



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

## **AGRADECIMIENTOS**

*Me gustaría dedicar unas frases para agradecerles a todas las personas que han estado apoyándome durante estos años y con este proyecto.*

*A mi familia por creer en mi hasta cuando yo no lo hacía, a mis amigas por animarme en momentos duros, a mi compañero de piso, por ayudarme en todo y más, a mi novio por apoyarme siempre y a todos los profesores, con especial atención, a mi tutor, que, durante este proyecto, me han ayudado y resuelto dudas siempre que las he tenido.*

## **RESUMEN**

El proyecto consiste en el diseño completo de un bombo de cangilones para la producción de curtidos y cueros a nivel industrial. El producto mejorará las prestaciones características de los bombos convencionales de madera y tendrá en consideración la reducción de los consumos eléctricos derivados de su uso. En el diseño se considerará la filosofía de diseño para Fabricación y montaje para orientarlo a conseguir la funcionalidad deseada con el mínimo coste posible. Se realizan los cálculos mecánicos justificativos de las formas y dimensiones del diseño, la selección de los materiales adecuada a los objetivos y uso previsto del producto hasta llegar a completar el diseño de detalle completo. Como herramienta complementaria de diseño se realizarán las simulaciones necesarias del comportamiento del producto empleando aplicaciones de grado comercial como procedimiento provisional de validación del diseño. Así mismo, se realiza el presupuesto correspondiente al coste de fabricación de una unidad del producto y el coste del proyecto de diseño.

Palabras Clave: DFMA; Bombo; Cangilones; Curtidos; Cuero; Diseño; Fabricación; Simulación.

## **RESUM**

El projecte consisteix en el disseny complet d'un bombo de catúfols destinat a la producció d'assaonats a nivell industrial. El producte millorarà les prestacions característiques dels bombos convencionals de fusta y tindrà en consideració la reducció dels consums elèctrics derivats de l'ús. Al disseny es considerarà la filosofia de disseny per a Fabricació i Muntatge per orientar el disseny a tindre la funcionalitat desitjada amb el mínim cost possible. Es realitzen els càlculs mecànics justificatius de les formes i dimensions del disseny, la selecció de materials adequats als objectius i ús previst del producte fins arribar a completar el disseny de detall complet. Com a eina complementaria de disseny es realitzaran les simulacions necessàries del comportament del producte emprant aplicacions de grau comercial com a procediment provisional de validació del disseny. També es realitza el pressupost corresponent al cost de fabricació d'una unitat del producte i el cost del projecte de disseny.

Paraules clau: DFMA; Bombo; Catúfols; assaonats; cuir; disseny; fabricació; simulació

## **ABSTRACT**

This project presents a fully design of a buss drum for tanning and leather production at the industrial level. The resultant product will improve the features of the traditional wooden buss drums. In addition, our product will also consider the reduction of the electric consumption arising from its use. For the design, we will take into account the design philosophy for manufacture and installation in order to achieve the desired functionality at the lowest possible cost. With this aim, we will realize the supporting mechanical calculations of the shape and dimensions of our design. We will also select the appropriate materials for the objectives and the expected use for the product reaching a complete detailed design. As complementary tools the required simulations of the product's performance will be implemented by using different commercial grade applications as a temporary design tool for validation. Similarly, the budget corresponding to a single unit's manufacturing cost and to the cost of the design project.

Key Words: DFMA, buss drum, tanning, leather, design, manufacture, simulation

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

Tabla de contenido

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....8

    1.1 Objeto del Proyecto.....8

    1.2 Objetivos.....8

    1.3 Justificación.....9

    1.4 Motivación .....9

CAPÍTULO 2. CONTEXTO.....10

    2.1 ¿Qué es un Bombo de Cangilones?.....10

    2.2 Enfoque DFMA .....11

    2.3 ¿Cómo funciona el DFMA?.....13

    2.4 Selección de Materiales y Procesos según DFMA.....14

CAPÍTULO 3. DISEÑO.....17

    3.1 Diseño Conceptual.....17

    3.2 Cálculos de Predimensionado .....18

    3.3 Calculo Rodillos .....23

    3.4 Resultados del Análisis Tensional.....28

    3.5 Cálculo Potencia Motor .....30

CAPÍTULO 4. MONTAJE .....36

CAPÍTULO 5. PRESUPUESTO .....40

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES .....42

CAPÍTULO 7. BIBLIOGRAFIA.....43

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Fotografía Nave Olcina Group .....	10
Figura 2: Bombo de Cangilones Next. ....	11
Figura 3. Enfoque sobre la pared.....	12
Figura 4. Estructura DFMA .....	14
Figura 5. Captura de Ces-Edupack .....	15
Figura 6. Captura resultados de Ces-Edupack .....	16
Figura 7. Captura simulación de bombo en Inventor .....	17
Figura 8. Captura bombo con simplificación de cargas .....	18
Figura 9. Eje para rodamiento deslizante.....	25
Figura 10. Diagrama Momentos .....	26
Figura 11. Resultado diagrama en detalle.....	26
Figura 12. Grafica concentrador tensiones .....	27
Figura 13. Diseño Bombo Cangilones.....	27
Figura 14. Analisis Von Mises en Inventor .....	29
Figura 15. Analisis desplazamiento en Inventor .....	29
Figura 16. Localizacion centro de gravedad .....	31
Figura 17. Motor Reductor .....	35
Figura 18: Detalle de cangilón y refuerzos .....	37
Figura 19. Detalle de patinete por guía.....	38
Figura 20. Detalle puerta.....	38
Figura 21. Detalle pestillos puerta .....	39
Figura 22. Detalle volante .....	39

**ÍNDICE DE TABLAS**

TABLA 1. Selección de Materiales y Procesos .....	15
TABLA 2. Datos Geométricos Bombo Metal.....	19
TABLA 3. Datos Geométricos Anillo Rodadura .....	20
TABLA 3. Fragmento tabla perfiles HEB .....	21
TABLA 4. Datos Geométricos Perfiles HEB .....	21
TABLA 5. Datos Masa Piezas.....	22
TABLA 6. Datos Confiabilidad .....	24

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

***DOCUMENTO 1:***

# ***MEMORIA DESCRIPTIVA***

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Objeto del Proyecto

Este trabajo de fin de grado tiene como objeto el diseño de un bombo de cangilones para la industria de la tenería, aplicando metodología de diseño para fabricación y ensamblaje. Para ello, se modelará un prototipo con el software de diseño “Inventor”.

De esta manera, pueden distinguirse dos partes bien diferenciadas en este proyecto:

La primera fase consiste en realizar diferentes diseños hasta encontrar el que más se adecue a las características especificadas. Durante ésta fase se tendrán en cuenta los principios de la metodología de diseño para fabricación y ensamblaje (a partir de ahora, nos referiremos a ella como DFMA, “Design for manufacture and assembly”) con el fin de reducir el proceso en tiempo y costes.

Obtenido el prototipo, se procederá a la comprobación estructural con un programa de *software* CAD, gracias al cual se podrá reproducir el análisis de tensiones y deformaciones implicadas. En último lugar se la elaborará un presupuesto, donde se reflejará la planificación temporal o la organización de los recursos económicos entre otros.

### 1.2 Objetivos

El objetivo del presente proyector es buscar una alternativa de diseño para un Bombo de Cangilones tradicional. Para ello, se tratará de estudiar la viabilidad de sustituir el material base de su estructura, que es la madera, por una estructura reforzada en su interior con fibras de polipropileno.

Otro de los objetivos a cumplir será sustituir la mecánica de la estructura, sujeta por sus extremos mediante una estrella y una corona para distribuir de manera diferente el reparto de cargas.

También se pretende con este trabajo poner en práctica los principios de la metodología DFMA con el fin de hacer el proceso de diseño más eficiente reduciendo con ello el costo final de la máquina

El alcance del proyecto abarca el análisis del comportamiento de la estructura considerando las diferentes condiciones de contorno, entre las que se encuentran la fuerza que ejercen los elementos girando en el interior de la máquina, el propio peso de la estructura que deberá ser soportado por los rodamientos y las fuerzas que actúan sobre el engranaje que dará movimiento a la máquina, entre otras.

# Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

## 1.3 Justificación

Como se ha comentado, el fin de este TFG es realizar el diseño un bombo de cangilones. Este tipo de máquina está presente en la industria de la tenería y es fundamental en el proceso del tratamiento de las pieles.

El primer bombo que se fabricó fue diseñado principalmente con madera, hoy en día la mayoría de éstos son fabricados con madera, por ser un material resistente que permite un alineamiento entre ejes y una fácil fabricación. Sin embargo, con el tiempo, las fábricas que se dedican a éstos tratamientos han demandado la sustitución de este material, pues se han dado cuenta que debido a la alta porosidad de la madera, existen filtraciones de los productos químicos durante el proceso, que dan problemas en las fases de coloración de las pieles, estropeando o disminuyendo la calidad de éstas.

Es éste el principal motivo por el que se pretende diseñar un nuevo bombo constituido por otros materiales que no tengan este problema.

## 1.4 Motivación

Este proyecto es de especial interés para mí porque puede ayudarme a entender mejor el conjunto de etapas de un proceso industrial, desde que se decide cual es la idea hasta que finalmente tienes la máquina fabricada.

Además, creo que me ayudará a poner en práctica lo realmente aprendido durante estos años, pues este tipo de trabajo engloba asignaturas de materiales, diseño, fabricación y estructuras. No solo a aplicar los conocimientos adquiridos, sino a ir más allá aprendiendo a hacer un análisis estructural completo, conocer herramientas como es el DFMA que está al día en las empresas actuales, habituarme al vocabulario técnico y otras herramientas que considero muy útiles para mi futuro.

Por otra parte, espero que el poder demostrar en una entrevista de trabajo ésta visión de conjunto adquirida junto con la puesta en práctica de los conocimientos de la carrera, me ayude a encontrar más fácilmente trabajo en el futuro.

## CAPÍTULO 2. CONTEXTO

### 2.1 ¿Qué es un Bombo de Cangilones?

En éste subcapítulo se explicará brevemente que es un bombo y su funcionamiento.

La máquina que se trata en este proyecto se encuentra dentro del ámbito del tratamiento de pieles, del sector del cuero, la marroquinería o los calzados, ocupando una posición fundamental en su sector.

Un bombo de cangilones (Figura 1) es un tonel, tradicionalmente de madera, con una entrada de agua y una puerta por donde entran y salen las pieles, se gira hasta conseguir la suficiente fuerza centrífuga para lograr la absorción del tinte en las pieles.



*Figura 1. Fotografía Nave Olcina Group*

*Fuente: Página Web Olcina Group SL*

Para la preparación del cuero, desde que la piel del animal llega cortada hasta que el cuero ya acabado se puede vender, entran en juego una serie de procesos secuenciales, tales como: salado, remojo, pelambre, descarnado, purgado, piquelado, curtido al cromo, escurrido, rebajado, post-curtido, acabado y tintura.

La etapa que ocurre en el bombo de cangilones es la de “tintura de pieles de vacuno” y se basa en la coloración de la piel a partir de piel en Wet Blue, es decir, piel previamente tratada para evitar que se pudra.

Durante ésta etapa se llena aproximadamente un 15% de la capacidad del bombo con agua y una mezcla de resinas, pigmentos y auxiliares, junto con las pieles en Wet Blue, luego se

## Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

cierra y se hace girar para que las pieles absorban las sustancias, consiguiendo así una mayor solidez y brillo.

En el interior del bombo hay 3 paletas (Figura 2), llamadas cangilones encargadas de levantar la masa a medida que el bombo va girando. Antiguamente, los llamados bombos tradicionales no tenían cangilones, por lo que en tamaños grandes de bombo se dificultaba el levantamiento de la masa, ya que la velocidad también era limitada, de ahí la necesidad de estos cangilones, que permiten crear esta mezcla homogénea sin requerir para ello grandes motores ni grandes velocidades.

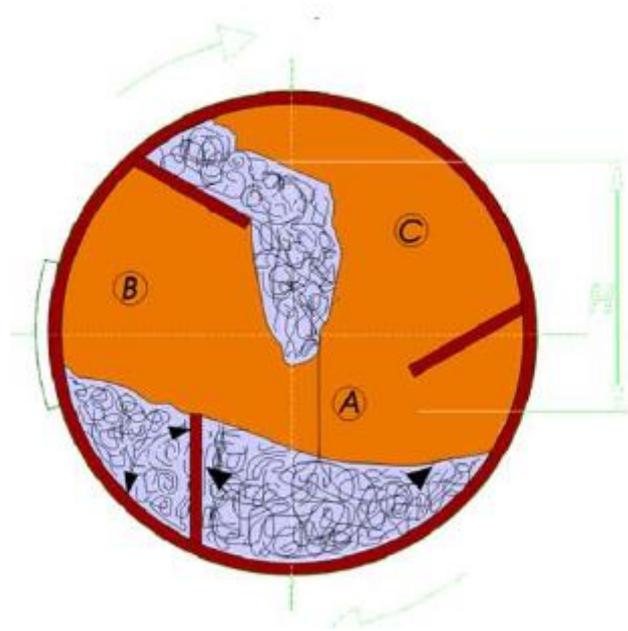


Figura 2: Bombo de Cangilones Next.

Fuente: Campos Fabregat, J.C. (2013). *El bombo de “cangilones” Una nueva herramienta a disposición del curtidor.* Índigo Química, S.L.

## 2.2 Enfoque DFMA

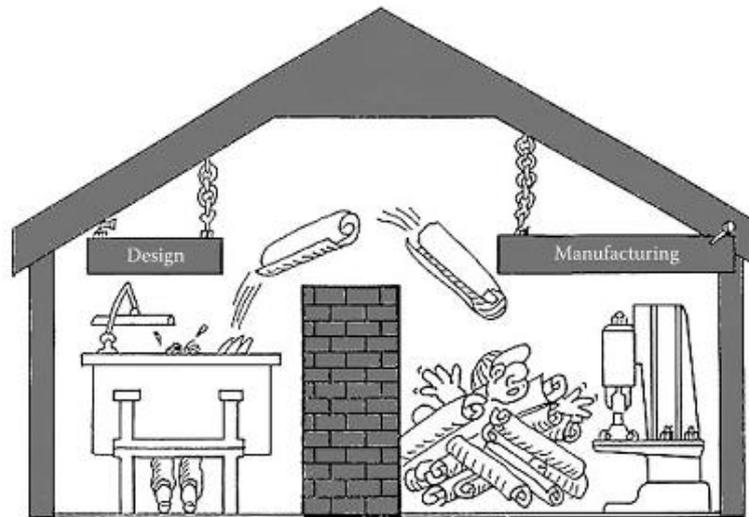
En este capítulo se resumirán algunos conceptos básicos de la metodología DFMA, cuál es su objetivo, su importancia y cómo funciona. Lo primero que ha de saberse es que esta metodología resulta de la combinación del diseño para ensamblaje (DFA) y diseño para fabricación (DFA).

Hasta los años 70 no existía una metodología cuantitativa que le proporcionara al diseñador una medida de la capacidad de fabricación de un producto, de manera que se requería que estuviera familiarizado con los procesos de fabricación, como no siempre era el caso, surgió

## Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

la necesidad de crear un método analítico que uniera al diseñador con el jefe de obra encargado de la fabricación del producto.

Tradicionalmente el comportamiento de los diseñadores era “nosotros lo diseñamos, tú lo construyes”, un pensamiento que se ha denominado el “enfoque sobre la pared” que se ve ilustrado en la Figura 3



*Figura 3. Enfoque sobre la pared*

*Fuente: Boothroyd, G.; Dewhurst, P. ; Winston A. Knight (2010) Product Design for manufacture and Assembly. CRC Press*

Esto daba lugar a que los ingenieros de fabricación tuvieran que “pelear” con los problemas que iban surgiendo.

Las etapas de diseño comienzan con bocetos que pasan a diseños en ordenador y planos que le llegan a los ingenieros, pero muchas veces al encontrarse con problemas de fabricación, han de volver a la fase de diseño, aumentando el tiempo total y con ello el precio.

Mas adelante empieza a ponerse en práctica esta metodología de ingeniería concurrente.

Los principios básicos del DFMA serian: reducir el número de operaciones de ensamblaje a partir de la reducción del número de piezas y conseguir facilitar las operaciones de ensamblaje.

Después apareció el conflicto entre producción y ensamblaje, los autores que intentaban basarse en esta metodología habían supuesto que varias piezas simples eran más fáciles de fabricar que una sola pieza compleja y con ello que el costo de ensamblaje de esta única pieza compensaría el ahorro en el coste de más piezas, es decir, habían reducido una pieza difícil en dos fáciles lo que, para su sorpresa, supuso un aumento del precio total y no al revés, pues habían de tener en cuenta también el coste de almacenamiento, transporte, papeleo, etc.

## Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

Fue entonces, cuando se determinó el enfoque correcto de esta metodología para conseguir abaratar costes, que no consistía como habían supuesto erróneamente en convertir una pieza compleja de fabricar en dos piezas sencillas, sino en invertir un poco más de tiempo en el diseño para simplificar el producto mediante la reducción del número de piezas, como se verá más adelante.

Por tanto, se hubo de tener en cuenta que el ahorro en número de piezas era mayor que el ahorro en costes de ensamblaje. Así como la importancia en la comunicación entre diseñadores e ingenieros para reducir el tiempo.

### 2.3 ¿Cómo funciona el DFMA?

Con el fin de ayudar al diseñador a reducir el número de piezas, se establecieron una serie de criterios:

Aquellos elementos cuyo movimiento no sea independiente al resto de piezas, es decir, tengan cierta holgura o pequeños movimientos puede ser sustituido por elementos elásticos integrales.

Solo se aplicarán diferentes materiales a aquellas piezas que deban ser distintas por motivos funcionales.

Una pieza no estará ensamblada a las demás solo si de lo contrario supondrá el montaje o desmontaje de otras de ellas, es decir, hay que preguntarse si es necesario que estén separadas por razones de montaje.

Partiendo de estos criterios la idea es analizar cada pieza por separado, determinando que piezas pueden combinarse, cuáles pueden ser del mismo material, cuales son elementos principales que deban estar separados por razones de montaje y cuales teóricamente no son necesarios.

No es el objetivo de este trabajo hacer una comparativa entre los distintos diseños planteados, ni estudiar en detalle las diferencias para elegir cuál de ellos sería más económico, sino, teniendo presentes estas directrices durante la etapa de diseño, conseguir como resultado final, que se mostrará más adelante, una máquina con el menor número de piezas posibles y que resulte sencilla de ensamblar.

Para ello se muestra en la Figura 4 los pasos a seguir cuando se elige aplicar el DFMA durante el diseño.

## Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

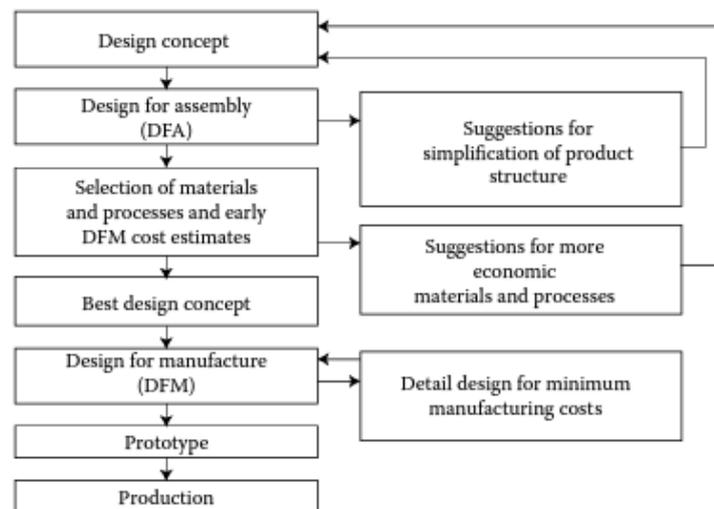


Figura 4. Estructura DFMA

Fuente: Boothroyd, G.; Dewhurst, P. ; Winston A. Knight (2010) *Product Design for manufacture and Assembly*. CRC Press

### 2.4 Selección de Materiales y Procesos según DFMA

A continuación, se detallará la importancia de la elección de materiales de acuerdo a la selección de los procesos, pues en algunos casos estos dos pueden ser incompatibles.

Con este enfoque se pretende que la relación entre materiales y procesos esté disponible desde la etapa de diseño conceptual, ya que, en muchas ocasiones los diseñadores que no están familiarizados con los procesos de fabricación tienden a escoger materiales con los que se sienten más cómodos o los que suelen utilizar habitualmente, lo que puede ocasionar problemas o un gasto que podría evitarse.

Para la elección de procesos de fabricación, se propone también realizar una lista de características geométricas, propiedades del material y otros atributos. Además, en muchas ocasiones hay procesos que no son compatibles entre sí, lo que ayuda a determinar el proceso, realizando una comparación de entre cuales de ellos pueden ser compatibles, cuáles van juntos normalmente y cuales no se aplican.

Partiendo de un diseño inicial de la máquina, que se verá más adelante, se hace una primera selección de materiales para después seguir con el pre-dimensionado. Como se ha comentado, un problema habitual suele ser el no tener en cuenta la relación entre procesos y materiales, así que antes de escoger un material aleatoriamente y basándonos en la metodología DFMA se ha realizado una tabla Excel (TABLA 1) mostrando en azul claro las combinaciones compatibles de material y proceso, un tono intermedio aquellos que se usen con menos frecuencia y en oscuro para los que no es conveniente relacionar.

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

TABLA 1. Selección de Materiales y Procesos

	hierro fundido	acero al carbono	Aleaciones de acero	acero inoxidable	Aluminio y aleaciones	cobre y aleaciones	zinc y aleaciones	magnesio y aleaciones	titanio y aleaciones	nickel y aleaciones	metales refractarios	termoplásticos	termoestables
Moldeo en arena													
Fundición a la cera perdida													
fundición a presión													
inyección de molde													
moldeo de espuma estructural													
moldeo por soplado													
moldeo rotacional													

Fuente: Elaboración propia

Con ello, se ha considerado conveniente utilizar acero al carbono o inoxidable como material base del cilindro y de los perfiles y material termoplástico para forrar el interior del cilindro.

Se apoyará esta decisión en el uso del software “CESC-EDUPACK” donde se indicarán que características se buscan para ver que material es más adecuado.

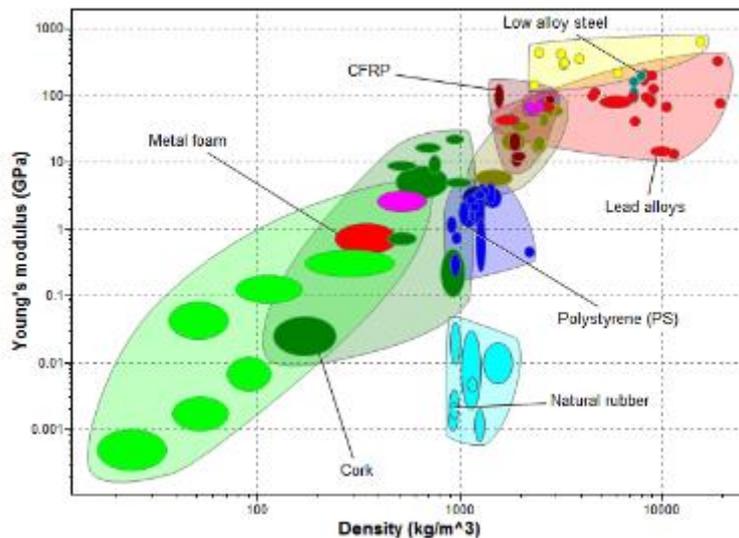


Figura 5. Captura de Cesc-Edupack

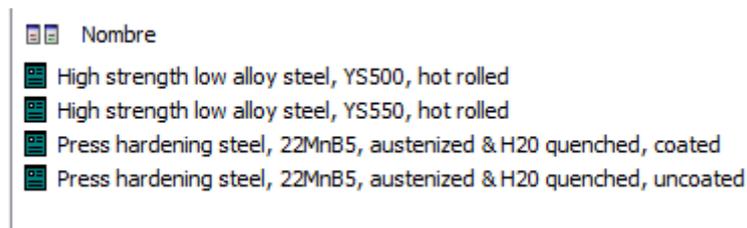
Fuente: Elaboración propia

## Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

Para el caso del eje del rodamiento y la estructura base del bombo, se aplicarán los siguientes criterios en el software:

- Alta tenacidad, luego elevada rigidez
- Rigidez elevada, es decir, módulo de Young alto
- Resistente a la corrosión
- Fácilmente soldable
- Dúctil, para que puedan doblarse
- Baja densidad
- Económico

Con todo ello se reduce la lista de materiales a la que se muestra en la figura siguiente:



*Figura 6. Captura resultados de Ces-Edupack*

*Fuente: Elaboración propia*

Escogiendo el acero endurecido a presión, 22MnB5 austenizado y H20 templado, sin recubrimiento

## CAPÍTULO 3. DISEÑO

### 3.1 Diseño Conceptual

En este capítulo se muestra el diseño que se ha elegido tras barajar diferentes hipótesis.

Hasta ahora se ha explicado teóricamente cuales son los procesos que sigue la metodología DFMA, como ya se ha comentado, en este proyecto no se pretende rediseñar una estructura y mejorarla aplicando el método, sino diseñar desde el principio, teniendo presente en todas las etapas, que pueden conseguirse ahorros importantes reduciendo el número de piezas, aplicando ingeniería concurrente y siendo consciente desde la primera fase las problemáticas que nuestro diseño pueda tener durante la construcción y ensamblaje. De esta manera el resultado, que puede verse en la Figura 7, elaborado con INVENTOR, es el siguiente:

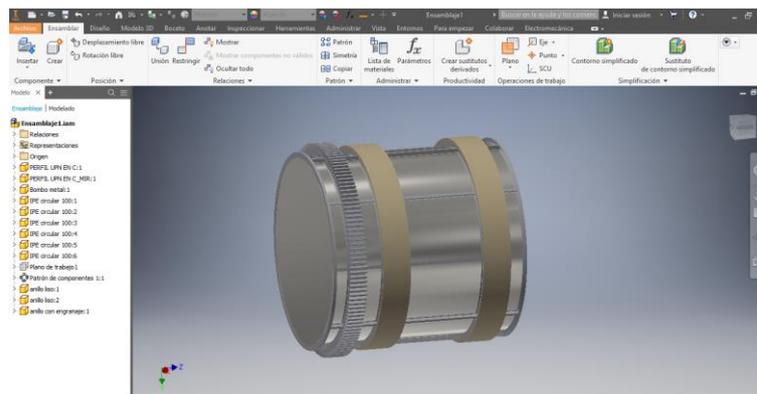


Figura 7. Captura simulación de bombo en Inventor

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver en la figura 7, la idea en la que se ha trabajado elimina de los laterales o testers del bombo la rueda y la estrella que le daba movimiento, siendo éstas sustituidas por anillos lisos que irán apoyados sobre ejes con rodamientos y una rueda dentada que hará girar la máquina gracias a un motor.

