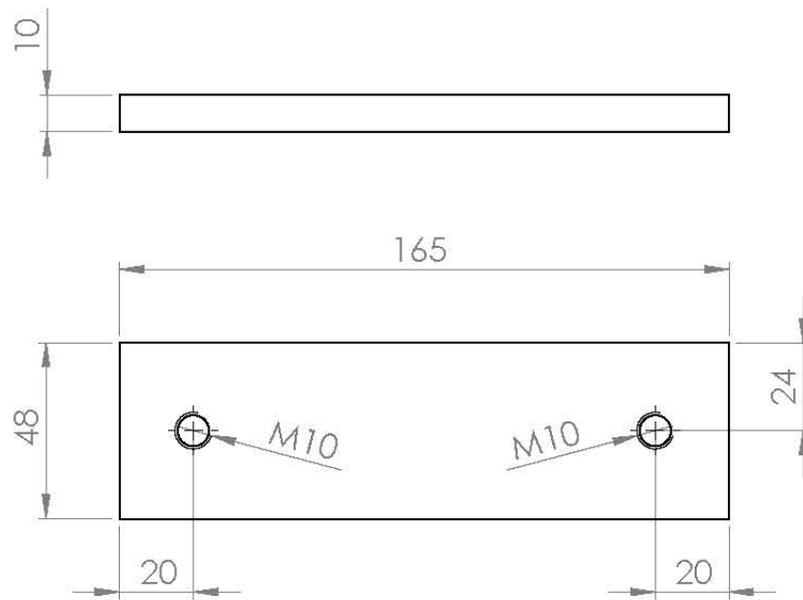
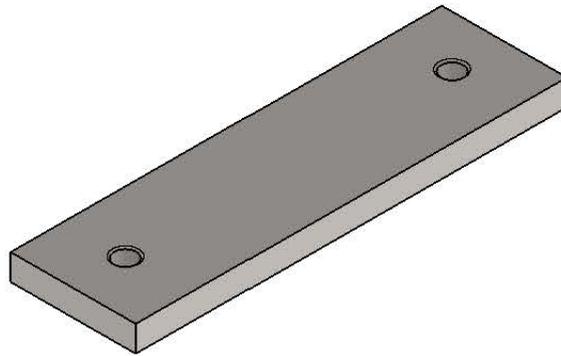
Cantidad: 1 unidad

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: TUBO LARGO PARA SOPORTE 2 SIMETRICO	
Revisado por:	Unidad: mm	1er APELLIDO: VICEDO	FECHA: JUN/20
	ESCALA: 1:5	2º APELLIDO: PENEDO	
Nota:		Nombre: JOSHUA	HOJA: 7
		Titulación: INGENIERIA MECÁNICA	



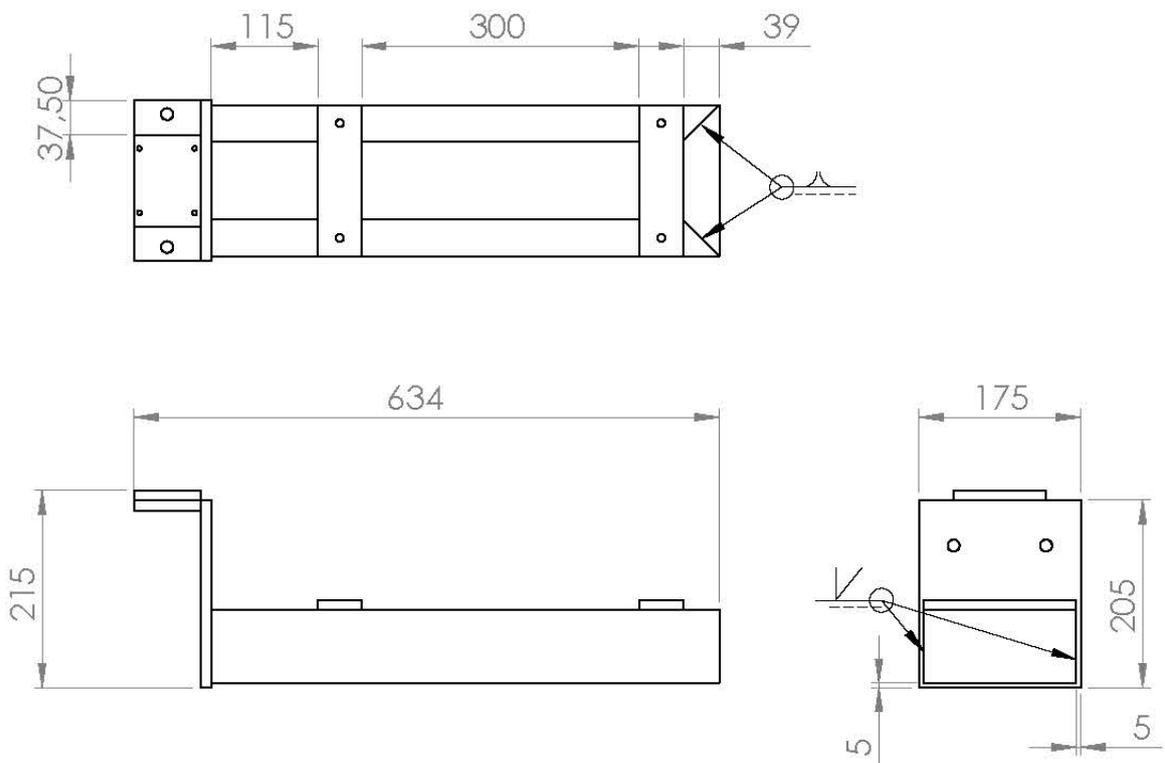
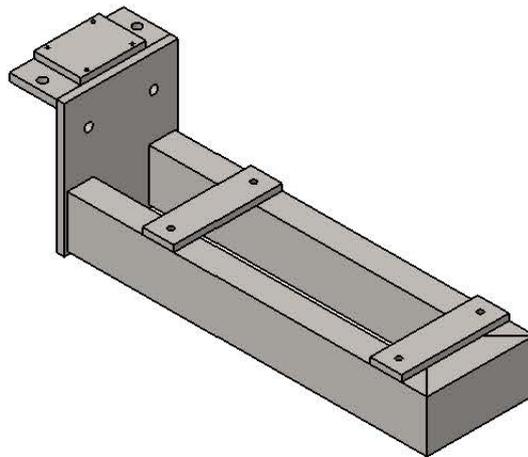
Cantidad: 2 unidades

