



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO DE FINAL DE GRADO
Grado en Ingeniería Mecánica
MÁQUINA DE TOSTAR CAFÉ PARA USO DOMÉSTICO



Memoria y Anexos

Autor/a: Jesús Gómez Riskey
Director/a: Antonio José Sánchez Egea
Convocatoria: Septiembre 2021

Resumen

Hoy en día el sector del café está en auge y cada vez más personas valoran el hecho de poder disfrutar de una buena taza de café. Por ello, se están generando negocios a su alrededor como son las cafeterías exclusivas de café, ofreciendo a sus clientes gran variedad de tipos de café.

¿Y si se quisiera disfrutar de este servicio en casa y de una manera cien por cien artesanal?

Pues la respuesta está en las máquinas de tostar café, pero suelen ser muy aparatosas y sofisticadas. Puestos en esta situación, se plantea el tener la posibilidad de disponer de una de estas máquinas para el hogar.

Por lo tanto, este proyecto está enfocado al diseño de una máquina de tostar café para uso doméstico e intentar reducir al máximo su tamaño, en comparación a las existentes en el mercado. El propósito de dicha máquina será obtener una cantidad justa de café tostado, teniendo en cuenta una serie de necesidades y sin perder calidad de café tostado respecto otras soluciones.

Además de lo ya comentado, siempre el factor económico es algo realmente importante en todos los aspectos de la vida, con lo cual, en un proyecto así también. Se realizará un análisis económico del posible desarrollo del proyecto para comprobar su viabilidad.

Resum

Avui dia el sector del cafè està a l'alça i cada cop més persones valoren el fet de poder gaudir d'una bona tassa de cafè. Per això, s'estan generant negocis al seu voltant com són les cafeteries exclusives de cafè, oferint als seus clients gran varietat de tipus de cafè.

I si es volgués gaudir d'aquest servei a casa i d'una manera cent per cent artesanal?

Doncs la resposta està en les màquines de torrar cafè, però solen ser molt aparatoses i sofisticades. Posats en aquesta situació, es planteja el fet de tindre la possibilitat de disposar d'una d'aquestes màquines per la llar.

Per tant, aquest projecte està enfocat al disseny d'una màquina de torrar cafè per ús domèstic i intentar reduir al màxim la seva mida, en comparació a les existents al mercat. El propòsit de la màquina esmentada serà obtenir una quantitat justa de cafè torrat, tenint en compte una sèrie de necessitats i sense perdre qualitat del cafè torrat respecte a altres solucions.

A més del ja comentat, sempre el factor econòmic és realment important en tots els aspectes de la vida, amb el qual, en un projecte així també. Es realitzarà un anàlisi econòmic del possible desenvolupament del projecte per comprovar la seva viabilitat.

Abstract

Today the coffee sector is booming and more and more people value the fact of being able to enjoy a good cup of coffee. For this reason, businesses are being generated around it, such as exclusive coffee shops, offering their customers a wide range of types of coffee.

What if we want to enjoy this service at home and in a hundred percent artisanal way?

Well, the answer is in coffee roasting machines, but they are usually very bulky and sophisticated. Put in this situation, the possibility of having one of these machines for home is considered.

Therefore, this project is focused on the design of a coffee roasting machine to use it at home and trying to reduce its size as much as possible, compared to those on the market. The purpose of that said machine will be to obtain some quantity of roasted coffee, taking into account a series of needs and without losing quality of roasted coffee compared to other solutions.

In addition to what has already been mentioned, the economic factor is always something really important in all aspects of life, as a consequence, in a project like this too. An economic analysis of the possible development of the project will be carried out to verify its viability.

Agradecimientos

Agradecer a Antonio José Sánchez Egea, tutor del trabajo, la predisposición y rapidez a la hora de atender preguntas. Sin su ayuda, conocimientos y recomendaciones el resultado final del trabajo no sería el mismo.

Agradecer a todos los profesores y profesoras, que he tenido el placer de conocer durante mi vida estudiantil, por su dedicación e inspiración para con el estudio académico.

Por último, agradecer a mi familia todo el apoyo que siempre me proporcionan en cualquier situación, son un pilar fundamental en mi vida para conseguir todas mis metas.

Glosario

r_1	Radio interior del tambor de tostado
r_2	Radio exterior del tambor de tostado
$r_{s.conv.}$	Radio hasta la superficie de convección
T_i	Temperatura interior
T_1	Temperatura pared interior
T_2	Temperatura pared exterior
T_e	Temperatura exterior
d_{cafe}	Distancia del eje del tambor a la superficie del café
h	Altura del segmento circular
d_{llama}	Distancia de la pared exterior a la llama de gas
K_{cafe}	Coefficiente de conductividad térmica del café
K_{acero}	Coefficiente de conductividad térmica del acero
h_{aire}	Coefficiente de convección del aire
K	Coefficiente de conductividad térmica
L	Longitud del tambor de tostado
h_p	Coefficiente de convección
S	Superficie
$S_{conv.}$	Superficie de convección
P	Potencia
M	Momento o Par motor
F	Fuerza
C_y	Posición del centroide del segmento circular en el eje Y
n	Velocidad de giro
g	Constante gravitatoria
CF	Flujo de caja o Balance
r	Inflación
t	Periodo
I_0	Inversión inicial
VAN	Valor actual neto
TIR	Tasa interna de retorno

Tabla 1. Listado detallado del glosario

Acrónimos

vol.	volumen
gr.	gramos
den.	densidad
long.	longitud
min.	mínima
tor.	tronillo
comp.	compresión
tost.	tostado
enf.	enfriado
pers.	personas
uds.	unidades
F.	fuerza

Tabla 2. Listado de acrónimos utilizados en las fórmulas y tablas

Listado de figuras

Figura 1. Vista sección, primer paso, introducir el café en la tova	7
Figura 2. Vista sección, segundo paso, precalentar el tambor de tostado	8
Figura 3. Vista sección, tercer paso, introducir el café en el tambor de tostado.....	9
Figura 4. Vista sección, cuarto paso, cambio de color verdoso a amarillento	10
Figura 5. Vista sección, quinto paso, cambio de color amarillento a marrón	11
Figura 6. Vista sección, sexto paso, el café libera el vapor	12
Figura 7. Vista sección, séptimo paso, introducir el café en el tambor de enfriado	13
Figura 8. Vista sección, octavo paso, extraer el café del tambor de enfriado	14
Figura 9. Gráfico de la intensidad de sabor en función del color obtenido después del tostado (Coffee Enterprises, 2011).....	17
Figura 10. Etapas de tostado de gramos de café.....	23
Figura 11. Vista de los radios de tostado.....	23
Figura 12. Vista de las temperaturas de tostado.....	24
Figura 13. Vista lateral de la apertura para iniciar la combustión	28
Figura 14. Vista lateral de la posición de los quemadores respecto al tambor de tostado	29
Figura 15. Vista frontal de la posición de los quemadores respecto al tambor de tostado.....	30
Figura 16. Disposición de los quemadores sin visualizado de la máquina	31
Figura 17. Vista detalle del contacto de la boca de los quemadores con los fogones	31
Figura 18. Recreación de la máquina en su posición de uso	32
Figura 19. Parámetros del segmento circular	34
Figura 20. Parámetros del centroide del segmento circular (EFUNDA, s.f.)	35
Figura 21. Distribucion del café en el tambor de enfriado	37
Figura 22. Parámetros del centroide del sector circular	37
Figura 23. Vista lateral del conducto de entrada al tambor de tostado	39
Figura 24. Vista lateral de la altura de la tolva	40
Figura 25. Vista isométrica de la tolva completa.....	41
Figura 26. Disposición de los rodamientos.....	44

Figura 27. Vista detalle de los tornillos de la sujeción de la chapa exterior	45
Figura 28. Vista inferior de la posición de los tronillos de la base	46
Figura 29. Vista detalle del visor	48
Figura 30. Vista de la posición de la sonda de temperatura.	48
Figura 31. Vista isométrica con las dimensiones del tirador	49
Figura 32. Vista isométrica de la colocación de los tiradores	50
Figura 33. Vista planta de la separación entre los tiradores y las superficies cercanas.....	51
Figura 34. Maletín SALKI.....	57
Figura 35. Estancia 1 del local	58
Figura 36. Estancia 2 del local.	58
Figura 37. Situación del local.....	59
Figura 38. Mallado de la tapa frontal	68
Figura 39. Esquema de fuerzas de la tapa frontal	69
Figura 40. Esquema de valores de las solicitaciones de la tapa frontal	70
Figura 41. Deformación total de la tapa frontal	71
Figura 42. Mallado de la tapa intermedia	72
Figura 43. Esquema de fuerzas de la tapa intermedia.....	73
Figura 44. Esquema de valores de las solicitaciones de la tapa intermedia	74
Figura 45. Deformación total de la tapa intermedia	75
Figura 46. Vista sección del rodamiento W 61700 X-2RS1	78
Figura 47. Dimensiones tornillo ISO 4762	79
Figura 48. Dimensiones del engranaje cónico	82
Figura 49. Dimensiones de la chaveta DIN 6885	83
Figura 50. Imagen sonda de temperatura Pt-100 con micro cabezal	84
Figura 51. Imagen del indicador de temperatura TLI40.....	85

Listado de tablas

Tabla 1. Listado detallado del glosario	vii
Tabla 2. Listado de acrónimos utilizados en las fórmulas y tablas	viii
Tabla 3. Densidades de los tipos de café	18
Tabla 4. Cantidades de café por ciclo	19
Tabla 5. Volúmenes de los tambores	20
Tabla 6. Dimensiones del tambor de tostado y de enfriado.....	20
Tabla 7. Características básicas del AISI 316.....	21
Tabla 8. Características del gas natural	22
Tabla 9. Distancias para el cálculo de las temperaturas	24
Tabla 10. Coeficientes para el cálculo de la transmisión de calor	25
Tabla 11. Temperaturas de tostado	27
Tabla 12. Dimensiones del segmento circular	35
Tabla 13. Datos del motor AI-025W con la caja reductora S80A	42
Tabla 14. Datos del motor AI-006W con la caja reductora S60A.....	43
Tabla 15. Herramienta SKF para rodamientos rígidos de bolas.....	44
Tabla 16. Cantidad de emisiones de CO ₂ que se dejaría de emitir a la atmósfera por persona .52	
Tabla 17. Cantidad de emisiones de CO ₂ que se dejaría de emitir a la atmósfera en España.....	53
Tabla 18. Costes de los componentes de la máquina.....	56
Tabla 19. Costes de diseño y de ingeniería.....	56
Tabla 20. Objetivo de ventas de la máquina	60
Tabla 21. Precio de venta de la máquina.....	61
Tabla 22. Consideraciones económicas	61
Tabla 23. Situación económica a lo largo de 5 años	62
Tabla 24. Especificaciones técnicas del motor AI-006W con caja reductora S60A	76
Tabla 25. Especificaciones técnicas del motor AI-025W con caja reductora S80A	77
Tabla 26. Especificaciones técnicas del rodamiento W 61700 X-2RS1	78
Tabla 27. Especificaciones técnicas del tornillo ISO 4762.....	79

Tabla 28. Especificaciones técnicas del tornillo ISO 7046.....	80
Tabla 29. Especificaciones técnicas del tornillo ISO 7380.....	81
Tabla 30. Especificaciones técnicas del engranaje cónico	83
Tabla 31. Especificaciones técnicas de la chaveta DIN 6885	83
Tabla 32. Especificaciones técnicas de sonda de temperatura Pt-100	84
Tabla 33. Especificaciones técnicas del indicador de temperatura TLI40	85

Índice

Resumen	i
Resum	ii
Abstract.....	iii
Agradecimientos	v
Glosario.....	vii
Acrónimos	viii
Listado de figuras	x
Listado de tablas	xii
1. Prefacio	1
1.1. Origen del trabajo.....	1
1.2. Motivación	1
1.3. Requerimientos previos	1
2. Introducción	3
2.1. Objetivos del trabajo	3
2.1.1. Objetivos generales	3
2.1.2. Objetivos específicos	3
2.2. Alcance del trabajo.....	3
3. Marco teórico.....	5
3.1. Elementos básicos de una máquina de tostar café	5
3.2. Funcionamiento general de un ciclo de tostado.....	6
3.3. Tipos de máquinas de tostar café.....	14
3.4. Tipos de café en grano más habituales.....	15
3.5. Grados o tipos de tostado	16
3.6. Normativa.....	17
4. Diseño del tambor de tostado y de enfriado.....	18
4.1. Cálculo de las cantidades de café por ciclo.....	18
4.2. Cálculo de las dimensiones del tambor de tostado y de enfriado	19

5.	Cálculo de las temperaturas del tostado	21
6.	Diseño de los quemadores	28
7.	Cálculo de las potencias de los motores eléctricos	33
7.1.	Potencia motor eléctrico para el tambor de tostado	33
7.2.	Potencia motor eléctrico para el tambor de enfriado	36
8.	Diseño de la tolva	39
9.	Selección de componentes normalizados	42
9.1.	Motores eléctricos.....	42
9.1.1.	Motor para el tambor de tostado	42
9.1.2.	Motor para el tambor de enfriado.....	43
9.2.	Rodamientos	43
9.3.	Tornillería	45
9.4.	Sonda de temperatura e indicador de temperatura.....	47
10.	Estudio de ergonomía	49
11.	Análisis del impacto ambiental.....	52
11.1.	Análisis de la huella de carbono del café tostado comercial frente al café tostado en casa	52
11.2.	Análisis del mantenimiento y las posibles reparaciones de la máquina	53
12.	Presupuesto y Análisis Económico	54
12.1.	Costes de los componentes de la máquina	54
12.2.	Costes de diseño y de ingeniería	56
12.3.	Objetivo de ventas y precio de venta de la máquina.....	59
12.4.	Cálculo de VAN y TIR.....	61
13.	Conclusiones	63
	Bibliografía	64
	Anexo A: Simulaciones mecánicas de esfuerzo y deformación	67
	A1. Tapa frontal.....	68
	A2. Tapa intermedia	72

Anexo B: Especificaciones técnicas de los diferentes componentes normalizados	76
B1. Motores eléctricos	76
B2. Rodamientos	78
B3. Tornillería	79
B4. Engranaje cónico	82
B5. Chavetas DIN 6885	83
B6. Sonda de temperatura e indicador de temperatura	84
Anexo C: Planos técnicos.....	86

1. Prefacio

1.1. Origen del trabajo

El origen del presente trabajo empieza con la voluntad de desarrollar un proyecto alrededor del diseño de una máquina. De todas las opciones que se barajaban se decidió que optar por una máquina de tostar café daba la oportunidad de desarrollar un proyecto desde cero, enfocado en un sector como es el del tueste de café nunca antes estudiado, y que a la vez permitiera aplicar muchos de los conocimientos adquiridos a lo largo del grado de Ingeniería Mecánica.

Además, al ser un proyecto enfocado al sector del café, producto el cual muchísimas personas consumen, el desarrollo de una máquina de tostar café para uso doméstico podría ser una interesante opción de mercado a estudiar ya que cubriría una necesidad de parte de la población.

1.2. Motivación

La motivación que da lugar a la realización de este trabajo es poder poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo del grado reflejándolos en un proyecto propio y personal que diera conclusión a todos estos años de estudio.

También, el hecho de estar enfocado a un sector, personalmente nunca antes visto, como es el del tueste del café daba motivación e interés para realizar el desarrollo del proyecto.

Por último, el desarrollo de un proyecto de este estilo daba pie a realizar el diseño de los componentes de la propia maquina mediante modelos 3D, esto permitiría poder utilizar el programa SolidWorks utilizado en la universidad durante el grado. El diseño y modelado 3D es una de las vertientes que personalmente más me apasionan de la ingeniería con lo cual un proyecto como este permitiría seguir aprendiendo sobre ello.

1.3. Requerimientos previos

Para empezar, se requiere un mínimo de conocimiento sobre la cultura general del café en la sociedad. El consumo de café a convivido con las personas desde hace cientos de años, es un producto que ha ido evolucionando y hoy en día hay de muchos tipos, para todos los gustos.

A parte de lo anterior, se requieren unos conocimientos medianamente avanzados sobre el diseño, modelado y ensamblado 3D, más concretamente del programa SolidWorks que es el que se ha utilizado para el desarrollo de los componentes de la máquina. Esto va de la mano de la realización de planos técnicos, para ello hay que tener conocimientos de la aplicación y realización de planos normalizados, todas las cotas necesarias para la definición completa de cada componente y de más.

También se requieren conocimientos medianamente avanzados en el estudio y simulación con elementos finitos, más concretamente del programa Ansys que es el que se ha utilizado para llevar a cabo una serie de comprobaciones y simulaciones estructurales.

Por último, un cuanto a cálculos se refiere, se requieren conocimientos como visión y comprensión volumétrica para el diseño 3D, transferencia de calor, cálculo de fuerzas y momentos, cálculo de potencias, cálculos de huella de carbono, análisis y conocimientos económicos, etc. Estos conceptos y conocimientos se han ido adquiriendo en asignaturas como *Termodinámica y Transferencia de Calor, Tecnologías Ambientales y Sostenibilidad, Ampliación de Expresión Gráfica y Diseño Mecánico, Proyectos de Ingeniería, Elementos de Maquinas*, entre otras.

2. Introducción

2.1. Objetivos del trabajo

2.1.1. Objetivos generales

El objetivo general de este trabajo es el diseño propio de los componentes que conformarán el conjunto de la máquina de tostar café. Este diseño estará sujeto al cálculo, modelado 3D y ensamblado de cada uno de los componentes.

También se quiere adquirir conocimientos en el sector del tueste de café, conociendo su funcionamiento y sus tipos. Además, se pretende realizar un análisis económico enfocado al desarrollo completo del proyecto.

2.1.2. Objetivos específicos

A continuación, se enumeran los objetivos específicos referentes a este trabajo:

- Modelar en 3D cada uno de los componentes de la máquina y ensamblarlos.
- Diseñar el conjunto de la máquina con las dimensiones más reducidas posibles.
- Diseño de los tambores de tostado y enfriado.
- Diseño de la estructura interna y externa de la máquina.
- Calcular los elementos motrices.
- Seleccionar el mayor número de elementos normalizados.
- Realizar un estudio de ergonomía de las partes con los que deberá interactuar el usuario.
- Estudiar el impacto medioambiental del uso de la máquina.
- Realizar un análisis económico del proyecto mediante el cálculo de su VAN y TIR.
- Realización de simulaciones mecánicas para comprobar resistencias.
- Realizar planos técnicos.

2.2. Alcance del trabajo

Si se considera la realización completa de un producto como este se debería dividir como mínimo entre dos ingenieros, uno dedicado al desarrollo de la parte mecánica y otro al desarrollo de la parte eléctrica, debido a la carga de trabajo que supone el diseño completo de todos los componentes de la máquina. Por este motivo y debido a la especialidad del autor, el proyecto se ha centrado en la parte más mecánica de la máquina.

Como consecuencia, el alcance de este trabajo se limita al diseño de los componentes mecánicos y estructurales que conforman la máquina, así como sus planos técnicos. Por tanto, no formaría parte de este proyecto el diseño de la parte eléctrica ni la implementación de ningún sistema de automatización puesto que se ha optado por sistemas más sencillos y manuales para llevar a cabo el proceso de tostado del café. Esto implica que en el análisis económico realizado los costes de la parte eléctrica sean considerados de una manera aproximada.

3. Marco teórico

3.1. Elementos básicos de una máquina de tostar café

Toda máquina de tostar café debe disponer de una serie de elementos básicos para su correcto funcionamiento. A continuación, se muestra el listado de ellos:

1- Tambor de tostado:

Este elemento es primordial ya que, en él, se lleva a cabo el proceso de tostado. Sus características en parte marcaran el resto de los elementos de la máquina.

2- Tambor de enfriado:

En esta parte de la máquina el café se enfría, normalmente lo hace con el paso del aire de forma natural y en constante movimiento. Este paso de aire también puede ser forzado, mediante un ventilador, esta opción suele utilizarse en máquinas de mayor tamaño.

3- Elementos motrices:

Suelen ser motores eléctricos los encargados de generar el movimiento necesario para hacer la rotación de los elementos móviles necesarios.

4- Sistema de transmisión:

Este sistema es el encargado de conectar los elementos motrices con las partes móviles de la máquina. Pueden ser engranajes, correas o cualquier otro tipo de transmisión, cada diseño de decanta por uno u otro.