La estructura se basará en un cilindro metálico forrado en su interior con polipropileno y reforzado exteriormente con perfiles IPE que aseguran la estructura del bombo.

### 3.2 Cálculos de Predimensionado

En este capítulo se hace un cálculo estimatorio del peso total de la máquina que deberán soportar los 4 ejes que giran sobre los anillos lisos de rodadura.

Con el fin de simplificar éste análisis, se tratará el bombo como una viga continua, como se muestra en la Figura 8, sobre la que actuará una carga uniformemente distribuida, ya que, al tratarse de una máquina rotatoria, el peso se repartirá a lo largo de toda la superficie interior del cilindro.

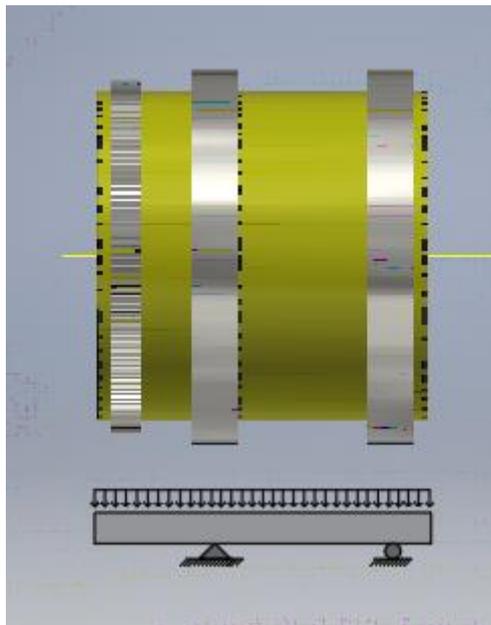


Figura 8. Captura bombo con simplificación de cargas

Fuente: Elaboración Propia

Para determinar el valor de esta carga, será necesario calcular el peso del bombo, así como de los elementos que cargará en su interior.

a) Peso del bombo:

Masa del bombo:

$$M_{bombo} = \rho * V_t \quad (1)$$

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

Volumen del bombo

$$V_{ext} = r_{ext}^2 * \pi * L_{bombo} \quad (2)$$

$$V_{int} = r_{int}^2 * \pi * L_{bombo} \quad (3)$$

$$V_t = V_{ext} + V_{int} \quad (4)$$

Donde:

TABLA 2. Datos Geométricos Bombo Metal

DATOS BOMBO METAL			
SIMBOLO	SIGNIFICADO	VALOR	UNIDADES
M	Masa	571,7692622	kg
$\rho$	Densidad	7850	kg/m <sup>3</sup>
Rext	Radio exterior	1,65	m
Rint	Radio interior	1,648	m
L	Longitud	3,48	m
Vext	Volumen exterior	29,76439128	m <sup>3</sup>
Vint	Volumen interior	29,69155443	m <sup>3</sup>
Vt	Volumen total	0,072836849	m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

b) Peso de los anillos de rodadura

Masa de 1 anillo:

$$M_{1-anillo} = \rho * V_t \quad (5)$$

Volumen de 1 anillo

$$V_{ext} = r_{ext}^2 * \pi * L_{anillo} \quad (6)$$

$$V_{int} = r_{int}^2 * \pi * L_{anillo} \quad (7)$$

$$V_t = V_{ext} + V_{int} \quad (8)$$

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

TABLA 3. Datos Geométricos Anillo Rodadura

DATOS ANILLO RODADURA			
SIMBOLO	SIGNIFICADO	VALOR	UNIDADES
M	Masa	24660,9006	kg
$\rho$	Densidad	7850	kg/m <sup>3</sup>
Rext	Radio exterior	2,25	m
Rint	Radio interior	1,75	m
L	longitud	0,5	m
Vext	Volumen exterior	7,951962375	m <sup>3</sup>
Vint	Volumen interior	4,810446375	m <sup>3</sup>
Vt	Volumen total	3,141516	m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaboración Propia*

c) Peso del agua

El agua ocupa aproximadamente un 15% del volumen del bombo y sabemos que la densidad del agua es de 997 kg/m<sup>3</sup>, así pues:

$$M_{agua} = \rho * V_t \quad (9)$$

$$M_{agua} = 997 \frac{kg}{m^3} * 0.15 * 70.70 m^3 = 10\,498.95 \text{ kg} \quad (10)$$

d) Peso de los cueros

Dadas las dimensiones de la máquina, se estima un peso de cueros de 5000kg en seco con un baño del 100%

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

e) Peso de los perfiles

TABLA 3. Fragmento tabla perfiles HEB

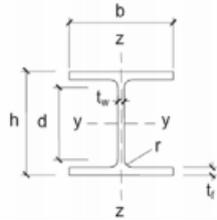


Tabla I.3- PERFILES HEB

Perfil	Dimensiones							Peso p (N/m)	Términos de sección									P	
	h (mm)	b (mm)	t <sub>w</sub> (mm)	t <sub>r</sub> (mm)	r (mm)	d (mm)	u (mm)		Eje y-y				Eje z-z						
									A (mm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> (mm <sup>4</sup> )	W <sub>y</sub> (mm <sup>3</sup> )	i <sub>y</sub> (mm)	I <sub>z</sub> (mm <sup>4</sup> )	W <sub>z</sub> (mm <sup>3</sup> )	i <sub>z</sub> (mm)	I <sub>T</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>a</sub> (mm <sup>4</sup> )		S <sub>y</sub> (mm <sup>3</sup> )
HEB 100	100	100	6,0	10,0	12	56	567	200	26,0	450	90	41,6	167	33	25,3	9,34	3375	52,1	P

Fuente: Apuntes de Construcción

Sacando los datos de la tabla y del diseño y aplicando las siguientes formulas:

$$\text{Volumen} = \text{Área} * \text{Longitud perfil} \quad (11)$$

$$M_{1-\text{perfil-transversal}} = \rho * V_{\text{transversal}} \quad (12)$$

$$M_{1-\text{perfil-circular}} = \rho * V_{\text{perfil circular}} \quad (13)$$

Se obtiene que:

TABLA 4. Datos Geométricos Perfiles HEB

DATOS PERFILES HEB	VALOR	UNIDADES
Area perfil	2,6000	m <sup>2</sup>
Longitud transversal	3,4800	m
Densidad	7850	kg/m <sup>3</sup>
Volumen perfil transversal	0,002585222	m <sup>3</sup>
Masa perfil transversal	20,29399584	kg
Longitud perfil circular	21,9905	m
Volumen perfil circular	0,010577378	m <sup>3</sup>
Masa perfil circular	83,0324173	kg

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

En el cálculo final del peso se tendrá en cuenta que en el diseño hay 6 perfiles transversales que van de tapa a tapa y 8 perfiles curvados.

f)

Calculando la suma del peso total y multiplicándolo por la Longitud se obtiene la carga distribuida que nos permitirá calcular las reacciones en los apoyos utilizando las ecuaciones de equilibrio de fuerzas y momentos

$$Masa_{TOTAL} = \sum M \quad (14)$$

$$Masa_{TOTAL} = M_{bombo} + M_{1-anillo} * 2 + M_{1-perfil-transversal} * 6 + M_{1-perfil-circular} * 4 + M_{agua} + M_{curtidos} \quad (15)$$

TABLA 5. Datos Masa Piezas

Masa elementos	Masa total
Bombo	571,7692622
1 anillo rodadura	24660,9006
2 Anillos	49321,8012
1 perfil transversal	20,29399584
6 perfiles transversales	121,763975
1 perfil circular	83,0324173
8 perfiles circulares	664,2593384
Pieles	4500
Anillo engranado	2406,823569
agua interior	10000
	<b>67586,41734</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

$$Carga_{TOTAL} = Masa_{TOTAL} \text{ (kg)} * 9.81 \text{ m/s} \quad (16)$$

$$P = Carga_{TOTAL} = 663\ 022.75 \text{ N} \quad (17)$$

### 3.3 Calculo Rodillos

En este capítulo se dimensionarán los ejes de los rodillos, que cargarán con el peso calculado anteriormente.

Como se ha dimensionado el anillo de rodadura con un ancho o longitud de 500 mm, en base a ello se estiman las dimensiones iniciales de los rodillos.

Para poder calcular cual será el diámetro mínimo de los rodillos, lo primero es la selección del material, que deberá ser aquel que tenga una alta tenacidad y una buena resistencia, como ya se comentó anteriormente.

Se ha determinado un acero 20MnB5 que se diseñará con un criterio de seguridad al fallo y un coeficiente de seguridad de  $X=3.5$

Del software del que se ha sacado el material se obtiene que este acero tiene una resistencia a tensión de:

$$Su = 990 \text{ MPa}$$

Para el cálculo del diámetro del eje en el diseño a fatiga, se utilizan las ecuaciones aprendidas en Teoría de máquinas, como se ha escogido un acero dúctil ( $\epsilon=15\%$ ) y además no hay momento flector que gire con el eje ( $M_m=0$ ) la expresión a utilizar es la siguiente:

$$d = \left( \frac{32 * X}{\pi * Sn} * \sqrt{(Ma * k_f^{fl})^2 + \frac{3}{4} * (k_f^t * Ta)^2} \right)^{1/3} \quad (18)$$

Para estimar el limite a fatiga de un punto concreto de una pieza puede utilizarse la siguiente expresión:

$$S_e = K_a * K_b * K_e * K_x * S'_e \quad (19)$$

Donde:

$S_e$  = Limite de fatiga del punto del componente

$K_a$  = Factor de superficie

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

$K_b$ =Factor de tamaño

$K_e$ =Confiabilidad

$K_x$ =Otros factores

$S'_e$ =Límite de fatiga de la probeta

El factor de superficie depende del límite de rotura a tracción,  $S_u$ , y de los parámetros  $a$  y  $b$  que están definidos en una tabla, en nuestro caso, para el cálculo de una vida alta, el factor depende del acabado superficial, se cogerán los parámetros para laminado en frío, así:

$$K_a = a * S_u^b \quad (20)$$

En el estudio del límite a fatiga para vidas altas ( $10^6$  ciclos), el diámetro de probeta influye en flexión y torsión y el valor del factor sigue la siguiente ecuación:

$$k_b = \left(\frac{d}{7,62}\right)^{-0.1} \quad (21)$$

El factor de corrección del límite a fatiga por confiabilidad se saca de una tabla obtenida de la distribución estadística de los ensayos a fatiga sobre aceros y se suele coger una confiabilidad alta, en nuestro caso para un 99,9999 %

$$K_e = 0.659$$

TABLA 6. Datos Confiabilidad

Confiabilidad	0.5	0.9	0.95	0.99	0.999	0.9999	0.99999
Factor corrección	1.0	0.897	0.868	0.814	0.753	0.702	0.659

*Fuente: Apuntes de máquinas*

Otro factor a tener en cuenta en algunos diseños es la temperatura, soldadura o tratamiento superficial, en este apartado no se considerará ninguna de estas influencias

$$k_{temperatura-30^\circ} = 1$$

$$k_{soldadura} = 0.5$$

El valor del límite a fatiga de la probeta dependerá del material, en este caso como  $S_u < 1400$

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

$$S'_e = 0.5 * S_u \quad (22)$$

Con todo ello se tiene que el valor del limite a fatiga del acero es:

$$S_e = K_a * K_b * K_e * K_x * S'_e \quad (23)$$

$$S_e = 1 * 1 * 0.6 * 1 * 0.5 * 510 \quad (24)$$

$$S_e = 145,24 * kb \text{ MPa} \quad (25)$$

Continuando con el cálculo del diámetro mínimo se requiere hacer un diagrama de momentos que se mostrara a continuación.

En primer lugar, se simplificará el eje del rodamiento que se muestra en la figura, como una viga con dos apoyos.

Partiendo de que  $2d = 500 \text{ mm}$ , se sabe que  $d = 250 \text{ mm}$

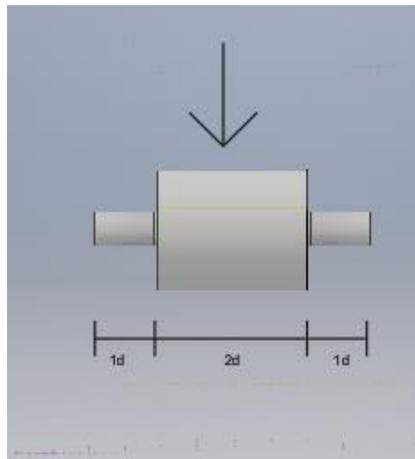


Figura 9. Eje para rodamiento deslizante.

Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar, para el cálculo de los momentos sobre el eje, se utilizará el software de cálculo MD Solids 4.1, situando la carga en el centro de la rueda del rodamiento, se muestra el resultado en la figura.

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

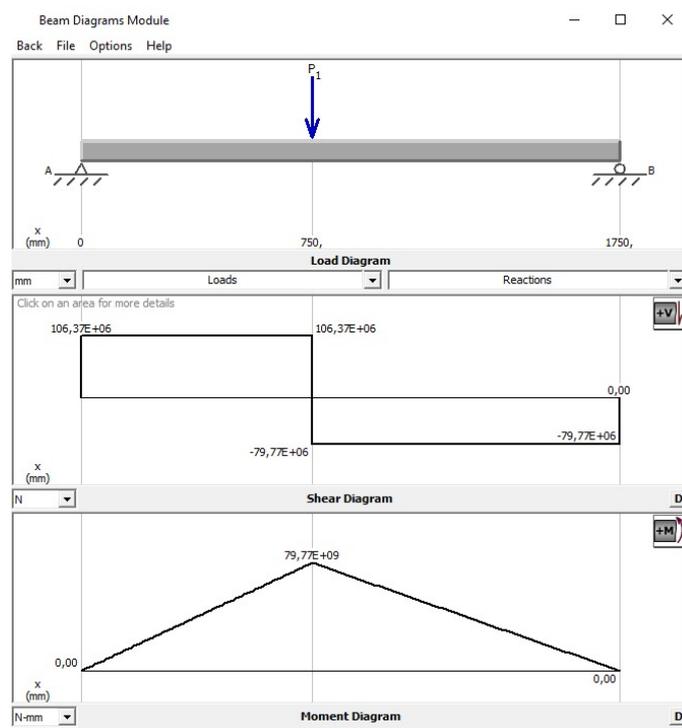


Figura 10. Diagrama Momentos

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, Se muestra más clara la solución numérica en la tabla adjunta

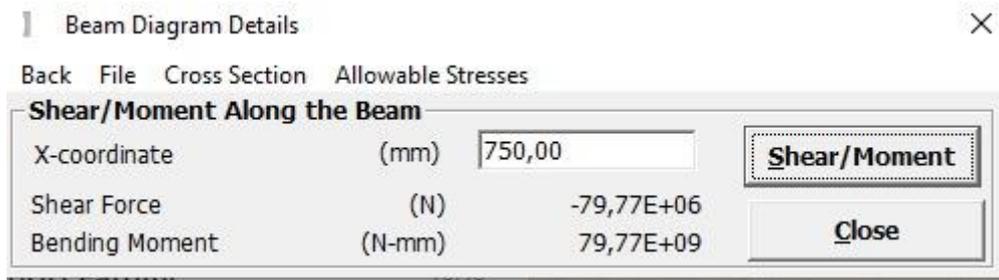


Figura 11. Resultado diagrama en detalle

Fuente: Elaboración propia

Se requiere también el cálculo del efecto del concentrador de tensiones en los cambios de diámetro. Se parte de la suposición de que  $K_t=2$ , ya que, a través de la gráfica sin conocer el diámetro, no puede obtenerse.

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

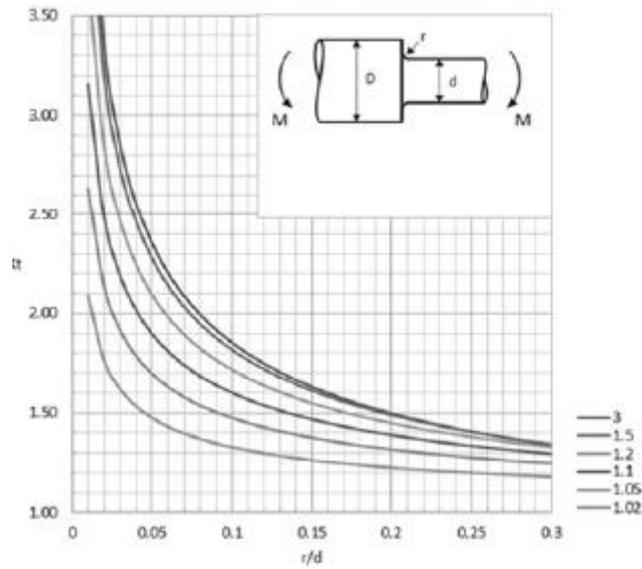


Figura 12. Grafica concentrador tensiones

Fuente: Elaboración propia

Tras aplicar las ecuaciones e iterar con Matlab (Código en Anexos) se ha obtenido que el diámetro mínimo tiene un valor de 0.3157m , aunque para asegurar la estructura se redondeará a 400mm

Siendo el resultado el que se muestra en la siguiente figura:

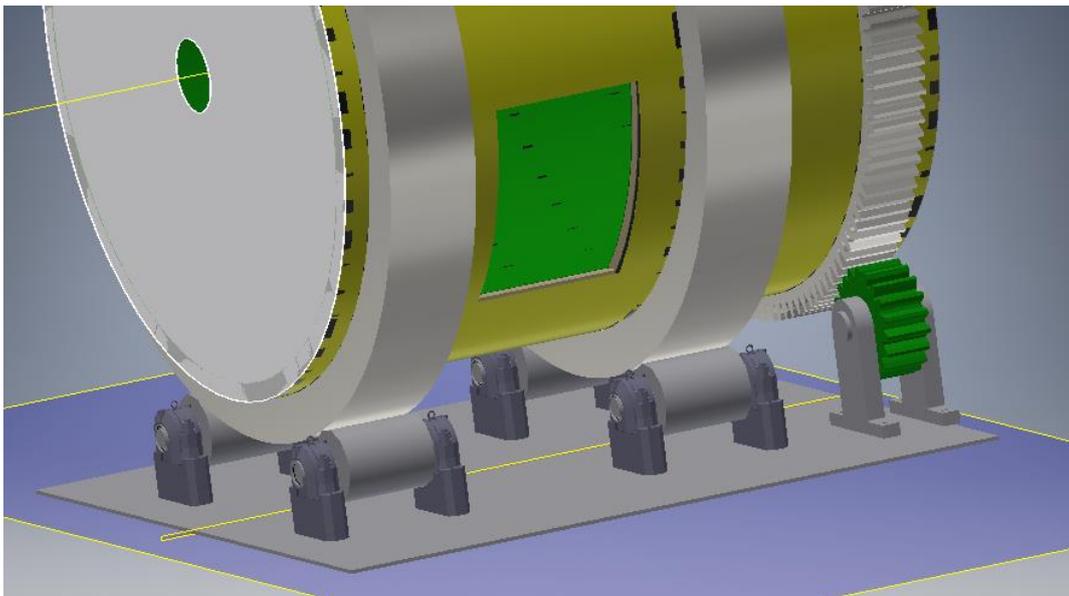


Figura 13. Diseño Bombo Cangilones

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 Resultados del Análisis Tensional

En este capítulo se da a conocer la simulación tensional realizada con Inventor, para validar las dimensiones del elemento más comprometido estructuralmente en la máquina, en este caso, los ejes que soportaran toda la carga.

Para mostrar los resultados del análisis, se ha dividido la carga total, previamente calculada, entre los 4 apoyos. Se ha considerado que la carga ha de ser uniformemente distribuida sobre la superficie del eje del rodamiento en contacto con el anillo, por ello, esta carga en Newton se ha dividido entre un área rectangular de valor el diámetro del eje por el ancho del rodamiento, dado que la carga es solo vertical. Además, al estar los apoyos posicionados no en la vertical del centro de gravedad sino con un cierto ángulo, se multiplicará por el seno de 45 para obtener la fuerza vertical real que les llega.

A la hora de modelarlo con Inventor se aplica dicha presión en media circunferencia pues de lo contrario se estaría comprimiendo el eje en dirección radial en la sección de los rodamientos.

De esta manera la fuerza uniformemente distribuida es de valor:

$$\text{Carga} = \frac{5\ 142\ 775.966/4\ \text{N}}{400\text{mm} * 500\text{mm}} * \text{sen}(45) = 5.47\ \text{Mpa} \quad (26)$$

Antes de que se comenten los resultados, cabe mencionar, que para el análisis ha sido necesario seleccionar unos apoyos o chumaceras, con rodamientos, sobre los que se apoye el eje para girar, y así poder poner las restricciones fijas correspondientes al suelo, en su zona de apoyo real.

La serie seleccionada de la compañía Schaeffler es la de un soporte para rodamientos oscilantes de rodillos con manguito de fijación y diámetro del eje según medidas.

Así pues, aplicando esta carga, la simulación determina que los rodillos soportaran la carga a la que se ven sometidos, ya que el esfuerzo de Von Mises, que vemos en la Figura 14 es menor que el esfuerzo de fluencia del material elegido para el diseño de los rodillos, de esta manera, no debería haber problemática ni fallos durante la operación.

## Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

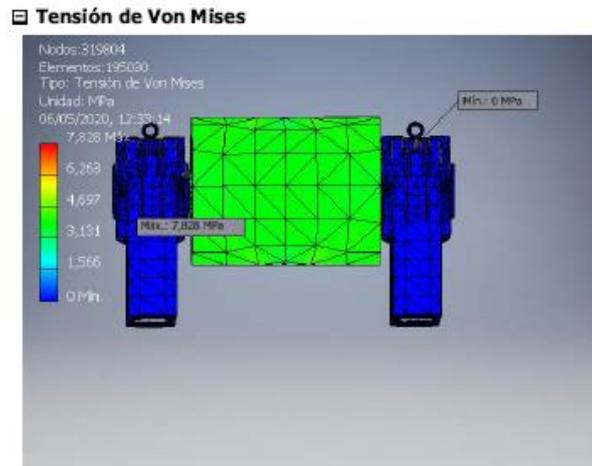


Figura 14. Analisis Von Mises en Inventor

Fuente: Elaboracion propia

Como ya se ha visto, el esfuerzo de fluencia del material tiene un valor de  $S_y = 900$  Mpa, mientras que el esfuerzo de Von Mises, según el análisis de elementos finitos, es de 14.15 Mpa, que está muy por debajo del esfuerzo de fluencia, asegurándose con ello que no habrá falla en las piezas estudiadas.

Además, la máxima deformación, que se da en la zona de contacto del anillo y el eje del rodamiento, toma un valor de 0,11 mm, la cual no es crítica para el correcto desarrollo de la máquina.

Con todo ello se admiten las dimensiones determinadas para estas piezas críticas de la máquina.

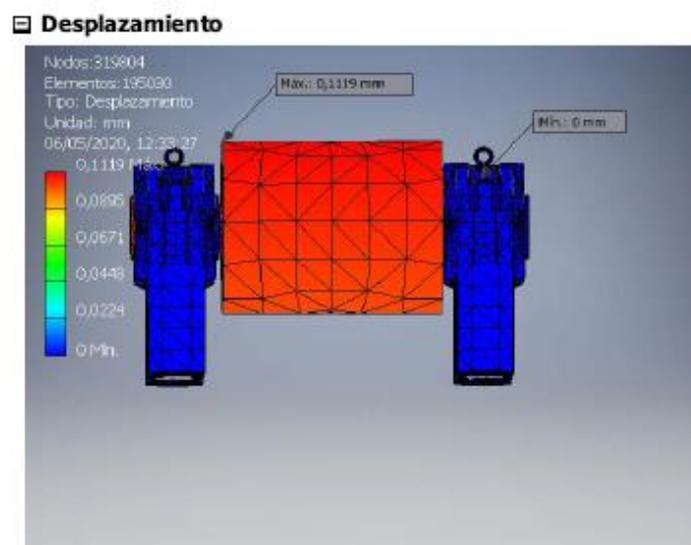


Figura 15. Analisis desplazamiento en Inventor

Fuente: Elaboracion propia

### 3.5 Cálculo Potencia Motor

En este capítulo se analiza la transmisión de potencia y el par requeridos en el conjunto motorreductor de accionamiento del movimiento de rotación del bombo.

Las características y dimensiones de la máquina en cuestión son las siguientes:

- Diámetro interior del cilindro,  $D_{int} = 3576 \text{ mm}$  (radio interior,  $R_{int} = 1788 \text{ mm}$ ).
- Longitud total,  $L = 3516 \text{ mm}$ .
- Espesor de la pared del tubo,  $e = 1 \text{ mm}$ .
- Velocidad máxima de rotación,  $\omega_{max} = 4 \text{ rpm}$ .
- Velocidad nominal del motor eléctrico (2 pares de polos a  $50 \text{ Hz}$ ),  $\omega_m = 1500 \text{ rpm}$ .
- Engranajes corona – piñón, módulo  $mod = 27 \text{ mm}$ , números de dientes  $z_2 = 140$ ,  $z_1 = 19$  (sin divisores comunes para asegurar un desgaste uniforme).