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: TUBO CON INGLETE PARA SOPORTES 1 Y 2	
Revisado por:	Unidad: mm	1er APELLIDO: VICEDO	FECHA: JUN/20
	ESCALA: 1:3	2º APELLIDO: PENEDO	
Nota:		Nombre: JOSHUA	HOJA: 8
		Titulación: INGENIERIA MECÁNICA	



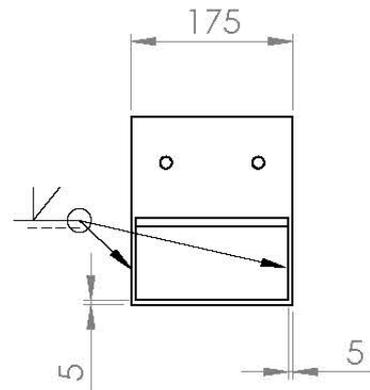
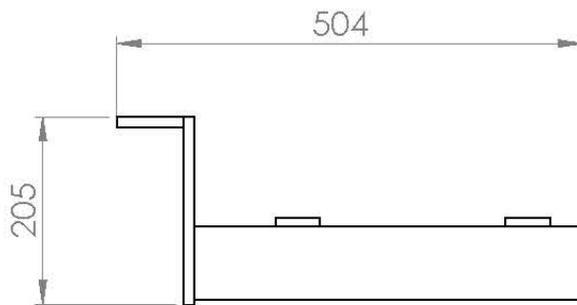
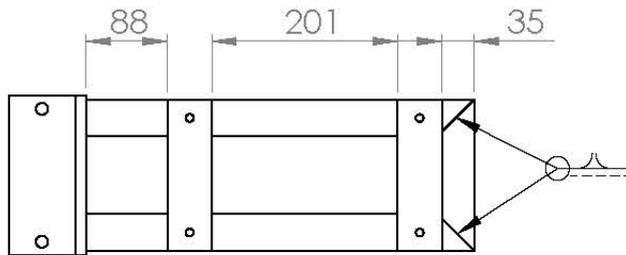
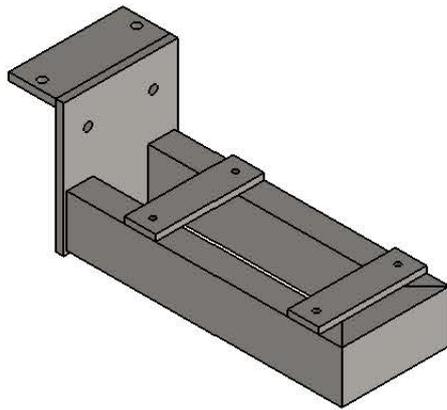
Cantidad: 4 unidades

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: SUPLEMENTO PARA SOPORTE DE RODAMIENTO	
Revisado por:	Unidad: mm	1er APELLIDO: VICEDO	FECHA: JUN/20
	ESCALA: 1:2	2º APELLIDO: PENEDO	
Nota:		Nombre: JOSHUA	HOJA: 9
		Titulación: INGENIERIA MECÁNICA	



Cantidad: 1 unidad

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: ENSAMBLAJE SOPORTE 1	
Revisado por:	Unidad: mm	1er APELLIDO: VICEDO	FECHA: JUN/20
	ESCALA: 1:8	2º APELLIDO: PENEDO	
Nota:		Nombre: JOSHUA	HOJA: 10
		Titulación: INGENIERIA MECÁNICA	



Cantidad: 1 unidad

UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA  
CAMPUS D'ALCOI

TÍTULO:  
ENSAMBLAJE SOPORTE 2

Revisado por:

Unidad: mm

1er APELLIDO: VICEDO

FECHA:  
JUN/20

ESCALA:  
1:8

2º APELLIDO: PENEDO

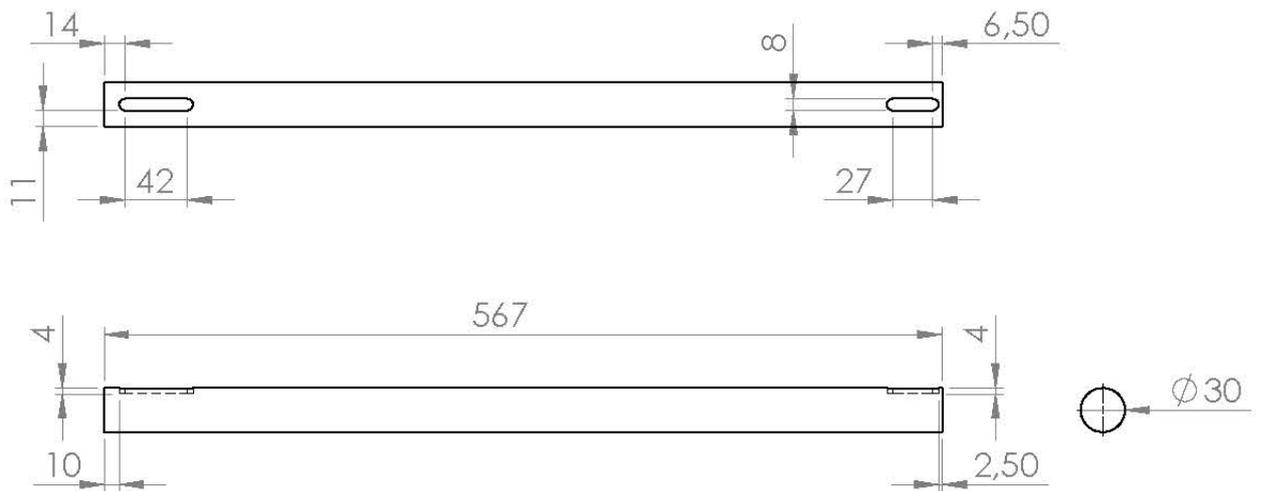
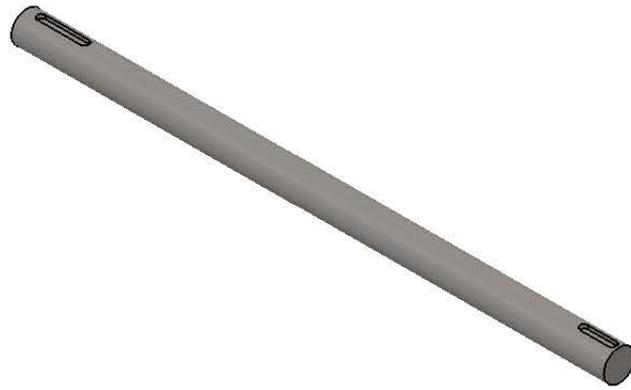
Nombre: JOSHUA

HOJA:  
11

Nota:

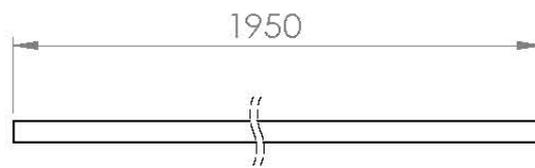


Titulación: INGENIERIA MECÁNICA



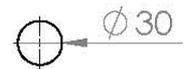
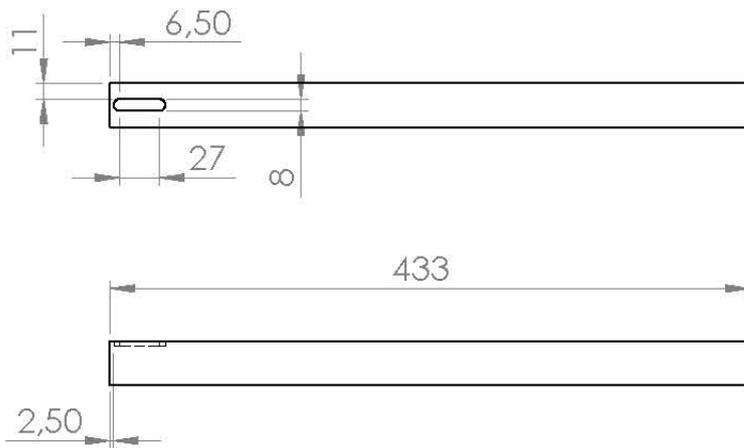
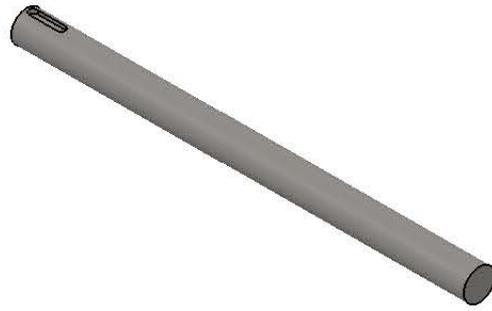
Cantidad: 1 unidad

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: EJE TRACCIONADO	
Revisado por:	Unidad: mm	1er APELLIDO: VICEDO	FECHA: JUN/20
	ESCALA: 1:5	2º APELLIDO: PENEDO	
Nota:		Nombre: JOSHUA	HOJA: 12
		Titulación: INGENIERIA MECÁNICA	