5- Fuente de calor:

Proporciona la temperatura necesaria durante el proceso de tostado. Se suelen utilizar quemadores de gas o resistencias de tubo de silicio para dicho objetivo.

6- Estructura soporte:

Es el nexa que da soporte y estabilidad al conjunto de la máquina. Suele ser de acero y estar mecanizado para su montaje y desmontaje mediante tornillería.

7- Carcasa o recubrimiento exterior:

Es la parte de la máquina más visible con lo cual suele estar pintada para obtener un mejor acabado visual. Cabe decir que no soporta prácticamente ningún esfuerzo con lo cual suele estar hecho de plástico o aluminio por su ligereza.

8- Sistema de control y seguridad:

Para pasar normativa cualquier máquina debe disponer de un mínimo de dispositivos de control y seguridad. En este caso, depende del diseño escogido se deberá adecuar la máquina con los sistemas necesarios.

9- Tolva:

No es un elemento indispensable en las máquinas de tostar café, pero el hecho de que dispongan de tolva para almacenar el café antes de tostarlo puede ser un muy buen complemento adicional.

3.2. Funcionamiento general de un ciclo de tostado

En general, todas las máquinas de tostar café requieren de una serie de pasos a realizar para pasar de tener café natural a obtener café tostado, independientemente del tipo de máquina que se disponga. A continuación, se mostrarán los pasos a seguir y los procesos que tienen lugar durante un ciclo de tostado.

- 1- El primer paso a realizar es el llenado de la tolva con la cantidad de café que especifica el fabricante o por debajo, no se debe sobrepasar el límite de su capacidad para obtener un tostado homogéneo.

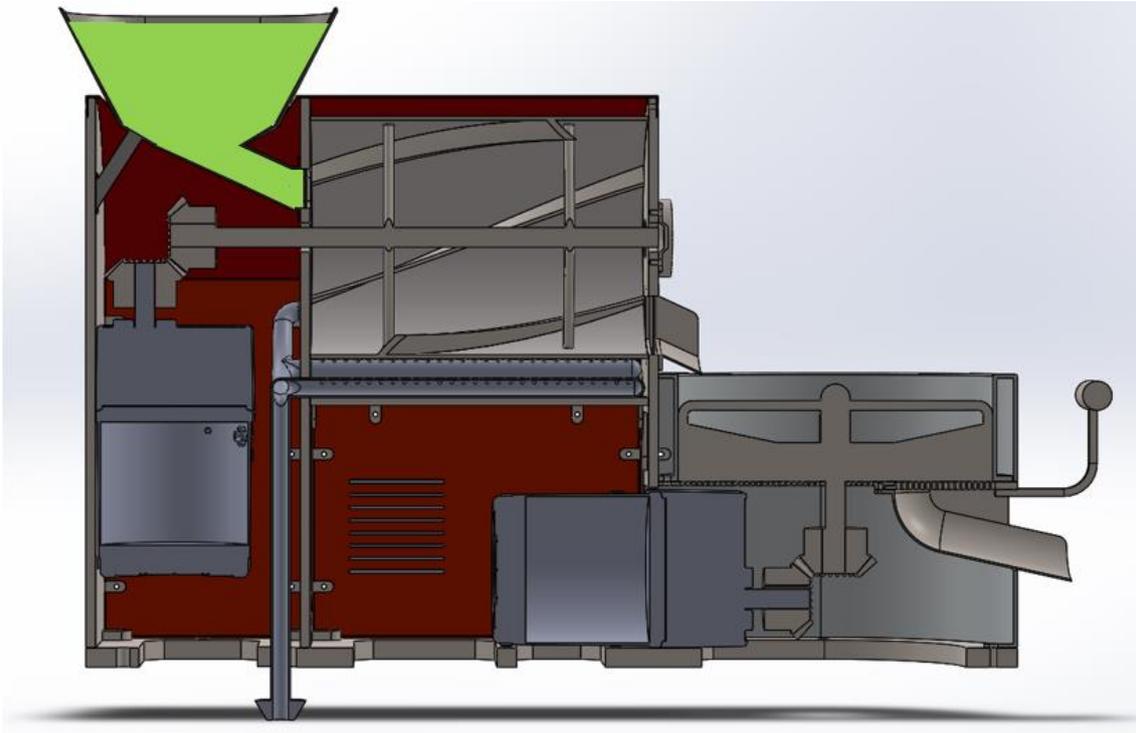


Figura 1. Vista sección, primer paso, introducir el café en la tova

- 2- El siguiente paso sería precalentar el tambor de tostado. Se iniciaría la fuente de calor para llegar a una cierta temperatura antes de introducir el café en el tambor, además se inicia el giro del tambor para que se precaliente uniformemente.

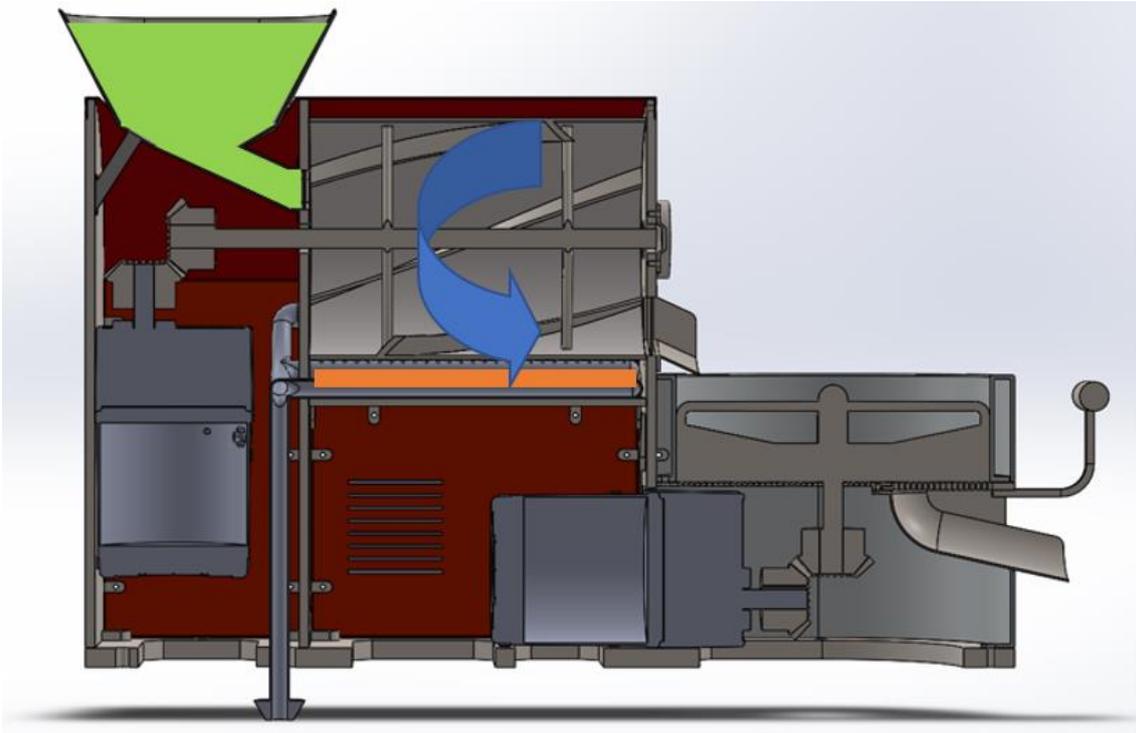


Figura 2. Vista sección, segundo paso, precalentar el tambor de tostado

- 3- Una vez se consigue la temperatura de precalentamiento, se abre la apertura de la tolva para dejar entrar el café en el tambor de tostado. Esto generará una disminución considerable de la temperatura.

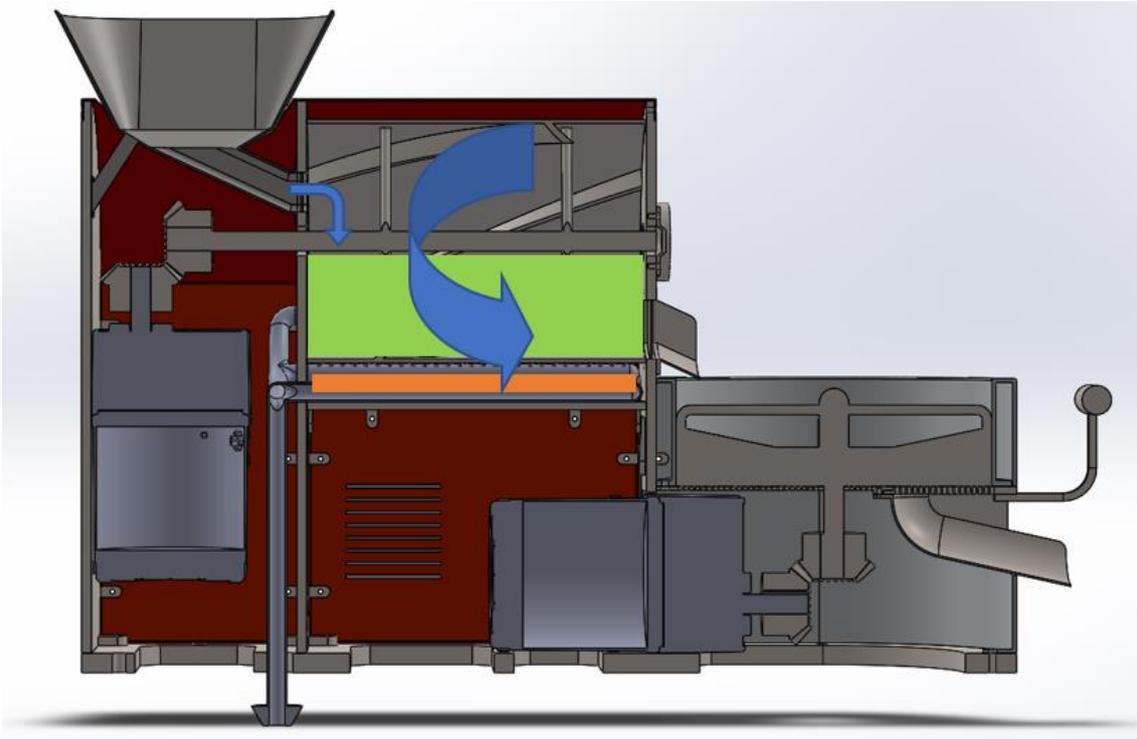


Figura 3. Vista sección, tercer paso, introducir el café en el tambor de tostado

- 4- Se sigue calentando y girando el tambor de tostado, para que el proceso de tostado sea homogéneo, pasados unos minutos el café empezará a cambiar de color verdoso a color amarillento.

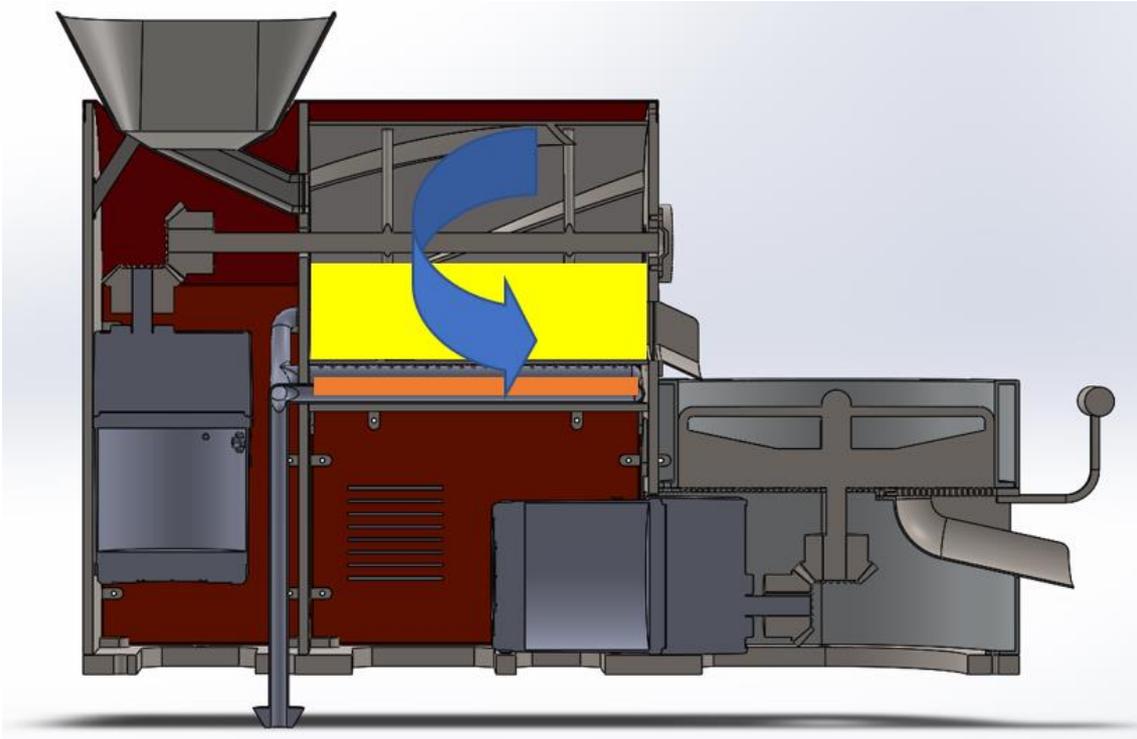


Figura 4. Vista sección, cuanto paso, cambio de color verdoso a amarillento

- 5- Se continua con el mismo proceso anterior, hasta que el café empieza a verse marrón claro. Durante este tiempo es cuando el café ha ido adquiriendo todos los matices de aromas y sabor que predominen según el tipo de café que se esté tostando (Federico, 2018).

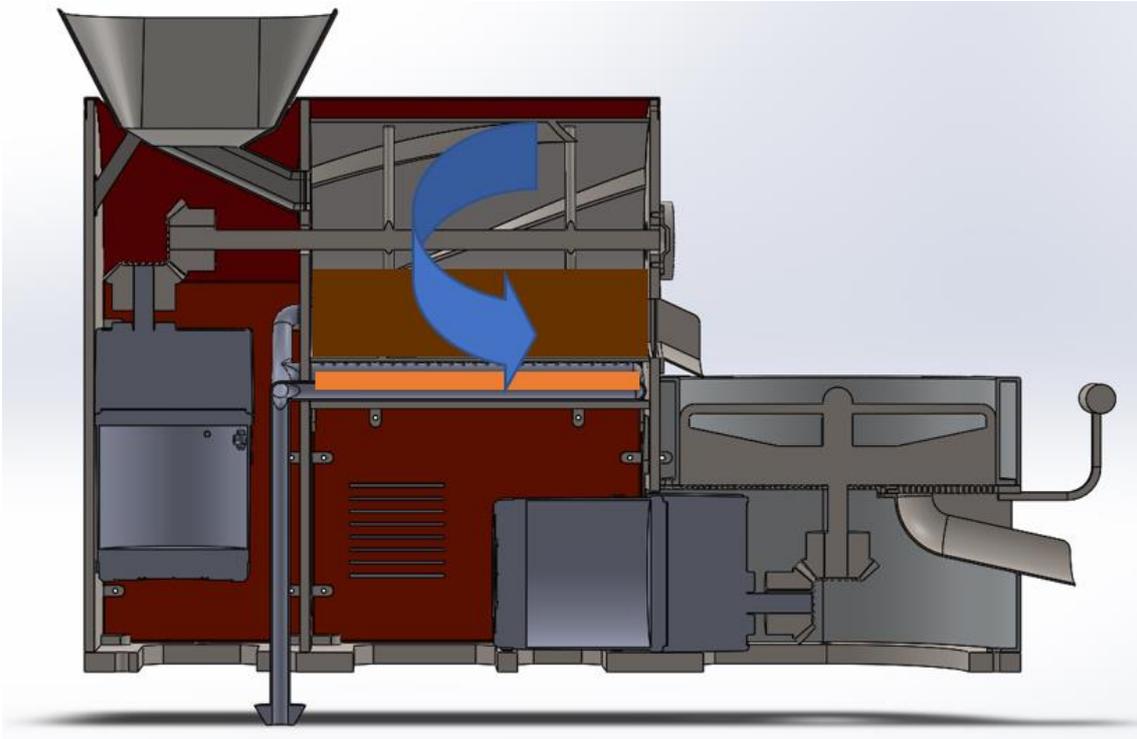


Figura 5. Vista sección, quinto paso, cambio de color amarillento a marrón

- 6- Para acabar con las fases de calor, los granos de café empiezan a liberar el vapor de agua que contienen en su interior provocando un pequeño sonido. Pasados unos minutos el café alcanzará su temperatura final de tostado.

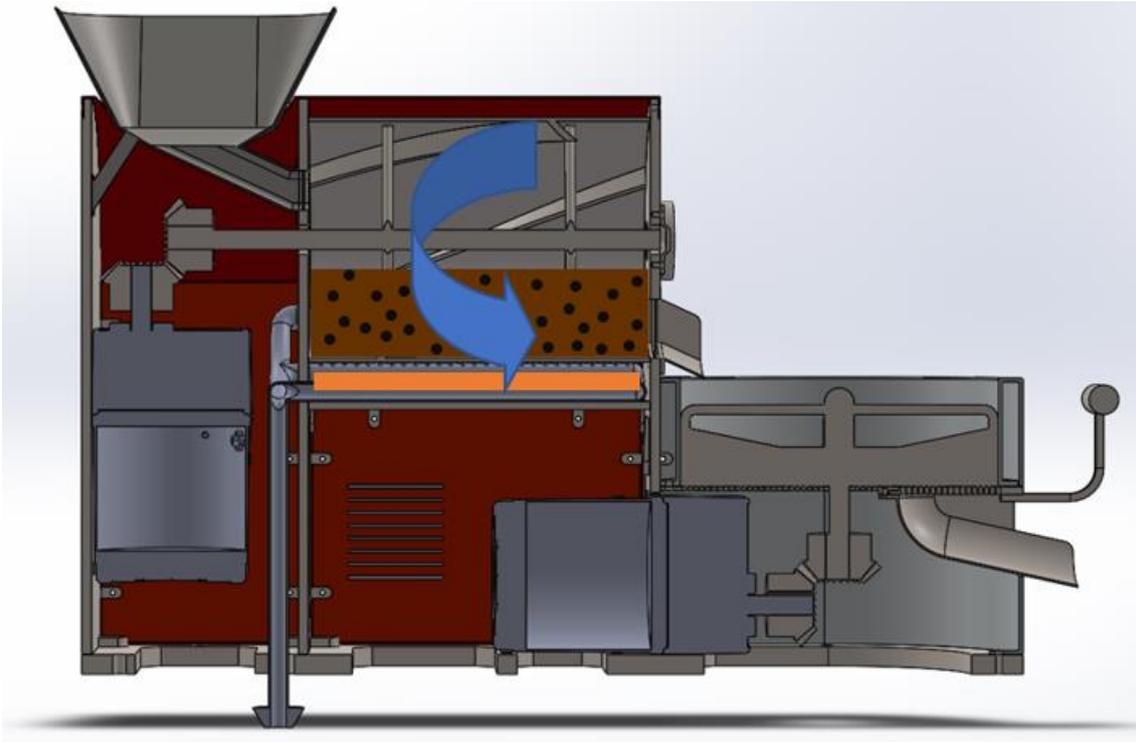


Figura 6. Vista sección, sexto paso, el café libera el vapor

- 7- El siguiente paso es abrir la apertura del tambor de tostado para dejar caer el café en el tambor de enfriado donde empezará a perder temperatura rápidamente. Para que este enfriamiento sea más rápido y homogéneo se pondrán a girar las palas.