En este último caso, como no han aparecido en otros cálculos, cabe mencionar de donde han salido estos datos, partiendo de los diámetros que ya se tenían, se han impuesto unos valores razonables de dientes para la rueda y la corona, 130 y 19. Con ello, partiendo de un diámetro primitivo de la corona de valor 3700mm, se estima el módulo como:

$$m = \frac{d_2}{z_2} = \frac{3700}{140} = 26.43 \quad (27)$$

Lo que normalizando nos queda como  $m = 27$

Y de ahí, se obtienen los diámetros primitivos que se usan en los cálculos

$$d_1 = m * z_1 = 513\text{mm} \quad (28)$$

$$d_2 = m * z_2 = 3780 \quad (29)$$

Datos adicionales empleados en los cálculos:

- Densidad media del material de compostaje,  $\rho_c = 550 \text{ kg/m}^3$
- Densidad del acero,  $\rho_a = 7.850 \text{ kg/m}^3$

## Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

### 3.5.1 Cálculo del par de accionamiento de arranque

La puesta en marcha no supone un problema dado que el cdg del material se sitúa sobre la vertical del eje de rotación, con lo que lo único que será necesario es superar las fuerzas debidas al rozamiento.

La posición más desfavorable durante el arranque se da cuando el tambor ha girado 90° ya que en la situación de reposo el material se mantiene cohesionado hasta que empiece a girar.

Se tiene en cuenta la posición del centro de masas del material en la situación más desfavorable para el calculo del par

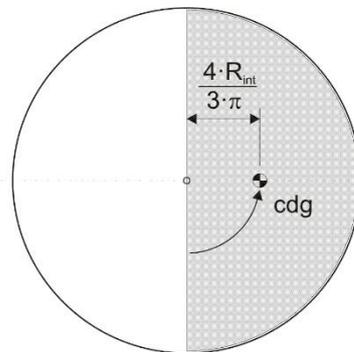


Figura 16. Localización centro de gravedad

Fuente: Catalogo Biodrump. Masis Recycling

La ecuación que se busca despejar para el pico de potencia consumido, una vez superada la primera revolución es:

$$P_m = T_{\max} * W_{\max} \quad (30)$$

Para el par torsor necesario, se tiene en cuenta la potencia y el centro de masas anteriormente mencionado:

$$T_{\max} = P_c * \frac{4 \cdot R_{\text{int}}}{3 \cdot \pi} \quad (31)$$

Siendo la potencia consumida el producto de la masa por la aceleración de la gravedad y la masa calculada como el 15% del volumen interior por su densidad

$$P_c = M_c \cdot g \quad (32)$$

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

$$M_c = 0.5 \cdot \pi \cdot R_{int}^2 * L * \rho_c \quad (33)$$

### 3.5.2 Cálculo de Perdidas por Rozamiento

#### 3.5.2.1 Rodadura del cilindro sobre los rodillos de apoyo

El peso total del conjunto (bombo, anillos, materiales, etc.) que soportan los rodillos se ha calculado anteriormente, siendo de un valor de:

$$P = 663\,022 \text{ N}$$

Suponiendo que los rodillos de apoyo forman un ángulo de  $45^\circ$  con la vertical y despreciando el efecto de la fuerza entre piñón y corona, se puede calcular la fuerza normal global entre ellos y la banda de rodadura como:

$$F_N = \frac{P_t}{\cos(45^\circ)} \quad (34)$$

Esta fuerza se repartirá entre los distintos rodillos. Se estima que entre los rodillos de apoyo y el anillo de rodadura habrá un par de frenado sobre el anillo debido al rozamiento que se calcula aproximadamente, considerando un coeficiente de rozamiento de rodadura de 0.006, como:

$$T_r = F_N * 0,006 * (R_{int} + 0.205\text{m}) \quad (35)$$

Al que corresponde una pérdida de potencia, a la máxima velocidad, de:

$$P_r = T_r \cdot \omega_{max} \quad (36)$$

#### 3.5.2.2 Giro de los rodillos de apoyo

En el caso de los rodillos o eje de rodamiento, se estima una velocidad maxima de:

$$w_{rod} = \frac{R_{int} + 205\text{mm}}{R_{rod}} \quad (37)$$

Lo que junto con el diametro medio estimado anteriormente, nos da un par de rozamiento de:

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

$$T_{\text{rod}} = F_N \cdot 0,002 \cdot d_m \quad (38)$$

Obteniendo así una pérdida de potencia, a la máxima velocidad, de:

$$P_{\text{rod}} = T_{\text{rod}} \cdot \omega_{\text{rod}} \quad (39)$$

### 3.5.2.3 Pérdidas de potencia en los engranajes

Se pueden estimar en un 2% en cada una de las etapas de reducción, para compensarlas se incrementará la potencia de accionamiento necesario en cada etapa en esa magnitud.

### 3.5.2.4 Pérdidas de potencia en los rodamientos del eje del piñón

Se necesita conocer la fuerza normal al contacto entre dientes. El par máximo en el transitorio de arranque en la corona del cilindro considerando las pérdidas de rozamiento de su rodadura es:

$$T_{\text{max}} = \frac{P_m + P_r + P_{\text{rod}}}{\omega_{\text{max}}} \quad (40)$$

La fuerza tangencial en el contacto entre piñón y corona se puede calcular dividiendo el par de accionamiento del cilindro entre el radio primitivo de la corona. El diámetro primitivo de la corona es el producto del módulo por el número de dientes:

$$d_2 = \text{mod} \cdot z_2 \quad (41)$$

$$F_{\text{tang}} = \frac{T_{\text{max}}}{\frac{d_2}{2}} \quad (42)$$

La fuerza normal al contacto, considerando un ángulo de presión en el dentado  $\alpha = 20^\circ$ .

$$F_n = \frac{F_{\text{tan}}}{\cos(\alpha)} \quad (43)$$

## Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

Suponiendo nuevamente un diámetro medio en los rodamientos del eje del piñón,  $d_m = 200$  mm, el par de frenado causado por el rozamiento en esos rodamientos se puede estimar como:

$$T_{rod\_p} = F_n \cdot 0,002 \cdot d_m \quad (44)$$

La velocidad de giro del piñón:

$$\omega_p = \frac{Z_2}{Z_1} * \omega_{max} \quad (45)$$

Resultando una potencia perdida en estos rodamientos poco significativa:

$$P_{rod\_p} = T_{rod\_p} \cdot \omega_p \quad (46)$$

### 3.5.3 Potencia total necesaria en el motor y reductor

Suponiendo que se utilizará un reductor de cuatro etapas, para calcular la potencia máxima que vencerá el arranque de la maquina en la situacion mas desfavorable, sumaremos las perdidas calculadas junto con la potencia para vencer el par de desequilibrio del cilindro (incrementada en un 2% por el rozamiento entre piñón y corona) y todo ello a su vez incrementado un 2% por las pérdidas en cada una de las cuatro etapas del reductor:

$$P_{max} = (P_m * 1,02 + P_r + P_{rod} + P_{rod\_p}) * 1.02^4 \quad (47)$$

En condiciones de régimen permanente, la potencia resultante para el motor es:

$$P_{perm} = (P_p \cdot 1,02 + P_r + P_{rod} + P_{rod\_p}) \cdot 1.02^4 \quad (48)$$

En el caso de regimen permanente, se ha considerado que el motor electrico trabajará 4 horas diarias y que la carga de su interior podria generar pequeños impactos sobre los engranajes, por lo que se ha aplicado un factor de tipo de carga de  $f_s = 1,12$  y un factor de fiabilidad  $f_{ga} = 1,1$  resultando una potencia de selección del reductor:

$$P_{reductor} = P_{perm} \cdot 1,12 \cdot 1,1 \quad (49)$$

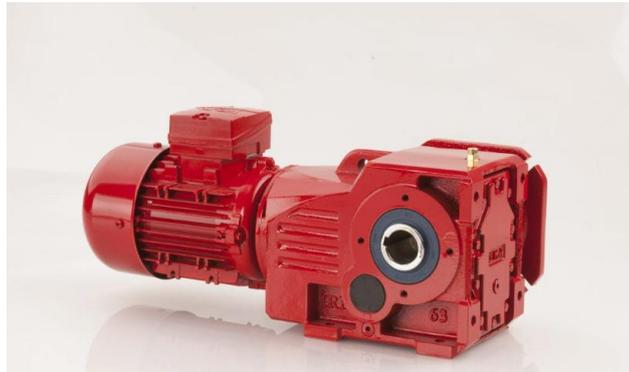
Siendo, como se estimo en los datos iniciales de la maquina ,la velocidad del motor electrico de unas 1500rpm lo que junto con el numero de dientes del conjunto piñón-corona, daría una rlación de velocidades como la siguiente:

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

$$i_{reductor} = \frac{Z_1}{Z_2} * \frac{\omega_m}{\omega_{max}} \quad (50)$$

Tras aplicar las ecuaciones en Matlab (se muestran los resultados en Anexos), se obtiene que la potencia necesaria del motor reductor es de 52 KW

Por tanto, se busca un motor que tenga una alimentación trifásica con una potencia variable de 500-1000 Nm para un régimen habitual de giro de 4 rpm. Entre las distintas posibilidades que ofrece el mercado se ha escogido el siguiente:



*Figura 17. Motor Reductor*

*Fuente: IMAK-RECUKTOR (2020) Recuperado de: <https://www.directindustry.es/prod/imak-reduktor/product-159888-1614860.html>*

## CAPÍTULO 4. MONTAJE

En este capítulo se enumeran las etapas que lleva consigo la fabricación de la máquina.

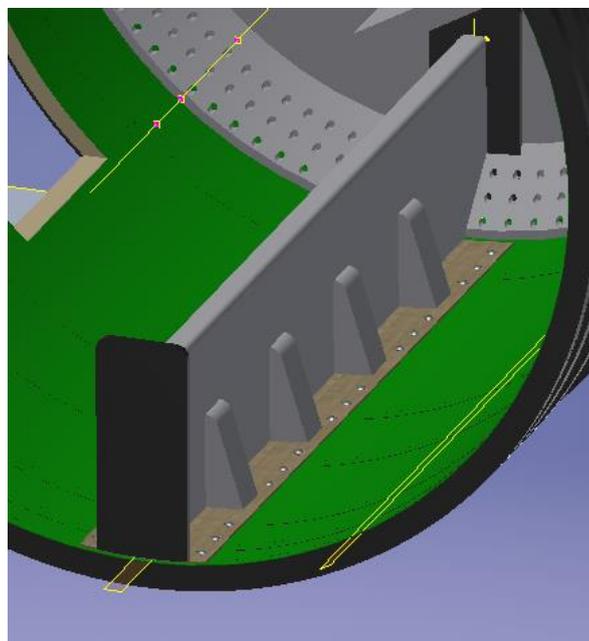
Fases del montaje y fabricación:

1. Previo al montaje, se fabrican aquellas piezas que es posible hacer en taller. Partiendo de barras de unas dimensiones determinadas, se cortan los cangilones con la máquina de corte por plasma, para ello se necesita la grúa, máquina de corte y dos peones.
2. También se han de fabricar los extremos del cangilón y los refuerzos del mismo, tanto los 24 laterales como los del inferior, cada una de estas piezas parte de chapas o bloques de acero y requieren del uso de la grúa y la máquina de corte por plasma.
3. En el caso de los perfiles de acero y la lámina que conforma la puerta del bombo y las tapas, han de cortarse con las dimensiones indicadas en los planos, usando el puente grúa para su traslado y la máquina de corte.
4. Una vez cortados, para el curvado de la lámina de la puerta y los perfiles se requiere de un peón especializado, además del que se ocupa de la grúa y de observar o dirigir. Se comienza curvando los perfiles, que quedarán apartados para usarlos más adelante.
5. Sobre la misma maquina curvadora, se necesita un soldador especializado para cerrar los perfiles circulares. Para la soldadura TIG se estiman unos 5cm/minuto. Esto requiere de un soldador y el equipo necesario de soldadura.
6. La chapa de metal que conforma el cuerpo del bombo ha sido encargada, pues no se dispone de la máquina con las dimensiones necesarias para curvarla, así que ha de trasladarse desde el almacén hacia los apoyos de la máquina de moldeo rotacional.
7. Una vez colocado el bombo, se trasladan los 3 cangilones y uno a uno se van posicionando en su lugar para soldarlos in situ, mediante soldadura TIG. Después de los cangilones se hará lo mismo con los refuerzos que llevan a cada lado.
8. Una vez soldadas estas piezas, se coloca en un extremo un perfil en C, según planos, que va colocado en el extremo del bombo y se suelda.
9. Se coloca la tapa por la que entra el agua, en el suelo, y sobre ella se sueldan la tapa de agua junto con sus tuberías, los extremos del cangilón y el canalizador
10. Montada toda la tapa del agua, ha de moverse con la grúa para soldarla al cangilón
11. Una vez montado todo, comienza a prepararse la máquina de rotomoldeo, vertiendo el material termoplástico para que se caliente.
12. Antes de comenzar el moldeo, es necesario colocar unos tapones sobre los agujeros del canalizador, para que no queden recubiertos, lo mismo que pasará con el hueco

## Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

de la tapa y los agujeros correspondientes a los pernos que unirán la base de los cangilones. No es más que una colocación de insertos dentro de la pieza, es decir, fabricar la pieza ya con los elementos que van a quedar embebidos en el interior como tornillos, anclajes, etc.

13. Comienza el proceso de rotomoldeo, en el que se proyectan fibras cortadas y resina a la vez que gira el molde. Se trata de un proceso completamente automatizado que consigue que quede cubierto todo el interior del bombo. La preparación de la máquina requiere que un peón especializado llene el depósito con fibras de polipropileno. En este tipo de proceso, puede haber una contracción del material al secarse, así que se añadirán cargas como elemento aditivo para reducir esa contracción. Se usará como material inorgánico o cargas adicionales, carbonato cálcico, que se incluye en la mezcla antes de comenzar el rotomoldeo.
14. Mientras la máquina va forrando el interior, manualmente deben forrarse aquellas piezas que han quedado fuera, como la otra tapa del bombo y los refuerzos del cangilón.
15. Una vez acabado todo, se mueve el bombo sobre sus apoyos para separarlo de la máquina de rotomoldeo y proceder a colocar los refuerzos bajo cangilón atornillando los pernos.

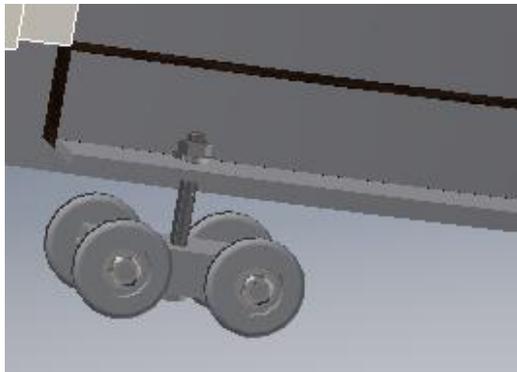


*Figura 18: Detalle de cangilón y refuerzos*

*Fuente: Elaboración propia*

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

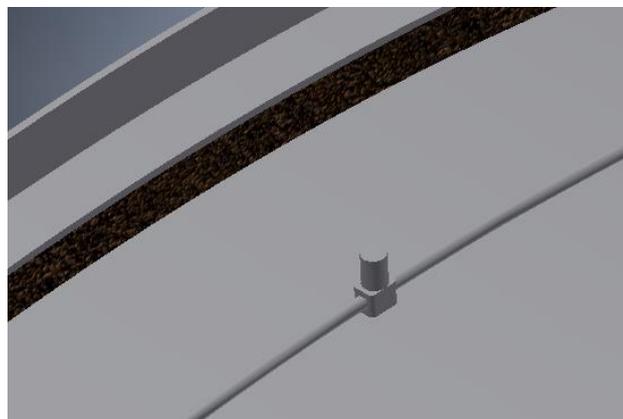
16. A continuación será necesario colocar los perfiles que forman todo el exoesqueleto del bombo, haciendo uso de la grúa para su colocación y fijándolos con soldadura TIG.
17. Colocados los perfiles, podemos soldar una de las tapas, por la que entrará el agua. No ha podido hacerse antes, ya que la tapa está soldada a uno de los perfiles del extremo.
18. Una vez se encuentra montado todo, Los anillos y la rueda engranada, que ya vienen cerrados y cortados, se colocan sobre los perfiles correspondientes para soldarlos.
19. Por último, queda el montaje de la puerta, antes de soldarla.
20. Se empieza por montar el patinete con ruedas que va dentro de la guía.



*Figura 19. Detalle de patinete por guía*

*Fuente: Elaboración propia*

21. Luego se soldarían el perfil en L y el perfil cuadrado sobre el que se apoya, a la puerta.
22. Se coloca la pieza que une en el centro de la varilla y se ponen unos puntos de soldadura, para que quede fija

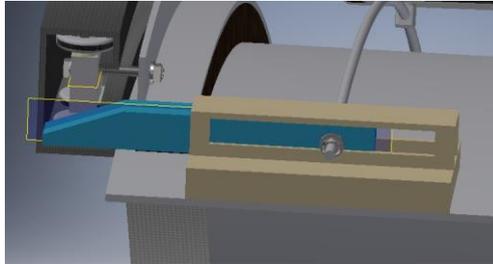


*Figura 20. Detalle puerta*

*Fuente: Elaboración propia*

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

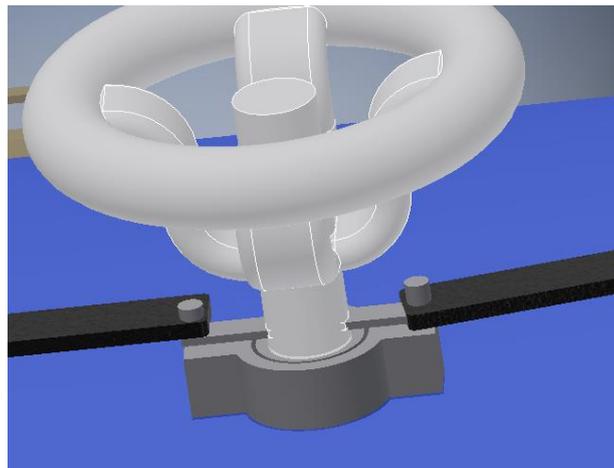
23. Se sueldan los pestillos fijos a la chapa de la puerta, se coloca el pestillo móvil en el interior de éste primero y se hace pasar la varilla circular por el agujero para después fijarlo.



*Figura 21. Detalle pestillos puerta*

*Fuente: Elaboración propia*

24. Se coloca el volante junto con el rodamiento de la base y la varilla plana que lo atraviesa



*Figura 22. Detalle volante*

*Fuente: Elaboración propia*

22. Colocamos las guías en el bombo, irán soldadas in situ
23. Se coloca el marco de la puerta, soldado y encima la goma que ayudará a hacerla estanca.
24. Se coloca la puerta ya montada, solo hará falta unir los patinetes de la guía al perfil en L fijado a la puerta.

## CAPÍTULO 5. PRESUPUESTO

En los anexos se podrá ver la elaboración del presupuesto con el costo final de fabricación. Para ello, determinadas piezas que son únicas en esta máquina, se ha considerado más rentable encargarlas a una empresa especializada, dada la dificultad de comunicación con empresas para la obtención de un presupuesto particular del costo de las determinadas piezas, se ha decidido hacer una estimación de las mismas a partir de las ecuaciones de tiempo de fabricación por pieza en un mecanizado:

$$T_u = T_c + \frac{T_{ch}}{n_p} + T_m + \frac{T_r}{N} \quad (51)$$

Siendo:

$T_u$ : tiempo unitario

$T_c$ : tiempo de corte, con una Vavance de 6m/min

$T_{ch}$ : tiempo de cambio de herramienta, 1 minuto

$n_p$ : numero de piezas fabricadas por filo

$T_m$ : tiempo de maniobra, aproximadamente 1 minuto

$T_r$ : tiempo de reglaje, aproximadamente media hora

$N$ : numero de piezas del lote

Una vez obtenido este tiempo unitario, ya se tendría una estimación de cuánto va a costar en tiempo, la fabricación de dicha pieza. Con este dato y estimando que el coste de una máquina de control numérico o fresadora de control numérico de 3 grados de libertad será, contando operario más máquina, de 60€/hora.

Las piezas que se van a encargar a medida son las siguientes:

- Rueda engranada
- Anillo liso rodante
- Eje de rodamiento deslizante
- Eje de rodamiento lateral
- Eje piñón
- Piñón
- Chumacera piñón
- Soporte eje rodamiento lateral

## Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

- Canalizador
- Cerrojo
- Varilla circular
- Pieza Unión varillas
- Varilla plana volante
- Tapa agua para tubería

Para el caso de la rueda engranada, dadas sus dimensiones, se ha optado por fabricarla por tramos, de unos 40-50 cm, a fin de que quepa en una máquina convencional y que cada tramo vaya acoplado en su sitio (pernos, tornillos, tuercas) consiguiendo así reducir los costes ya que cualquier taller sería capaz de fabricarlo.

Se debe tener en cuenta en las piezas encargadas de fabricar: el coste del material, conocido el coste del material por kg se suma en cada caso el precio de comprar laminas o bloques según la pieza, además de los operarios que se necesitarían para fabricarla.

Con todo ello, estimando en cada caso, según el perímetro de cada pieza y estimando una velocidad de corte de la máquina de 6 metros por minuto, suponiendo tiempos de cambio de herramienta de 1 minuto, tiempo de reglaje de 30 minutos y dando 4 o 5 pasadas por pieza, se hace una estimación del precio de encargar cada pieza.

## CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

Tras la realización del trabajo, se extraen las siguientes conclusiones:

- ✓ El bombo de cangilones cumple con los requerimientos iniciales de fabricación, consiguiendo la funcionalidad y la fabricación con un material distinto al del bombo tradicional
- ✓ Las dimensiones del diseño son similares a las de un bombo comercial
- ✓ El presupuesto de la instalación es competente en el mercado y susceptible a cambios en función de las diferentes subvenciones que puedan recibirse según el marco regulatorio vigente
- ✓ Se ha conseguido ser más eficiente en el manejo de la herramienta Inventor
- ✓ La estructura analizada por métodos de elementos finitos ha determinado que no habría ningún tipo de falla en la maquina
- ✓ Se ha profundizado en el aprendizaje de técnicas básicas de fabricación
- ✓ El diseño es sencillo gracias a la utilización de la metodología DFMA
- ✓ El cambio de estructura inicial, sustituyendo la rueda y estrella de los testers por anillos de rodadura simplifica posibles problemas de desalineamiento en máquinas tan grandes
- ✓ Con más profundización en la materia y los rápidos avances de la tecnología se podrán automatizar estos procesos haciéndolos más eficientes mediante el análisis de datos con sensores y sistemas IOT

## CAPÍTULO 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Electrosoldado, E., & Máquina, D. E. U. N. A. (2015). “Metodología dfma de rediseño del conjunto estructural electrosoldado de una máquina.”
- [2] Carrillo, D., & Cushquicullma, A. (2016). “Implementación De Un Sistema Automatizado Con Control De Arranque Y Eficiencia Energética En La Etapa “Acabado En Húmedo” Para El Laboratorio De Curtiembre Ciencias Pecuarias.”
- [3] Messana, O.J. Quesada, R.B. (2015) “Aplicación de criterios de sostenibilidad en instalaciones”.
- [4] Trassierra, S. (n.d.). “Proyecto básico y de ejecución de acondicionamiento parcial interior del edificio castellana 112 para la nueva sede de AESA”.
- [5] Apuntes de la asignatura Diseño de máquinas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Valencia
- [6] Mauricio, H.; Castro, E. (2016). “Estudio de pre- factibilidad del proyecto: Ampliación de capacidad de planta en la Tenerife PIELC S. A. S, Pyme dedicada al curtido de cuero en el Sector de San Benito Bogotá.” Universidad Distrital Franc.
- [7] Gonzalo, I.; Arnero, A. (2018). “Proyecto de una planta auxiliar de suministro de aire comprimido para uso en una línea de montaje de automóviles”. Universidad Politécnica de Valencia
- [8] López, I. M. (2017). “Proyecto de diseño y cálculo del brazo articulado de una pala excavadora”. Universidad del País Vasco
- [9] Robledo Franco, J. C. (2014). “Lineamientos de mejoramiento de procesos ecoeficientes para la curtidora de Cuero Inversiones J y D en Calarcá Quindío” Universidad EAFIT
- [10] Fernández García, J.; Nuño Antuña, R. M. (2012). “Diseño para fabricación y ensamblaje.” Fundación PRODINTEC
- [11] Apuntes de la asignatura Sistemas de Procesos y Fabricación de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Valencia
- [12] Rodríguez Sánchez, J.M. (2019) “Diseño de un secador rotativo para 30 ton/h de arena, para la empresa ecominesa S.A.” Fundación Universidad de América

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

**DOCUMENTO 2:**

# **ANEXO CALCULOS**

```
%%DATOS
clc

dens=997; %densidad agua kg/m3
Rint=1.648;
L=3.480;
w_max=0.4189; %4 rpm = 0.4189 rev/s
Carga= 663022;%en Newton
dprim=3.690; %diametro primitivo corona2
Rprim=dprim/2;
z2=140;
z1=19;
Rrod=0.320/2;
d_m=300;
%%
Mc=0.5*pi*(Rint)^2 *L*dens
Pc=Mc*9.81
T_max=Pc*((4*Rint)/(3*pi))
Pm=T_max*w_max*10^-3
T_p=T_max*0.81915
P_p=T_max*0.81915*w_max*10^-3
Fn=Carga/0.766044
Tr=Fn*0.006*(Rint+0.205)
Pr=Tr*w_max*10^-3
w_rod=((Rint+205)/d_m)*w_max
T_rod=Fn*0,002*d_m
P_rod=T_rod*w_rod*10^-3
T_max_r=(Pm+Pr+P_rod)/w_max
F_tang=T_max_r/Rprim
F_n_r=F_tang/0.93969
T_rod_p=F_n_r*0,002*d_m
w_p=(z2/z1) *w_max
Prod_p=T_rod_p*w_p
P_max=(Pm*1.02+Pr+P_rod+Prod_p)*1.02^4
P_perm=(P_p*1.02+Pr+P_rod+Prod_p)*1.02^4
P_reduct=P_perm*1.12*1.1
```