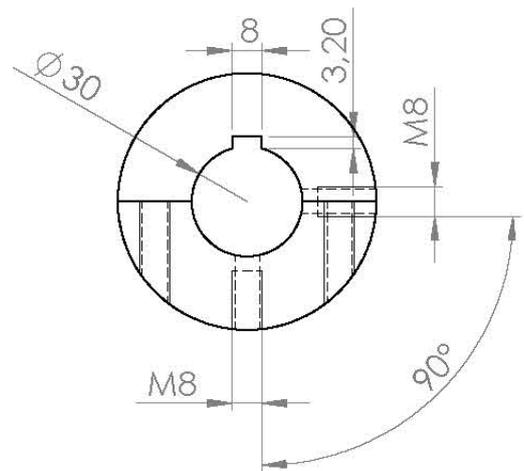
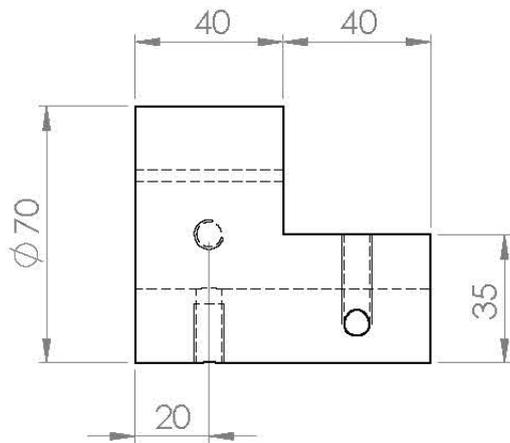
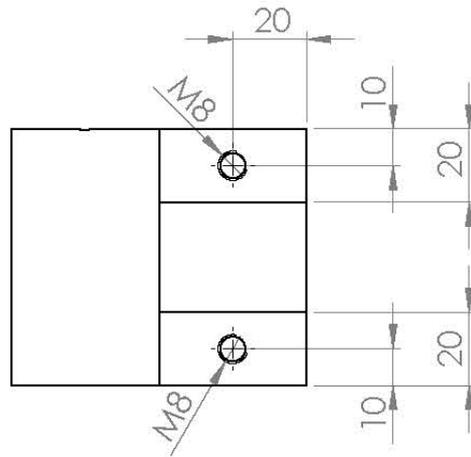
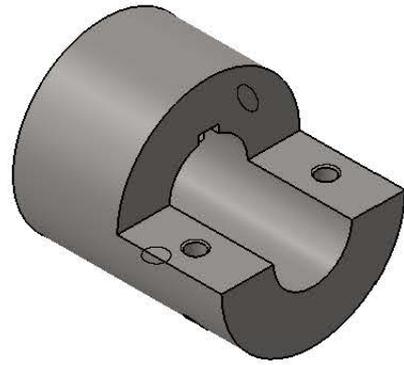
Cantidad: 2 unidades

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: EJE PORTA CUCHILLAS	
Revisado por:	Unidad: mm	1er APELLIDO: VICEDO	FECHA: JUN/20
	ESCALA: 1:10	2º APELLIDO: PENEDO	
Nota:		Nombre: JOSHUA	HOJA: 13
		Titulación: INGENIERIA MECÁNICA	



Cantidad: 1 unidad

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: EJE LOCO	
Revisado por:	Unidad: mm	1er APELLIDO: VICEDO	FECHA: JUN/20
	ESCALA: 1:5	2º APELLIDO: PENEDO	
Nota:		Nombre: JOSHUA	HOJA: 14
		Titulación: INGENIERIA MECÁNICA	



Cantidad: 2 unidades

UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA  
CAMPUS D'ALCOI

TÍTULO:  
BRIDA PORTA EJES 1

Revisado por:

Unidad: mm

1er APELLIDO: VICEDO

FECHA:  
JUN/20

ESCALA:  
1:2

2º APELLIDO: PENEDO

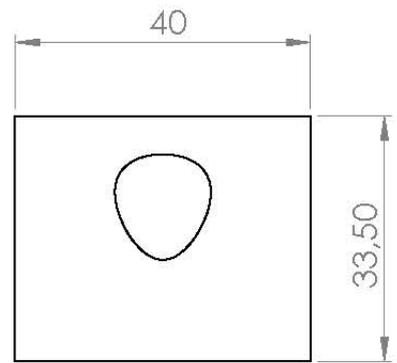
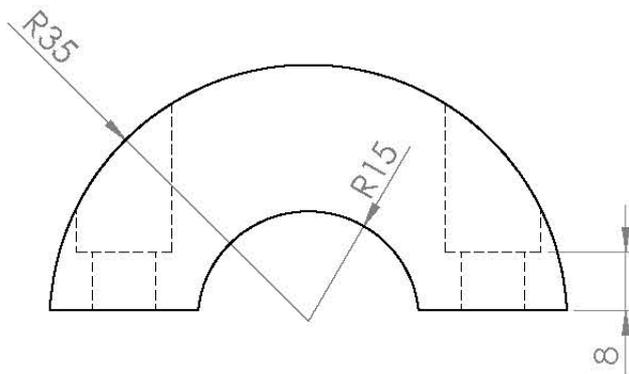
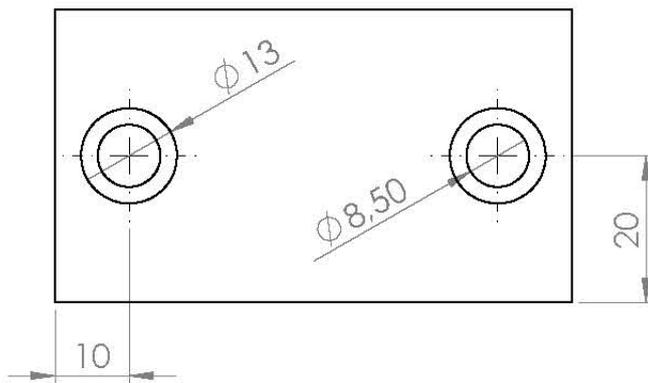
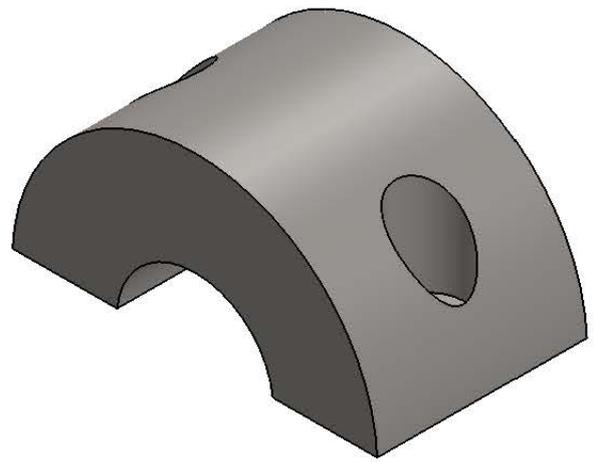
Nombre: JOSHUA