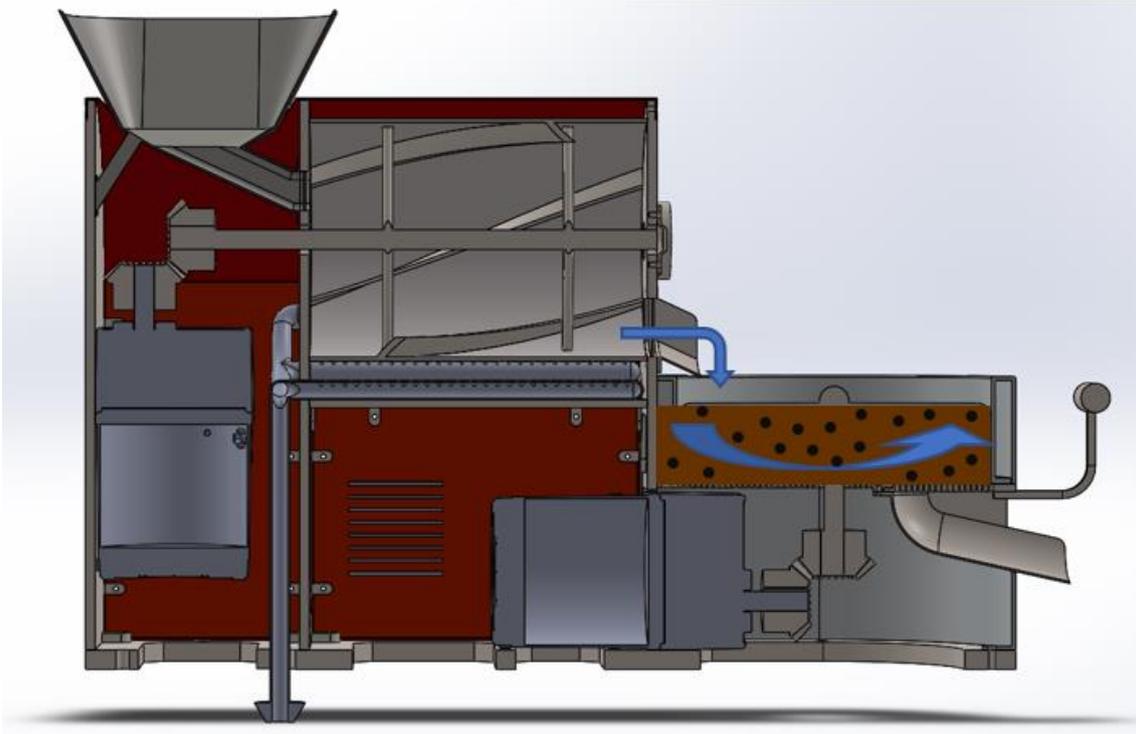


Figura 7. Vista sección, séptimo paso, introducir el café en el tambor de enfriado

- 8- Por último, una vez el café este enfriado, se procede a abrir la apertura del tambor de enfriado para extraer el producto final. En este caso café tostado y listo para consumir.

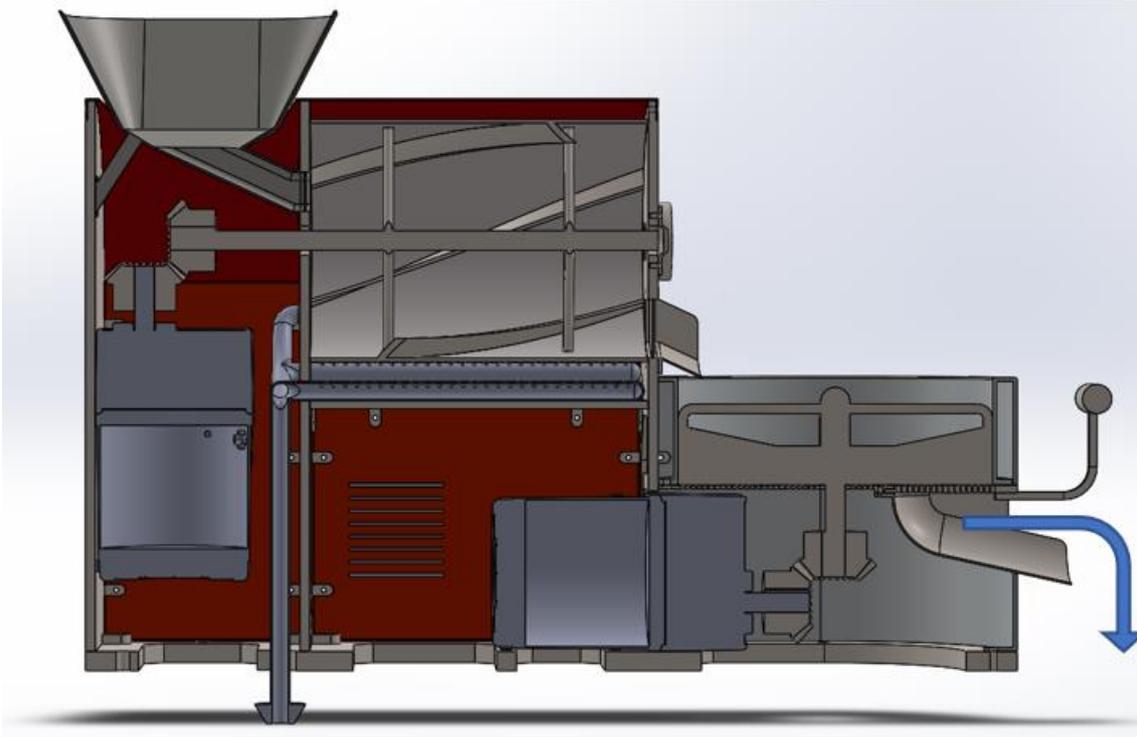


Figura 8. Vista sección, octavo paso, extraer el café del tambor de enfriado

3.3. Tipos de máquinas de tostar café

A parte de por su tamaño y capacidad, las máquinas de tostar café se diferencian por el tipo de fuente de calor que utilizan para generar la temperatura durante el tostado.

Se diferencian dos grandes tipos de máquinas de tostar café, las que implementan quemadores de gas y las que implementan resistencias de tubos de cuarzo infrarrojos.

1- Resistencias de tubos de cuarzo infrarrojos:

Estos tubos emiten una radiación de onda media, con lo cual se respuesta es muy rápida y se llega a la temperatura deseada antes. Pueden proporcionar temperaturas de 500 a 1000 °C. En cuanto a su montaje, se recomienda que estén en posición horizontal y con pantallas de acero inoxidable espejo para su mayor eficiencia (Julio Martinez Naya S.A., s.f.).

2- Quemadores de gas:

Los quemadores de gas utilizan el gas para quemarlo y de esta manera generar la temperatura deseada con la propia llama. Esta forma de proporcionar calor es inmediata y constante, pero se le debe de hacer un mantenimiento periódico para verificar su correcto funcionamiento (Saincal, 2015).

3.4. Tipos de café en grano más habituales

Los tipos de café en grano que se encuentran básicamente van en función de su procedencia. Las distinciones entre cafés también dependen de la forma del grano, de la cafeína y de sus azúcares naturales (conCAFÉ, 2019).

1- Café arábica o arábigo:

Este tipo de café se originó en Etiopía, actualmente es una de los más cultivados. Para el desarrollo de su producción se requiere un clima subtropical y una altitud de entre 500 y 800 metros. Esta variedad produce granos de mucha calidad con gran riqueza de aromas y sabores.

Dentro de la propia variedad se encuentran más grupos de café como puede ser el Moka, Java, Tarrazú, Peaberry, Harrar, Blue Mountain y más, todos ellos con sus peculiares matices.

2- Café Robusta:

Este otro tipo de café procede de la República Democrática del Congo con la peculiaridad de que es resistente a las inclemencias climatológicas con lo que su cultivo puede llevarse a cabo en un abanico amplio de terrenos.

3- Café Excelsa:

Este tipo de café es originario de las orillas del lago Chad con la peculiaridad de ser resistente a una serie de plagas. Puesto que su recolección es algo dificultosa se suelen dejar secar los frutos de la propia planta para posteriormente recogerlos del suelo, esto hace que el grano acabe siendo de baja calidad.

4- Café Libérica:

Por último, este tipo de café tiene origen en Liberia y su característica principal es que soporta mucho la exposición al sol, pero esto hace que se acaben obteniendo granos de baja calidad.

3.5. Grados o tipos de tostado

Se podrían distinguir cuatro grados o tipos de tostado en función del rango de colores que se obtienen (Mattia, 2017).

1- Tueste claro:

Este tipo de tueste se caracteriza por tener una acidez elevada y por preservar su sabor original a la hora de tomarlo. El color que se obtiene es parecido al de la canela.

2- Tueste medio:

Este tipo de tueste provoca un aumento de la intensidad de los aromas, la dulzura y la acidez con respecto al anterior tipo. Además, conserva los niveles de cafeína, cosa que los demás tipos no consiguen. Este tipo de café es el más equilibrado en cuanto al sabor lo que hace que sea el más demandado.

3- Tueste medio-oscuro:

Este tipo de tostado es similar al anterior pero la diferencia es que se reduce la intensidad de la acidez y se puede apreciar un poco más de amargor.

4- Tueste claro:

Por último, este tipo de tostado se caracteriza por tener la acidez más reducida y un amargor más acentuado que los anteriores. En este caso la cafeína se reduce mucho y pueden apreciarse matices que recuerdan al sabor del cacao.

En la siguiente figura se muestra como varia la intensidad del sabor de función del color, también se indican cuatro características básicas que definen el café. Como son la acidez, los aromas y sabores de origen, el cuerpo y los aromas y sabores típicos de un tueste oscuro.

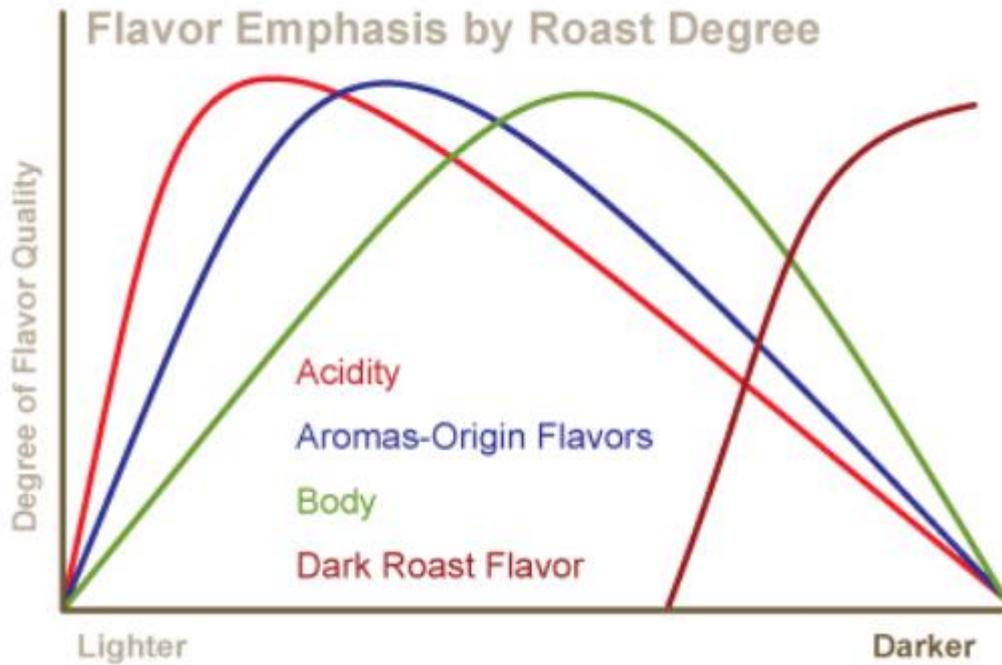


Figura 9. Gráfico de la intensidad de sabor en función del color obtenido después del tostado (Coffee Enterprises, 2011)

Además de los anteriores tipos de tostado, cabe decir que existe el café torrefacto al cual se le añade azúcar y esta se va caramelizando durante el proceso de tostado (Fuchs, 2017).

3.6. Normativa

A continuación, se muestra la normativa consultada para la realización del presente proyecto:

- Real Decreto 1215 Para la evolución y prevención de riesgos relativos a la utilización de equipos de trabajo.
- Reglamento CE 1935 Sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos.
- Reglamento CE 2023 Sobre buenas prácticas de fabricación de materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos.
- UNE-EN ISO 7250 Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico.
- UNE-EN ISO 15536 Ergonomía. Maniqués informatizados y plantillas del cuerpo humano.
- UNE-EN 547 Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano.

4. Diseño del tambor de tostado y de enfriado

4.1. Cálculo de las cantidades de café por ciclo

Para empezar a dimensionar la maquina se debe definir cuanta cantidad de café tostado se quiere obtener. Esto vendrá determinado por la cantidad de café requerido por taza y el número de tazas que se quieran conseguir.

Se recomienda el uso de 7 gramos de café tostado por taza (HOLA.COM COCINA, 2009). Además, se ha decidido que con cada ciclo de tostado se puedan obtener 50 tazas, por lo tanto, obtendríamos 350 gramos de café tostado al final del ciclo. Esta cantidad de café también marca la cantidad de café natural que se debe introducir para conseguir nuestro objetivo.

A continuación, se muestran las densidades estándar de los dos estados del café. El café natural, serían los granos verdes antes del tostado, y el café seco, serían los granos obtenidos después de su tostado. (FAO.ORG, s.f.)

DENSIDADES(kg/m ³)	
café natural	café seco
620	450

Tabla 3. Densidades de los tipos de café

Sabiendo las densidades se pueden obtener los diferentes volúmenes de café mediante unos simples cálculos:

$$vol. de cafe tost. [m^3] = \frac{gr. de cafe tost. [g] \cdot \frac{1kg}{1000g}}{den. de cafe seco [Kg/m^3]} \quad (Eq. 1)$$

$$vol. de cafe tost. [m^3] = \frac{350 [g] \cdot \frac{1kg}{1000g}}{450 [Kg/m^3]} = 0,0007778[m^3] \quad (Eq. 2)$$

$$gr. de cafe natural[g] = \frac{den. de cafe natural[Kg/m^3]}{den. de cafe seco[Kg/m^3]} \cdot gr. de cafe tost. [g] \quad (Eq. 3)$$

$$gr. de cafe natural[g] = \frac{620 [Kg/m^3]}{450 [Kg/m^3]} \cdot 350 [g] = 482,22[g] \quad (Eq. 4)$$

$$\text{vol. de cafe natural}[m^3] = \frac{\text{gr. de cafe natural [g]} \cdot \frac{1kg}{1000g}}{\text{den. de cafe natural [Kg/m}^3]} \quad (\text{Eq. 5})$$

$$\text{vol. de cafe natural}[m^3] = \frac{482,22 [g] \cdot \frac{1kg}{1000g}}{620 [Kg/m^3]} = 0,0007778[m^3] \quad (\text{Eq. 6})$$

Por lo tanto, la cantidad de café que se quiere conseguir por ciclo se podría resumir en la siguiente tabla:

café tostado por taza	
gramos	volumen(m ³)
7	1,55556E-05
número de tazas por ciclo	
50	
café tostado por ciclo	
gramos	volumen(m ³)
350	0,0007778
café natural por ciclo	
gramos	volumen(m ³)
482,22	0,0007778

Tabla 4. Cantidades de café por ciclo

4.2. Cálculo de las dimensiones del tambor de tostado y de enfriado

Sabiendo los volúmenes que se indican en la Tabla 4 y definiendo que tanto por ciento se llenaran dichos tambores se podrían definir sus dimensiones.

Para el tambor de tostado se quiere llenar hasta el 40% de su capacidad, ya que si se llena por encima del 80% de la capacidad del tambor no se consigue una correcta mezcla del café durante el proceso de tostado (Coffee, 2020), por dicho motivo se ha decidido realizar los cálculos con la mitad de la capacidad recomendada. Y para el tambor de enfriado se quiere llenar hasta el 70% de su capacidad, para que disminuya la temperatura del café de una manera más ágil que si estuviera lleno hasta su máxima capacidad. Con lo cual se obtienen los siguientes volúmenes:

volumen tambor de tostado(m ³)	0,001944
volumen tambor de enfriado (m ³)	0,001111

Tabla 5. Volúmenes de los tambores

A partir de estos volúmenes y de establecer un radio para cada tambor se puede obtener una longitud del tambor de tostado y una profundidad del tambor de enfriado, como se muestra a continuación:

$$long. \text{ tambor de tost. } [mm] = \frac{vol. \text{ tambor de tost. } [m^3] \cdot \frac{10^9 mm^3}{1m^3}}{\pi \cdot \text{radio tambor de tost.}^2 [mm^2]} \quad (\text{Eq. 7})$$

$$long. \text{ tambor de tost. } [mm] = \frac{0,001944 [m^3] \cdot \frac{10^9 mm^3}{1m^3}}{\pi \cdot 60^2 [mm^2]} \quad (\text{Eq. 8})$$

$$= 172[mm]$$

$$long. \text{ tambor de enf. } [mm] = \frac{vol. \text{ tambor de enf. } [m^3] \cdot \frac{10^9 mm^3}{1m^3}}{\pi \cdot \text{radio tambor de enf.}^2 [mm^2]} \quad (\text{Eq. 9})$$

$$long. \text{ tambor de enf. } [mm] = \frac{0,001111 [m^3] \cdot \frac{10^9 mm^3}{1m^3}}{\pi \cdot 80^2 [mm^2]} = 55[mm] \quad (\text{Eq. 10})$$

Para medidas exactas y especificaciones acudir al Anexo C. Finalmente, las dimensiones de los tambores quedan definidas de la siguiente manera:

Dimensiones tambor de tostado	
volumen(m ³)	0,001944
radio(mm)	60
longitud(mm)	172
Dimensiones tambor de enfriado	
volumen(m ³)	0,001111
radio(mm)	80
profundidad(mm)	55

Tabla 6. Dimensiones del tambor de tostado y de enfriado.

5. Cálculo de las temperaturas del tostado

Para realizar el cálculo de las temperaturas que soportará el tambor durante el tostado se deben seleccionar una serie de variables.

- 1- El material del cual este fabricado dicho tambor, como estará en contacto con alimentos se deberá utilizar un acero inoxidable AISI 316 (GASPARINI, 2017). Este acero es el más utilizado en la industria alimentaria dado que soporta un rango bastante amplio de temperaturas de trabajo y además es resistente a la corrosión que puedan provocar los diferentes alimentos que estén en contacto con este. A continuación, se muestra la tabla con las características básicas del material (MATWEB, s.f.):

Propiedades Mecánicas	
Resistencia a la tracción	500 – 700 MPa
Elongación en el descanso	≥40%
Elementos de composición	
Carbono	≤0,07%
Cromo	16,5 – 18,5%
Hierro	62,86 – 71,5%
Manganeso	≤2%
Molibdeno	2 – 2,5%
Níquel	10 – 13%
Fósforo	≤0,04%
Silicio	≤1%
Azufre	≤0,03%
Propiedades Físicas	
Densidad	8,03 g/cm ³
Punto de fusión	1370 – 1398 °C
Calor específico	500 J/(kg·K)
Resistividad eléctrica	0,74 μΩ·m
Permeabilidad magnética	1.02
Módulo elástico	193 GPa
Coeficiente de conductividad térmica	12,1 (20°C)
	21,5 (500°C)

Tabla 7. Características básicas del AISI 316

- 2- Otra variable a tener en cuenta es el tipo de gas que se utilice para abastecer los quemadores, se ha decidido que sea gas natural dado que es el que nos proporcionan las compañías en los fogones de los hogares. Este dato es relevante en cuanto a saber la temperatura de la llama al quemar este gas. A continuación, se muestra la tabla con las características básicas del gas natural que suele ser 97% de metano (NEDGIA, 2009):

Propiedades Físicas	
Fórmula molecular	CH ₄
Peso molecular mezcla	18,2
Temperatura de ebullición a 1 atm.	-160°C
Temperatura de fusión	-180°C
Densidad de los vapores	0,61
Densidad del líquido a 0°C	0,554
Relación de expansión	1L de líquido = 600 L de gas
Temperatura de llama	1960°C

Tabla 8. Características del gas natural

- 3- Por último, se debe de fijar la temperatura máxima a la cual se quiera tostar el café. Se establece un límite de 200 °C, en la distancia teórica en la cual se encontraría la última capa de café como se puede apreciar en la Figura 12, dado que si se consigue obtener esta temperatura conseguir cualquier otra temperatura de tostado menor se podrá obtener reduciendo la entrada de gas.