Mc =

1.480160103604072e+04

Pc =

1.452037061635594e+05

T\_max =

1.015602526674321e+05

Pm =

42.543589842387306

T\_p =

8.319308097252701e+04

P\_p =

34.849581619391557

Fn =

8.655142524450293e+05

Tr =

9.622787458683837e+03

Pr =

4.030985666442660

w\_rod =

0.288549490666667

T\_rod =

0

```
ans =
```

```
600
```

```
Y =
```

```
0
```

```
P_rod =
```

```
0
```

```
T_max_r =
```

```
1.111830401261159e+02
```

```
F_tang =
```

```
60.261810366458505
```

```
F_n_r =
```

```
64.129457977054670
```

```
T_rod_p =
```

```
0
```

```
ans =
```

```
600
```

```
w_p =
```

```
3.086631578947368
```

```
Prod_p =
```

```
0
```

```
P_max =
```

```
51.334829366050904
```

P\_perm =

42.840022587378357

P\_reduct =

52.778907827650144

>>

```
% DATOS
clc
for d=0:0.001:0.1;
    disp(d);
Su= 990*10^6; %Pa
k_t=2;
a=4.51;
b=-0.265;
ke=0.62;
kx=0.5;
X=3.5;
Ma=7977; %N.m
r=0.005 %radio entalla

%FORMULAS
alfa=(75000)/(Su+210)^1.92;
q=1/(1+(alfa/(r)));
k_f=q*(k_t - 1)+1;
ka=a*Su^b;
kb=(d/7.62)^(-0.1)
S_e=0.5*Su;
Se=ka*kb*ke*kx*S_e

d=( (32*X/(pi*Se))*sqrt((k_f*Ma)^2 ) )^(1/3)

end
```

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

**DOCUMENTO 3:**

# **ANEXO PRESUPUESTO**

**CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**FABRICACION DE PIEZAS EN TALLER**

Nº	CODIGO	MAGNITUD	RESUMEN (DESCRIPCIÓN)	CANTIDAD (RDIMIENTO)	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
1	<b>Cangilon</b> <i>Se cortan los 3 cangilones a partir de una barra de acero inoxidable de espesor 100mm y dimensiones 700*3424</i>					
	MT01	kg	barra maciza acero 150*750*3450 mm	9163,63	0,70	6414,54
	MQ01	h	Maquina de corte por plasma con Velocidad regulable trabajando a 3m/minuto	0,14	20,00	2,80
	MQ02	h	Puente grua	0,50	13,59	6,80
	MO01	h	Peon ordinario dirigiendo grua	0,50	17,88	8,94
	MO02	h	Peon especializado corte	0,20	19,00	3,80
	%		Costes Directos complementarios	0,02	6436,88	128,74
					<i>Importe....</i>	6565,61
2	<b>Extremos cangilon</b> <i>Se cortan los 6 refuerzos de los extremos de cangilones a partir de una chapa de acero inoxidable de espesor 25mm y dimensiones 840*350</i>					
	MT02	kg	chapa acero inox de espesor 25mm y dimesiones 859*400 mm	200,69	0,70	140,48
	MQ01	h	Maquina de corte por plasma con Velocidad regulable trabajando a 3m/minuto	0,08	20,00	1,67
	MQ02	h	Puente grua	0,50	13,59	6,80
	MO01	h	Peon ordinario dirigiendo grua	0,50	17,88	8,94
	MO	h	Peon especializado corte	0,20	19,00	3,80
	%		Costes Directos complementarios	0,02	161,68	3,23
					<i>Importe....</i>	164,91
3	<b>Refuerzo lateral cangilon</b> <i>Se cortan los 24 refuerzos laterales de cangilones a partir de un bloque de acero inoxidable de espesor 150mm y dimensiones 365*143</i>					
	MT03	kg	24 bloques macizos de acero inoxidable de espesor 150mm y dimensiones 400*150 mm	1699,92	0,70	1189,94
	MQ01	h	Maquina de corte por plasma con Velocidad regulable trabajando a 3m/minuto	0,17	20,00	3,33
	MQ02	h	Puente grua	1,00	13,59	13,59
	MO01	h	Peon ordinario dirigiendo grua	0,50	17,88	8,94
	MO	h	Peon especializado corte	0,20	19,00	3,80
	%		Costes Directos complementarios	0,02	1219,61	24,39
					<i>Importe....</i>	1244,00
4	<b>Refuerzo bajo cangilon</b> <i>Se cortan los 3 refuerzos bajo cangilones a partir de una chapa de acero inoxidable de espesor 8mm y dimensiones 200*3200. Además de los correspondientes taladros</i>					
	MT04	kg	3 chapas de acero inoxidable de 8mm de espesor y dimensiones 200*3200 mm	1208,83	0,70	846,18
	MQ	h	Curvadora chapa	0,50	12,00	6,00
	MQ01	h	Maquina de corte por plasma con Velocidad regulable trabajando a 3m/minuto	0,50	18,00	9,00
	MQ02	h	Puente grua	0,70	13,59	9,51
	MO01	h	Peon ordinario dirigiendo grua	0,70	17,88	12,52
	MO	h	Peon especializado corte	0,20	19,00	3,80
	%		Costes Directos complementarios	0,02	887,01	17,74
					<i>Importe....</i>	904,75
	5	<b>Perfiles acero</b> <i>Se cortan 6 perfiles IPE 100 de una longitud ..., 6 Perfiles IPE 100 de una longitud de 11 metros cada uno, 2 perfiles UPN 100 de una longitud de 11 metros cada uno, dos chapas de espesor 2mm para las tapas redondas de los testeros</i>				
MT05		m	Perfiles IPE 100	63,46	9,70	615,58
MT06		m	perfiles IPE 80	21,15	7,19	152,10
MT07		m	perfiles UPN 100	2,00	12,28	24,56
MT08		kg	chapa acero 22MnB5 de espesor 2mm y dimesiones 859*400 mm	269,25	0,70	188,47
MO02		h	Oficial primera	4,00	17,88	71,52
MO01		h	Peon ordinario dirigiendo grua	6,67	17,88	119,20
MQ02		h	Puente grua	6,67	13,59	90,60
MQ01		h	Maquina de corte por plasma con Velocidad regulable trabajando a 3m/minuto	1,33	12,00	16,00
%			Costes Directos complementarios	0,02	1278,03	25,56
					<i>Importe....</i>	1303,59

FABRICACION Y MONTAJE DE PIEZAS EN TALLER

Nº	CODIGO	MAGNITUD	RESUMEN (DESCRIPCIÓN)	CANTIDAD (RDIMIENTO)	PRECIO	IMPORTE
6	<b>Curvar perfiles</b> <i>Todos los perfiles y chapa previamente cortadas pasan a la maquina curvadora para ser curvados y soldados insitu para cerrarlos</i>					
	MQ03	h	Curvadora de perfil Arkus 12, con ajuste de velocidad continua de los rodillos, trabajando normalmente a 25 rpm	0,43	25,00	10,68
	MO	h	Oficial primera	0,50	19,00	9,50
	MO	h	Ayudante	0,50	17,88	8,94
	MO	h	Soldador	0,78	17,88	13,96
	MQ04	h	Equipo de soldadura TIG con una velocidad de 5cm/min	0,78	10,00	7,80
	MO01	h	Peon ordinario dirigiendo grua	0,50	17,88	8,94
	MQ02	h	Puente grua	0,50	13,59	6,80
	%		Costes Directos complementarios	0,02	66,62	1,33
						<i>Importe....</i>
7	<b>Traslado de piezas internas y soldadura in situ</b> <i>Colocacion de las piezas( 3 cangilones, 24 refuerzos, bombo, canalizador agua) sobre los ejes del rodamiento y soldadura insitu</i>					
	MT09	ud	Bombo metal encargado	1,00	602,20	602,20
	MT10	ud	Tuberia comprada	2,00	8,78	17,56
	MT11	ud	Tapa agua	1,00	30,33	30,33
	MT12	ud	Canalizador agua encargado	1,00	57,49	57,49
	MQ02	h	Puente grua	6,00	13,59	81,54
	MO01	h	Peon ordinario dirigiendo grua	3,00	17,88	53,64
	MO	h	Soldador	23,56	17,88	421,28
	MQ04	h	Equipo de soldadura TIG con una velocidad de 5cm/min	23,56	10,00	235,60
	MO	h	Peon apoyo grua	3,00	17,88	53,64
	MO	h	Peon apoyo grua	2,50	17,88	44,70
	%		Costes Directos complementarios	0,02	1597,98	31,96
						<i>Importe....</i>
8	<b>Preparación de moldeo rotacional</b> <i>Colocaion de tapones sobre los agujeros del taladro y el canalizador de agua</i>					
	MO	h	Peon ordinario	0,50	17,88	8,94
	MT13	ud	Tapones para canalizador	120,00	0,30	36,00
	MT14	ud	Tapones agujeros taladro	90,00	0,30	27,00
	%		Costes Directos complementarios	0,02	71,94	1,44
					<i>Importe....</i>	73,38
9	<b>Moldeo rotacional</b> <i>Preparacion de la mezcla de fibras de polipropileno en el tambor de la maquina, para ser calentadas y cubrir toda la superficie interna del bombo hasta un espesor de 1mm</i>					
	MQ05	h	Maquina de rotomoldeo de trabajo a 2000rpm	4,00	22,00	88,00
	MT15	kg	Polipropileno	64,82	1,20	77,78
	MT16	kg	Cargas evitar contraccion, carbonato calcico	1355,00	0,71	962,05
	MO	h	Peon ordinario	0,25	16,88	4,22
	%		Costes Directos complementarios	0,02	1132,05	22,64
					<i>Importe....</i>	1154,70
10	<b>Colocación de refuerzo bajo cangilon</b> <i>Atornillar los refuerzos con sus pernos</i>					
	MT17	ud	Pernos	120,00	0,30	36,00
	MT18	ud	Tuercas	120,00	0,02	2,40
	MO	h	Peon ordinario	0,50	16,88	8,44
	%		Costes Directos complementarios	0,02	46,84	0,94
					<i>Importe....</i>	47,78
11	<b>Recubrimiento manual</b> <i>Recubrimiento de polipropileno sobre esquinas o huecos de los cangilones que hayan podido quedar poco expuestos</i>					
	MT19	m3	Polipropileno	135,00	1,20	162,00
	MO	h	Peon ordinario	0,50	17,88	8,94
	MQ06	h	Pistola proyeccion fibra	0,42	15,00	6,25
	%		Costes Directos complementarios	0,02	177,19	3,54
					<i>Importe....</i>	180,73

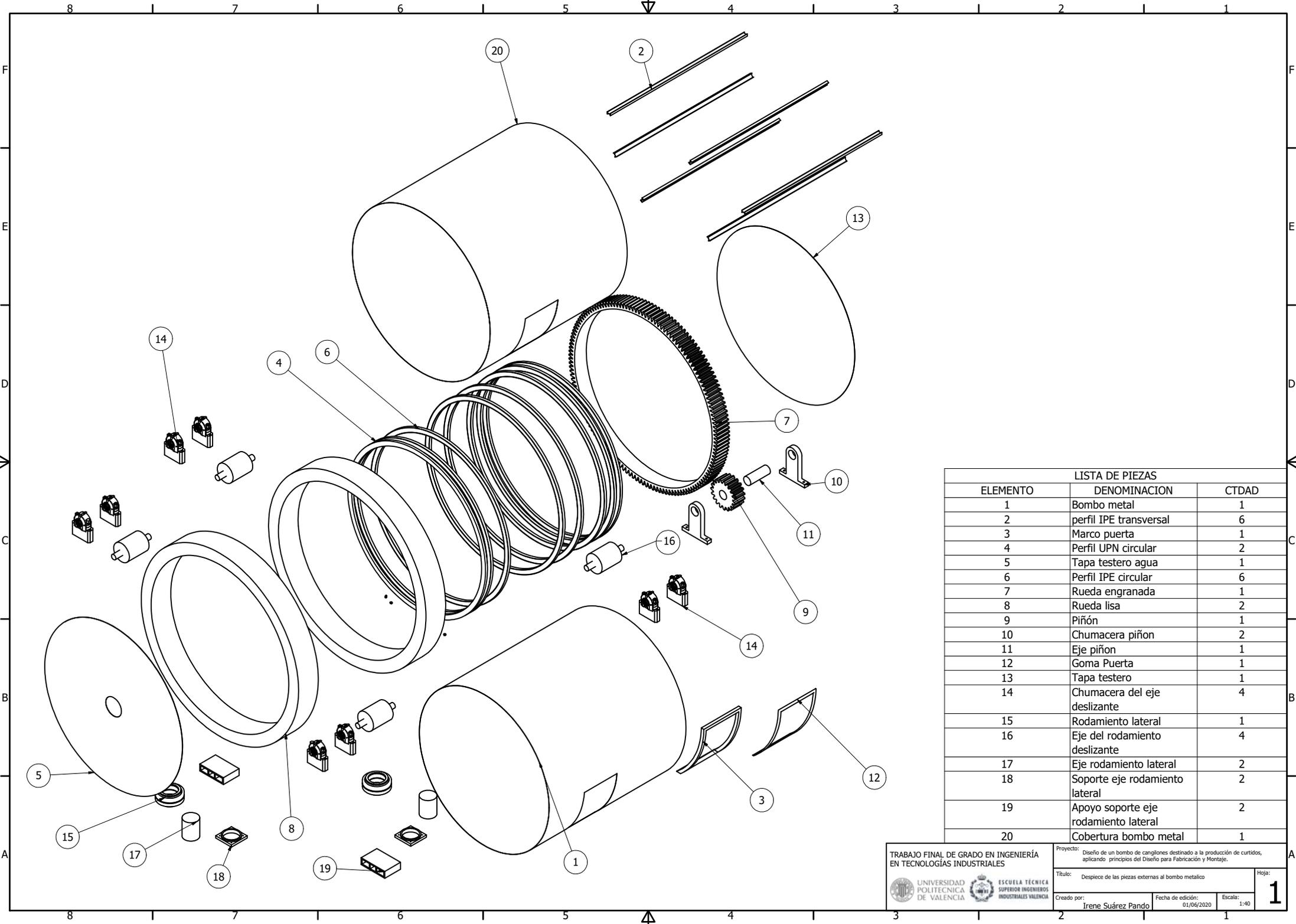
Nº	CODIGO	MAGNITUD	RESUMEN (DESCRIPCIÓN)	CANTIDAD (RDIMIENTO)	PRECIO	IMPORTE
12	<b>Colocacion de pernos</b> <i>Retirada de los tapones de recubrimiento y colocacion de pernos y tuercas para el ajuste de la capa</i>					
	MO	h	Peon ordinario	0,33	17,88	5,96
	MT20	ud	Tuercas perno	120,00	0,02	2,40
	MT21	ud	Pernos	90,00	0,30	27,00
	%		Costes Directos complementarios	0,02	35,36	0,71
<i>Importe....</i>						36,07
13	<b>Colocacion perfiles, ruedas deslizantes y engranaje</b> <i>Colocacion de los 12 perfiles externos que conforman la exoestructura, mediante uso de grua y soldadura in situ</i>					
	MO01	h	Peon ordinario dirigiendo grua	4,67	17,88	83,44
	MO	h	Peon ordinario apoyo grua	4,67	17,88	83,44
	MO	h	Peon ordinario apoyo grua	4,67	17,88	83,44
	MQ02	h	Puente grua	4,67	13,59	63,42
	MT22	ud	Rueda Lisa	2,00	1435,65	2871,30
	MO	h	Soldador	17,00	17,88	304,00
	MQ04	h	Equipo de soldadura TIG con una velocidad de 5cm/min	17,00	10,00	170,00
	MT23	ud	Rueda engranada	1,00	992,14	992,14
	%		Costes Directos complementarios	0,02	4651,18	93,02
<i>Importe....</i>						4744,21
14	<b>Montaje y colocacion puerta</b> <i>Montaje y soldadura de piezas que componen la puerta, una vez montada se coloca en el bombo y se suelda in situ</i>					
	MO	h	Oficial primera	1,00	19,00	19,00
	MO01	h	Peon ordinario dirigiendo grua	1,00	17,88	17,88
	MO	h	Soldador	3,00	17,88	53,64
	MQ04	h	Equipo de soldadura TIG con una velocidad de 5cm/min	3,00	10,00	30,00
	MQ02	h	Puente grua	1,00	13,59	13,59
	MT24	ud	Volante	1,00	95,17	95,17
	MT25	ud	Ruedas y cuerpo	4,00	45,31	181,24
	MT26	ud	Cojinete volante	1,00	14,92	14,92
	MT27	ud	Varilla plana	1,00	30,64	30,64
	MT28	ud	Pieza en T	2,00	15,46	30,92
	MT29	ud	Cerrojo	4,00	2,27	9,10
	MT30	ud	Pestillo fijo+ movil	4,00	3,00	12,00
	MT31	ud	Varilla circular	2,00	8,00	16,00
	MT32	ud	Anclaje varilla	2,00	4,89	9,78
	MT33	ud	Chapa puerta	1,00	14,13	14,13
	MT34	ud	Perfil guia	2,00	6,12	12,24
	MT35	ud	Perfil cuadrado	2,00	3,58	7,16
	MT36	ud	Perfil en L	2,00	5,19	10,38
	%		Costes Directos complementarios	0,02	577,78	11,56
<i>Importe....</i>						577,78
15	<b>Colocacion máquina sobre ejes</b> <i>Con la maquina acabada, se utiliza la grua para colocarla sobre los ejes</i>					
	MQ02	h	Puente grua	3,00	13,59	40,77
	MO01	h	Peon ordinario dirigiendo grua	3,00	17,88	53,64
	MO	h	Peon ordinario apoyo grua	3,00	17,88	53,64
	MO	h	Peon ordinario apoyo grua	3,00	17,88	53,64
	MT37	ud	Ejes de rodamiento deslizante	4,00	2492,14	9968,56
	MT38	ud	chumacera de ejes deslizantes	4,00	798,29	3193,16
	MT39	ud	Ejes laterales	2,00	623,03	1246,07
	MT40	ud	Rodamientos de ejes laterales	2,00	425,82	851,64
	MT41	ud	Apoyo ladrillo ejes laterales	2,00	19,20	38,40
	MT42	ud	Base ejes laterales	2,00	70,52	141,03
	MT43	ud	Eje piñon	1,00	2594,74	2594,74
	MT44	ud	Piñon	1,00	1663,16	1663,16
	MT45	ud	Chumacera piñon	2,00	257,82	515,64
	%		Costes Directos complementarios	0,02	20414,09	408,28
<i>Importe....</i>						20822,37

Presupuesto Ejecución Material (PEM)	36131,60
Gastos Generales (0,13*PEM)	4697,11
Beneficio Industrial (0,06*BI)	2167,90
Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC)	1708,90
IVA (0,21*PEC)	358,87
Presupuesto de Inversión	2067,77
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>40422,53</b>

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

**DOCUMENTO 4:**

# **ANEXO PLANOS**



LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	DENOMINACION	CTDAD
1	Bombo metal	1
2	perfil IPE transversal	6
3	Marco puerta	1
4	Perfil UPN circular	2
5	Tapa testero agua	1
6	Perfil IPE circular	6
7	Rueda engranada	1
8	Rueda lisa	2
9	Piñón	1
10	Chumacera piñon	2
11	Eje piñon	1
12	Goma Puerta	1
13	Tapa testero	1
14	Chumacera del eje deslizante	4
15	Rodamiento lateral	1
16	Eje del rodamiento deslizante	4
17	Eje rodamiento lateral	2
18	Soporte eje rodamiento lateral	2
19	Apoyo soporte eje rodamiento lateral	2
20	Cobertura bombo metal	1

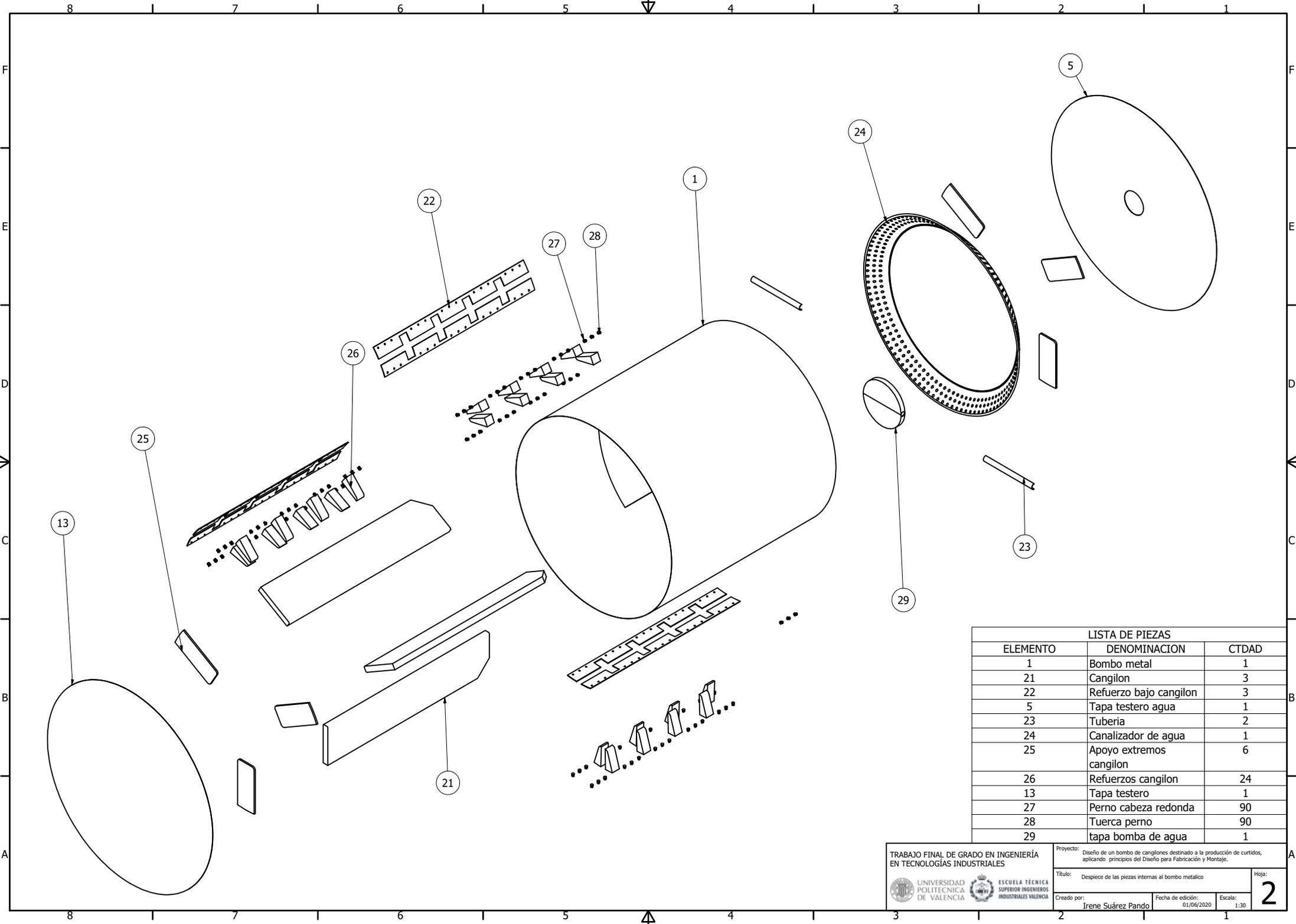
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Despiece de las piezas externas al bombo metalico Hoja: 1

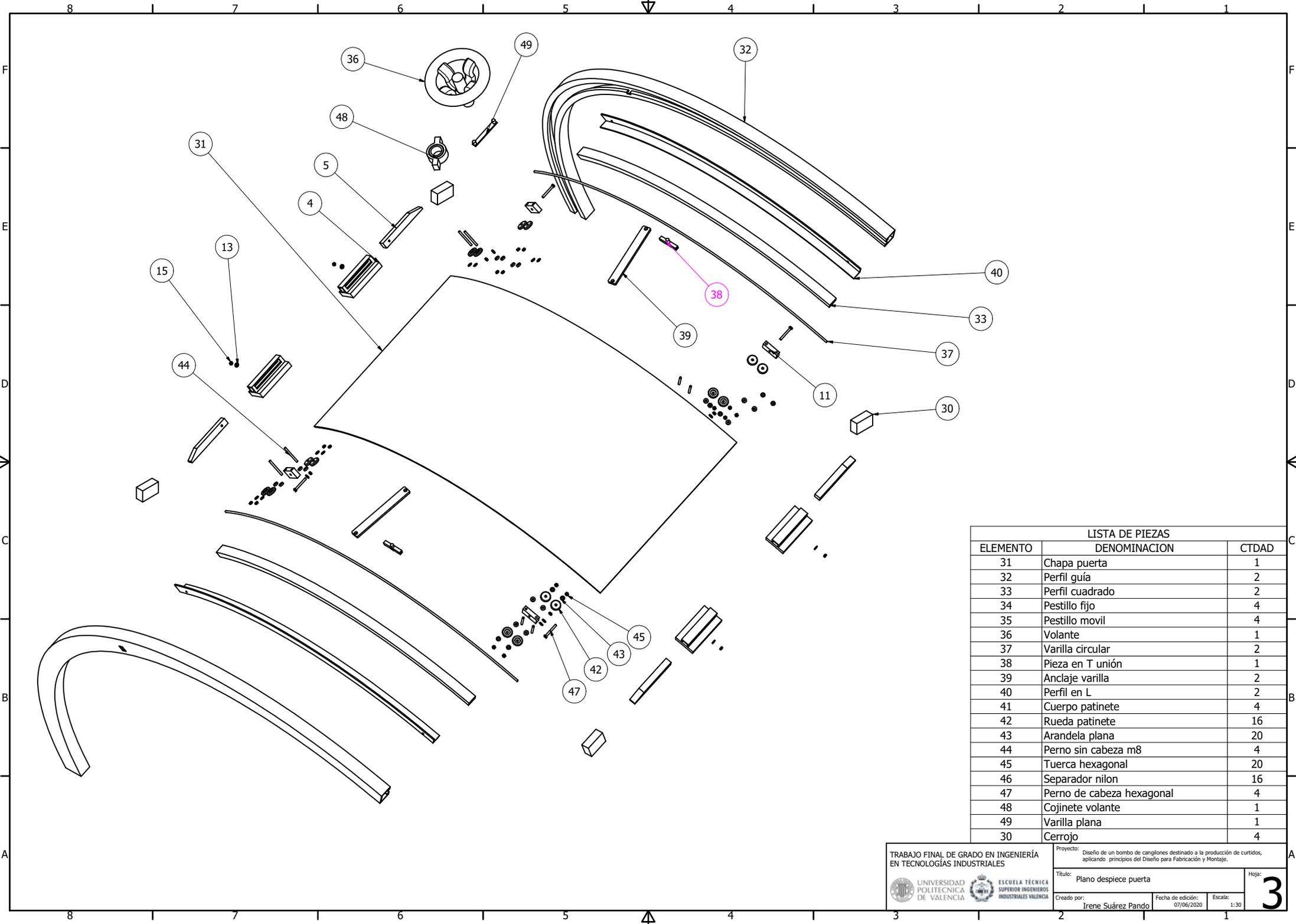
Creado por: Irene Suárez Pando Fecha de edición: 01/06/2020 Escala: 1:40



LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	DENOMINACION	CTDAD
1	Bombo metal	1
21	Cangilon	3
22	Refuerzo bajo cangilon	3
5	Tapa testero agua	1
23	Tuberia	2
24	Canalizador de agua	1
25	Apoyo extremos cangilon	6
26	Refuerzos cangilon	24
13	Tapa testero	1
27	Perno cabeza redonda	90
28	Tuerca perno	90
29	tapa bomba de agua	1

**TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**  
 Proyecto: Diseño de un bombeo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.  
 Título: Despiece de las piezas internas al bombeo metalico  
 Creado por: Irene Suárez Pando  
 Fecha de edición: 01/06/2020  
 Escala: 1:30  
 Hoja: **2**





LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	DENOMINACION	CTDAD
31	Chapa puerta	1
32	Perfil guía	2
33	Perfil cuadrado	2
34	Pestillo fijo	4
35	Pestillo movil	4
36	Volante	1
37	Varilla circular	2
38	Pieza en T unión	1
39	Anclaje varilla	2
40	Perfil en L	2
41	Cuerpo patinete	4
42	Rueda patinete	16
43	Arandela plana	20
44	Perno sin cabeza m8	4
45	Tuerca hexagonal	20
46	Separador nylon	16
47	Perno de cabeza hexagonal	4
48	Cojinete volante	1
49	Varilla plana	1
30	Cerrojo	4

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



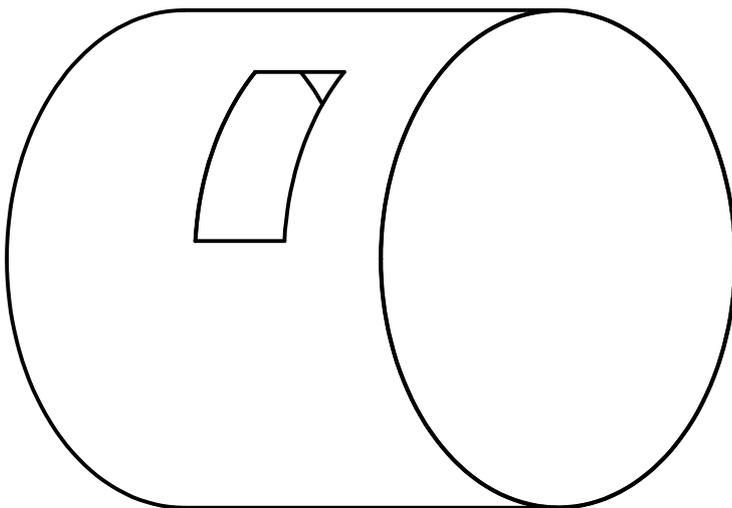
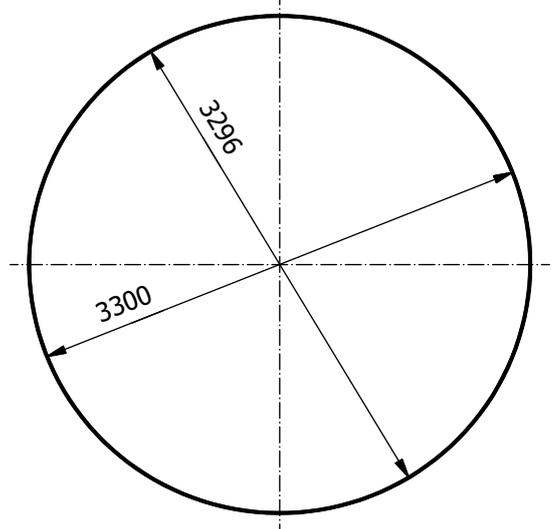
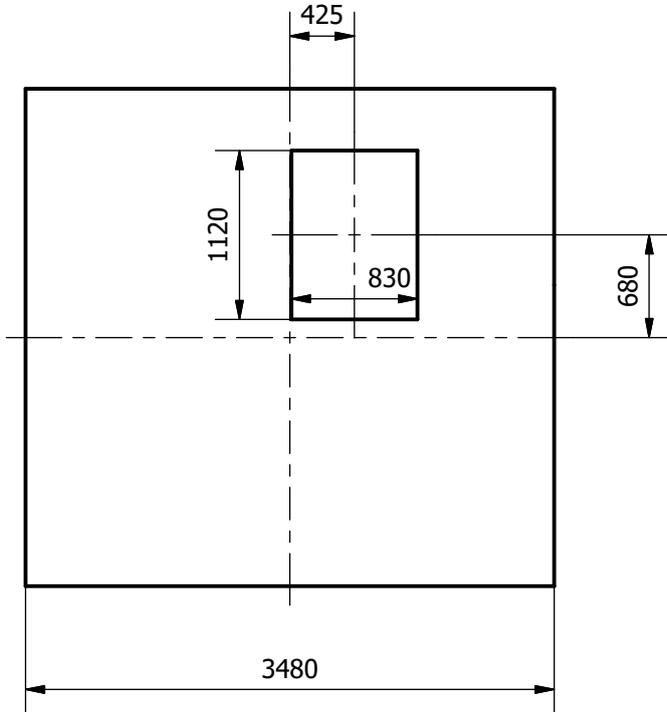
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bomo de cangliones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano despiece puerta Hoja: 3

Creado por: Irene Suárez Pando Fecha de edición: 07/06/2020 Escala: 1:30

# 1



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano bombo metal

Observaciones:  
Tolerancias generales  
segun Norma ISO 2768 mK

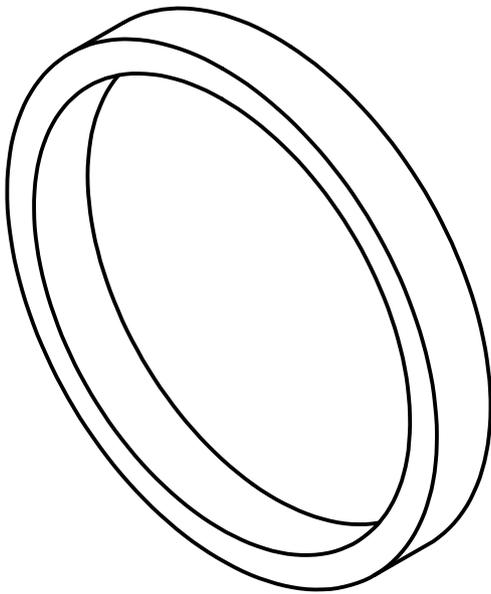
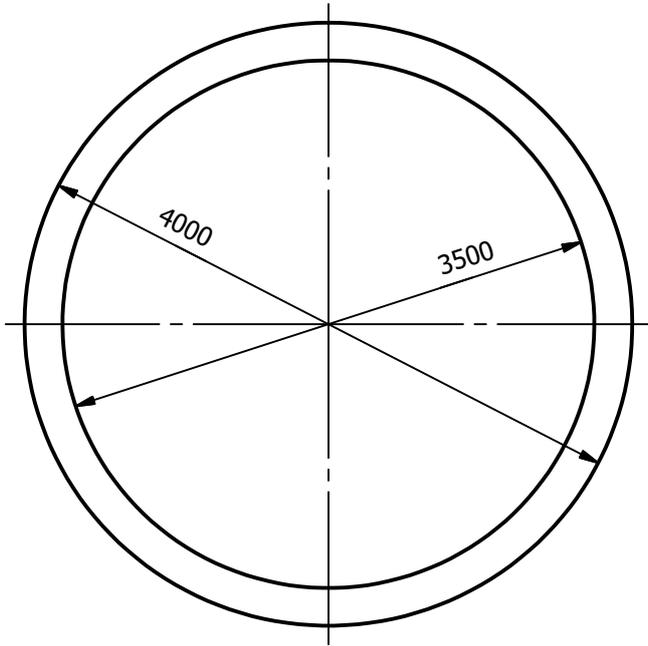
Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:10

# 4



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano anillo liso

Observaciones:  
Tolerancias generales  
segun Norma ISO 2768 mK

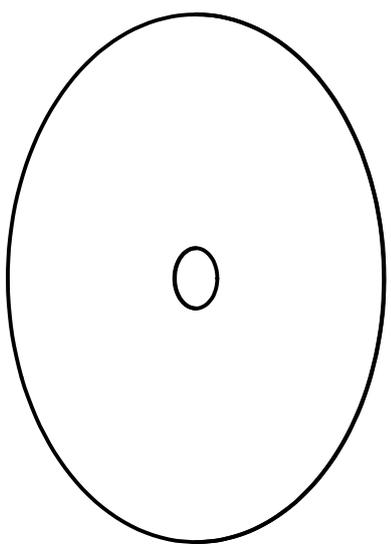
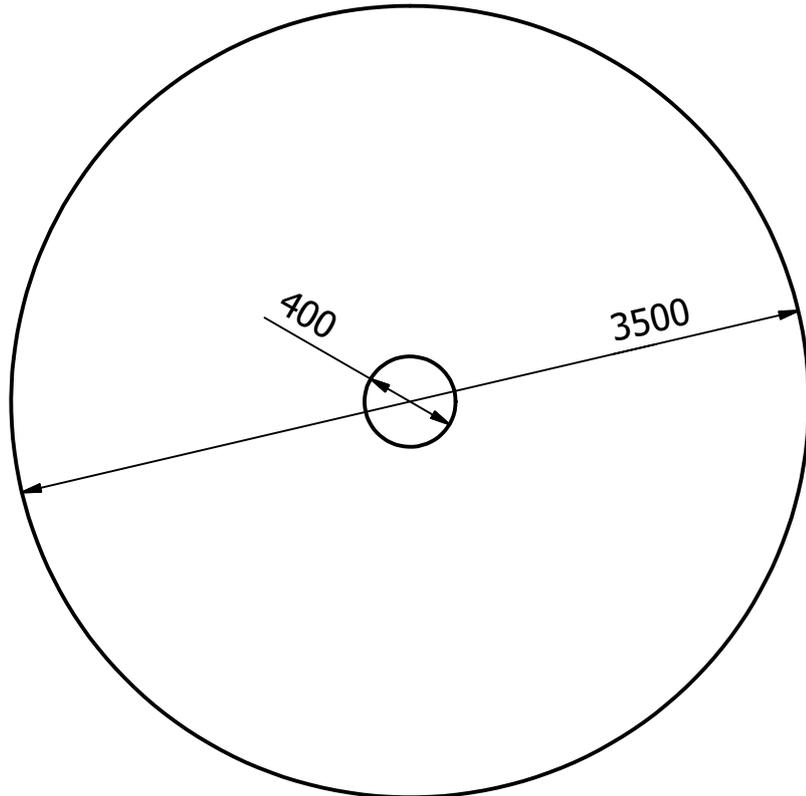
Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

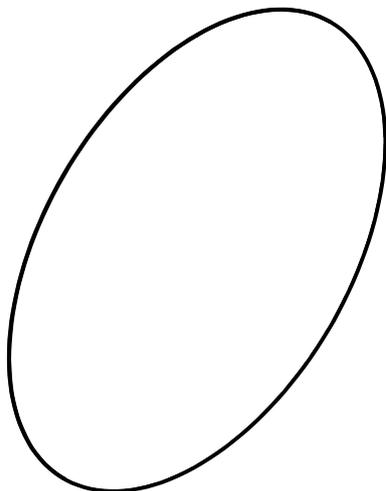
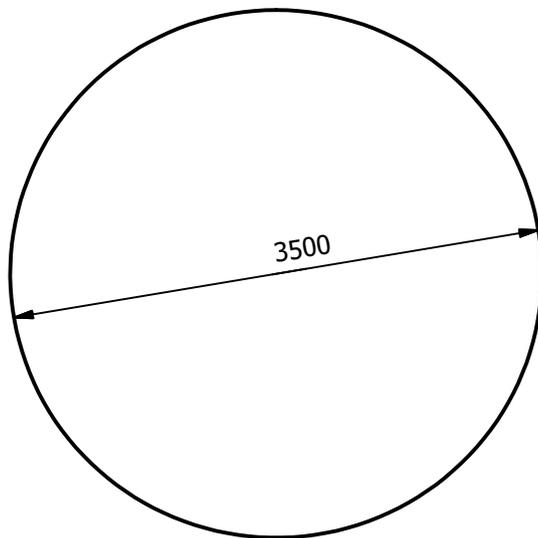
Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:50

5



<p>TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES</p> 	Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.		
	Título: Plano tapa testero agua	Observaciones: Tolerancias generales según Norma ISO 2768 mK	Hoja: 6
	Creado por: Irene Suárez Pando	Fecha de edición: 01/06/2020	Escala: 1:50



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano tapa testero

Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

Hoja:

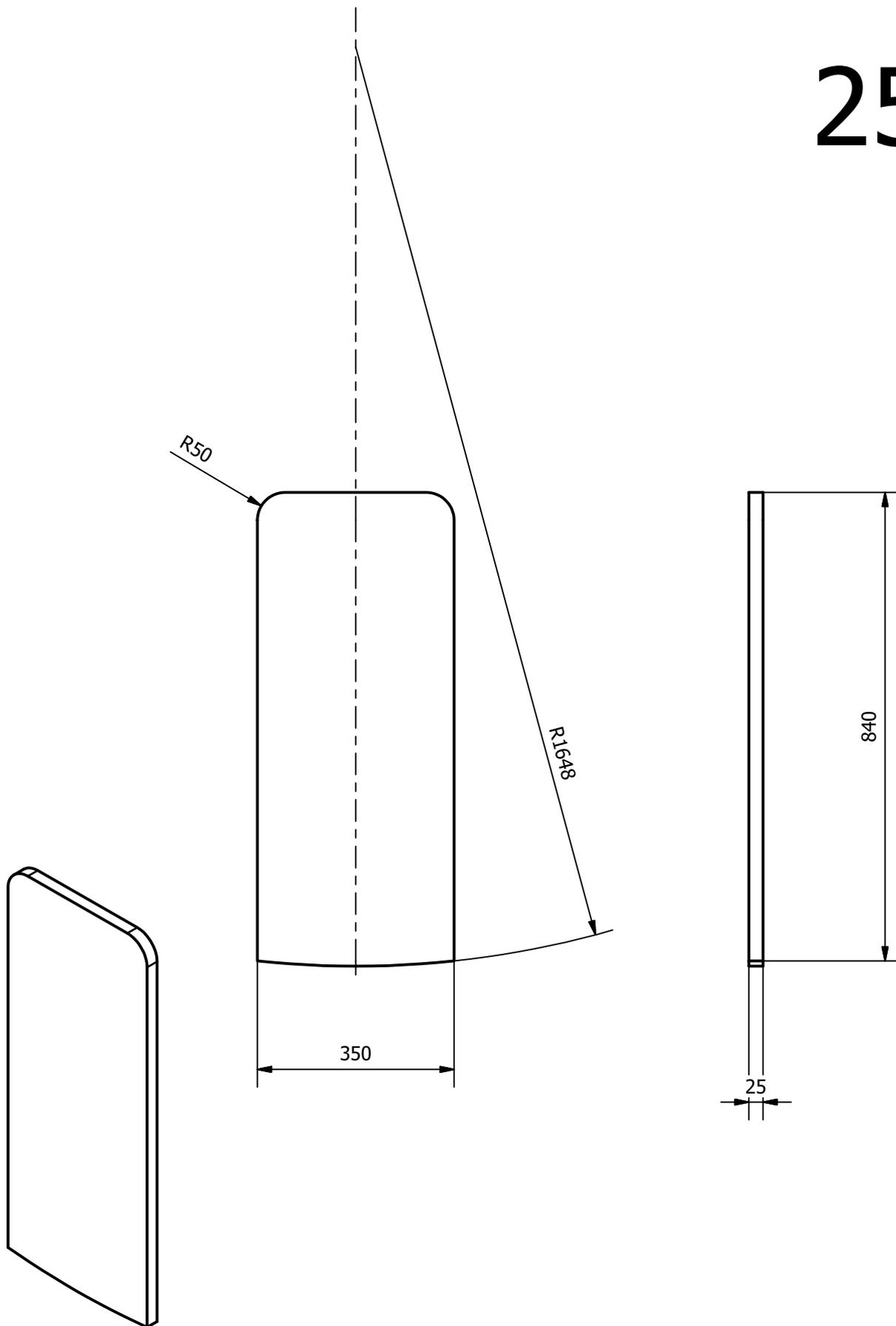
Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:50

# 7

# 25



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título:  
Plano apoyo extremos cangilon

Observaciones:  
Tolerancias generales  
segun Norma ISO 2768 mK

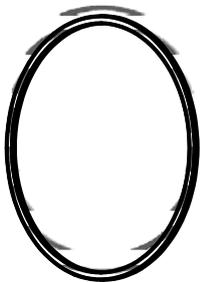
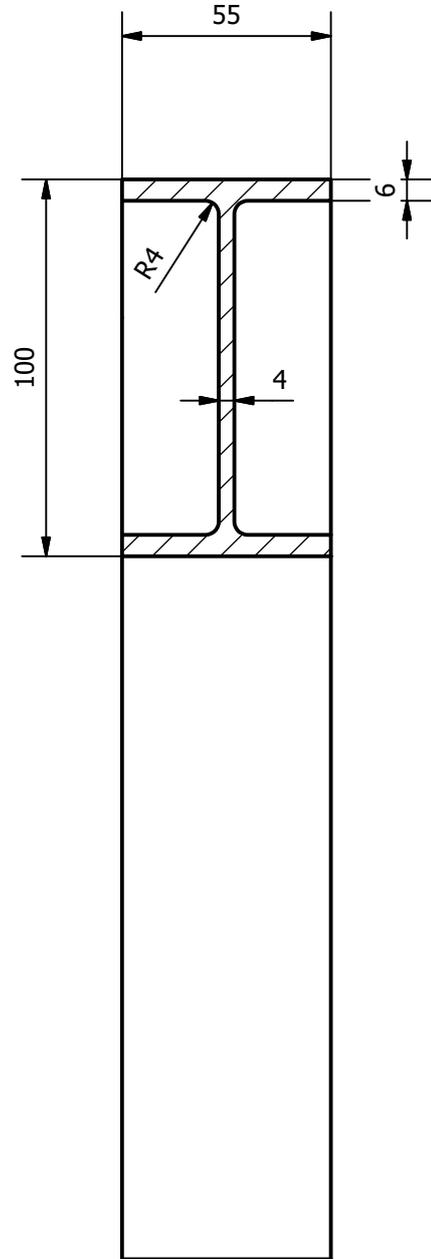
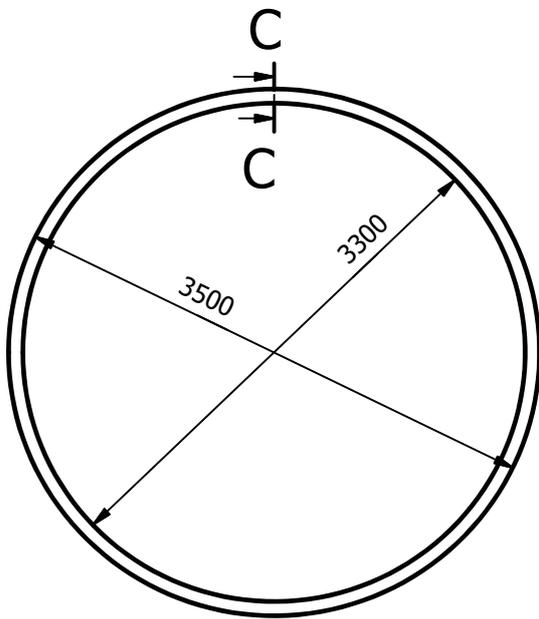
Hoja:

# 8

Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:10



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título:  
Plano perfil IPE circular

Observaciones:  
Tolerancias generales  
segun Norma ISO 2768 mK

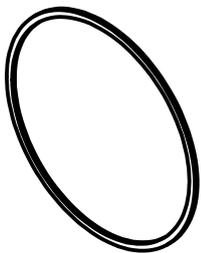
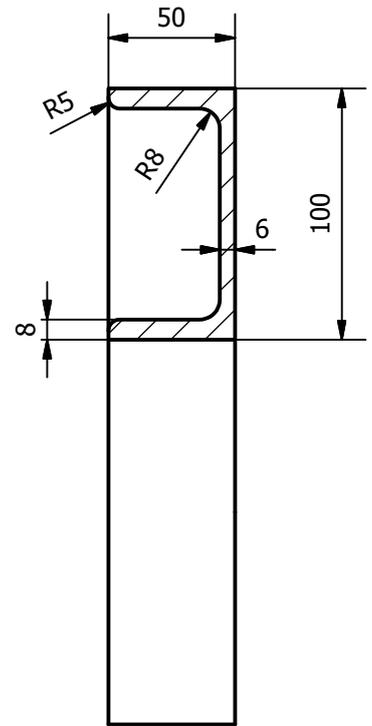
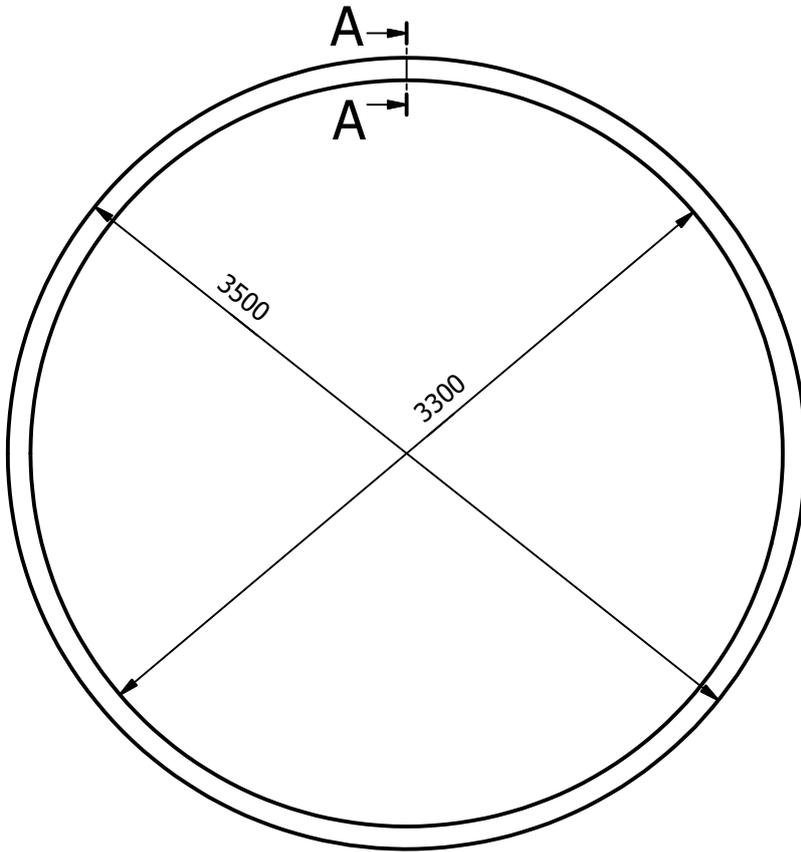
Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

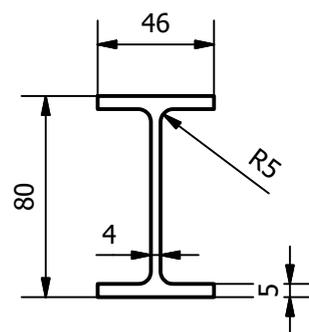
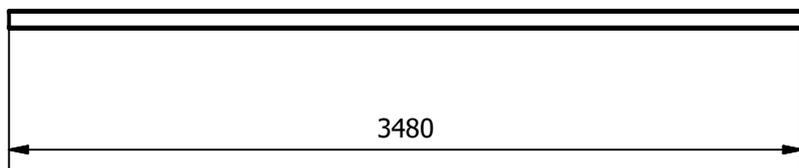
Escala:  
1:10

A-A ( 1 : 3 )



<p>TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES</p> 	Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.		
	Título: Plano perfil UPN en C	Observaciones: Tolerancias generales según Norma ISO 2768 mK	Hoja: 10
	Creado por: Irene Suárez Pando	Fecha de edición: 01/06/2020	Escala: 1:30

# 2



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano perfil IPE transversal

Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

Hoja:

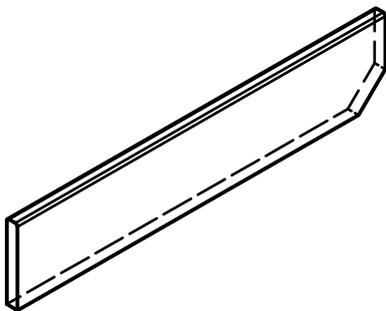
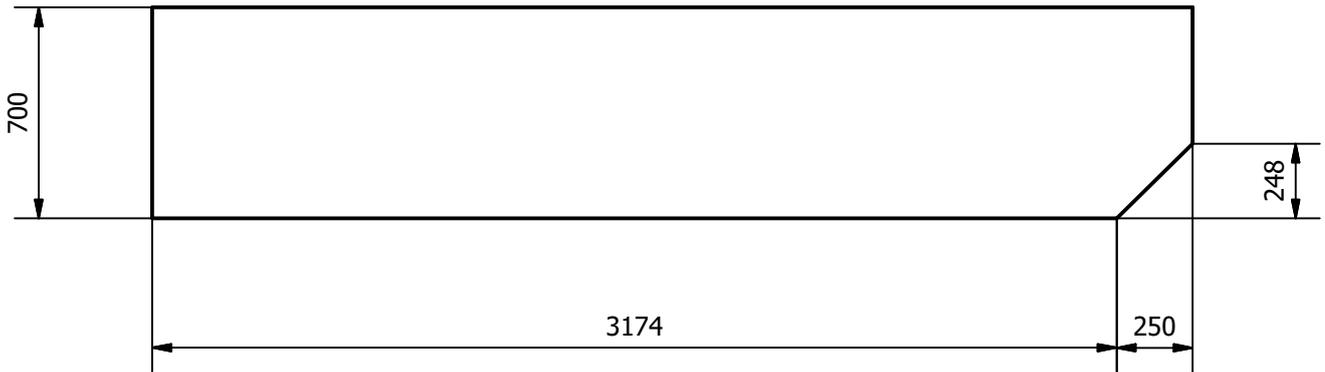
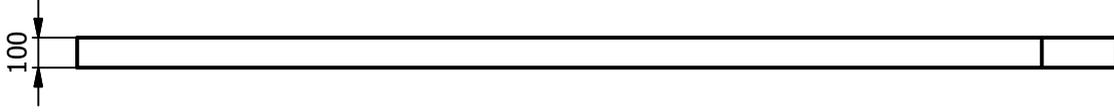
Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:50

# 11

# 21



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de cortidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano cangilon

Observaciones:  
Tolerancias generales  
segun Norma ISO 2768 mK

Hoja:

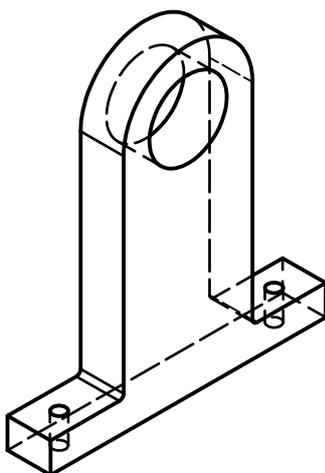
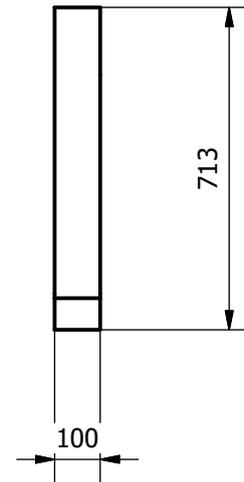
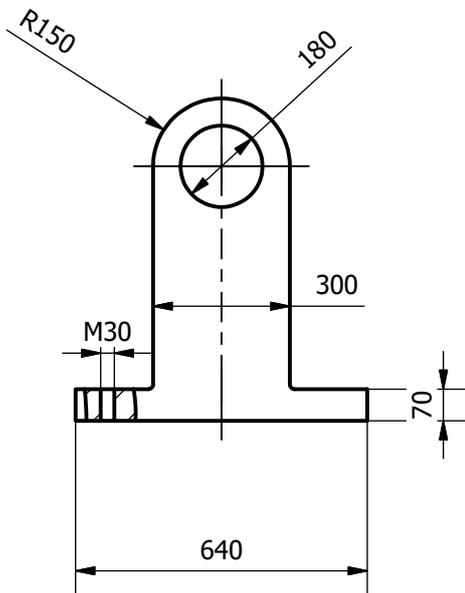
Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:50

# 12

# 10



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano chumacera del piñon

Observaciones:  
Tolerancias generales  
segun Norma ISO 2768 mK

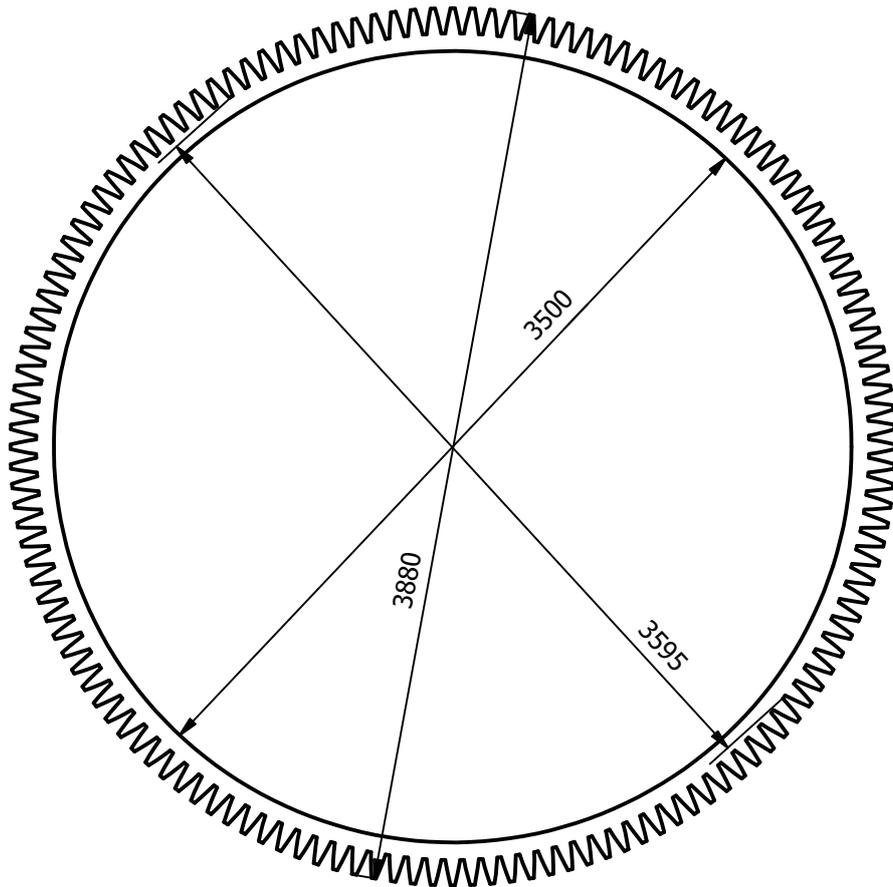
Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:15

# 13



DATOS CORONA	
Dato	Valor
Modulo normal	17
Nº dientes	140
Angulo primitivo	20
Angulo entre ejes	7
Diametro primitivo	3700



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de cortidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano corona engranada

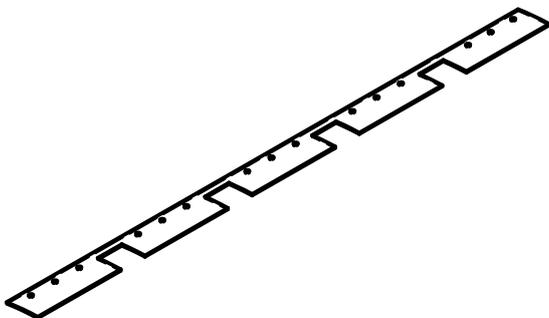
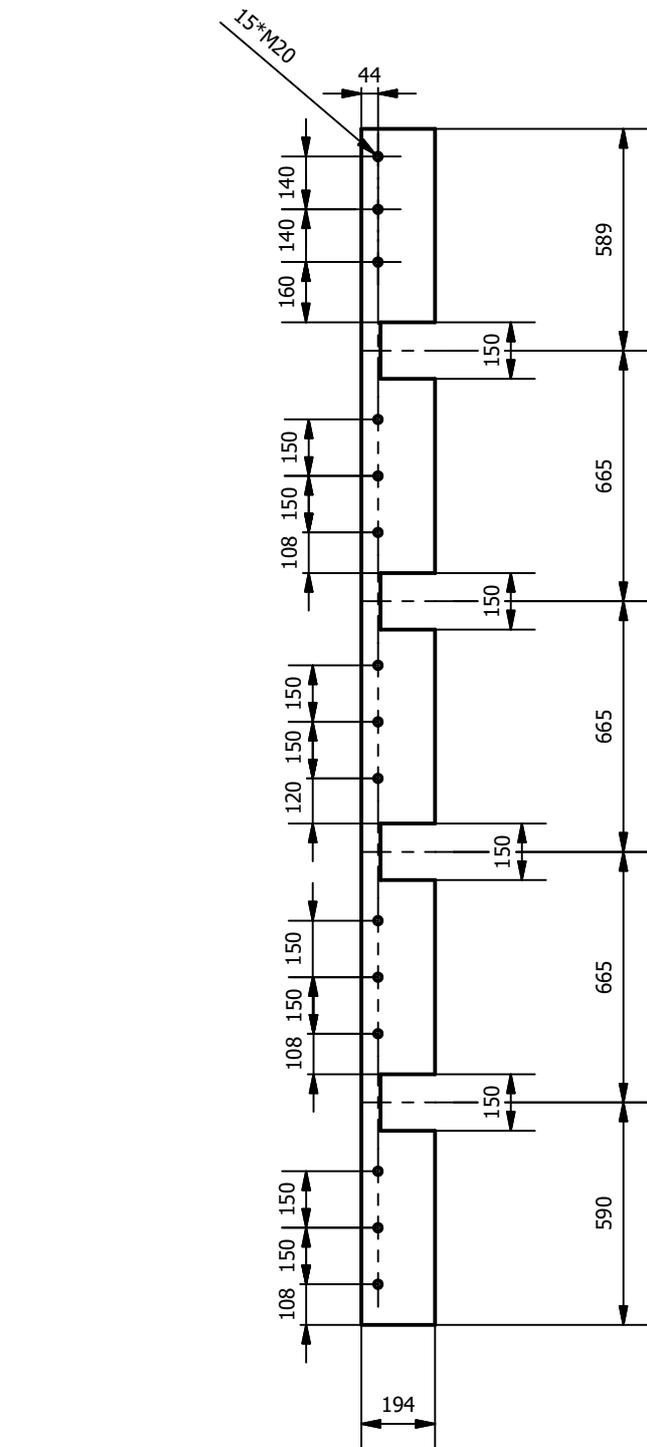
Observaciones:  
Tolerancias generales  
segun Norma ISO 2768 mK

Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:30



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de cortidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano refuerzo bajo cangilon

Observaciones:  
Tolerancias generales  
segun Norma ISO 2768 mK

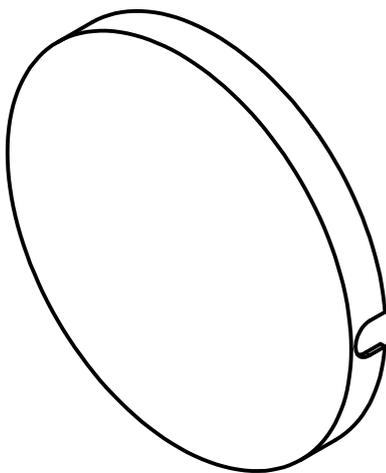
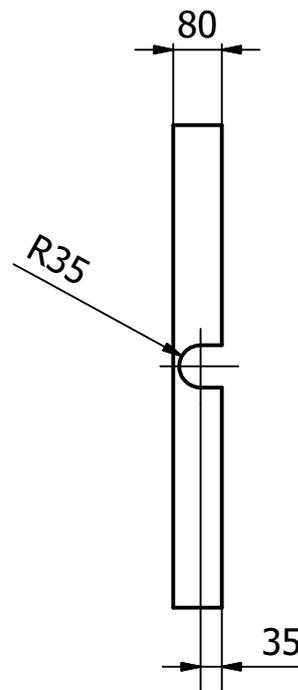
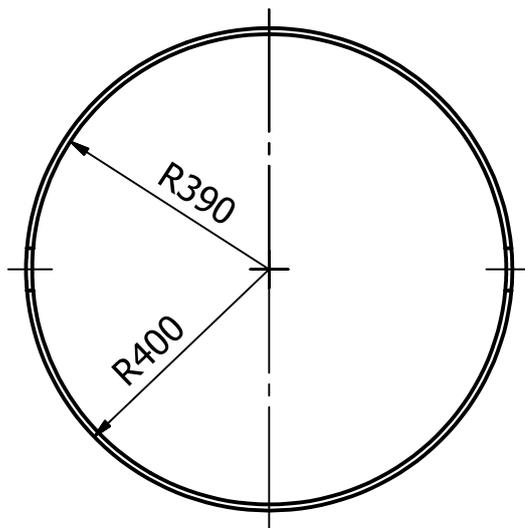
Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:30

# 15



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título:  
Plano tapa agua

Observaciones:  
Tolerancias generales  
segun Norma ISO 2768 mK

Hoja:

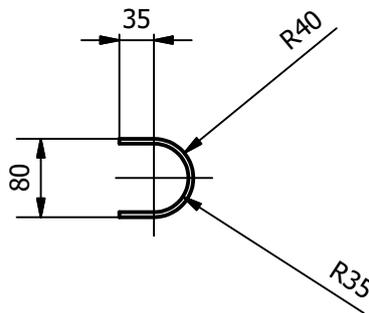
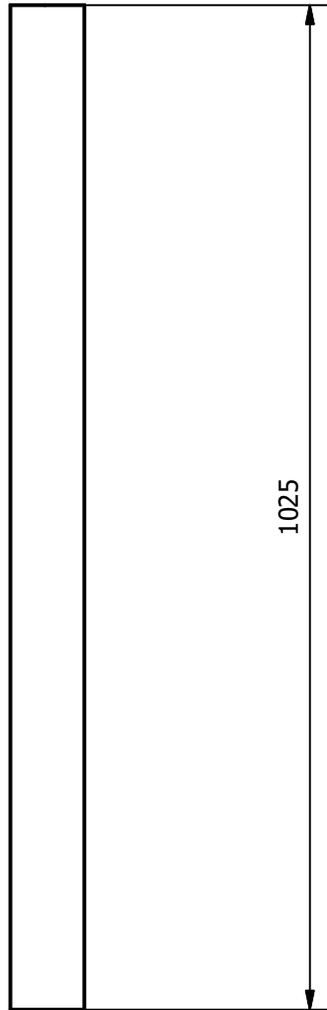
Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:14

# 16

# 23



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano tubería

Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

Hoja:

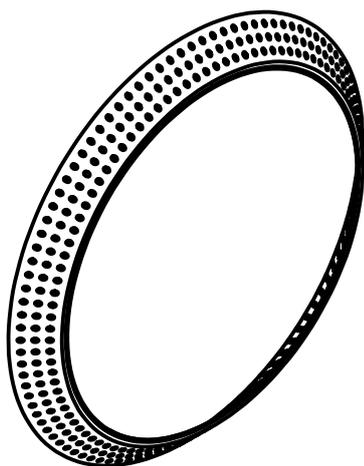
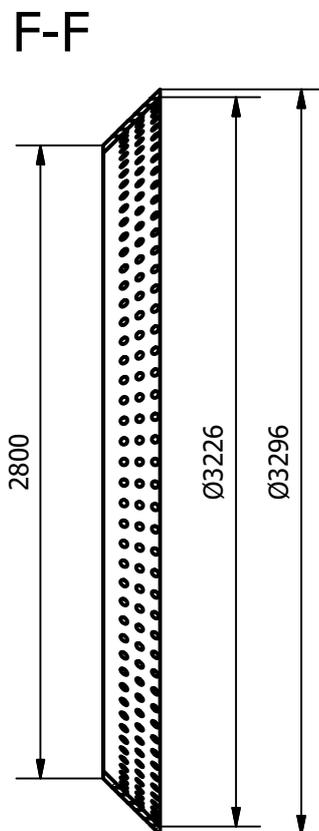
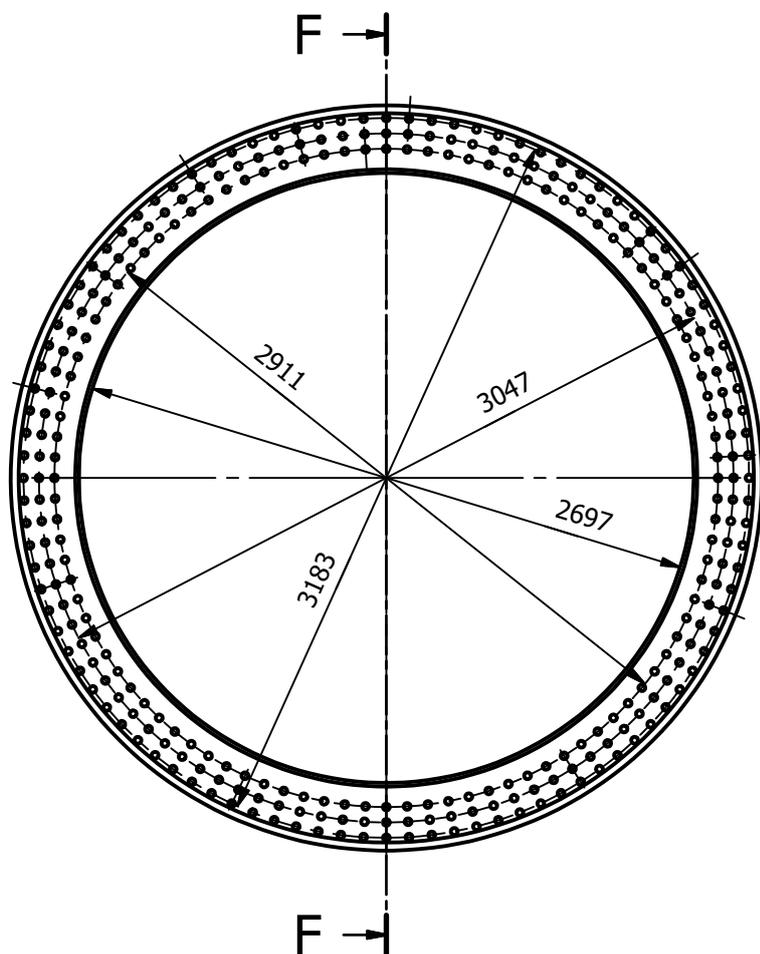
Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:12

# 17

Todos los agujeros del canalizador son de diametro 30



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano canalizador

Observaciones:  
Tolerancias generales  
segun Norma ISO 2768 mK

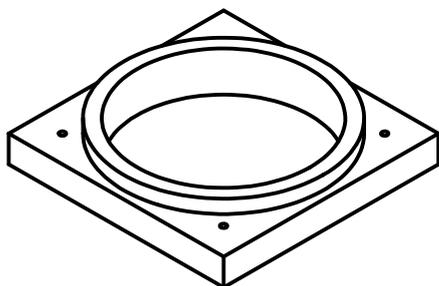
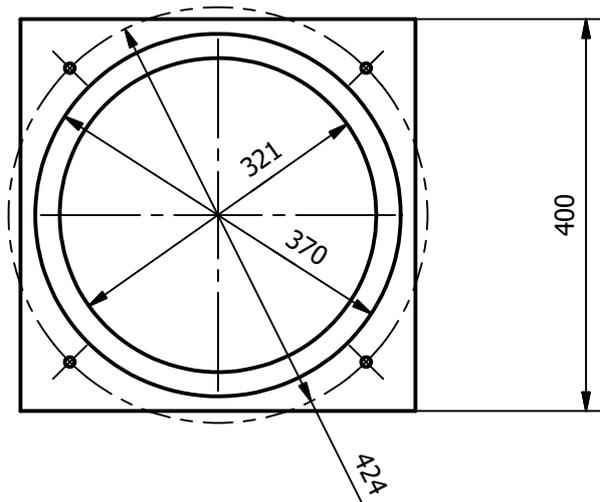
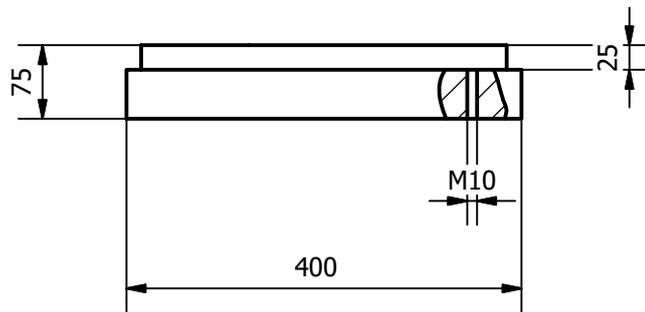
Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:30

# 18



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano soporte eje rodamiento lateral

Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

Hoja:

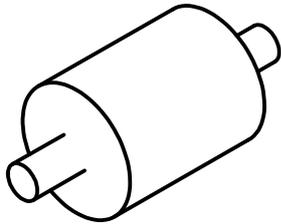
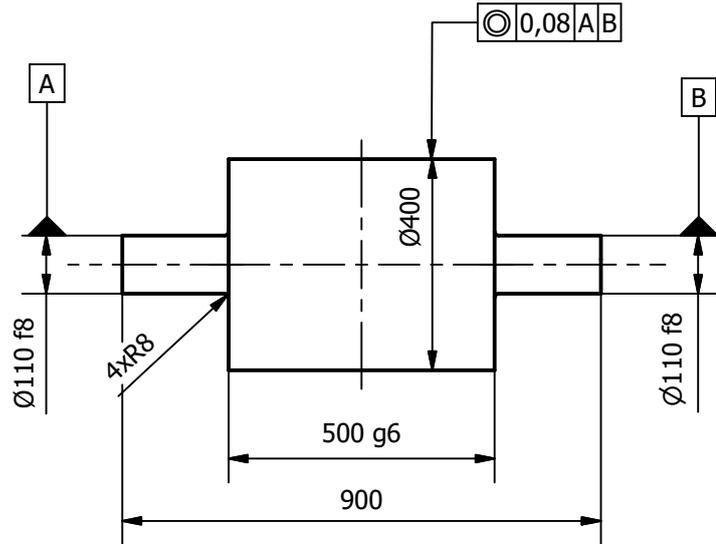
Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

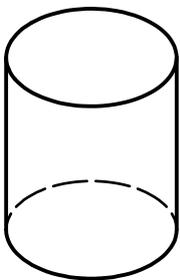
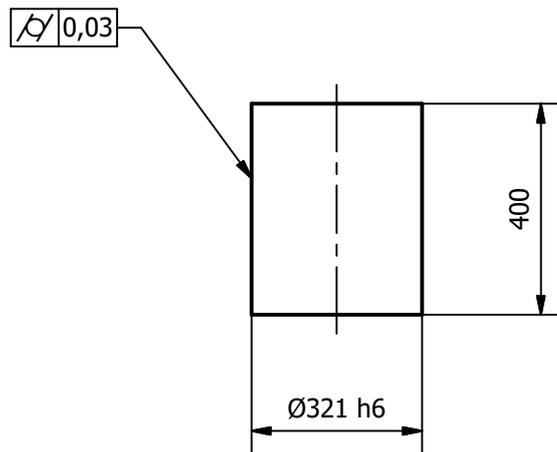
Escala:  
1:10

# 19

# 16



# 17



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de cortidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano eje de rodamiento deslizante y eje de rodamiento lateral

Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

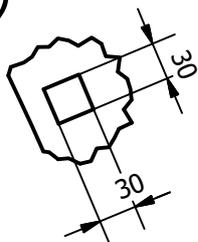
Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:14

# 21

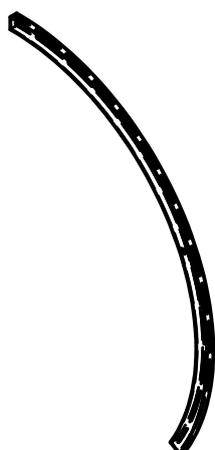
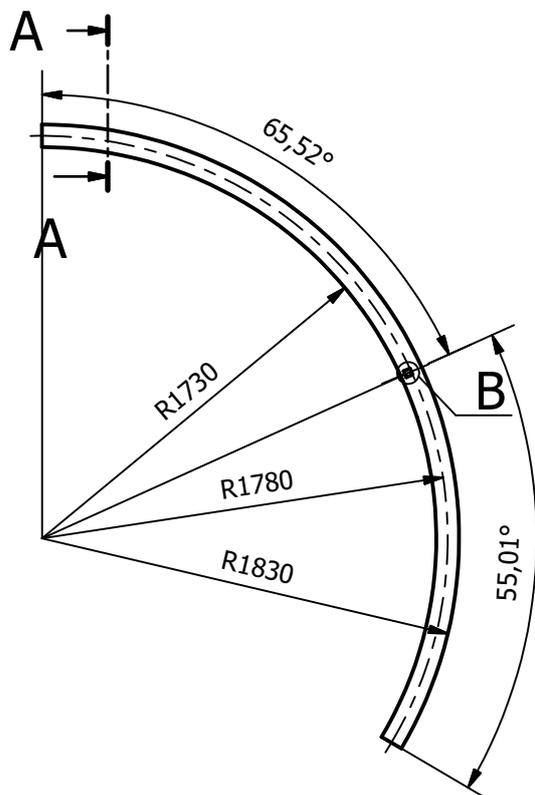
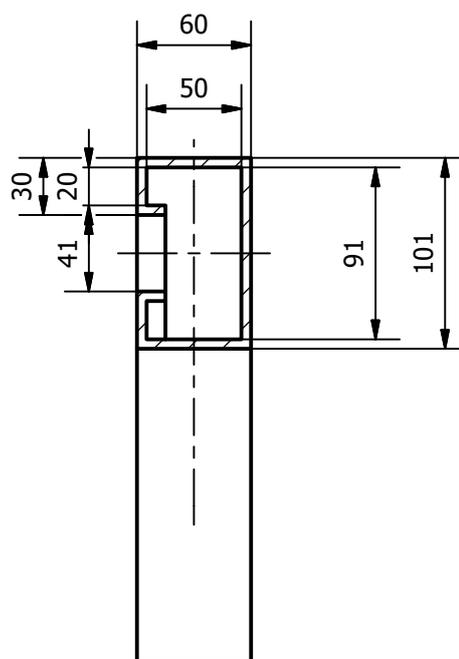
# 32