HOJA:  
15

Nota:



Titulación: INGENIERIA MECÁNICA



Cantidad: 2 unidades

UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA  
CAMPUS D'ALCOI

TÍTULO:  
BRIDA PORTA EJES 2

Revisado por:

Unidad: mm

1er APELLIDO: VICEDO

FECHA:  
JUN/20

ESCALA:  
1:1

2º APELLIDO: PENEDO

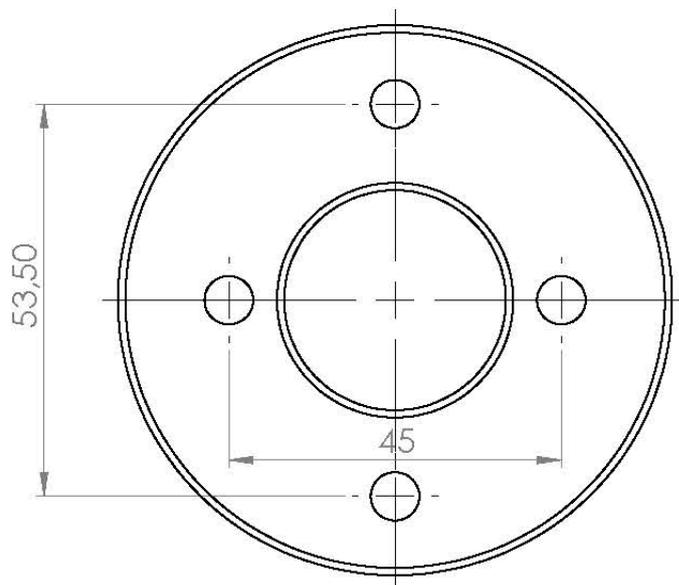
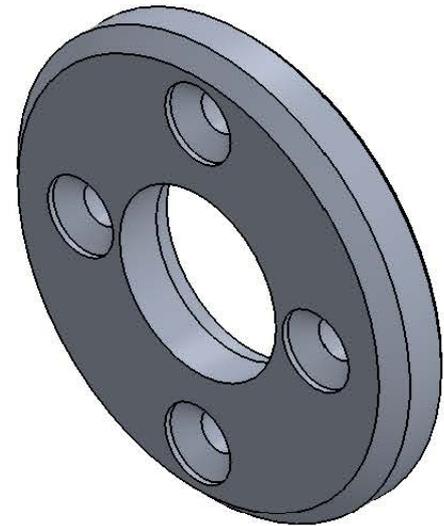
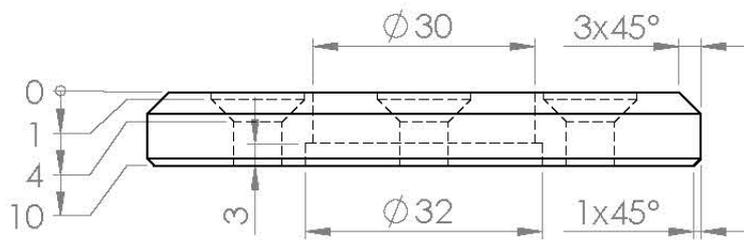
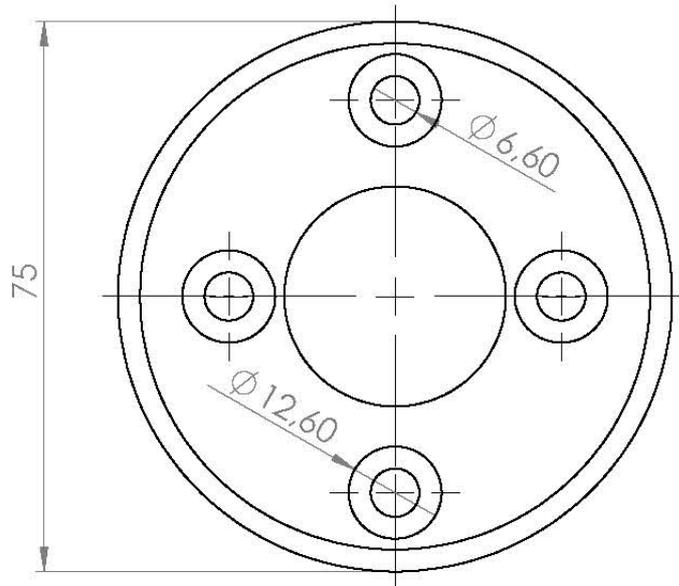
Nombre: JOSHUA