A continuación, se muestra la Figura 10 con los diferentes puntos de interés o etapas del tostado que se encuentran, cabe decir que las temperaturas y tiempos son orientativos ya que depende del producto final que se quiera obtener estas variarán:

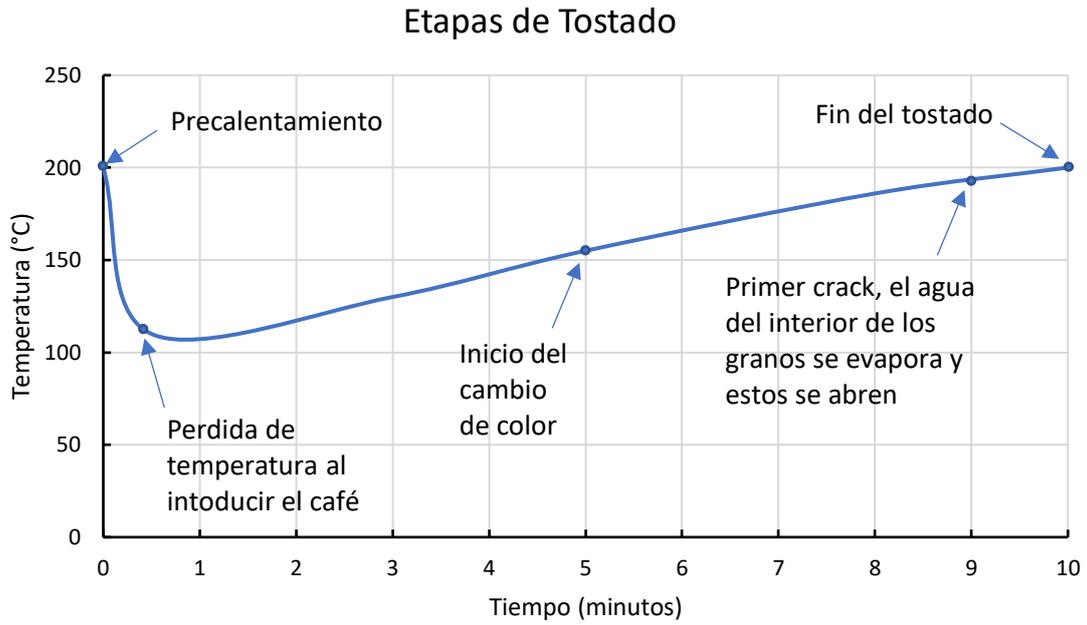


Figura 10. Etapas de tostado de gramos de café

Seguidamente, se mostrarán las figuras de los diferentes parámetros que se han tenido en cuenta para el cálculo de las temperaturas de las paredes del tambor de tostado:

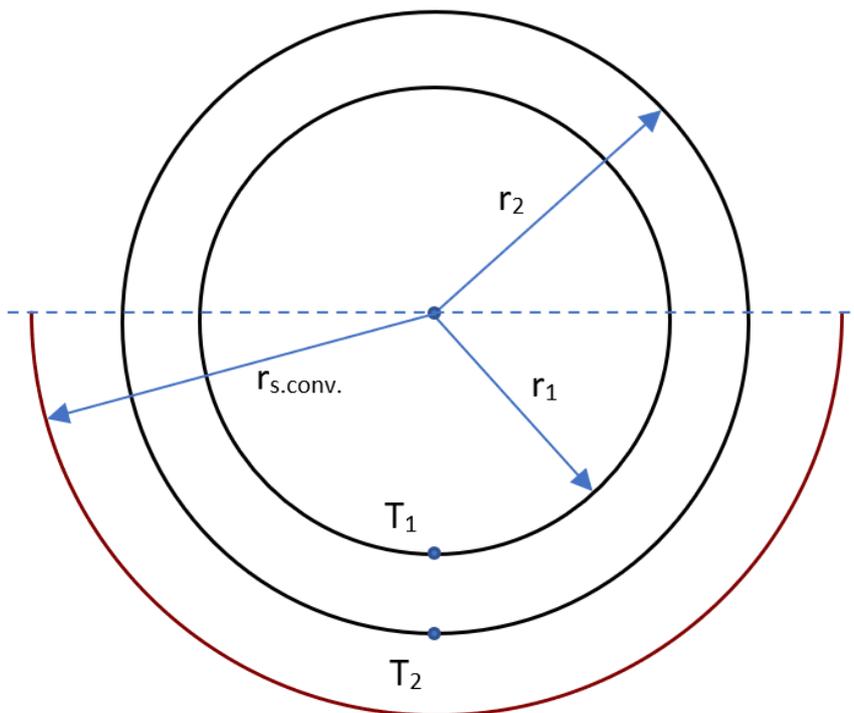


Figura 11. Vista de los radios de tostado

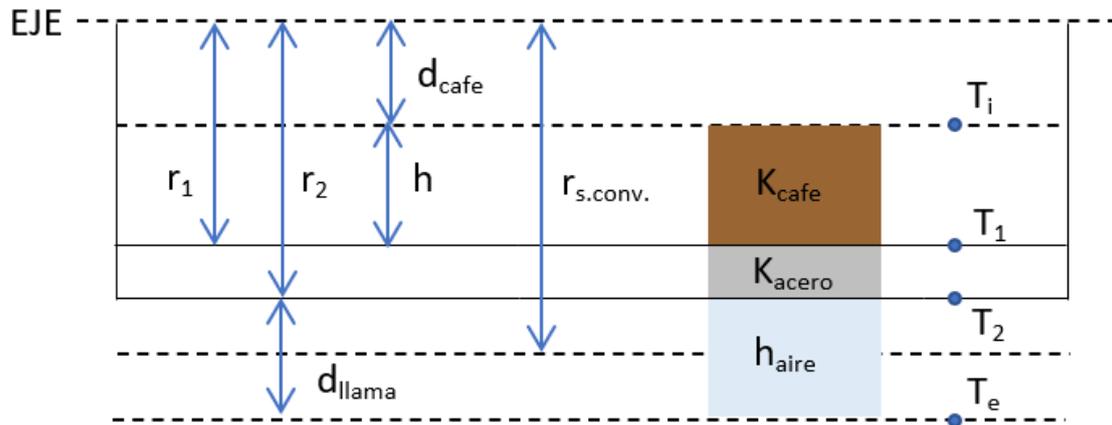


Figura 12. Vista de las temperaturas de tostado

Estas distancias se asumen como simplificación, ya que la distribución que seguiría el café dentro del tambor sería cambiante. Además, se asigna una distancia entre el acero y la llama para que no tengan contacto directo. La distancia h de la Figura 12 se determina a partir del segmento circular mediante la (Eq.34), el valor exacto se encuentra en la Tabla 12.

En la siguiente tabla se muestran los valores de las distancias de la Figura 11 y de la Figura 12.

Distancias	
$r_1(m)$	0,06
$r_2(m)$	0,062
$d\text{ café}(m)$	0,0095
$d\text{ llama}(m)$	0,01
$r\text{ s.conv.}(m)$	0,067
$L(m)$	0,172

Tabla 9. Distancias para el cálculo de las temperaturas

Los últimos datos que se necesitan para el cálculo son los coeficientes de conductividad térmica y el coeficiente de convección del aire. El coeficiente de conductividad térmica del acero se extrae de las características técnicas del AISI 316 de la Tabla 7 y el del café se extrae de un artículo de investigación de la Revista de la Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia (FERNANDO GORDILLO-DELGADO, 2016). En cuanto al coeficiente de convección del aire, dado que se utiliza una convección natural, se ha decidido utilizar el coeficiente más bajo (SOLIDWORKS, 2011).

Coeficientes	
K acero AISI 316 (W/m·K)	21,5
K café(W/m·K)	0,607
h aire(W/m ² ·K)	5

Tabla 10. Coeficientes para el cálculo de la transmisión de calor

Para realizar dicho cálculo se aplicarán dos leyes. La ley de Fourier para las partes en las cuales se produzca una transmisión de calor por conducción y la ley de Newton para las partes en las que se produzca por convección.

La ley de Fourier para un cilindro relaciona las temperaturas y los radios de la siguiente forma:

$$\frac{dQ}{dt} = K \cdot 2\pi \cdot L \cdot \frac{T_2 - T_1}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} \quad (\text{Eq.11})$$

$$T_2 - T_1 = \frac{\frac{dQ}{dt} \cdot \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{K \cdot 2\pi \cdot L} \quad (\text{Eq.12})$$

En cambio, la ley de Newton relaciona las temperaturas y la superficie de la siguiente forma:

$$\frac{dQ}{dt} = h_p \cdot S \cdot (T_2 - T_1) \quad (\text{Eq.13})$$

$$T_2 - T_1 = \frac{dQ}{dt} \cdot \frac{1}{h_p \cdot S} \quad (\text{Eq.14})$$

Si ahora se aplican estas dos leyes para los tramos que se han definido con anterioridad se obtiene:

$$\begin{cases} T_e - T_2 = \frac{dQ}{dt} \cdot \frac{1}{h_{aire} \cdot S_{conv}} \\ T_2 - T_1 = \frac{\frac{dQ}{dt} \cdot \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{K_{acero} \cdot 2\pi \cdot L} \\ T_1 - T_i = \frac{\frac{dQ}{dt} \cdot \ln\left(\frac{r_1}{r_{cafe}}\right)}{K_{cafe} \cdot 2\pi \cdot L} \end{cases} \quad (\text{Eq.15})$$

$$T_e - T_i = \frac{dQ}{dt} \cdot \left(\frac{1}{h_{aire} \cdot S_{conv.}} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{K_{acero} \cdot 2\pi \cdot L} + \frac{\ln\left(\frac{r_1}{d_{cafe}}\right)}{K_{cafe} \cdot 2\pi \cdot L} \right) \quad (\text{Eq.16})$$

$$T_e - T_i = \left(\frac{2}{h_{aire} \cdot r_{s.conv.}} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{K_{acero}} + \frac{\ln\left(\frac{r_1}{d_{cafe}}\right)}{K_{cafe}} \right) \cdot \frac{dQ}{dt} \cdot \frac{1}{2\pi \cdot L} \quad (\text{Eq.17})$$

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{1}{\frac{2}{h_{aire} \cdot r_{s.conv.}} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{K_{acero}} + \frac{\ln\left(\frac{r_1}{d_{cafe}}\right)}{K_{cafe}}} \cdot (T_e - T_i) \cdot 2\pi \cdot L \quad (\text{Eq.18})$$

$$\frac{dQ}{dt} = \text{Transferencia de calor por unidad de tiempo} \quad (\text{Eq.19})$$

$$\frac{1}{\frac{2}{h_{aire} \cdot r_{s.conv.}} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{K_{acero}} + \frac{\ln\left(\frac{r_1}{d_{cafe}}\right)}{K_{cafe}}} = \text{Coeficiente global de trasmisión} \quad (\text{Eq.20})$$

Con lo cual se tendría un coeficiente global de trasmisión:

$$\begin{aligned} & \text{Coeficiente global de trasmisión} \\ &= \frac{1}{\frac{2}{5[W/m^2 \cdot K] \cdot 0,067[m]} + \frac{\ln\left(\frac{0,062[m]}{0,06[m]}\right)}{21,5[W/m \cdot K]} + \frac{\ln\left(\frac{0,06[m]}{0,0095[m]}\right)}{0,607[W/m \cdot K]}} \\ &= 0,111[W/m \cdot K] \end{aligned} \quad (\text{Eq.21})$$

Teniendo este coeficiente y habiendo definido la temperatura del interior (200°C) y la temperatura del exterior (1960°C), que es la temperatura a la que quema el gas natural, se puede calcular la transferencia de calor necesaria para cumplir la necesidad exigida.

$$\frac{dQ}{dt} = 0,111[W/m \cdot K] \cdot (1960 - 200)[^\circ C] \cdot 2\pi \cdot 0,172[m] = 210,91[W] \quad (\text{Eq.22})$$

Por lo tanto, para obtener las temperaturas que deberá soportar la pared del tambor en la parte exterior (T_2) e interior (T_1) se pueden obtener mediante las siguientes ecuaciones:

$$T_1 = T_i + \frac{\frac{dQ}{dt} \cdot \ln\left(\frac{r_1}{d_{cafe}}\right)}{K_{cafe} \cdot 2\pi \cdot L} \quad (\text{Eq.23})$$

$$T_1 = 200[^\circ\text{C}] + \frac{210,91[\text{W}] \cdot \ln\left(\frac{0,06[\text{m}]}{0,0095[\text{m}]}\right)}{0,607[\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}] \cdot 2\pi \cdot 0,172[\text{m}]} = 794,05[^\circ\text{C}] \quad (\text{Eq.24})$$

$$T_2 = T_e - \frac{dQ}{dt} \cdot \frac{1}{h_{aire} \cdot S_{conv}} \quad (\text{Eq.25})$$

$$T_2 = 1960[^\circ\text{C}] - 210,91[\text{W}] \cdot \frac{1}{5\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot \text{K}\right] \cdot \pi \cdot 0,067[\text{m}] \cdot 0,172[\text{m}]} \quad (\text{Eq.26})$$

$$= 794,35[^\circ\text{C}]$$

A modo de resumen:

coeficiente global de transmisión	0,111
Te(°C)	1960
Ti(°C)	200
dQ/dt (W)	210,91
T1(°C)	794,05
T2(°C)	794,35

Tabla 11. Temperaturas de tostado

Según las especificaciones del material utilizado para el tambor, acero inoxidable AISI 316, se recomienda que trabaje en un rango de 427°C a 857°C (MUNDIAL, s.f.) y dado que se estará trabajando alrededor de 794°C, como máximo, se puede deducir que tanto el espesor de pared como la superficie que cubren los quemadores es adecuada para las necesidades requeridas.

6. Diseño de los quemadores

Una vez calculadas las temperaturas de tostado se puede proceder al diseño de los quemadores que aportarán la fuente de calor durante el tueste mediante la quema de gas natural, como se ha comentado con anterioridad.

Estos quemadores estarán formados por unos tubos de cobre perforados que permitirán la salida del gas para que mediante un mechero o cerilla se pueda iniciar la combustión, por ello se han habilitado unas aperturas en la carcasa de la máquina. A continuación, se muestra una figura de su posición en la máquina.

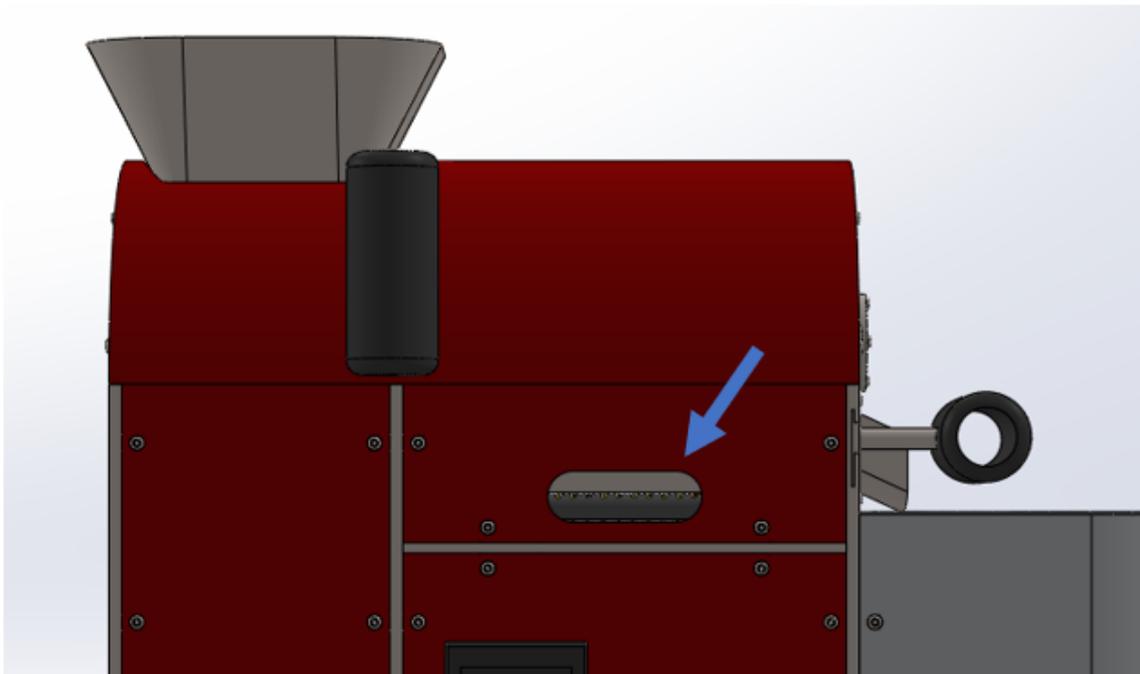


Figura 13. Vista lateral de la apertura para iniciar la combustión

Como se indica en el punto anterior del trabajo estos quemadores deberán cubrir toda la longitud del tambor de tostado para que el calor se reparta homogéneamente por toda la superficie. A continuación, se muestra cómo, efectivamente, los quemadores cubrirán toda esta longitud.

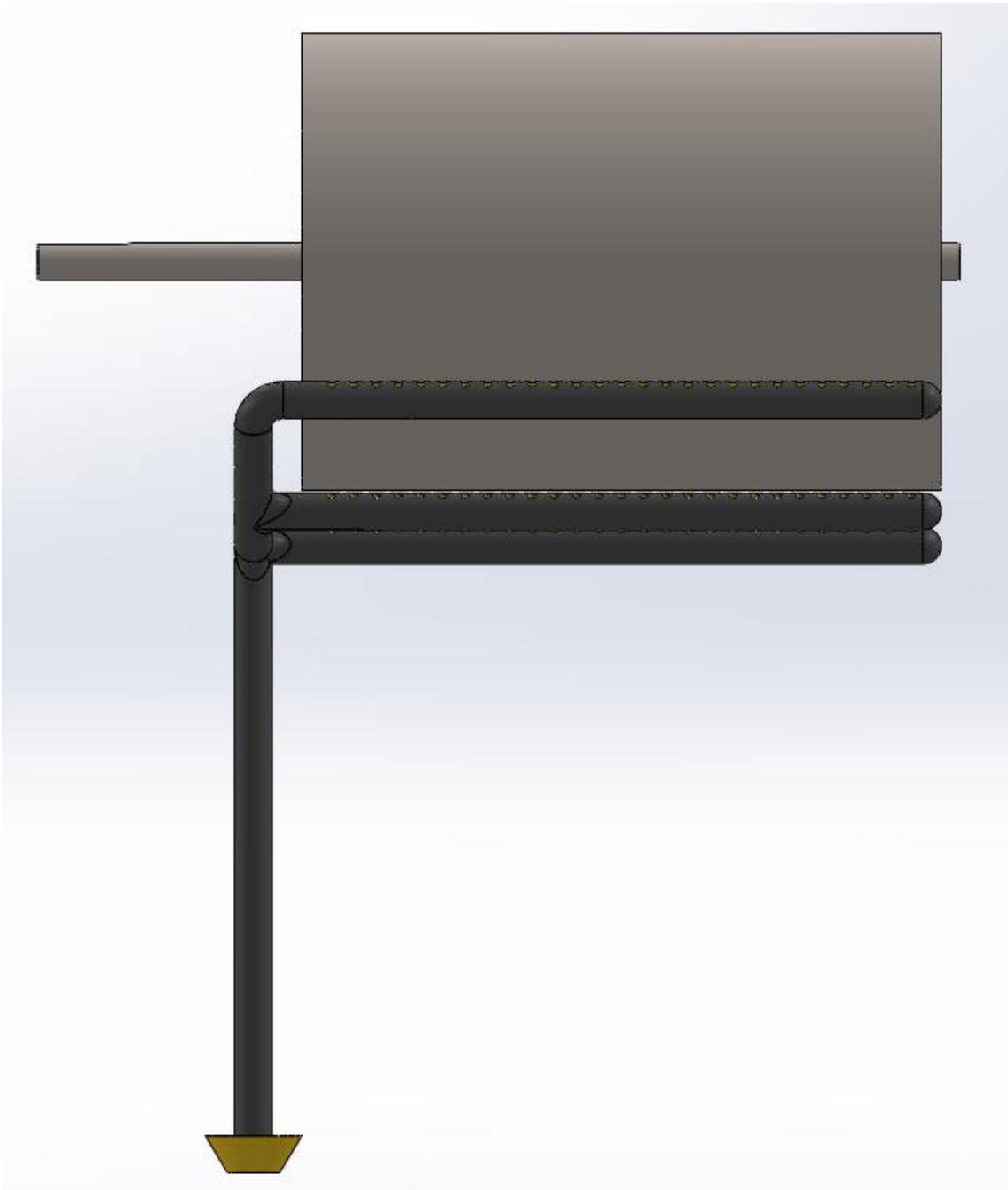


Figura 14. Vista lateral de la posición de los quemadores respecto al tambor de tostado

A su vez, como se puede apreciar en la Figura 11, la superficie que deben cubrir los quemadores debe ser la mitad de la circunferencia del tambor de tostado. Esto nos delimita la geometría que deben seguir estos quemadores. A continuación, se muestra cómo, efectivamente, los quemadores cubrirán la media circunferencia y como consecuencia toda la superficie requerida para obtener dichas temperaturas.