## B ( 1 : 6 )



La longitud del perfil antes del curvado es de 927 mm

## A-A ( 1 : 4 )



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano perfil guía

Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

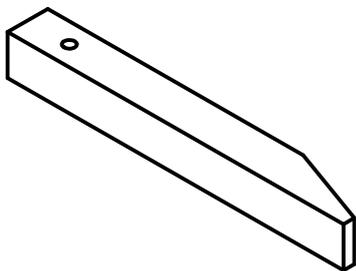
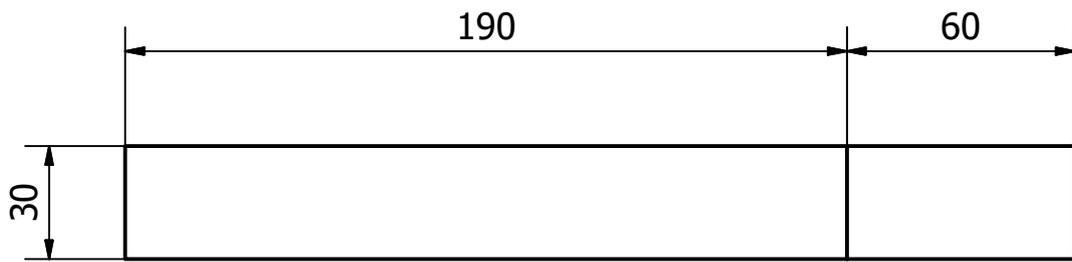
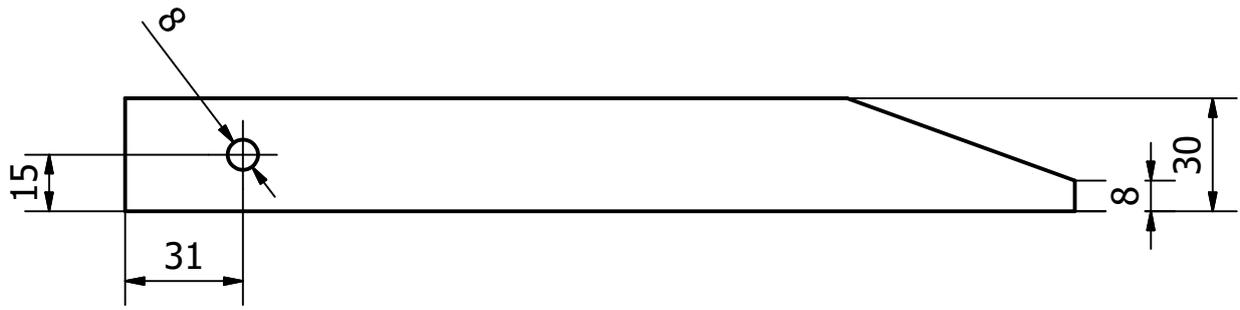
Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:30

# 22



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano pestillo movil

Observaciones:  
Tolerancias generales  
segun Norma ISO 2768 mK

Hoja:

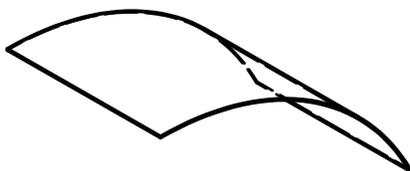
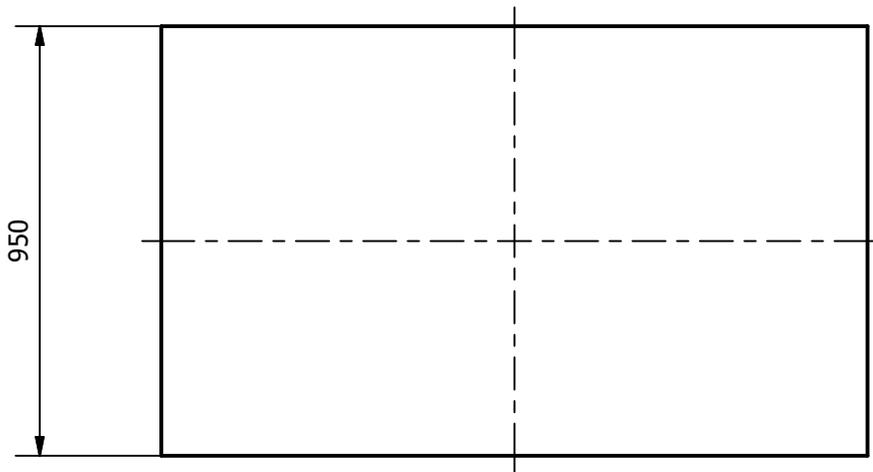
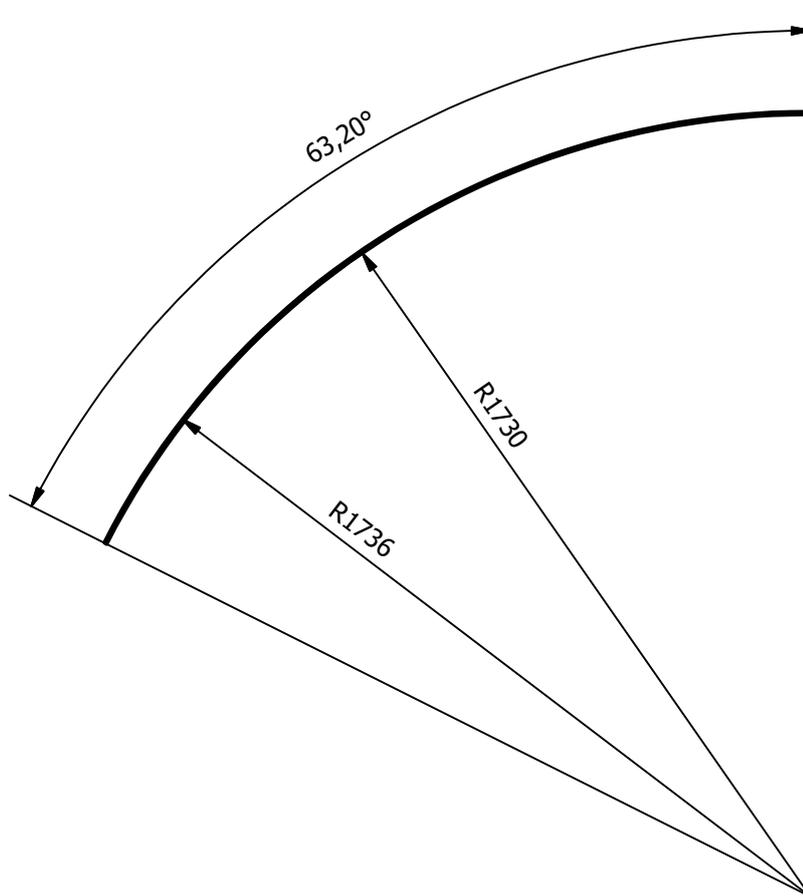
Creado por:

Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:2

# 23



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano chapa puerta

Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

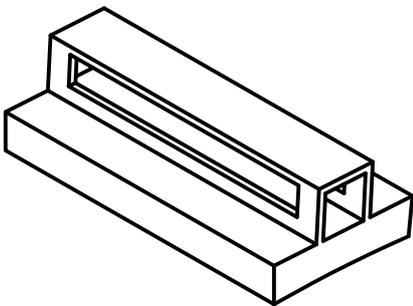
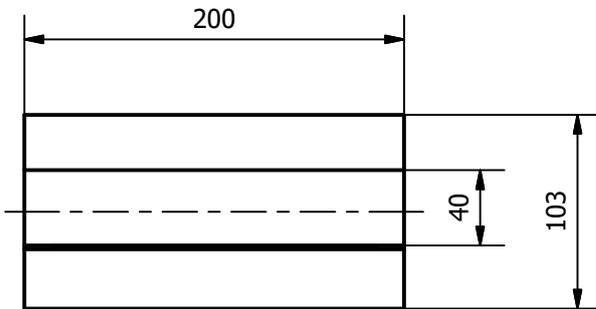
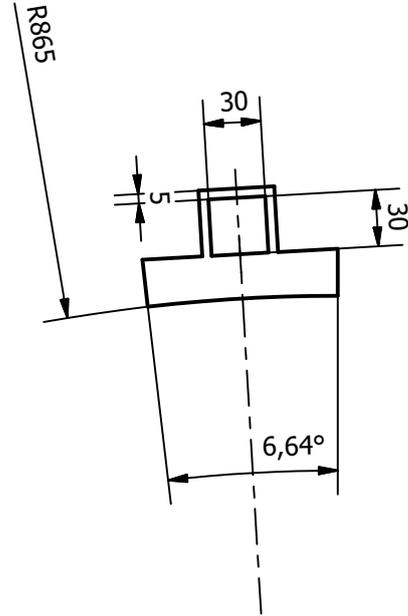
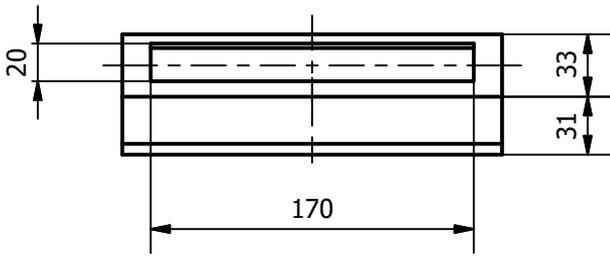
Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:16

# 24



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano pestillo fijo

Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

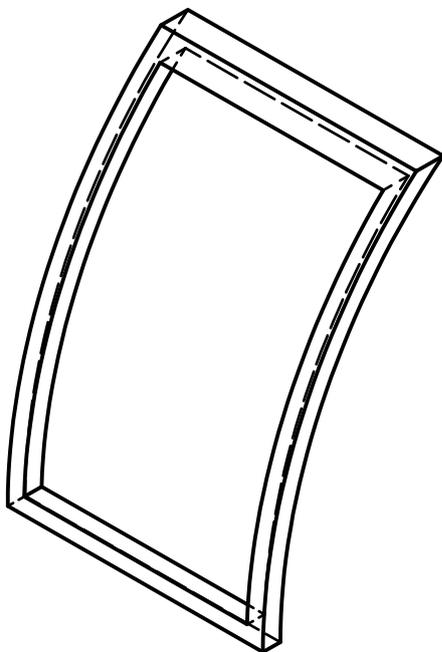
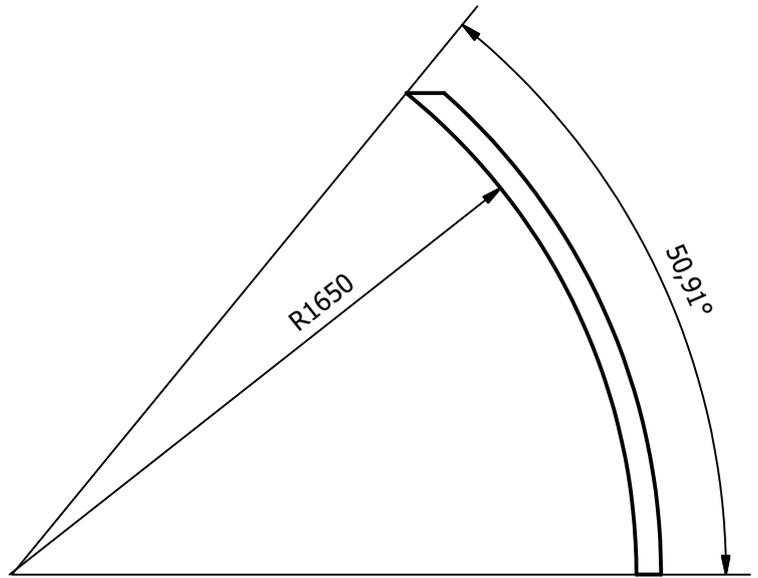
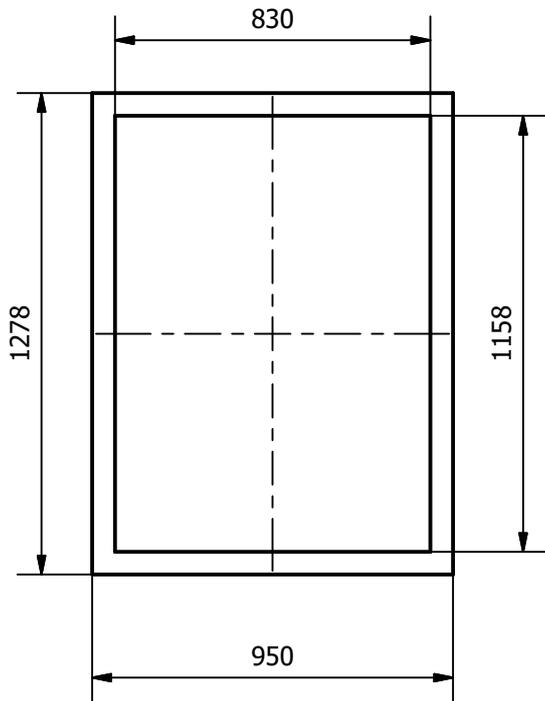
Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:4

# 25



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano marco puerta

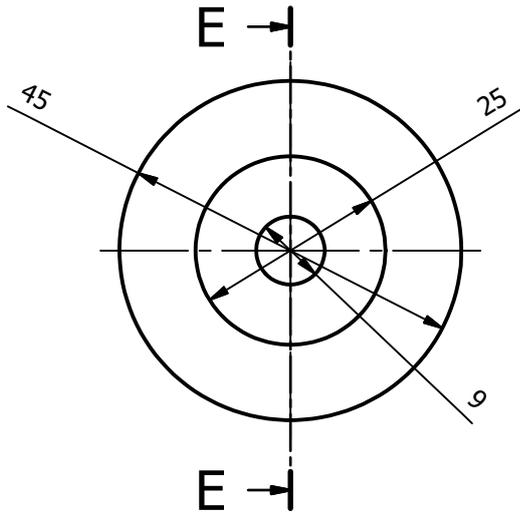
Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

Hoja:

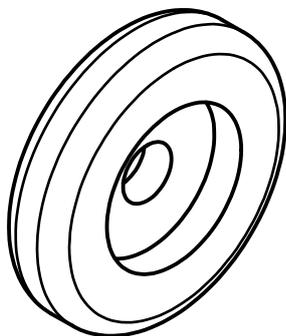
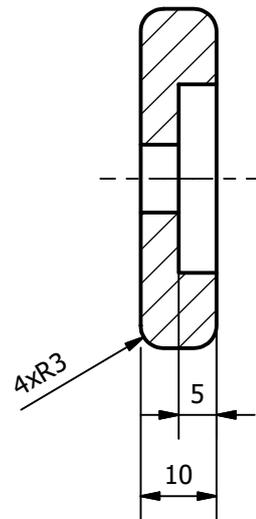
Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:20



E-E



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano rueda patinete guía

Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

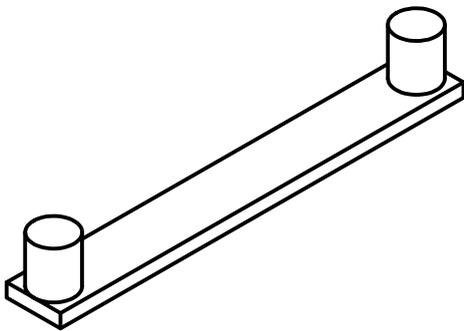
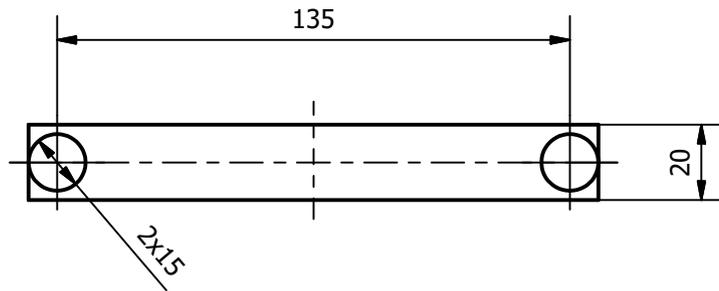
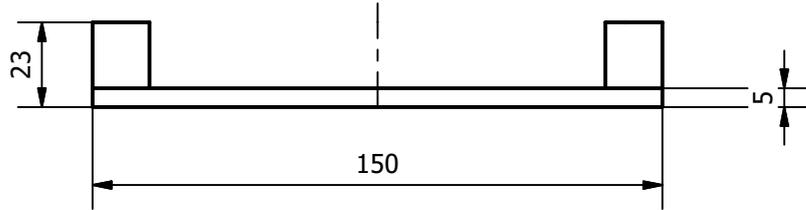
Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:1

## 27



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano varilla plana volante

Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

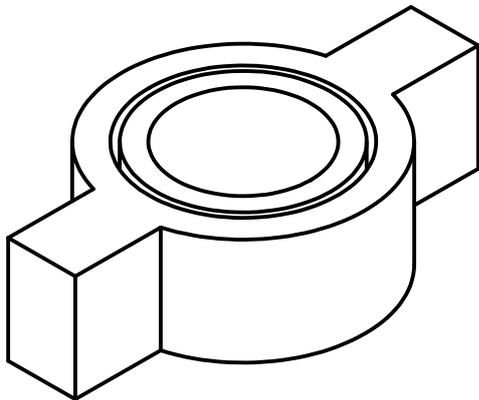
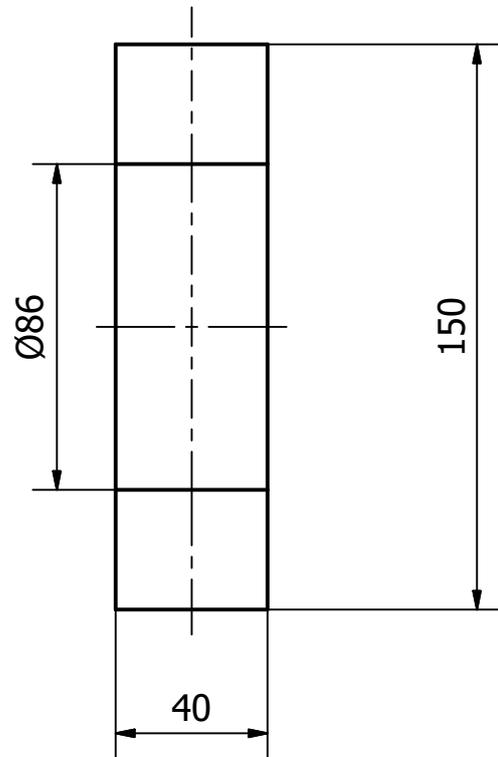
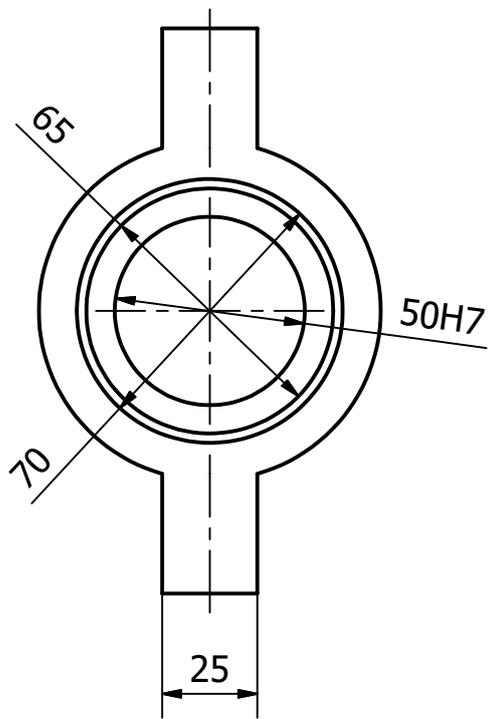
Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:2

# 28



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano cojinete volante

Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

Hoja:

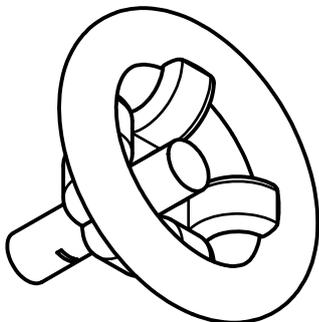
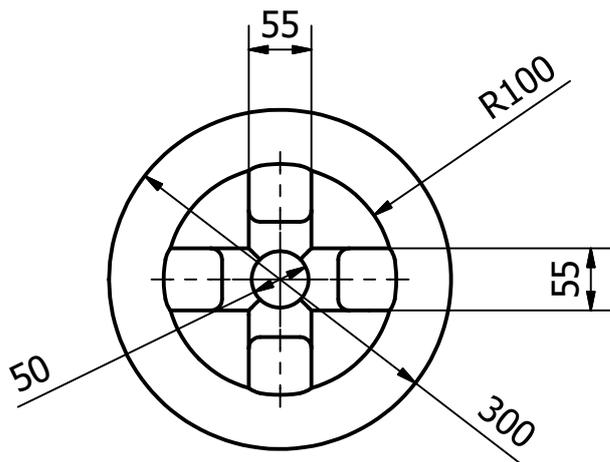
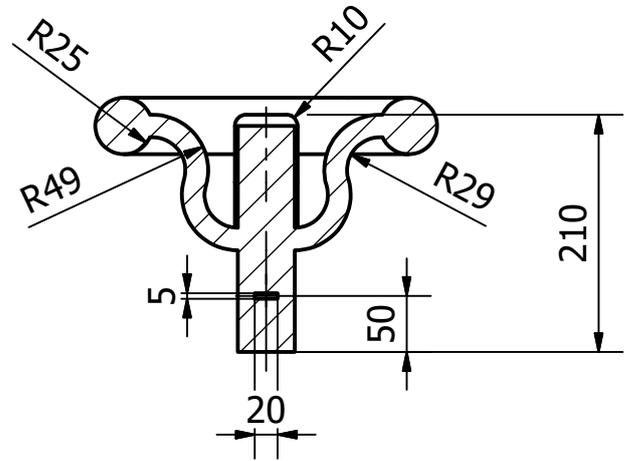
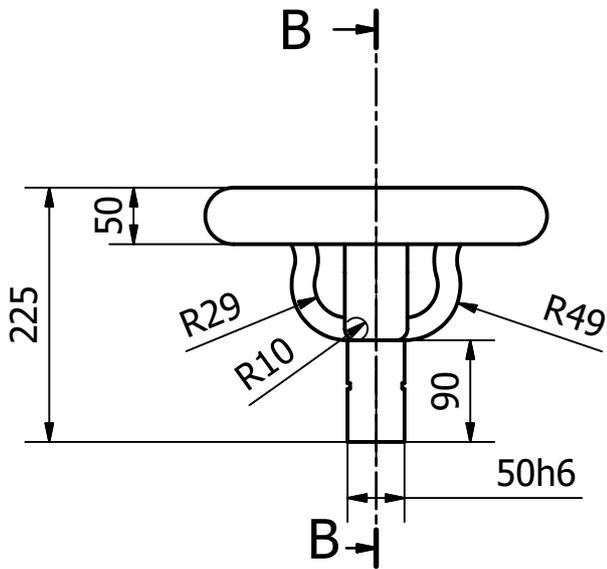
Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:2

# 29

B-B ( 0,15 : 1 )



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano volante

Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

Hoja:

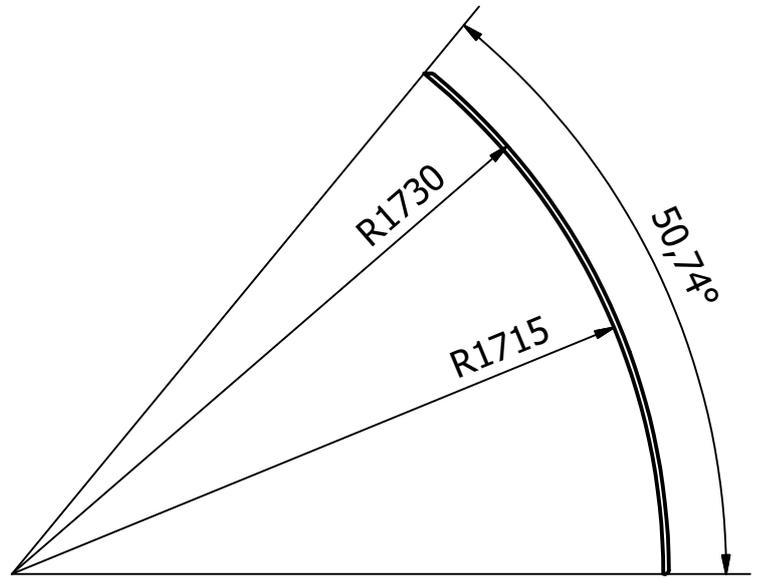
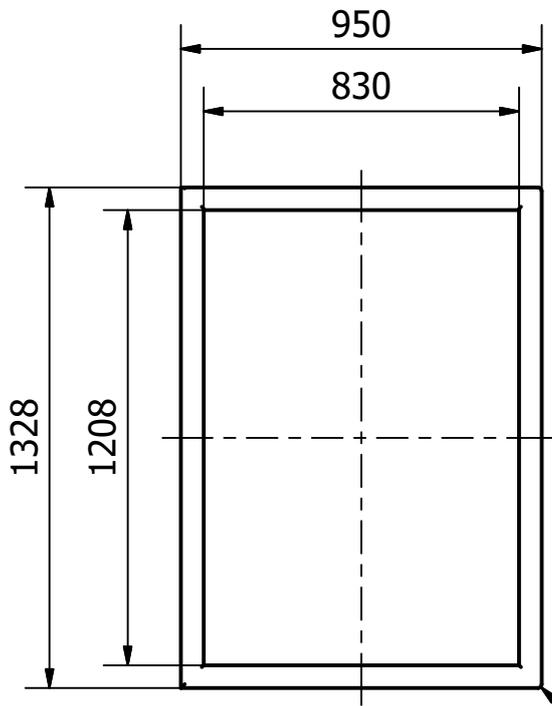
Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