HOJA:  
16

Nota:

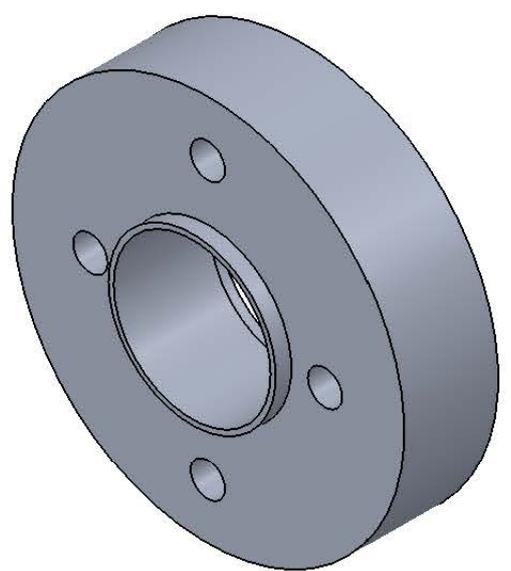
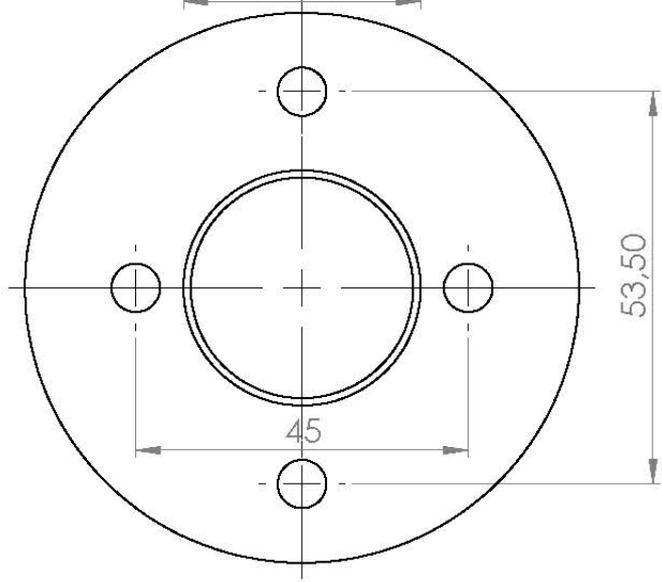
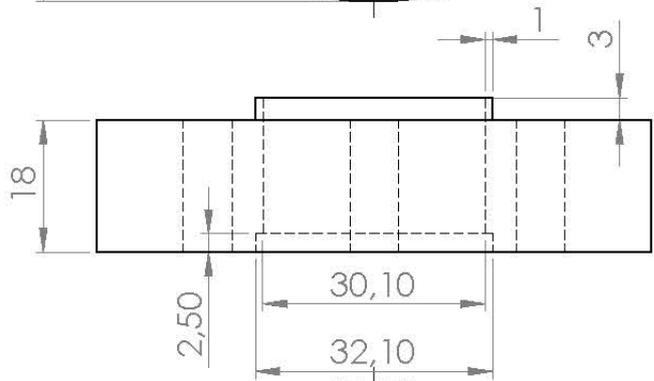
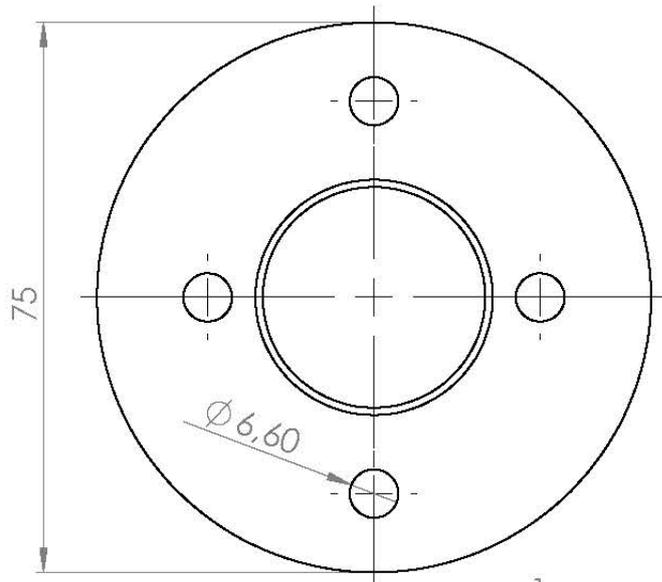