Figura 15. Vista frontal de la posición de los quemadores respecto al tambor de tostado

Una vez definidas estas dimensiones el propósito es situar la boca del quemador alineada y en contacto con los fogones para que, así, cuando se abra el gas circule por los quemadores. A continuación, se muestra una figura de su disposición.



Figura 16. Disposición de los quemadores sin visualizado de la máquina

Para conseguir este objetivo se implementará un sistema de roscado de tornillos que permitirá subir o bajar el nivel del conjunto de la máquina, así como el de los quemadores, para conseguir un contacto óptimo entre la boca de los quemadores y los fogones. A continuación, se muestra una figura mostrando en detalle el funcionamiento.

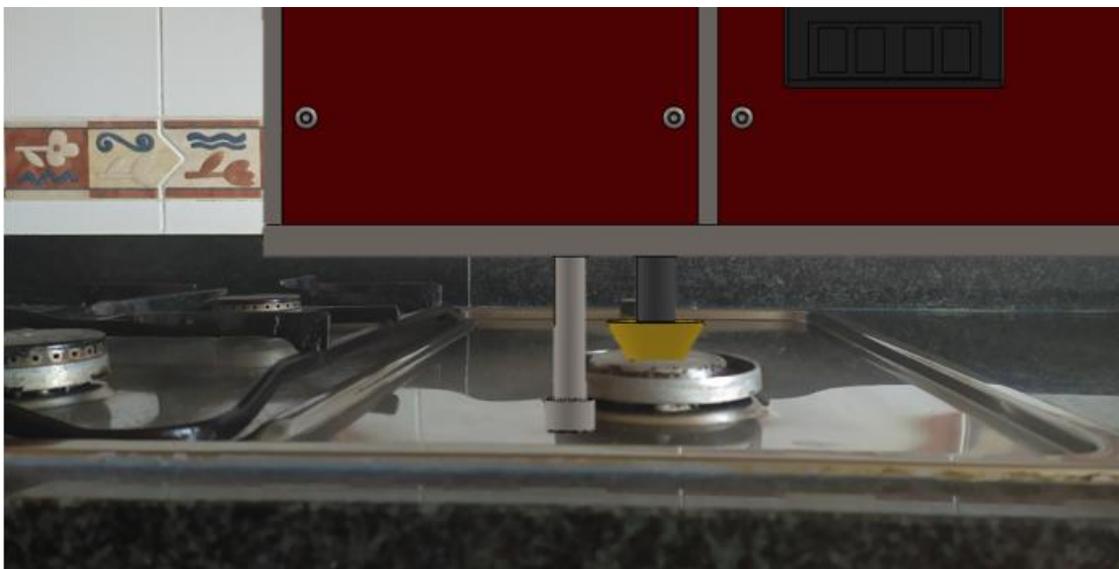


Figura 17. Vista detalle del contacto de la boca de los quemadores con los fogones

Para medidas exactas y especificaciones acudir al Anexo C. De esta manera se puede visualizar como se vería la máquina bien ajustada y lista para su funcionamiento.



Figura 18. Recreación de la máquina en su posición de uso

7. Cálculo de las potencias de los motores eléctricos

7.1. Potencia motor eléctrico para el tambor de tostado

Para el cálculo de dicha potencia se recurrirá a la siguiente ecuación la cual dice que la potencia es la velocidad de giro multiplicado por el momento:

$$P [W] = n[rpm] \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot M[Nm] \quad (\text{Eq.27})$$

Donde el momento es la fuerza por la distancia al eje de giro:

$$M[Nm] = F[N] \cdot d[m] \quad (\text{Eq.28})$$

Esta fuerza se puede obtener a partir de los gramos de café que se tienen dentro del tambor y más el peso propio del tambor, que se puede obtener mediante la herramienta de propiedades físicas que nos proporciona SolidWorks una vez se ha seleccionado el material:

$$F[N] = (\text{gr. de café natural} + \text{masa del tambor de tost.}) [kg] \cdot g[m/s^2] \quad (\text{Eq.29})$$

$$F[N] = (482,22 + 1435,06) [g] \cdot \frac{1kg}{1000g} \cdot 9,81[m/s^2] = 18,8085[N] \quad (\text{Eq.30})$$

Para definir esta distancia previamente se deben hacer una serie de cálculos. Primero se debe calcular el área del segmento circular que ocuparía el café.

Se sabe que el área de este segmento circular debe de ser 40% del área circular del tambor de tostado.

$$\begin{aligned} & \text{area segmento circular}_{\text{tambor de tost.}} [m^2] \\ & = 40\% \cdot \left(\pi \cdot \left(\text{radio tambor} [mm] \cdot \frac{1m}{1000mm} \right)^2 \right) \end{aligned} \quad (\text{Eq.31})$$

$$\begin{aligned} & \text{area segmento circular}_{\text{tambor de tost.}} [m^2] = 40\% \cdot \left(\pi \cdot \left(60 [mm] \cdot \frac{1m}{1000mm} \right)^2 \right) \\ & = 0,0045239 [m^2] \end{aligned} \quad (\text{Eq.32})$$

Esta área debe de ser igual que la que se puede obtener geoméricamente que depende de un ángulo que se debe definir.

El área de cualquier segmento circular viene dada por la siguiente formula:

$$A[m^2] = \frac{\left(R[mm] \cdot \frac{1m}{1000mm}\right)^2}{2} \cdot (\theta - \sin(\theta)) \quad (\text{Eq.33})$$

Además, también se pueden obtener las siguientes medidas:

$$h = R \cdot (1 - \cos(\theta/2)) \quad (\text{Eq.34})$$

$$c = 2 \cdot R \cdot \sin(\theta/2) \quad (\text{Eq.35})$$

$$L = \theta \cdot R \quad (\text{Eq.36})$$

A continuación, se muestra la Figura 19 donde se pueden ver todos los anteriores parámetros representados:

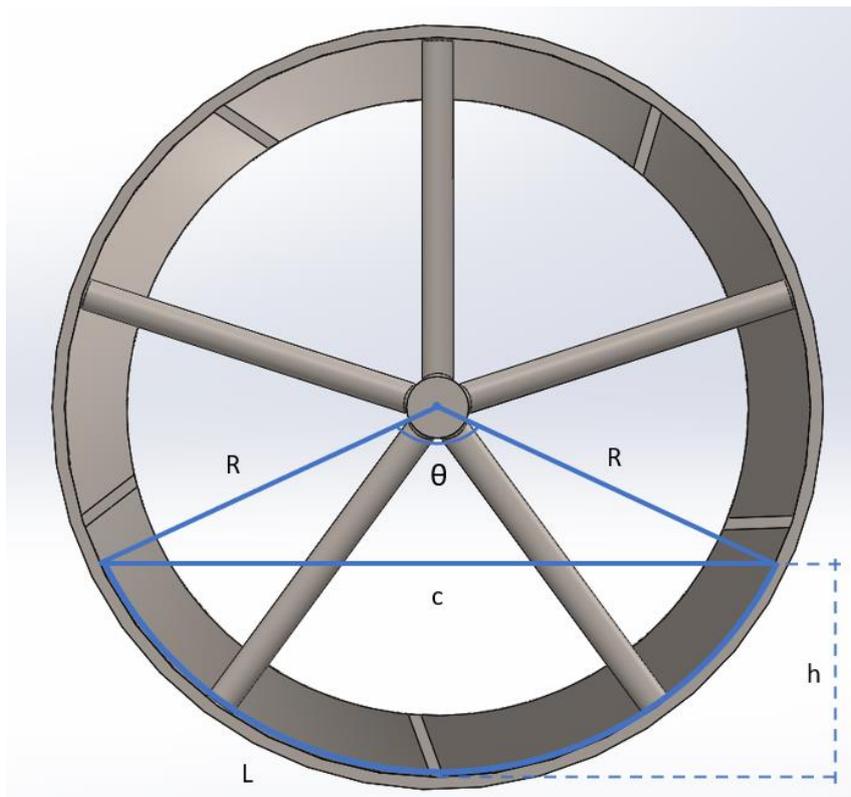


Figura 19. Parámetros del segmento circular

Sabiendo todo esto se puede encontrar dicho ángulo, iterando, para encontrar el área requerida (Eq.32) y esta serie de parámetros.

$$A[m^2] = \frac{\left(60[mm] \cdot \frac{1m}{1000mm}\right)^2}{2} \cdot (161,849 - \sin(161,849)) \quad (\text{Eq.37})$$

$$= 0,0045239[m^2]$$

Se resumen estos parámetros en la siguiente tabla:

área segmento circular tambor de tostado(m ²)	0,0045239
ángulo θ (°)	161,849
h(m)	0,05054
c(m)	0,11850
L(m)	0,16949

Tabla 12. Dimensiones del segmento circular

Se realiza esta simplificación de suponer que los granos formaran un segmento circular para poder calcular de una forma sencilla el centroide que será la distancia que se busca donde se intentará alcanzar una temperatura de tostado óptima. A continuación, se muestra la figura de lo comentado anteriormente:

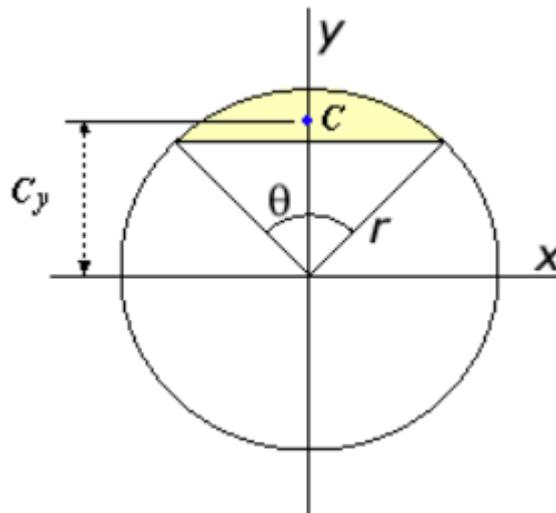


Figura 20. Parámetros del centroide del segmento circular (EFUNDA, s.f.)

Este centroide se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$C_y[m] = \frac{4 \cdot \left(r[mm] \cdot \frac{1m}{1000mm}\right)}{3} \cdot \left(\frac{\sin^3(\theta/2)}{\theta - \sin(\theta)}\right) \quad (\text{Eq.38})$$

$$C_y[m] = \frac{4 \cdot \left(60[mm] \cdot \frac{1m}{1000mm}\right)}{3} \cdot \left(\frac{\sin^3(161,849/2)}{161,849 - \sin(161,849)}\right) \quad (\text{Eq.39})$$

$$= 0,03065[m] = d$$

Una vez se ha encontrado esta distancia se puede calcular el momento:

$$M[Nm] = 18,8085[N] \cdot 0,03065[m] = 0,5765[Nm] \quad (\text{Eq.40})$$

Por último, para encontrar la potencia que se requiere se debe seleccionar una velocidad de giro máxima. En este caso se ha decidido que sea de 75 rpm (Gallagher, 2019), ya que al tener una capacidad de carga baja se tiene que escoger una velocidad de giro relativamente alta para que los granos de café no estén demasiado tiempo en contacto con la pared del tambor y así no se tostarán en exceso ni se quemarán. Tampoco se puede seleccionar una velocidad demasiado alta porque pueden llegar a romperse los granos al chocar con la pared del tambor. Con todo esto, y añadiendo un factor de seguridad de 2 debido a rozamiento, se obtiene una potencia de:

$$P [W] = 2 \cdot 75[rpm] \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot 0,5761[Nm] = 9,0555[W] \quad (\text{Eq.41})$$

7.2. Potencia motor eléctrico para el tambor de enfriado

Para el cálculo de dicha potencia se recurrirá a la ecuación mencionada anteriormente la cual dice que la potencia es la velocidad de giro multiplicado por el momento:

$$P [W] = n[rpm] \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot M[Nm] \quad (\text{Eq.42})$$

Donde el momento es la fuerza por la distancia al eje de giro:

$$M[Nm] = F[N] \cdot d[m] \quad (\text{Eq.43})$$

Esta fuerza se puede obtener a partir de los gramos de café que se tienen dentro del tambor y más el peso propio de las palas que mueven el café en el tambor de enfriado, que nos proporciona SolidWorks como se ha comentado con anterioridad. Teniendo en cuenta el número de palas que moverán el café, en este caso se ha decidido seleccionar 4 palas para dicho

movimiento. Para simplificar el cálculo se da por hecho que el café se repartiría equitativamente por toda la superficie de la siguiente forma, como se puede observar en la Figura 21:

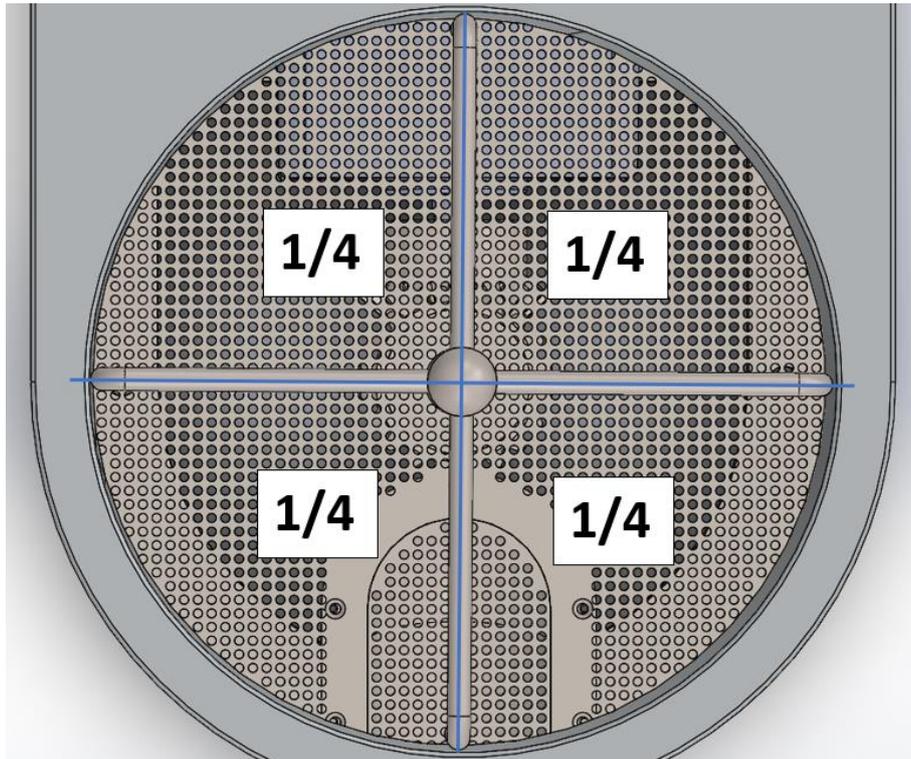


Figura 21. Distribucion del café en el tambor de enfriado

Con lo cual la fuerza que haría cada pala sería:

$$F[N] = (\text{gr. de café tost.} + \text{masa de las palas}) [kg] \cdot g[m/s^2] \quad (\text{Eq.44})$$

$$F[N] = \frac{(350 + 170,33) [g]}{4} \cdot \frac{1kg}{1000g} \cdot 9,81[m/s^2] = 1,2761[N] \quad (\text{Eq.45})$$

Para definir esta distancia se debe calcular el centroide del sector circular que se tiene en función del radio del tambor:

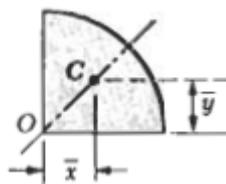


Figura 22. Parámetros del centroide del sector circular

$$\bar{x}[m] = \frac{4 \cdot r[mm] \cdot \frac{1m}{1000mm}}{3 \cdot \pi} \quad (\text{Eq.46})$$

$$\bar{x}[m] = \frac{4 \cdot 80[mm] \cdot \frac{1m}{1000mm}}{3 \cdot \pi} = 0,03395[m] \quad (\text{Eq.47})$$

$$\bar{y}[m] = \frac{4 \cdot r[mm] \cdot \frac{1m}{1000mm}}{3 \cdot \pi} \quad (\text{Eq.48})$$

$$\bar{y}[m] = \frac{4 \cdot 80[mm] \cdot \frac{1m}{1000mm}}{3 \cdot \pi} = 0,03395[m] \quad (\text{Eq.49})$$

$$d[m] = \sqrt{(\bar{x}[m])^2 + (\bar{y}[m])^2} \quad (\text{Eq.50})$$

$$d[m] = \sqrt{(0,03395[m])^2 + (0,03395[m])^2} = 0,04802[m] \quad (\text{Eq.51})$$

Una vez se ha encontrado esta distancia se puede calcular el momento que ejercería una pala:

$$M_{1pala}[Nm] = 1,2761[N] \cdot 0,04802[m] = 0,06127[Nm] \quad (\text{Eq.52})$$

Si se tiene en cuenta que hay 4 palas se obtiene un momento total de:

$$M[Nm] = 4 \cdot 0,06127[Nm] = 0,2451[Nm] \quad (\text{Eq.53})$$

Por último, para encontrar la potencia que se requiere se debe seleccionar una velocidad máxima de giro. En este caso de 10 rpm, porque simplemente su función es mover el café para que se vaya enfriando de manera homogénea con lo cual no se requiere una velocidad de giro elevada. Con todo esto, y añadiendo un factor de seguridad de 2 debido a rozamiento, se obtiene una potencia de:

$$P [W] = 2 \cdot 10[rpm] \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot 0,2451[Nm] = 0,5133[W] \quad (\text{Eq.54})$$

8. Diseño de la tolva

Para diseñar la tolva para almacenar los granos de café se debe considerar la cantidad de café natural que se introduce. Como se ha definido en el apartado 5.1. se introducen 482 gramos de café natural que equivalen a un volumen de $0,0007778 \text{ m}^3$. Con este volumen y el espacio disponible en la maquina se puede dimensionar la tolva.

- Primero se diseña la parte inferior de la tolva, el conducto para poder introducir el café dentro del tambor de tostado.

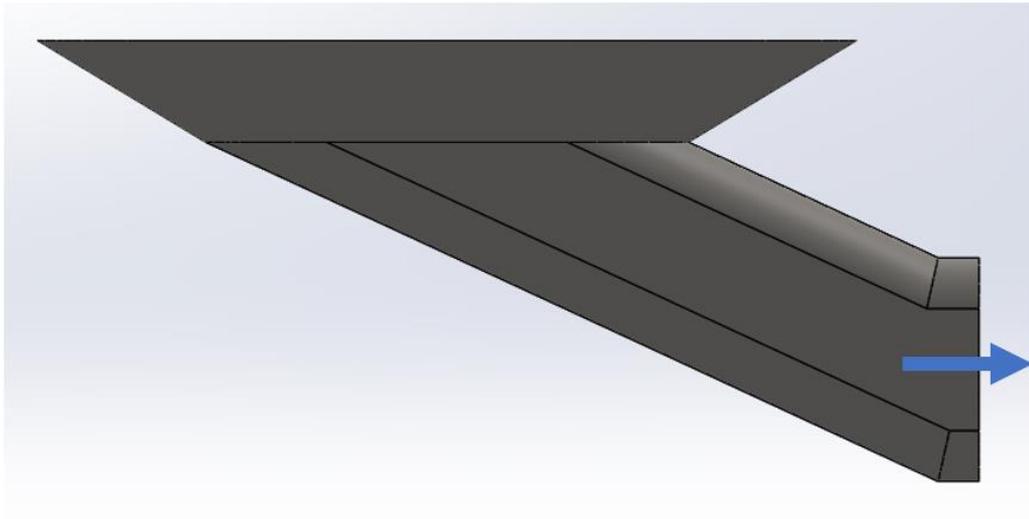


Figura 23. Vista lateral del conducto de entrada al tambor de tostado

Con este diseño se dispone ya de un volumen de $0,00007158 \text{ m}^3$, que se tendrá en consideración en cuanto al resto de diseño.