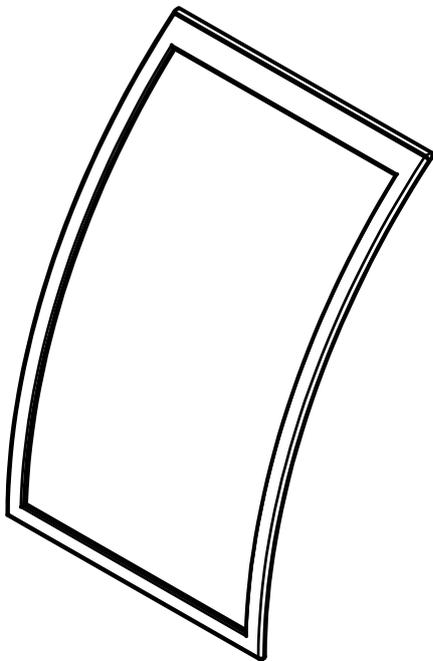
Escala:  
1:5

30

# 12



4xR10



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano goma caucho de puerta

Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

Hoja:

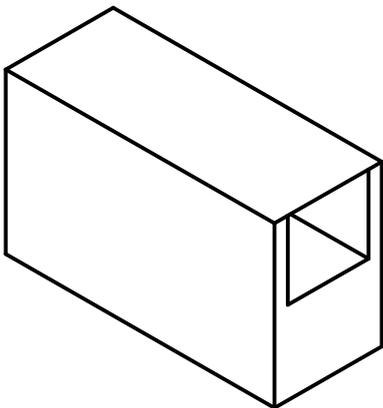
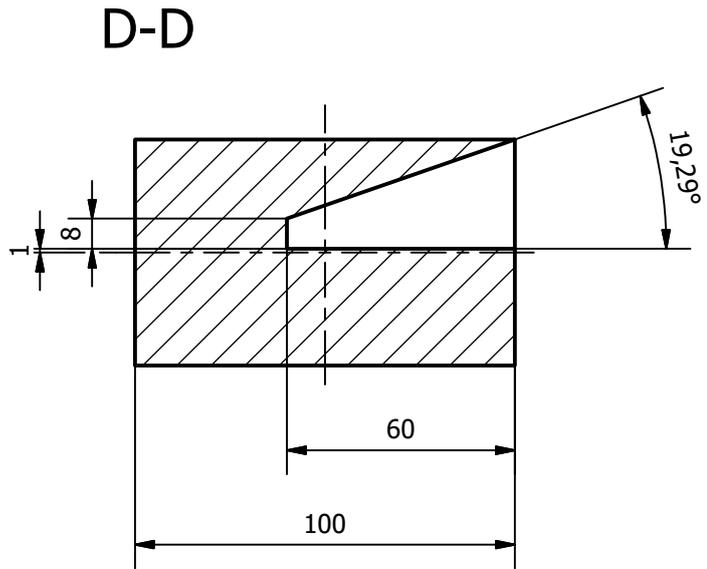
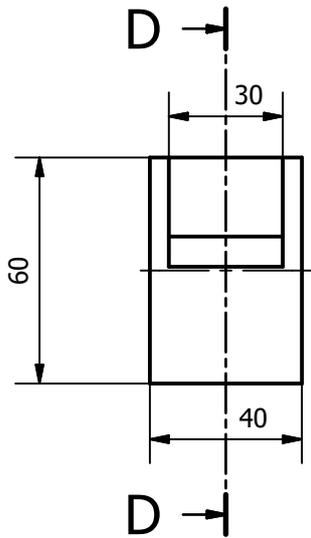
Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:20

# 31

# 30



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título:  
Plano cerrojo

Observaciones:  
Tolerancias generales  
segun Norma ISO 2768 mK

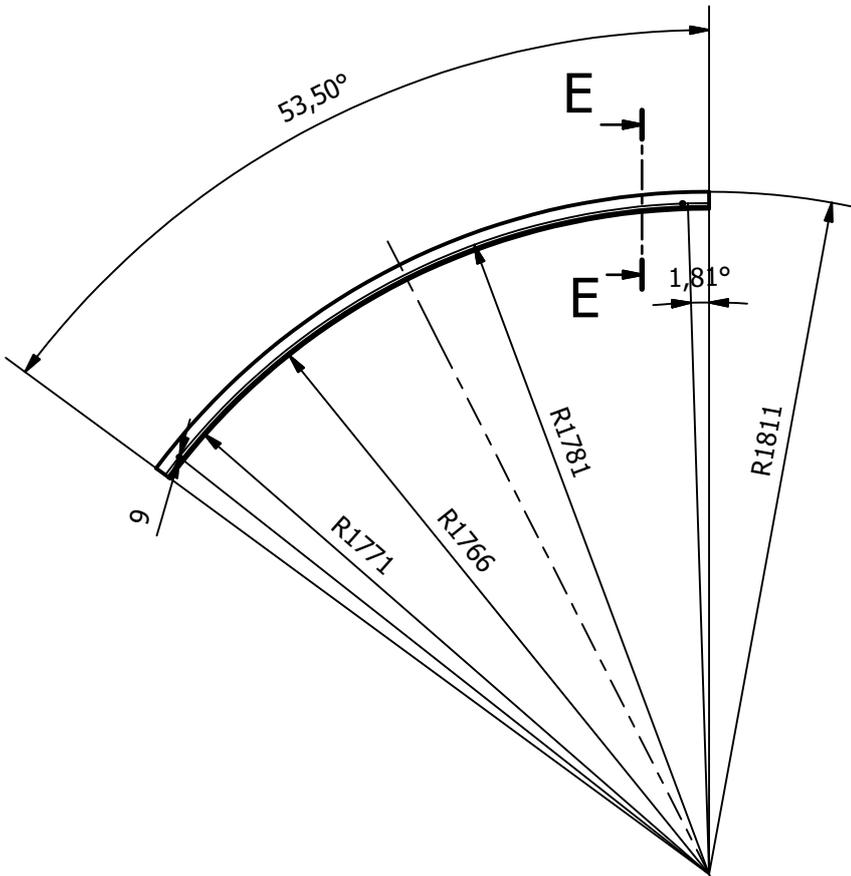
Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

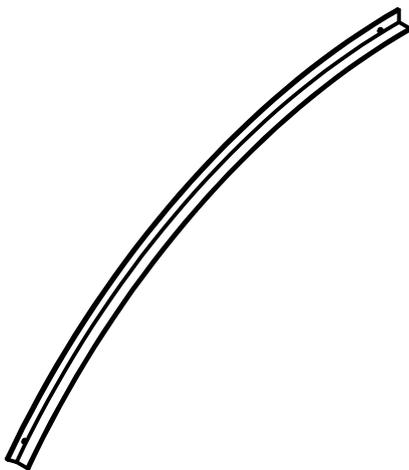
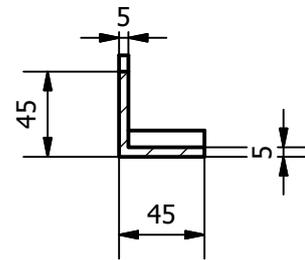
Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:2

# 32



E-E ( 1 : 4 )



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de cortidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano guía en L

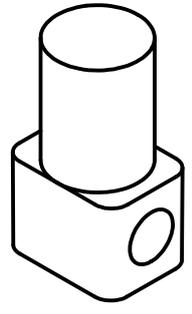
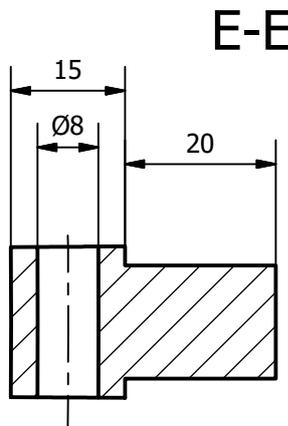
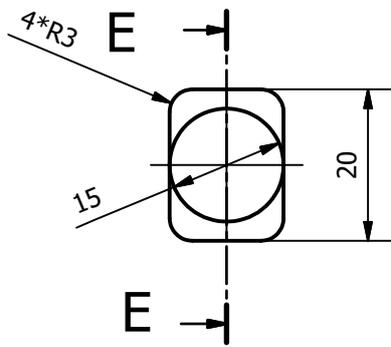
Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

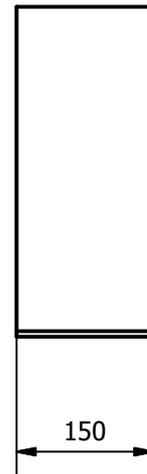
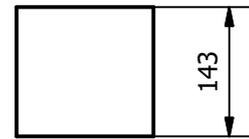
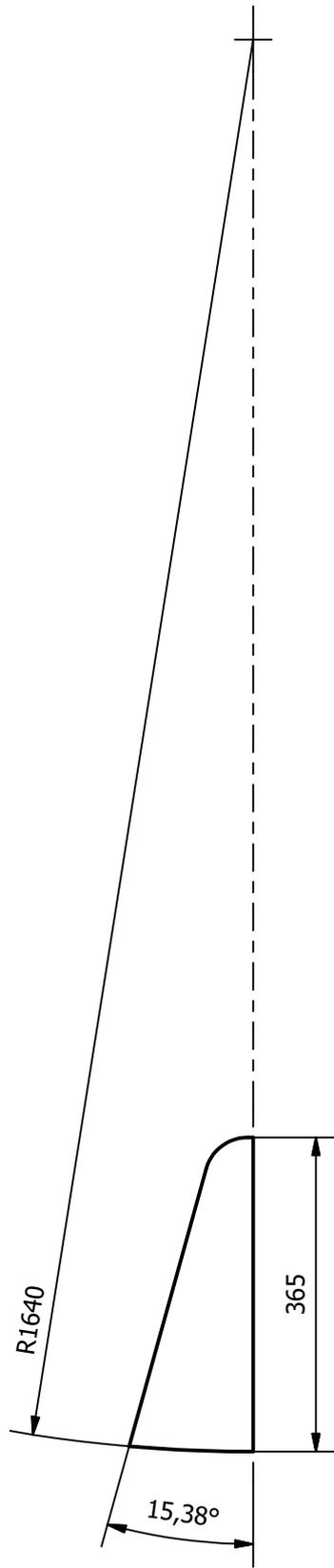
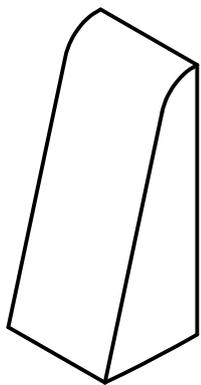
Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:20



<p>TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES</p> 	<p>Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.</p>		
	<p>Título: Plano pieza en T unión</p>	<p>Observaciones: Tolerancias generales según Norma ISO 2768 mK</p>	<p>Hoja: 34</p>
	<p>Creado por: Irene Suárez Pando</p>	<p>Fecha de edición: 01/06/2020</p>	<p>Escala: 1:1</p>

# 19



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título:  
Plano soporte base eje rodamiento lateral

Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

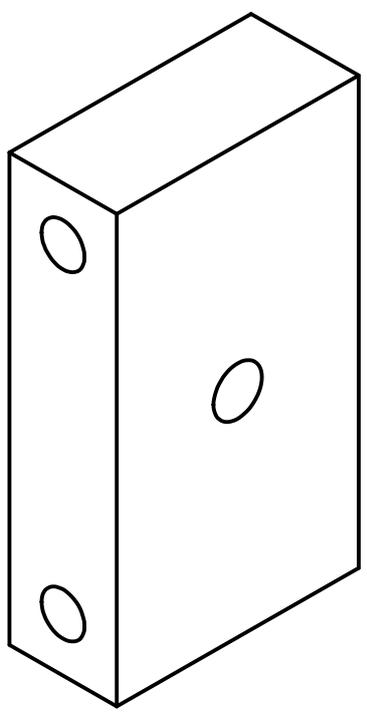
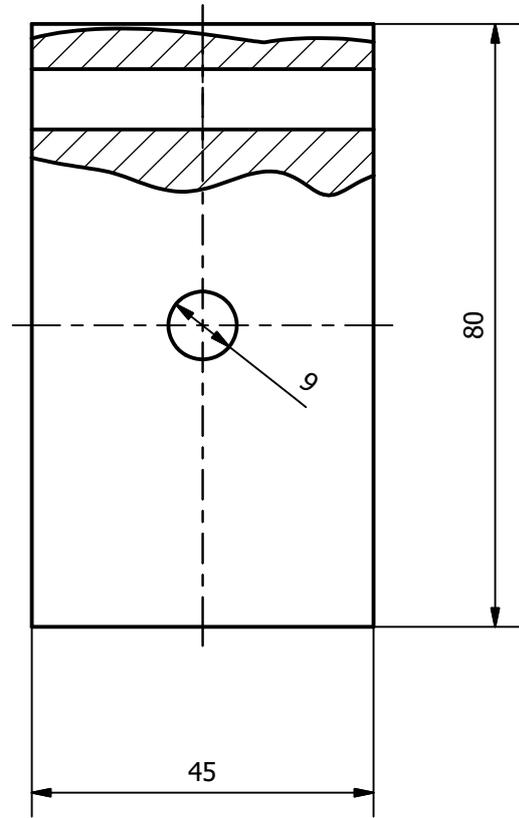
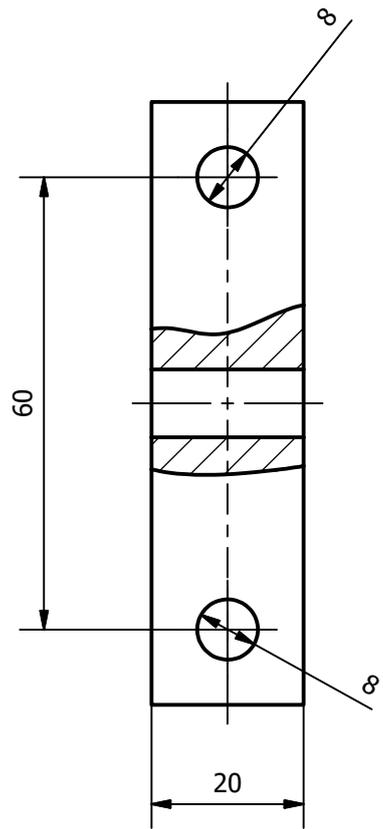
Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

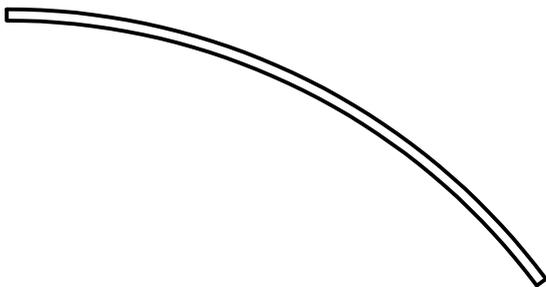
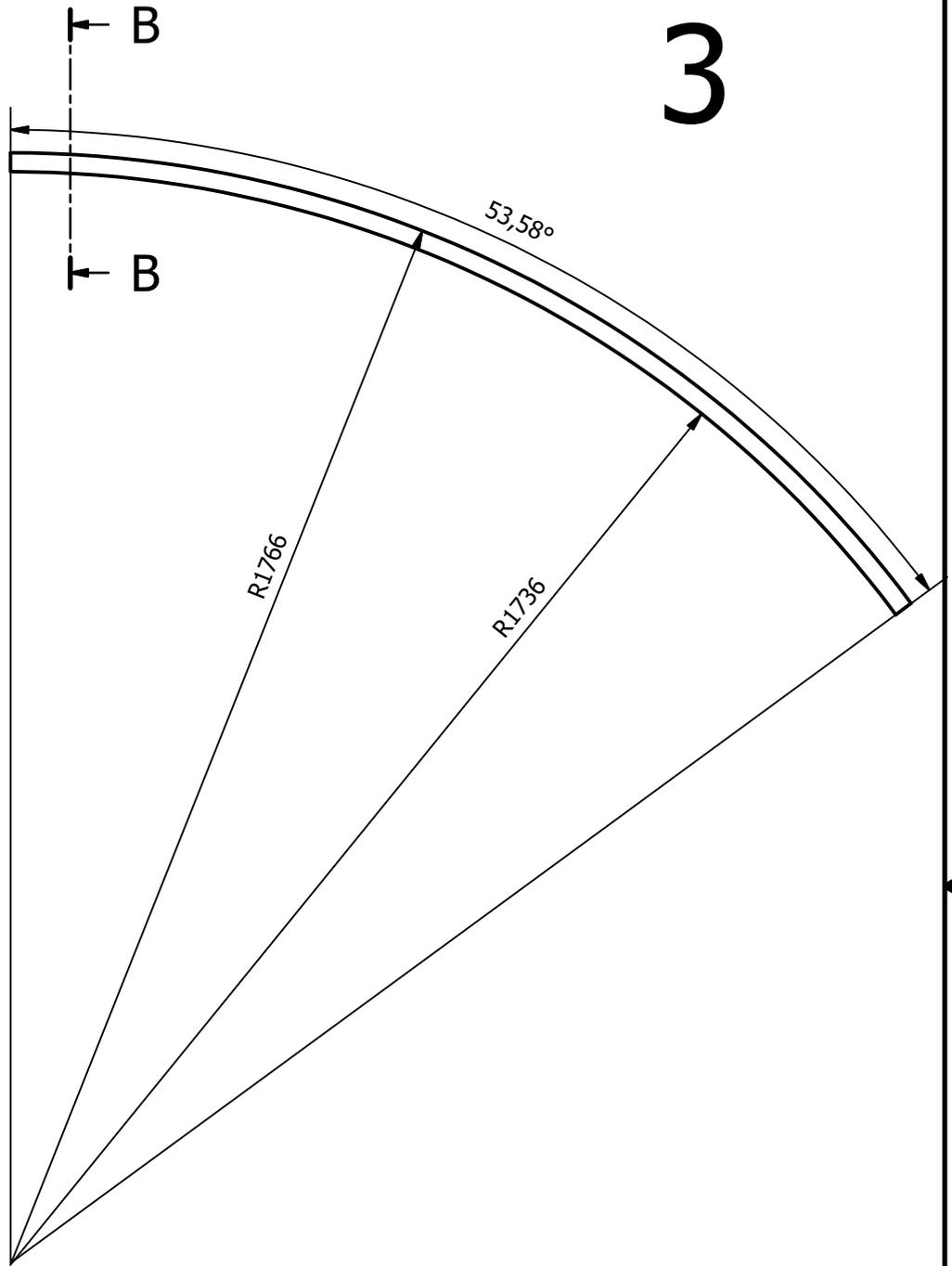
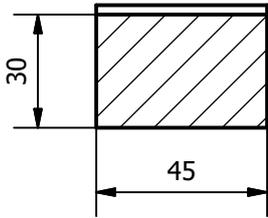
Escala:  
1:10

# 35



# 3

B-B ( 1 : 2 )



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje.

Título: Plano perfil cuadrado sujeto a puerta

Observaciones:  
Tolerancias generales  
según Norma ISO 2768 mK

Hoja:

Creado por:  
Irene Suárez Pando

Fecha de edición:  
01/06/2020

Escala:  
1:10

# 37

Diseño de un bombo de cangilones destinado a la producción de a curtidos, aplicando principios del Diseño para Fabricación y Montaje

**DOCUMENTO 5:**

# **ANEXO PLIEGO DE CONDICIONES**

# PLIEGO DE CONDICIONES

## Tabla de contenido

TITULO I. DISPOSICIONES GENERALES. ALCANCE .....	2
Artículo 1: Objeto de este pliego .....	2
Artículo 2: Documentos que definen las obras .....	2
Artículo 3: Compatibilidad y relación entre documentos .....	2
TITULO II. CONDICIONES PARTICULARES Y DE ÍNDOLE TÉCNICA.....	3
2. 1-CONDICIONES TECNICAS DE LOS MATERIALES.....	3
Artículo 2.1.1 Normas generales.....	3
Artículo 2.1.2 Acero en perfiles y chapas .....	3
2.2-INSTALACION ELECTRICA.....	3
TITULO III. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA .....	3
3.1-NORMAS COMPLEMENTARIAS Y DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	3
3.2-OBLIGACIONES DE LAS PARTES EN EL PROYECTO .....	4
Artículo 3.2.1. Requisitos exigidos a la empresa instaladora.....	4
Artículo 3.2.2. Normas de ejecución de la instalación.....	4
Artículo 3.2.3. Variaciones de proyecto y cambio de materiales.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.3-CONDICIONES ECONÓMICAS .....	4
Artículo 3.3.1 Garantías .....	4
Artículo 3.3.2 Pagos.....	4
Artículo 3.3.3 Suspensión por retraso de pagos .....	5
Artículo 3.3.4 Gastos e Impuestos .....	5
Artículo 3.3.5 Equivocaciones del presupuesto .....	5

## **TITULO I. DISPOSICIONES GENERALES. ALCANCE**

### **Artículo 1: Objeto de este pliego**

El presente Pliego de condiciones tiene como objeto definir o fijar las condiciones técnicas en cuanto a materiales a emplear y ejecución del proyecto.

### **Artículo 2: Documentos que definen las obras**

Los documentos que definen este proyecto y que se entregarán al Contratista pueden ser de carácter contractual o meramente informativo.

Refiriéndose a los planos, pliego de condiciones y presupuesto como los documentos de carácter contractual, es decir, aquellos que sean de obligado cumplimiento, excepto que tengan modificaciones debidamente autorizadas.

Por su parte, las marcas comerciales seleccionadas a la hora de la compra de materiales por sus características, incluidas en la memoria y anejos, se consideran de carácter informativo.

Con todo ello, los documentos de los que consta el presente proyecto son:

Documento 1. INDICE GENERAL

Documento 2. MEMORIA

Documento 3. ANEXO CALCULOS

Documento 4. ANEXO PRESUPUESTO

Documento 5. ANEXO PLANOS

Documento 6. PLIEGO DE CONDICIONES

### **Artículo 3: Compatibilidad y relación entre documentos**

Si existiese algún tipo de incompatibilidad entre los planos y el presente Pliego de condiciones, ha de prevalecer por encima de lo indica en el otro, lo indicada en este pliego.

Aquellas partes que no se mencionen en este pliego, pero sí estén presentes en los planos, se ejecutarán como si estuvieran redactadas en este documento, en ningún caso se omitirá información de los planos por no estar aquí especificado.

## **TITULO II. CONDICIONES PARTICULARES Y DE ÍNDOLE TÉCNICA**

En este apartado se hará referencia de las normas que han de cumplir los materiales y equipos que forman parte del objeto del proyecto.

### **2. 1-CONDICIONES TECNICAS DE LOS MATERIALES**

#### **Artículo 2.1.1 Normas generales**

Aquellos materiales que se usen en la obra deben satisfacer en cuanto a uso, recepción y transporte la normativa vigente durante el periodo en que tenga lugar la ejecución de la obra.

#### **Artículo 2.1.2 Acero en perfiles y chapas**

### **2.2-INSTALACION ELECTRICA**

La instalación cumplirá con todos los artículos e Instituciones Técnicas complementarias contenidos en el Reglamento de Baja Tensión que le sean aplicables

## **TITULO III. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA**

Las condiciones generales facultativas describen y regulan las relaciones entre la dirección facultativa y la Contrata, derivadas de la ejecución técnica

### **3.1-NORMAS COMPLEMENTARIAS Y DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO**

A parte de lo indicado en este proyecto, deben seguirse la legislación vigente del ámbito que corresponde:

- DECISIÓN DE EJECUCIÓN DE LA COMISIÓN de 11 de febrero de 2013 por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) para el curtido de cueros y pieles conforme a la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre las emisiones industriales.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Normas particulares de la delegación de Industria
- Ordenanzas municipales
- Ley de protección del medio ambiente
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.

- Normas U.N.E.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

## **3.2-OBLIGACIONES DE LAS PARTES EN EL PROYECTO**

### **Artículo 3.2.1. Requisitos exigidos a la empresa instaladora**

La empresa que instale el bombo de cangilones deberá cumplir las condiciones que se indiquen en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Riesgos Laborales.

De la misma manera, la empresa debe asegurar las condiciones de seguridad requeridas mediante el mantenimiento de máquinas, herramientas y materiales.

Por su parte el personal de empresa debe usar por obligación los medios de protección personal tales como ropa de seguridad, cascos, gafas, guantes, herramientas, etc. Pudiendo el director de Obra parar la ejecución del proyecto si considera que se pone en riesgo la seguridad de los trabajadores.

El contratista estará encargado de llevar a cabo las precauciones que considere necesarias en todas las operaciones de ejecución con el fin de proteger a las personas y equipos, siendo así de su responsabilidad los posibles accidentes que ocurran.

Así mismo la empresa dispondrá de una póliza de Seguros que asegure y proteja a los empleados y al contratista u otros por Las responsabilidades civiles que puedan incurrir sobre el o ellos.

### **Artículo 3.2.2. Normas de ejecución de la instalación**

La obra se debe ejecutar siguiendo las indicaciones del director de obra.

El contratista, quien dispondrá de una copia de este pliego junto con los planos del Proyecto y aquellos datos que necesite, es responsable de actualizar los documentos pertinentes como planos que se hayan visto modificados al terminar la obra. Sin embargo, no tendrá la autoridad de realizar modificaciones o correcciones sin la previa aprobación del Director de obra.

## **3.3-CONDICIONES ECONÓMICAS**

### **Artículo 3.3.1 Garantías**

La empresa tendrá la capacidad de exigir al Contratista las facturas bancarias con fin de asegurarse de si éste reúne las condiciones necesarias para el cumplimiento del contrato, estas facturas o referencias bancarias las presentará el Contratista previo a la firma del contrato.

### **Artículo 3.3.2 Pagos**

El importe de los pagos corresponde al de las certificaciones de obra por parte del Ingeniero Director, éstos se harán por parte del propietario en los plazos establecidos

### **Artículo 3.3.3 Suspensión por retraso de pagos**

No se podrán suspender los trabajos, por parte del Contratista, ni bajar el ritmo establecido de trabajo, alegando retrasos en los pagos.

### **Artículo 3.3.4 Gastos e Impuestos**

Aquellos gastos, con independencia del IVA, que debido a la provincia o municipio se deriven del contrato, y estén vigentes en la fecha de la firma del mismo, correrán por parte del Contratista

### **Artículo 3.3.5 Equivocaciones del presupuesto**

Se sobreentiende que el Contratista ha hecho las observaciones pertinentes para evitar cualquier error u equivocación en el documento del presupuesto.

En cualquier caso, si el número de unidades fuera inferior al establecido, se descontará del presupuesto final