Titulación: INGENIERIA MECÁNICA



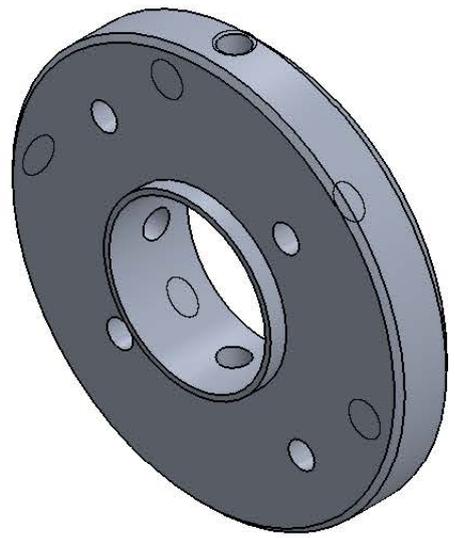
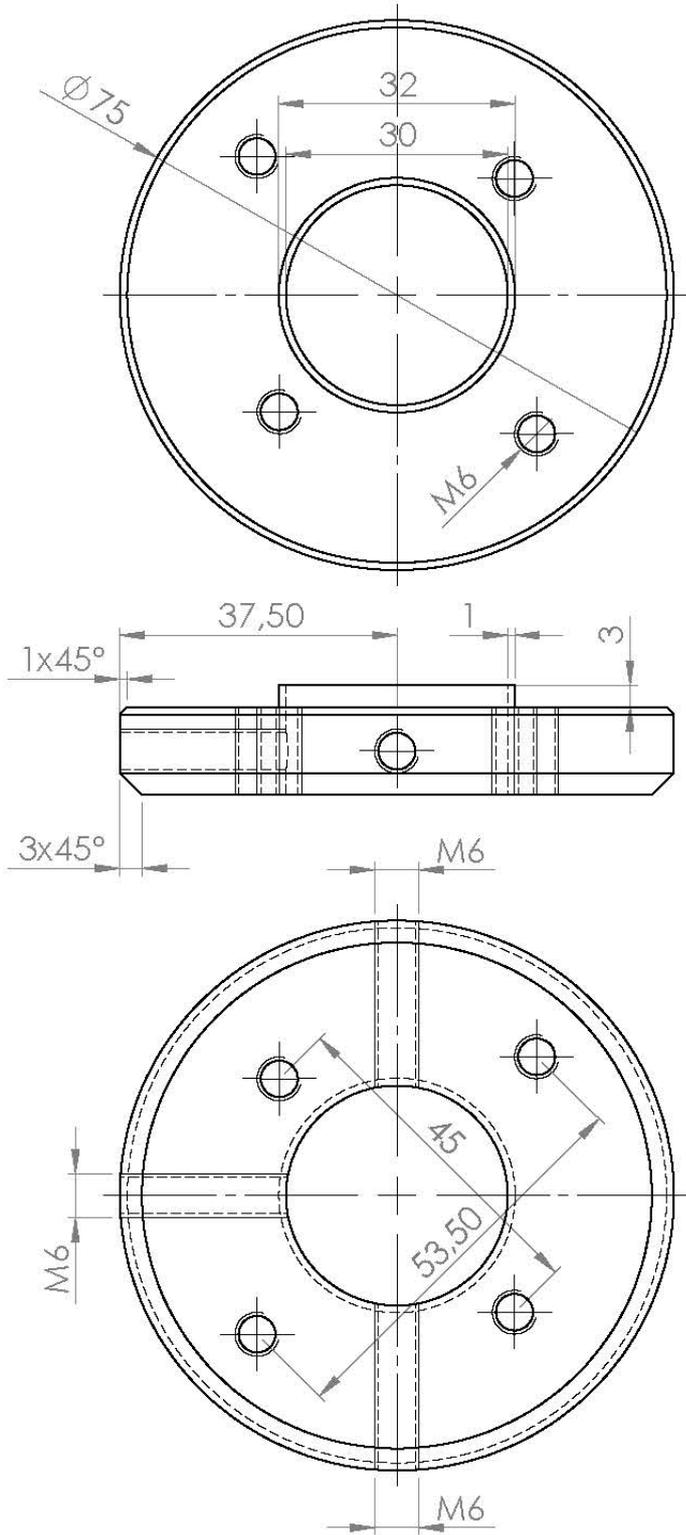
Cantidad: 16 unidades

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: BRIDA PARA CUCHILLAS 1	
Revisado por:	Unidad: mm	1er APELLIDO: VICEDO	FECHA: JUN/20
	ESCALA: 1:1	2º APELLIDO: PENEDO	
Nota:		Nombre: JOSHUA	HOJA: 17
		Titulación: INGENIERIA MECÁNICA	



Cantidad: 8 unidades

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: BRIDA PARA CUCHILLAS TACO SEPARADOR	
Revisado por:	Unidad: mm	1er APELLIDO: VICEDO	FECHA: JUN/20
	ESCALA: 1:1	2º APELLIDO: PENEDO	
Nota:		Nombre: JOSHUA	HOJA: 18
		Titulación: INGENIERIA MECÁNICA	



Cantidad: 16 unidades

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		TÍTULO: BRIDA PARA CUCHILLAS 2	
Revisado por:	Unidad: mm	1er APELLIDO: VICEDO	FECHA: JUN/20
	ESCALA: 1:1	2º APELLIDO: PENEDO	
Nota:		Nombre: JOSHUA	HOJA: 19
		Titulación: INGENIERIA MECÁNICA	