- Seguidamente, a partir de un tronco de piràmide con base cuadrada de 141mmx141mm y un redondeo de aristas se obtiene una altura de 60 mm para acabar obteniendo un volumen de 0,0007869 m³, superior al requerido por el volumen de café natural, con lo cual es válido para la necesidad a cumplir. Con esto la tolva quedaría llena al 98,84 % de su capacidad de diseño.

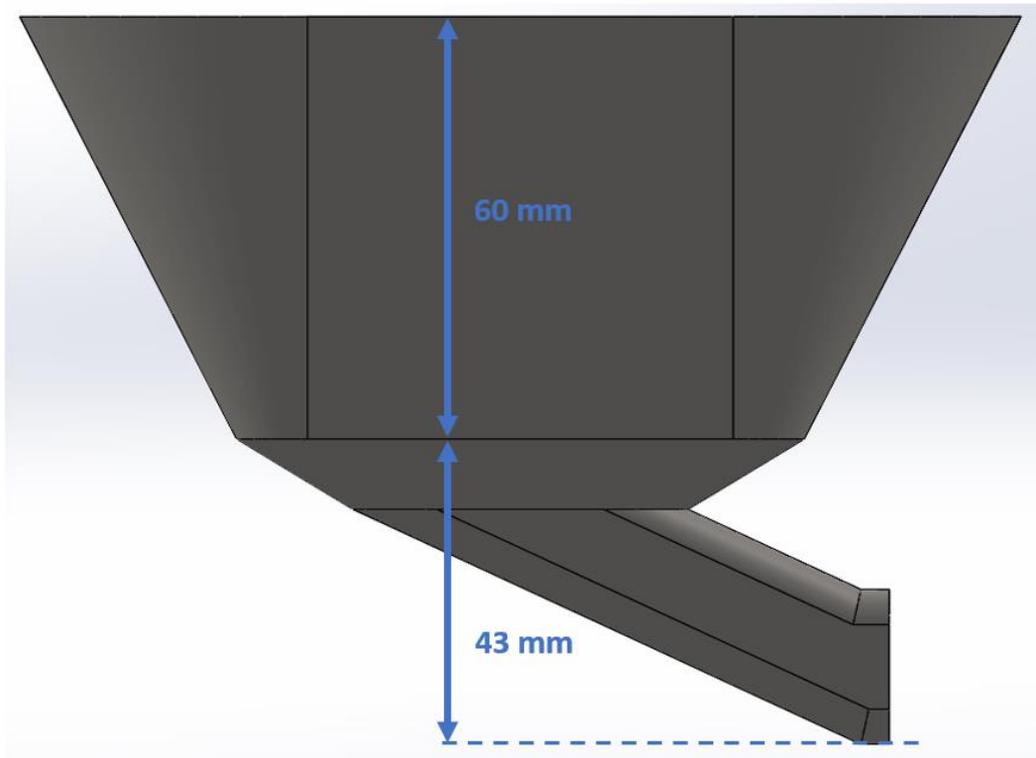


Figura 24. Vista lateral de la altura de la tolva

- Por último, se le añaden las sujeciones necesarias para su correcto funcionamiento y resistencia. Para medidas exactas y especificaciones acudir al Anexo C.

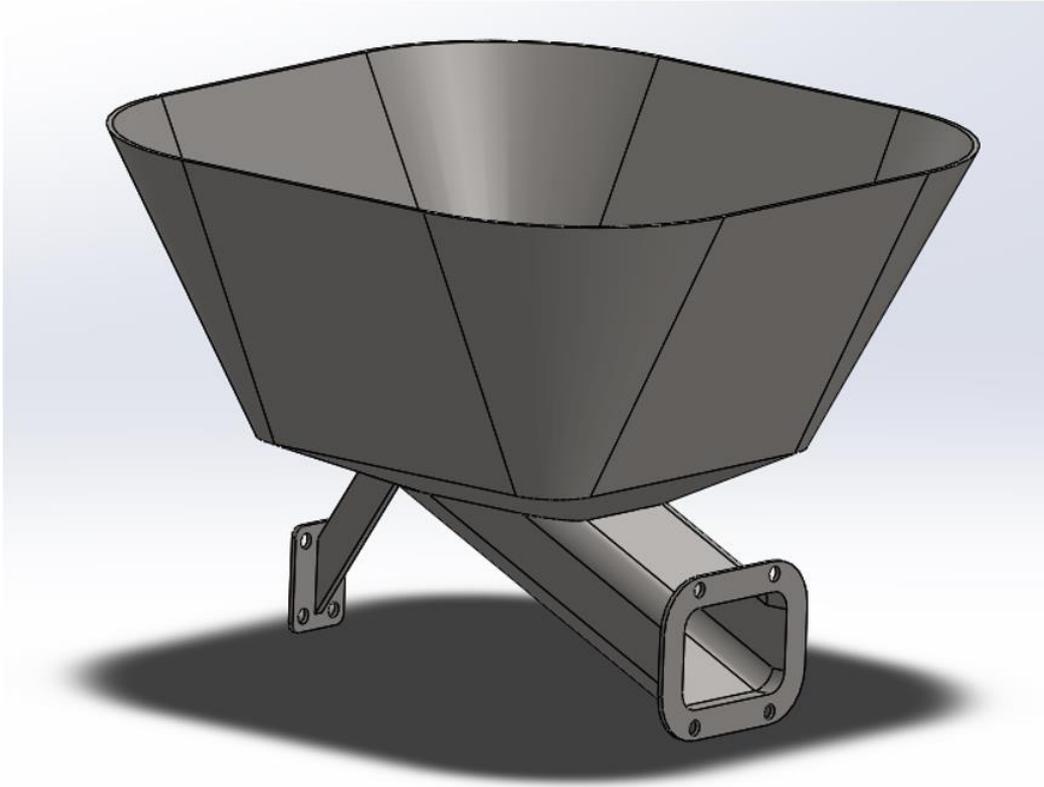


Figura 25. Vista isométrica de la tolva completa

9. Selección de componentes normalizados

Con la finalidad de disminuir el coste del global de la maquina se he decidido seleccionar componentes normalizados que ya existan en el mercado y que cumplan las exigencias de diseño anteriormente calculadas.

Las especificaciones técnicas de los diferentes componentes se pueden ver más a detalle en el Anexo B. A continuación, se muestran los componentes normalizados seleccionados.

9.1. Motores eléctricos

En cuanto a los motores eléctricos se ha decidido seleccionar uno específico para cada tambor, debido a que cada uno presenta unas exigencias de diseño concretas y diferentes entre si. Además, de esta manera ninguno de los dos motores estará sobre dimensionado.

9.1.1. Motor para el tambor de tostado

En cuanto al motor eléctrico para el tambor de tostado, se ha tenido en cuenta que es el más exigente en cuanto a potencia y a par motor de los dos, en este caso, el motor debería tener una potencia de 9,0555 W y un par motor de 0,5765 N·m a 75 rpm, calculado anteriormente en el punto 7.

Finalmente se he seleccionado el motor AI-025W con la caja reductora S80A de Transmotec, a continuación, se muestra la tabla del fabricante. Como se puede apreciar sería más que suficiente para las exigencias de nuestra máquina.

GEAR MOTOR DATA RATIO	3	3,6	5	6	7,5	9	1	12,5	15	18	20	25	30	36	40	50	60	75	90	100	120	150	180	200	
230VAC 50Hz 1 phase																									
Nominal rpm 220 VAC	417	347	250	208	167	139	125	100	83	69	63	50	42	35	31	25	21	17	14	13	10	8	7	6	
Nominal rpm 230 VAC	417	347	250	208	167	139	125	100	83	69	63	50	42	35	31	25	21	17	14	13	10	8	7	6	
Nominal Nm 220 VAC	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.6	2.0	2.4	2.9	2.9	3.7	4.4	5.3	5.8	7.3	7.9	9.9	11.9	13.2	15.8	19.8	23.8	26.4	
Nominal Nm 230 VAC	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.6	2.0	2.4	2.9	2.9	3.7	4.4	5.3	5.8	7.3	7.9	9.9	11.9	13.2	15.8	19.8	23.8	26.4	
120VAC 60Hz 1 phase																									
Nominal rpm 110 VAC	517	431	310	258	207	172	155	124	103	86	78	62	52	43	39	31	26	21	17	16	13	10	9	8	
Nominal Nm 110 VAC	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.4	2.4	3.0	3.6	4.3	4.8	6.0	6.5	8.2	9.8	10.9	13.1	16.3	19.6	21.8	
208VAC 60Hz 3 phase																									
Nominal rpm 220 VAC	517	431	310	258	207	172	155	124	103	86	78	62	52	43	39	31	26	21	17	16	13	10	9	8	
Nominal Nm 220 VAC	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.4	2.4	3.0	3.6	4.3	4.8	6.0	6.5	8.2	9.8	10.9	13.1	16.3	19.6	21.8	
GEAR HEAD DATA																									
Efficiency (%)	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	73	73	73	73	73	66	66	66	66	66	66	66	66	
Max. torque (Nm)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Radial F 20 mm shaft (N)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Max. thrust load (N)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Out rotation when in cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	ccw	ccw	ccw	ccw	ccw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	

Tabla 13. Datos del motor AI-025W con la caja reductora S80A

9.1.2. Motor para el tambor de enfriado

En cuanto al motor eléctrico para el tambor de enfriado debería tener una potencia de 0,5133 W y un par motor de 0,2451 N·m a 10 rpm, calculado anteriormente en el punto 7.

Finalmente se he seleccionado el motor AI-006W con la caja reductora S60A de Transmotec, a continuación, se muestra la tabla del fabricante. Como se puede apreciar sería más que suficiente para las exigencias de nuestra máquina.

GEAR MOTOR DATA RATIO	3	3,6	5	6	7,5	9	1	12,5	15	18	20	25	30	36	40	50	60	75	90	100	120	150	180	
230VAC 50Hz 1 phase																								
Nominal rpm 220 VAC	400	333	240	200	160	133	120	96	80	67	60	48	40	33	30	24	20	16	13	12	10	8	7	
Nominal rpm 230 VAC	483	403	290	242	193	161	145	116	97	81	73	58	48	40	36	29	24	19	16	15	12	10	8	
Nominal Nm 220 VAC	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.8	1.9	2.4	2.9	3.2	3.8	4.8	5.7	
Nominal Nm 230 VAC	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2	1.5	1.6	2.0	2.4	2.6	3.2	4.0	4.8	
400VAC 50Hz 3 phase																								
Nominal rpm 380 VAC	400	333	240	200	160	133	120	96	80	67	60	48	40	33	30	24	20	16	13	12	10	8	7	
Nominal Nm 380 VAC	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.8	1.9	2.4	2.9	3.2	3.8	4.8	5.7	
120VAC 60Hz 1 phase																								
Nominal rpm 110 VAC	483	403	290	242	193	161	145	116	97	81	73	58	48	40	36	29	24	19	16	15	12	10	8	
Nominal Nm 110 VAC	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2	1.5	1.6	2.0	2.4	2.6	3.2	4.0	4.8	
208VAC 60Hz 3 phase																								
Nominal rpm 220 VAC	483	403	290	242	193	161	145	116	97	81	73	58	48	40	36	29	24	19	16	15	12	10	8	
Nominal Nm 220 VAC	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2	1.5	1.6	2.0	2.4	2.6	3.2	4.0	4.8	
GEAR HEAD DATA																								
Efficiency (%)	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	73	73	73	73	73	73	66	66	66	66	66	66	66	
Max. torque (Nm)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Radial F 20 mm shaft (N)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	
Max. thrust load (N)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Out rotation when in cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	ccw	ccw	ccw	ccw	ccw	ccw	cw							

Tabla 14. Datos del motor AI-006W con la caja reductora S60A

9.2. Rodamientos

Para la selección de rodamientos se ha utilizado la herramienta SKF. Dichos rodamientos serán rodamientos rígidos de bolas, por su sencillez y baja fricción, e irán situados en los extremos del tambor de tostado.

Pero antes se debe realizar el cálculo de la fuerza que deberá resistir cada rodamiento. Para ello se debe asumir que tanto el peso propio del tambor como el peso de café de su interior ejercen una carga homogénea a lo largo de toda su longitud.

A continuación, se muestra una imagen de la posición en la que irán situados los rodamientos para su mayor comprensión:

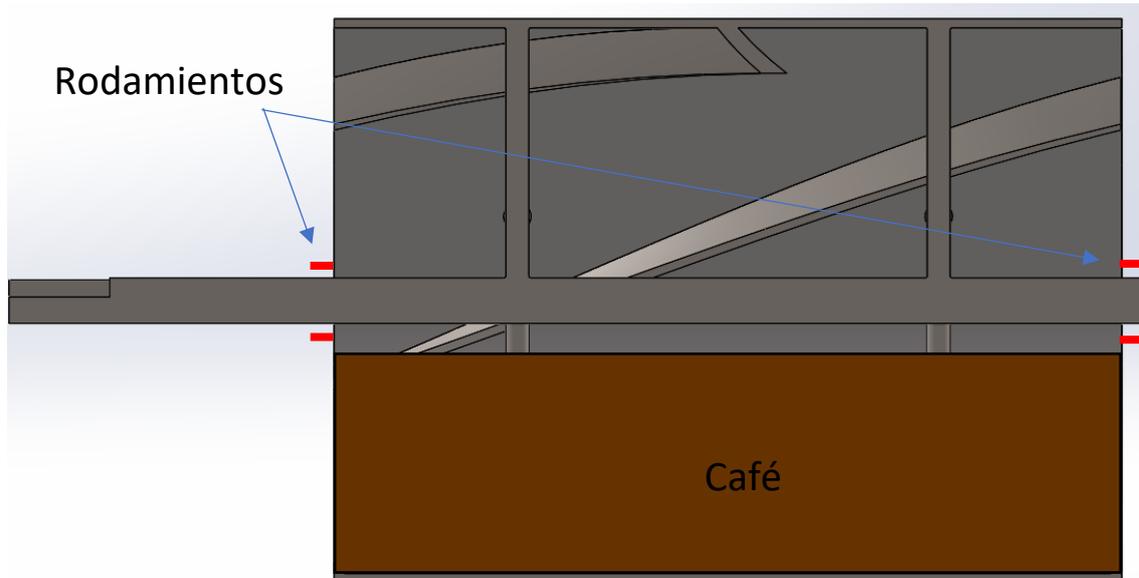


Figura 26. Disposición de los rodamientos

Sabiendo la posición de los rodamientos y como se ha calculado en la (Eq.30) se obtiene una fuerza de 18,7964 N a repartir entre los dos rodamientos, como resultado final se deduce que cada rodamiento debe resistir una fuerza de 9,3982 N.

Teniendo en cuenta las restricciones de dimensión y los esfuerzos que deberá soportar se obtiene el siguiente rodamiento como uno de los más recomendados para este uso.

Designation	Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Velocidades nominales	
	\uparrow d [mm]	D [mm]	B [mm]	dynamic C [kN]	static C ₀ [kN]	Reference speed [r/min]	Limiting speed [r/min]
W 61700	10	15	3	0.488	0.22	85 000	56 000
W 61700 R	10	15	3	0.488	0.22	85 000	56 000
W 61700 X-2RS1	10	15	4	0.488	0.22		24 000
W 61700 X-ZZ5	10	15	4	0.488	0.22	85 000	43 000
W 61700 XR-2RS1	10	15	4	0.488	0.22		24 000
W 61700 XR-ZZ5	10	15	4	0.488	0.22	85 000	43 000

Tabla 15. Herramienta SKF para rodamientos rígidos de bolas

Finalmente se selecciona el rodamiento W 61700 X-2RS1 por sus dimensiones principales y porque su capacidad de carga básica es ampliamente superior a nuestra capacidad de carga requerida.

9.3. Tornillería

En cuanto a la tornillería que se ha seleccionado se podría hacer una distinción entre aquellos tornillos que no resisten prácticamente ningún esfuerzo, como pueden ser los de sujeciones de chapas exteriores, y los que sí deberán soportar una carga considerable, como son los que hacen de soporte y regulación de la base de la máquina.

Los tornillos que prácticamente no resistirán ningún tipo de esfuerzo se han seleccionada en función de las dimensiones de la máquina y sobre todo buscando un acabado estético.

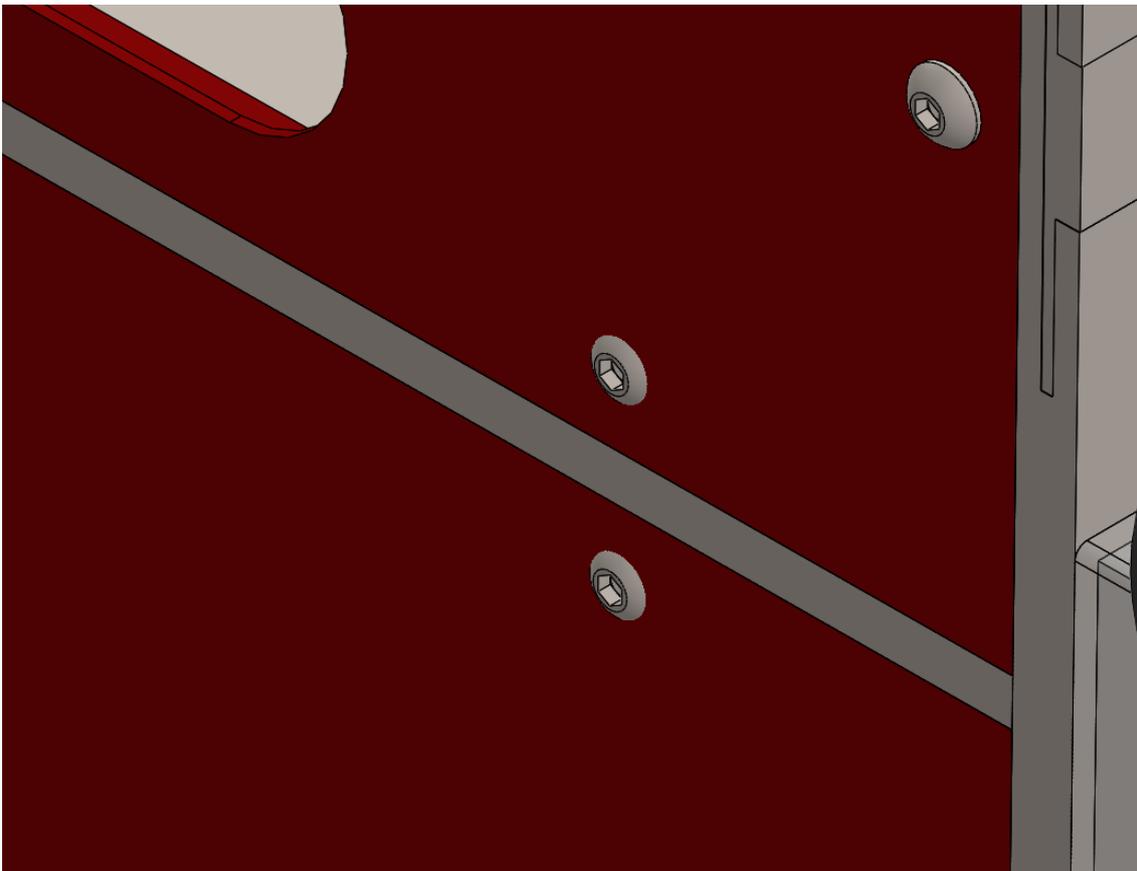


Figura 27. Vista detalle de los tornillos de la sujeción de la chapa exterior

En cambio, los tornillos que sí deberán soportar alguna carga se han seleccionado en función de la fuerza que deberán resistir. Principalmente se han comprobado que los 4 tornillos que sostienen el conjunto de la máquina, situados en la base de la misma. La función de estos es nivelar la máquina con tal de asegurar su estabilidad y ajustar la conexión de los quemadores con los fogones.

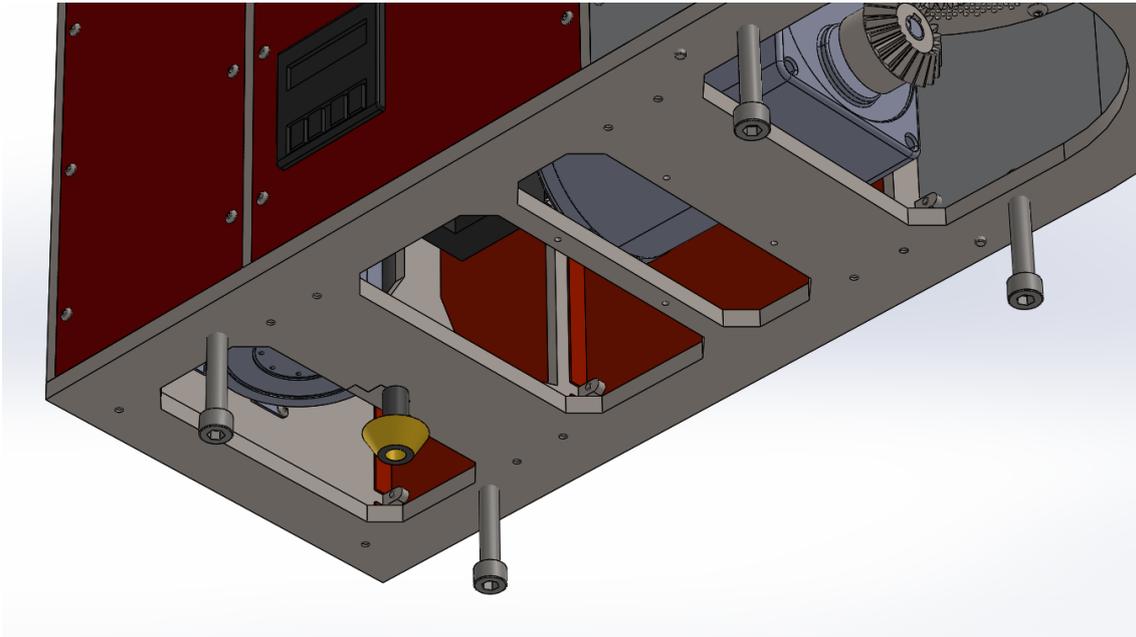


Figura 28. Vista inferior de la posición de los tronillos de la base

Se han seleccionado tornillos ISO 4762 M8 x 50 - 50N de acero de calidad 8.8 (640 N/mm² de límite elástico y 800 N/mm² de resistencia última) (Ingemecanica, 2020). Se calculará el esfuerzo a compresión que resistirá cada tornillo debido al peso propio de la máquina y el del café natural. Una vez se tenga este dato se comprobará que efectivamente estos tornillos resisten dicho esfuerzo, si se obtiene un esfuerzo a resistir menor al límite elástico del acero.

Primero se debe saber la masa del conjunto de la máquina que SolidWorks nos proporciona una vez se hayan definido todos los materiales de cada elemento de la máquina, se obtiene una masa de 17,794 kilogramos. Sabiendo esto, la masa de café y el número de tornillos (4 en este caso), se puede obtener la fuerza de compresión que se ejercerá sobre cada tornillo.

$$F. \text{ comp. por tor. } [N] = \frac{\left(\text{masa del conjunto de la máquina} [Kg] + \text{masa de café natural} [Kg] \right) \cdot g [m/s^2]}{4} \quad (\text{Eq.55})$$

$$F. \text{ comp. por tor. } [N] = \frac{(17,794 [Kg] + 0,482 [Kg]) \cdot 9,81 [m/s^2]}{4} = 44,823 [N] \quad (\text{Eq.56})$$

Ahora se calculará el área mínima de apoyo del tornillo, de métrica 8, que sería el equivalente a solo tener un paso de vuelta roscado siendo este el caso límite. En caso de tener más tramo del

tronillo roscado esto haría aumentar la superficie con lo cual se repartiría más la fuerza y el esfuerzo a resistir sería menor.

$$\text{Área min. de apayo del tor. [mm}^2] = \pi \cdot \left(\left(\frac{\text{Diametro}_{\text{exterior}} [\text{mm}]}{2} \right)^2 - \left(\frac{\text{Diametro}_{\text{interior}} [\text{mm}]}{2} \right)^2 \right) \quad (\text{Eq.57})$$

$$\begin{aligned} \text{Área min. de apayo del tor. [mm}^2] &= \pi \cdot \left(\left(\frac{8,0 [\text{mm}]}{2} \right)^2 - \left(\frac{6,6 [\text{mm}]}{2} \right)^2 \right) \quad (\text{Eq.58}) \\ &= 16,054 [\text{mm}^2] \end{aligned}$$

Por último, se calculará el esfuerzo que deberá resistir cada tornillo.

$$\text{Esfuerzo a comp. por tor. [N/mm}^2] = \frac{F. \text{ comp. por tor. [N]}}{\text{Área min. de apayo del tor. [mm}^2]} \quad (\text{Eq.59})$$

$$\text{Esfuerzo a comp. por tor. [N/mm}^2] = \frac{44,823 [\text{N}]}{16,054 [\text{mm}^2]} = 2,792 [\text{N/mm}^2] \quad (\text{Eq.60})$$

Se ha acabado obteniendo un esfuerzo menor al límite elástico del material del que están formados los tornillos con lo cual se puede confirmar que la selección ha sido correcta.

9.4. Sonda de temperatura e indicador de temperatura

Además de un visor a través del cual se puede visualizar el color de tostado del café, se ha decidido implementar un indicador de temperatura conectado a su respectiva sonda de temperatura para medir la temperatura en el interior del tambor de tostado con la finalidad de permitir al usuario la visualización a tiempo real de la temperatura orientativa del café. Esto dará la información necesaria al usuario para regular de forma manual la entrada del gas por los quemadores.

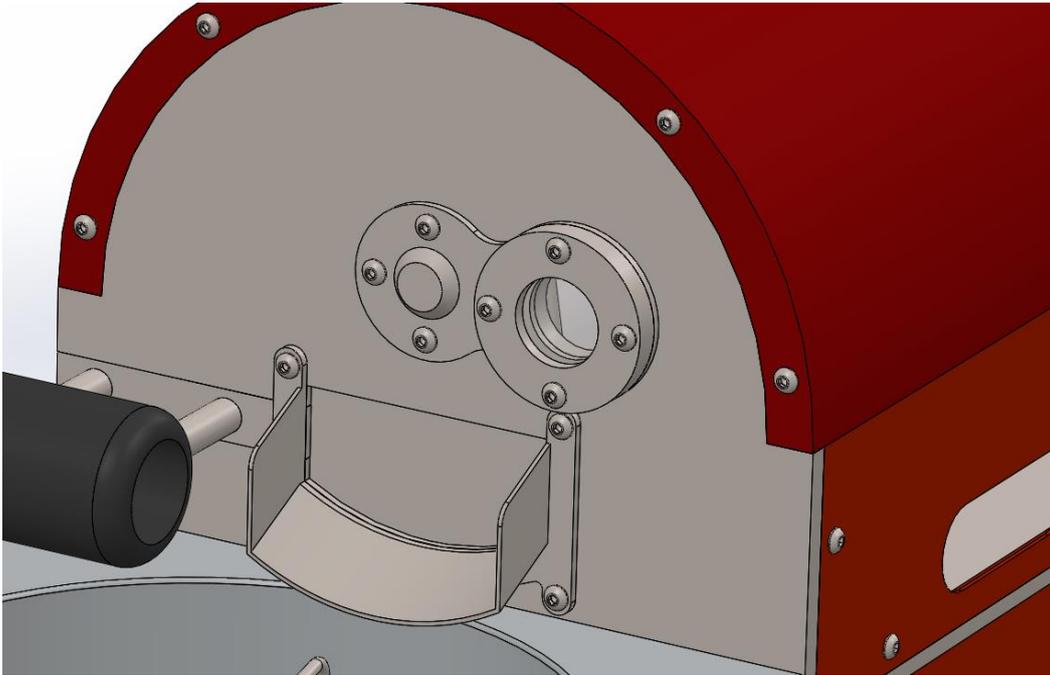


Figura 29. Vista detalle del visor

Se ha decidido seleccionar una sonda de temperatura Pt-100, que trabaje en el rango de temperaturas adecuado (alrededor de 200°C), ya que este tipo de sondas son muy fiables, precisas y de lectura directa sin necesidad de convertidores. También cabe decir que se ha elegido su posición con tal de no influir en el funcionamiento y giro del tambor de tostado.

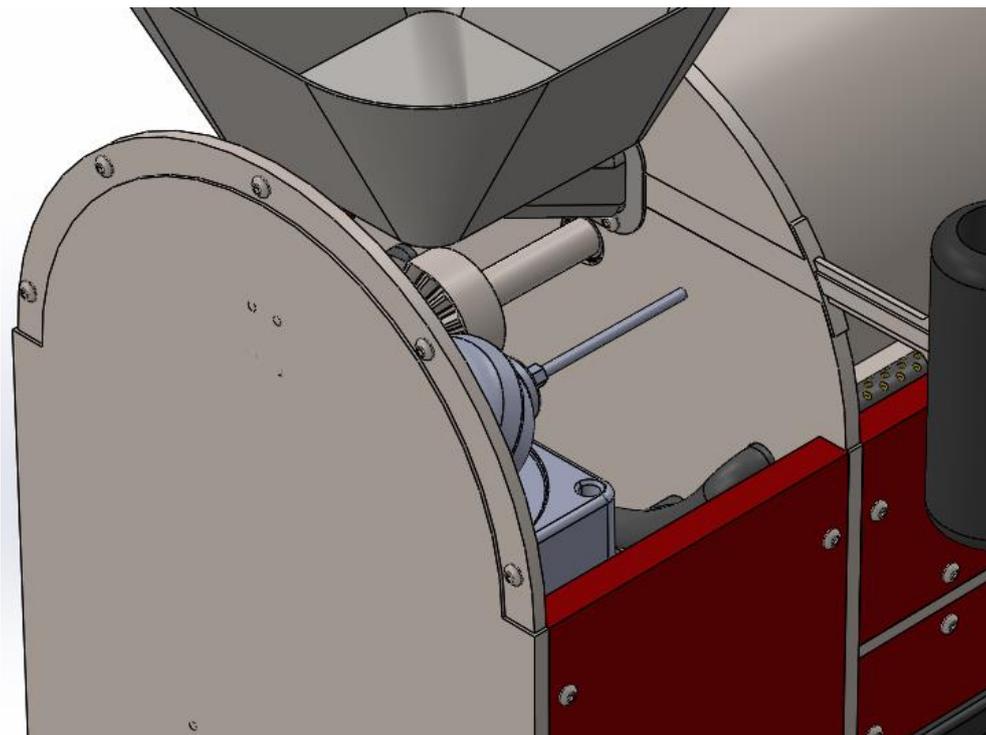


Figura 30. Vista de la posición de la sonda de temperatura.

10. Estudio de ergonomía

Para realizar el diseño y dimensionamiento de los diferentes tiradores que dispone la máquina se recurre a las medidas estándar de una mano de una persona adulta. De todas las dimensiones antropométricas de una mano son de interés el ancho de la mano y el diámetro de agarre puesto que el tirador más ergonómico sería un cilindro definido mediante las anteriores dimensiones.

Con el objetivo de diseñar un tirador lo más ergonómico posible y debido a la mínima fuerza requerida para mover las partes de la máquina que disponen tiradores, las dimensiones quedarían definidas de la siguiente manera. El ancho de la mano de 8,53 centímetros definiría la longitud del cilindro y el diámetro de agarre de 3,49 centímetros definiría el diámetro del cilindro (NICOLAS CUBILLOS MARIANGEL, 2010).

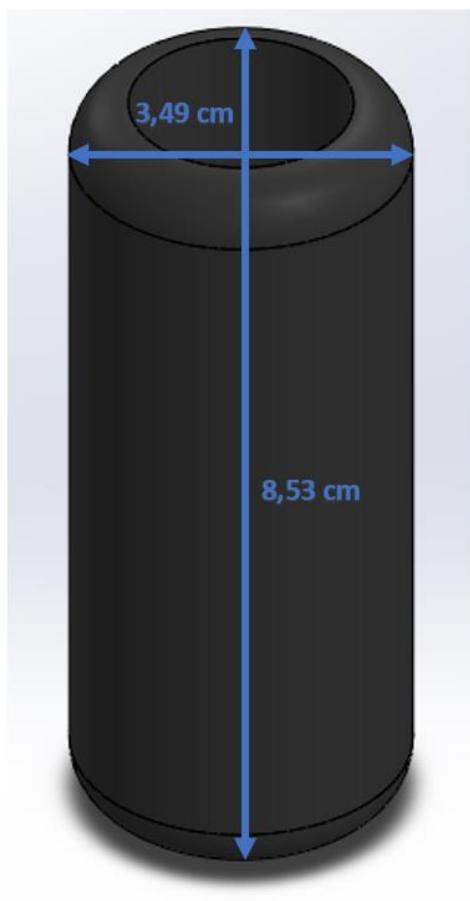


Figura 31. Vista isométrica con las dimensiones del tirador

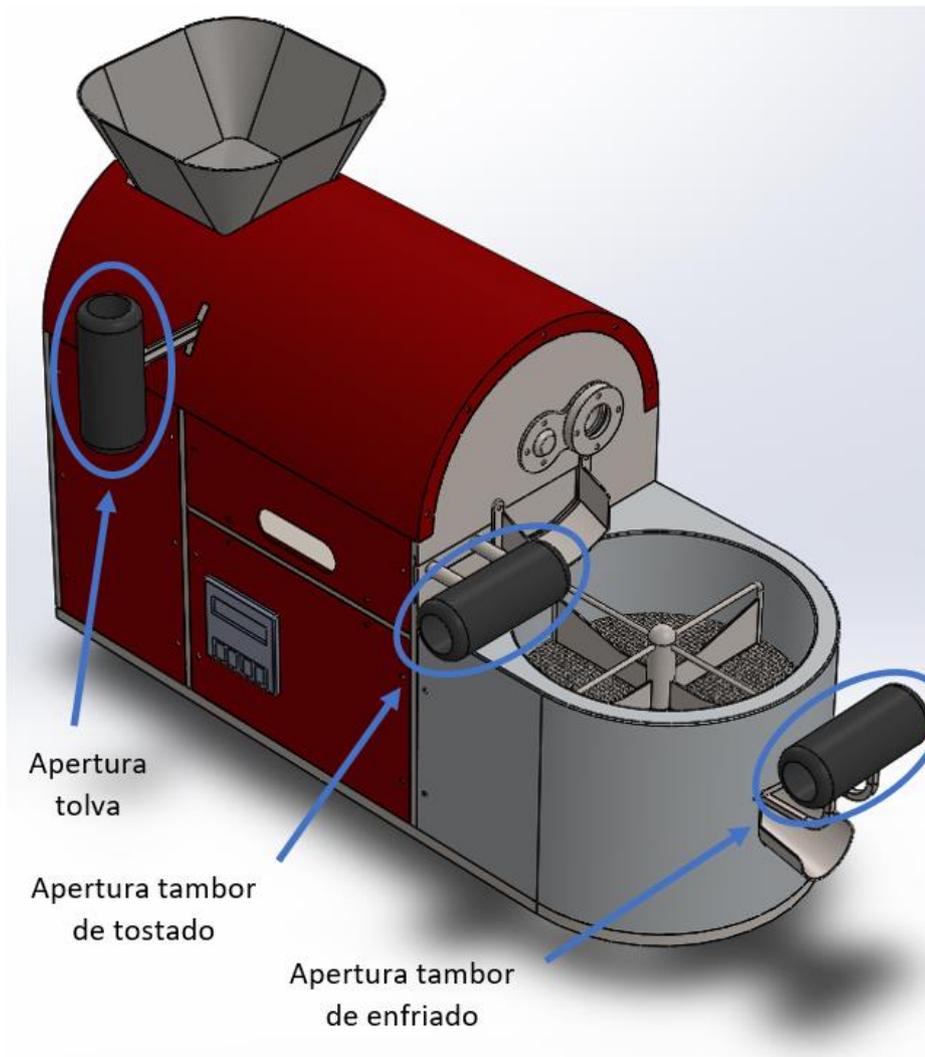


Figura 32. Vista isométrica de la colocación de los tiradores

Además, se ha tenido en cuenta el hecho de que haya suficiente espacio entre el tirador y la superficie más próxima para que, al coger el tirador, los dedos de la mano queden bien acoplados y holgados. Se ha dejado una distancia mínima de 30 mm entre los tiradores y las superficies próximas debido a que el espesor estándar de la parte más gruesa de los dedos es de 28 mm (NICOLAS CUBILLOS MARIANGEL, 2010). De esta manera su utilización será confortable y sencilla.

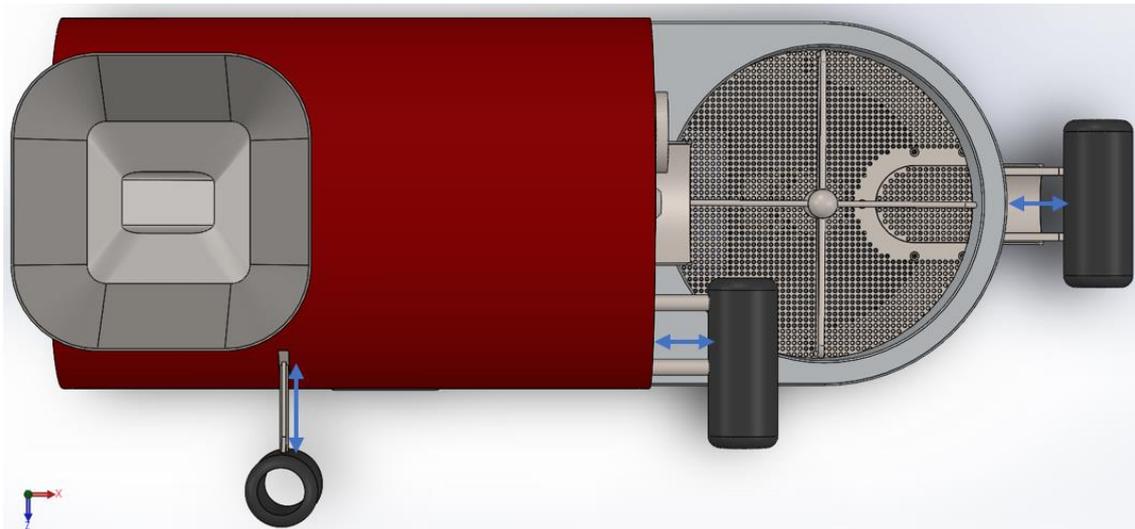


Figura 33. Vista planta de la separación entre los tiradores y las superficies cercanas

11. Análisis del impacto ambiental

11.1. Análisis de la huella de carbono del café tostado comercial frente al café tostado en casa

En cuanto a la huella de carbono durante la producción del café natural varía según la cantidad de fertilizantes, pesticidas, combustible y la cal que se hayan utilizado, pero la mayor contribución a la huella de carbono del café se produce en la etapa del consumo del producto final.

Para el desarrollo del análisis del impacto ambiental se ha determinado la cantidad de emisiones de CO₂ que se dejarían de emitir a la atmósfera como consecuencia de dejar de consumir café tostado comercial y consumir café tostado en casa. Debido a todos los procesos de embalaje, consumos de transporte adicionales y procesado, se estima que el consumo de café tostado comercial genera unos 60,27 gramos de CO₂ por taza frente a los 10,04 gramos de CO₂ que generaría el consumo de café tostado en casa (Grant, 2021).

Para dicho cálculo se debe tener en cuenta que de media en España se toma una taza de café al día en casa (Restauración NEWS, 2017). A continuación, en la Tabla 16 muestra la cantidad de CO₂ que se dejaría de emitir con el uso de nuestra máquina de tostar café, tanto el ahorro por ciclo de tostado como el ahorro por año.

café tostado comercial(g CO ₂)	60,27
café tostado en casa(g CO ₂)	10,04
ahorro de emisiones por taza(g CO ₂)	50,23
número de tazas por ciclo	50
ahorro de emisiones por ciclo(kg CO ₂)	2,51
número de tazas por año	365
ahorro de emisiones por año(kg CO ₂)	18,33

Tabla 16. Cantidad de emisiones de CO₂ que se dejaría de emitir a la atmósfera por persona

A priori, no parece un ahorro de emisiones de CO₂ muy significativo, pero si se tiene en cuenta que el 70% de la población adulta de España, unos 23,5 millones de personas (Fernandez, 2020), consume café a diario la cantidad de emisiones de CO₂ que se dejarían de emitir a la atmósfera serían de unas 431 mil toneladas de CO₂. En la siguiente tabla se pueden observar números más detallados:

población adulta en España	33617852
población adulta en España que consume café	23532496
ahorro de emisiones por año por persona(kg CO ₂)	18,33
ahorro de emisiones por año en España(toneladas CO ₂)	431443,61

Tabla 17. Cantidad de emisiones de CO₂ que se dejaría de emitir a la atmósfera en España

Esta cifra parece más significativa y puesto que solo se está hablando de un país, si se estudiase este efecto de forma mundial nos daríamos cuenta de que el consumo de café, al ser un producto altamente consumido, un pequeño ahorro de emisiones de CO₂ de manera individual puede hacer que en conjunto se marque la diferencia y sea una acción significativa para el medioambiente.