## 6. PRESUPUESTO

<b>PIEZAS CORTE LÁSER</b>			TOTAL LINEA	<b>32,71 €</b>
CONCEPTO		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
PLACA VERTICAL SOPORTE		2	7,63 €	15,26 €
PLACA HORIZONTAL SOPORTE		2	3,52 €	7,04 €
PLACA SOPORTE REDUCTOR		1	2,17 €	2,17 €
PLACA SOPORTE RODAMIENTO		4	2,06 €	8,24 €
<b>MATERIAL CONSTRUCCIÓN</b>			TOTAL LINEA	<b>132,40 €</b>
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
MACIZO Ø30 ACERO	KG	23,08	1,30 €	30,00 €
TUBO 80x40x3 ACERO	KG	32,4	0,90 €	29,16 €
MACIZO Ø70 INOX 304	KG	6,1	3,20 €	19,52 €
MACIZO Ø75 ALUMINIO	KG	14,4	3,73 €	53,71 €
<b>COMPONENTES Y TORNILLERIA</b>			TOTAL LINEA	<b>1.162,52 €</b>
CONCEPTO		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
RODAMIENTO UCP_206 Ø30		4	9,85 €	39,40 €
MOTOR SIEMENS		1	83,44 €	83,44 €
REDUCTOR CIDIPA		1	85,28 €	85,28 €
EJE SALIDA REDUCTOR		1	13,40 €	13,40 €
BUJE CÓNICO 1610-18		1	11,62 €	11,62 €
BUJE CÓNICO 1610-30		1	13,98 €	13,98 €
POLEA TAPER 36 8M 20		2	21,36 €	42,72 €
CORREA DENTADA 544 8M 20		1	24,84 €	24,84 €
ESPARRAGO ALLEN DIN 926 M8x20		4	0,07 €	0,28 €
ESPARRAGO ALLEN DIN 916 M6x20		48	0,05 €	2,40 €
TORNILLO DIN 7991 M6x20		16	0,05 €	0,80 €
TORNILLO DIN 7991 M6x35		16	0,08 €	1,28 €
TORNILLO DIN 912 M8x30		4	0,09 €	0,36 €
TORNILLO DIN 933 M12x35		8	0,12 €	0,96 €
TORNILLO DIN 912 M6x10		4	0,04 €	0,16 €
TORNILLO DIN 912 M10x35		16	0,10 €	1,60 €
CUCHILLA CIRCULAR 160x32x1		24	35,00 €	840,00 €
<b>HORAS TRABAJO</b>			TOTAL LINEA	<b>1.607,50 €</b>
CONCEPTO		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
DISEÑO		10	40,00 €	400,00 €
FABRICACIÓN		35	26,50 €	927,50 €
MONTAJE		8	35,00 €	280,00 €
			<b>Subtotal</b>	<b>2.935,13 €</b>
	I.V.A. %		21%	616,38 €
<b>TOTAL CON IVA</b>				<b>3.551,50 €</b>

## 7. CONCLUSIONES

El diseño de la máquina cortadora debía cumplir el requisito principal impuesto por el cliente de poder acoplarse a la línea de producción existente, construyendo unos soportes en base a la estructura inicial encontrada, consiguiendo dicho objetivo.

A raíz de esto, al configurar en el inicio del trabajo el número de cuchillas necesarias para cortar cada producto, se ha conseguido reducir la intervención del operario en el proceso productivo, pudiendo destinar su tiempo a desarrollar otras tareas.

Debido a que el diseño contempla la premisa de fácil manipulación de los elementos, se ha instalado un sistema de amarre entre elementos sencillo y práctico a la vez, pudiendo realizar el intercambio de los ejes con configuraciones de cuchillas diferentes con rapidez y seguridad.

Se ha incorporado a la nueva máquina cortadora un sistema mecánico y eléctrico con función de paro en caso de avería, asegurando de esta manera que los componentes eléctricos instalados con anterioridad no puedan dañarse.

A título personal, he realizado este proyecto durante mis prácticas curriculares en el último curso del grado, significando mi primera tarea en el mundo laboral de desarrollo de una máquina con exigencias específicas impuestas por un cliente. Me ha permitido conocer los imprevistos que pueden surgir en los distintos procesos de fabricación, teniendo también que adaptar el diseño a posibles contratiempos que puedan aparecer. Además, me he introducido en el mercado de productos metalúrgicos, adquiriendo a proveedores varias referencias en formatos específicos. Por último, he aprendido a realizar las tareas de seguimiento del proceso productivo desde una oficina técnica, englobando de esta manera muchas tareas de utilidad que enriquecerán mi futuro laboral.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Portal web Ingemecánica. Tutorial nº 101: “*Estudio y clasificación de los aceros*”.

<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn101.html>

Portal web Construmática. Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción. Construpedia. Resiliencia de un material.

<https://www.construmatica.com/construpedia/Resiliencia>

Portal web Codima. Soluciones industriales. Transmisión; rodamientos

<https://www.codima.com/rodamientos/soporte-puente-ucp206.html>

Portal web Broncesval SL. Aluminio, Bronce, Cobre, Latón, Plásticos...

<https://www.broncesval.com/aluminio/>

Portal web Suministros Fenollar. Transmisión de potencia

<http://www.suministrosfenollar.com/uploads/transmision/poleas.pdf>

Portal web Ferros Planes. “*Inox 304 vs Inox 316: las diferencias entre los dos tipos de acero*”. <https://ferrosplanes.com/inox-304-vs-inox-316-diferencias/>

Portal web Universidad de Cantabria. (s.f.). “*4.1. Elementos de máquinas*”

[https://ocw.unican.es/pluginfile.php/228/course/section/139/tema\\_4.1.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/228/course/section/139/tema_4.1.pdf)

Portal web UPV. poliBlogs. Victor Yepes Piqueras. (2018). “*El acero como material estructural*”.

<https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/11/13/el-acero-como-material-estructural/>

Portal web Hierros Mora Antón. Tabla de pesos.

<https://www.grupomora.com/docs/default-source/prontuario/tabla-de-pesos-uahec175edb66a686e23a629ff0000577331.pdf?sfvrsn=8>