11.2. Análisis del mantenimiento y las posibles reparaciones de la máquina

En cuanto al mantenimiento que se le debe realizar a las máquinas de tostar café se puede decir que la limpieza de esta misma es clave. Puesto que después de cada ciclo se genera polvo de café proveniente de granos rotos, de los diferentes rozamientos y del propio hecho de tostar el café, el hecho de limpiar regularmente la máquina hace que no se acumule este polvo que puede llegar a quemarse en un momento dado y provocar un fuego que ponga en riesgo la integridad de las personas e incluso del hogar.

Además, y relacionado con lo anterior mencionado, revisar periódicamente el correcto funcionamiento de la fuente de calor, ya sean quemadores o resistencias, es esencial para evitar accidentes. En caso de que se usen quemadores se deberá comprobar que no haya obstrucciones en los conductos de gas debido a este polvo de café.

Por último, las posibles reparaciones, debido a su diseño, son mínimas. Se puede dar al caso de que debido a algún defecto de fabricación de las partes móviles de la máquina su funcionamiento se pueda ver afectado, en este caso se procedería a reparar, o en su defecto sustituir, el elemento dañado.

12. Presupuesto y Análisis Económico

En el siguiente apartado se evaluará la cuantía económica que se debe afrontar para el desarrollo del proyecto y venta del producto, en este caso la máquina de tostar café.

Además, se realizará un análisis económico mediante el cálculo del VAN y el TIR que determinará la viabilidad económica del proyecto, condicionado por el número de ventas previsto.

12.1. Costes de los componentes de la máquina

A continuación, se muestra una tabla con los costes de los diferentes componentes que conforman la máquina. Con esto se obtendría un coste unitario por máquina de 746,53 €

Componentes	Especificación	Marca	Cantidad	Precio/Unidad	Precio
Abrazadera 1	Según Anexo C	Salvador Escoda	2	1,53 €	3,06 €
Abrazadera 2	Según Anexo C	Salvador Escoda	1	1,00 €	1,00 €
Tronillos ISO 4762 M8	Según Anexo B	Norelem	4	0,97 €	3,88 €
Tronillos ISO 7046-1 M3x6	Según Anexo B	Balearic Fastenerss	5	0,04 €	0,20 €
Tronillos ISO 7380 M3x6	Según Anexo B	Balearic Fastenerss	81	0,05 €	4,05 €
Tronillos ISO 7380 M3x12	Según Anexo B	Balearic Fastenerss	4	0,07 €	0,28 €
Tronillos ISO 7380 M4x12	Según Anexo B	Balearic Fastenerss	22	0,10 €	2,20 €
Engranaje cónico	Según Anexo B	RODAVIGO	4	25,08 €	100,32 €
Chavetas DIN 6885 4x4x25	Según Anexo B	ELESA+GANter	4	0,30 €	1,20 €
Rodamientos	Según Anexo B	GEN	2	2,93 €	5,86 €
Sonda temperatura	Según Anexo B	TC Direct	1	32,20 €	32,20 €
Indicador temperatura	Según Anexo B	ASCON TECNOLOGIC	1	85,93 €	85,93 €

Motor eléctrico	AI-025W-120-SB	TRANSMOTEC	1	74,00 €	74,00 €
Caja reductora	S80A-009	TRANSMOTEC	1	51,50 €	51,50 €
Motor eléctrico	AI-006W-230-SC	TRANSMOTEC	1	44,50 €	44,50 €
Caja reductora	S60A-010	TRANSMOTEC	1	32,00 €	32,00 €
Quemadores	Según Anexo C	Salvador Escoda	1	10,04 €	10,04 €
Tiradores	Según Anexo C	VasalPlast	3	7,25 €	21,75 €
Tolva	Según Anexo C	Calero Group	1	25,22 €	25,22 €
Vidrio visor	Según Anexo C	NEOCERAM	1	15,81 €	15,81 €
Tapa visor y eje	Según Anexo C	Incafe2000	1	2,48 €	2,48 €
Palas	Según Anexo C	Incafe2000	1	5,96 €	5,96 €
Rejillas	Según Anexo C	TEMINSA	2	6,90 €	13,80 €
Separador	Según Anexo C	Incafe2000	1	5,43 €	5,43 €
Soporte indicador	Según Anexo C	Incafe2000	1	3,11 €	3,11 €
Surtidores	Según Anexo C	Incafe2000	2	6,34 €	12,68 €
Tambor enfriado	Según Anexo C	COMES	1	21,78 €	21,78 €
Tambor tostado	Según Anexo C	COMES	1	18,32 €	18,32 €
Tapa frontal	Según Anexo C	Incafe2000	1	20,08 €	20,08 €
Tapa intermedia	Según Anexo C	Incafe2000	1	19,31 €	19,31 €
Tapa trasera	Según Anexo C	Incafe2000	1	18,77 €	18,77 €
Tapas laterales	Según Anexo C	Alu-Stock	6	3,97 €	23,82 €
Tapa superior	Según Anexo C	Alu-Stock	1	3,97 €	3,97 €
Aperturas	Según Anexo C	Incafe2000	2	2,98 €	5,96 €
Base	Según Anexo C	Incafe2000	1	27,14 €	27,14 €

Cableado	Aprox.	Aprox.	4	0,98 €	3,92 €
Parte eléctrica	Aprox.	Aprox.	1	25,00 €	25,00 €
TOTAL					746,53 €

Tabla 18. Costes de los componentes de la máquina

12.2. Costes de diseño y de ingeniería

En cuanto a los costes de diseño y de ingeniería, se han calculado en función de las horas aproximadamente invertidas en la realización de cada tarea. A continuación, se muestra el desglose de estas horas en función de una serie de conceptos.

Concepto	Cantidad	Horas	Coste/hora	Coste total
Planteamiento del proyecto	1	8	60,00 €	480,00 €
Realizar el diseño inicial	1	16	60,00 €	960,00 €
Prediseño de los componentes	1	16	60,00 €	960,00 €
Consulta de normativa	1	8	60,00 €	480,00 €
Diseño de los componentes	1	24	60,00 €	1.440,00 €
Calculo y dimensionando de los componentes	1	24	60,00 €	1.440,00 €
Modelado 3D de los componentes	1	40	60,00 €	2.400,00 €
Ensamblado 3D de los componentes	1	32	60,00 €	1.920,00 €
Realización de planos	1	24	60,00 €	1.440,00 €
Finalización del diseño	1	16	60,00 €	960,00 €
Redacción de la memoria	1	32	60,00 €	1.920,00 €
Subtotal				14.400,00 €
Beneficio industrial			10%	1.440,00 €
TOTAL				15.840,00 €

Tabla 19. Costes de diseño y de ingeniería

Un factor muy a tener en cuenta, y que tendrá un gran impacto en la inversión inicial, será el coste de los moldes necesarias para la fabricación de los componentes específicos de la máquina. Dadas las dimensiones y la variedad de componentes a fabricar se estima que el coste de estos moldes sería de alrededor de unos 70.000,00 €

Además, hay que tomar en consideración que se quiere vender un producto totalmente ensamblado, con lo cual se requerirá la contratación de 3 empleados encargados de ello. Cada uno de ellos percibiría un sueldo anual de 20.000,00 €.

Para llevar a cabo el montaje de las máquinas serán necesarias herramientas y un lugar de trabajo, en este caso se ha optado por el alquiler de un local.

- Herramientas:

Cada empleado dispondrá de su espacio de trabajo y su maletín de herramientas. Se ha seleccionado un maletín SALKI de 51 herramientas por su precio y su variedad de herramientas. Cada maletín tiene un precio de 48,99 €.



Figura 34. Maletín SALKI

- Local:

Se ha seleccionado un local que este en una zona bien comunicada y que sea lo suficientemente amplio para tener diversas zonas de trabajo. El local tiene las siguientes características básicas.

- 167 m² construidos, 156 m² útiles
- 1 planta
- Distribución 2 estancias
- 1 aseo
- Situado a pie de calle
- 2 escaparates

- Construido en 1994
- Certificación energética: C

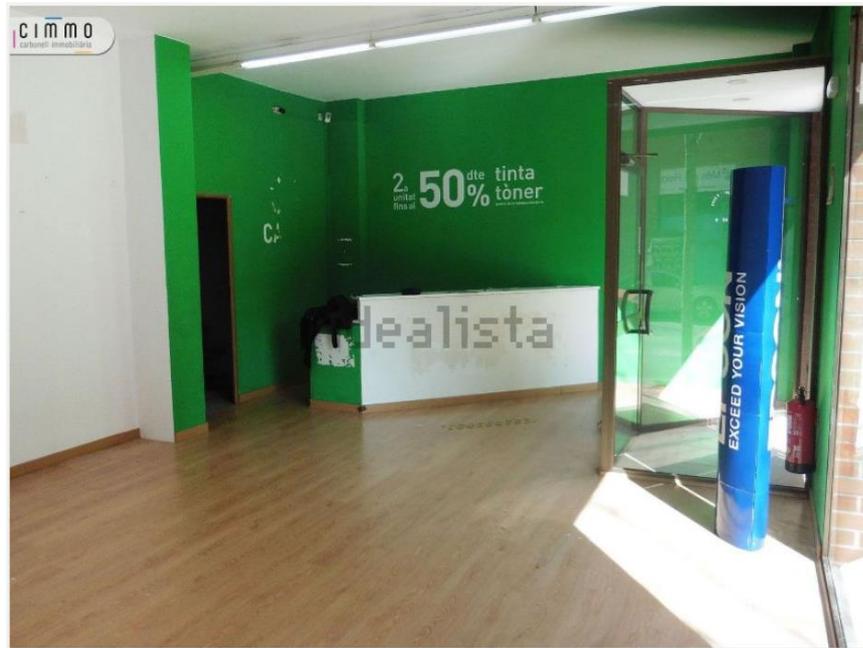


Figura 35. Estancia 1 del local



Figura 36. Estancia 2 del local.

El local está situado en la calle Francesc Layret del distrito de Can Borrell en Mollet del Vallés, comarca del Vallés Oriental, provincia de Barcelona

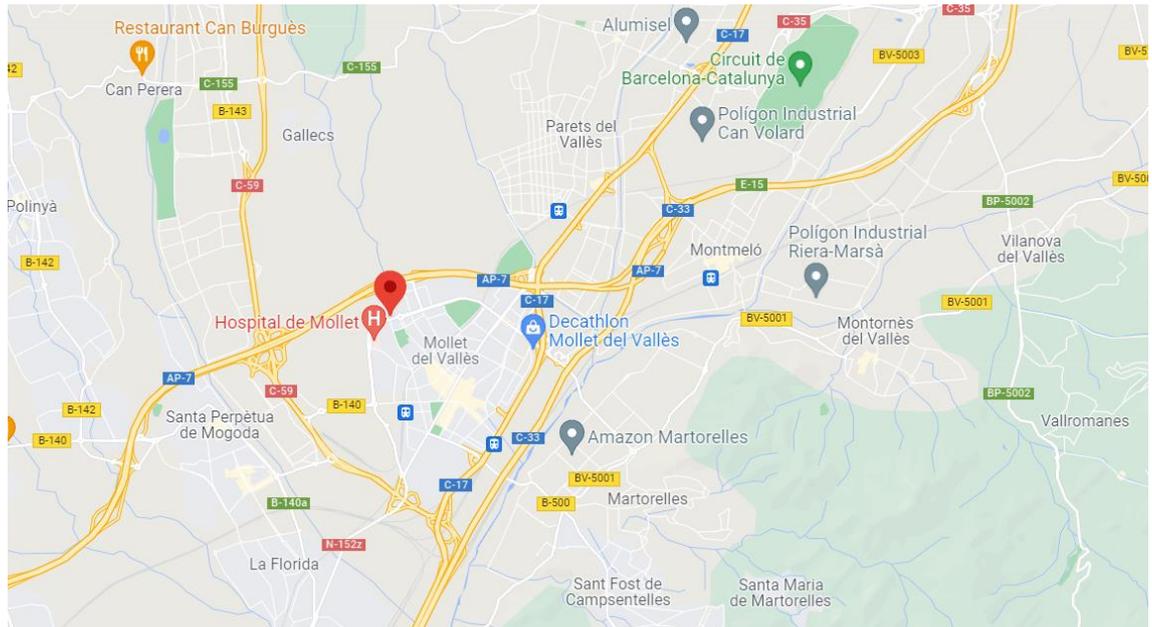


Figura 37. Situación del local

El local tiene un precio de alquiler de 480 € al mes, al año serían unos 5.760,00 €. Por último, también haría que amueblar el local para disponer las diferentes zonas de trabajo, se estima que habría que hacer una inversión en muebles de 10.000€.

12.3. Objetivo de ventas y precio de venta de la máquina

Para acabar definiendo un objetivo de ventas primero se deben tener en cuenta una serie de datos. Se tomará en cuenta que solo se realizarían ventas en territorio nacional.

Para empezar, como se indica en la Tabla 17, la población adulta en España que consume café es de 23532496 personas. Pero como indican unas encuestas realizadas por *Restauración NEWS* solo el 61% (*Restauración NEWS*, 2017) escogen como lugar de preferencia para tomar café el hogar, esto serían unas 14354823 personas.

Además de ese dato, se debe saber cuántas personas consumen café por gusto ya que solo a las personas que realmente les guste el café invertirán su tiempo en tostar su propio café. Según otra encuesta realizada por *CAFEGRA* solo el 67% (*CAFEGRA*, 2019) indica que el principal motivo

por el que consume café es porque le gusta el sabor y el aroma, esto equivaldría a unas 9617731 personas.

Teniendo en cuenta este número de personas hay que matizar que no comprarían el producto por cada individuo sino por el número de hogares, ya que en España de media viven 2,53 (Instituto Nacional de Estadística, 2014) personas por hogar se obtendría que unos 3801475 hogares consumen café por gusto en casa.

De todos estos hogares, teniendo en cuenta la posible difusión del producto, se estima llegar al 0,5% en un periodo de 5 años a partir de la fecha de su lanzamiento. Con lo cual, el objetivo a llegar en 5 años sería de 19007 hogares con este producto, es decir, el número de ventas anual sería de 3801 máquinas de tostar café. A modo de resumen, el objetivo de ventas quedaría de la siguiente forma.

Población adulta que consume café	23532496 pers.
Población adulta que prefiere consumir café en casa	14354823 pers.
Población adulta que consume café por gusto en casa	9617731 pers.
Hogares que consumen café por gusto	3801475
Objetivo de hogares a llegar	19007
Objetivo de ventas anual	3801 uds.

Tabla 20. Objetivo de ventas de la máquina

Como se ha mencionado anteriormente, se contratarían 3 empleados los cuales al año deberían ensamblar 3801 máquinas. Si se tiene en cuenta que de media al mes hay 20 días laborables y que serían jornadas de 8 horas, con un mes de vacaciones, se obtiene que cada empleado debería ser capaz de producir una máquina totalmente ensamblada en 1 hora y 25 minutos. A priori, sería un ritmo de producción correcto para los empleados ya que es suficiente tiempo para llevar a cabo la tarea.

Para calcular el precio de venta por máquina simplemente se definirá un porcentaje de beneficio que se quiere obtener respecto al coste por máquina.

Teniendo en cuenta que el coste por máquina es de 746,53 € y se quiere obtener un beneficio del 4%, con lo que se obtiene un precio de venta por máquina de 775,00 €, se redondea a la unidad para que sea más atractivo de cara a los posibles compradores.

Coste unitario por máquina	746,53€
Beneficio por máquina	4%
Precio unitario de venta por máquina	775,00€

Tabla 21. Precio de venta de la máquina

12.4. Cálculo de VAN y TIR

Antes de poder realizar el análisis económico se deben hacer dos consideraciones económicas. El periodo durante el cual se llevará a cabo el estudio, en este caso como se ha comentado con anterioridad será de 5 años. Y la inflación que se tiene actualmente, en este caso se estaría estabilizando alrededor del 4% (Inflation.eu, 2021).

Consideraciones económicas	
Inflación	4%
Periodo	5 años

Tabla 22. Consideraciones económicas

Con todo lo anterior se puede plantear la situación económica a lo largo del periodo seleccionado.

Análisis económico	Periodo					
	0	1	2	3	4	5
Inversión en el desarrollo	-15.840,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Coste de moldes para fabricación	-70.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Herramientas para el montaje	-146,97 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Mobiliario y acondicionamiento del local	-10.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Sueldos de los empleados	0,00 €	-60.000,00 €	-60.000,00 €	-60.000,00 €	-60.000,00 €	-60.000,00 €
Alquiler del local	0,00 €	-5.760,00 €	-5.760,00 €	-5.760,00 €	-5.760,00 €	-5.760,00 €

Coste de los componentes de las máquinas	0,00 €	-2.837.560,53 €	-2.837.560,53 €	-2.837.560,53 €	-2.837.560,53 €	-2.837.560,53 €
Precio de venta de las máquinas	0,00 €	2.945.775,00 €	2.945.775,00 €	2.945.775,00 €	2.945.775,00 €	2.945.775,00 €
Flujo de caja o Balance	-95.986,97 €	42.454,47 €	42.454,47 €	42.454,47 €	42.454,47 €	42.454,47 €
Acumulado	-95.986,97 €	-53.532,50 €	-11.078,03 €	31.376,44 €	73.830,91 €	116.285,38 €

Tabla 23. Situación económica a lo largo de 5 años

Una vez definidos todos los parámetros anteriores se puede realizar un análisis económico mediante el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y de la Tasa Interna de Retorno (TIR). La viabilidad económica será favorable en el caso de que estos dos indicadores fueran positivos, a continuación, se realizara su cálculo para obtener esta comprobación.

$$VAN = \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0$$

$$VAN = \frac{42.454,47}{(1+0,04)^1} + \frac{42.454,47}{(1+0,04)^2} + \frac{42.454,47}{(1+0,04)^3} + \frac{42.454,47}{(1+0,04)^4} + \frac{42.454,47}{(1+0,04)^5} - 95.986,97$$

$$VAN = 93.012,79 \text{ €}$$

$$0 = \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+TIR)^t} - I_0$$

$$0 = \frac{42.454,47}{(1+TIR)^1} + \frac{42.454,47}{(1+TIR)^2} + \frac{42.454,47}{(1+TIR)^3} + \frac{42.454,47}{(1+TIR)^4} + \frac{42.454,47}{(1+TIR)^5} - 95.986,97$$

$$TIR = 33,99 \%$$

Como se puede apreciar el VAN es de 93.012,79 € y el TIR es de 33,99 % al ser los dos positivos se puede afirmar que, si se cumplen las previsiones de venta durante el periodo estudiado, económicamente el proyecto sería viable.

13. Conclusiones

Se puede concluir que, el objetivo principal de este proyecto se ha cumplido satisfactoriamente puesto que se han diseñado todos los componentes de la máquina de tostar café y se ha obtenido un producto totalmente ensamblado y funcional.

En cuanto a los objetivos específicos, se han realizado los cálculos necesarios para el diseño completo de la máquina. Además, se ha cumplido el objetivo de realizar una máquina con unas dimensiones lo más reducidas posibles.

Si bien es cierto que se ha acabado obteniendo un producto que cumple las necesidades requeridas, cabe decir que, siempre hay posibilidad de mejora en el diseño realizado de los componentes. Se es consciente de que quizás no todos los diseños realizados sean los mejores posibles, pero sí son completamente válidos y funcionales.

En cuanto al impacto medioambiental, se puede concluir que el hecho de utilizar métodos de consumo más tradicionales y conservadores con el medio ambiente, como es el uso de estas máquinas, se ve reflejado en la huella de carbono. De tal manera que a largo plazo el uso de máquinas de tostar café para uso doméstico sería menos perjudicial para el planeta que consumir café producido de forma industrial.

En cuanto al ámbito económico, se puede concluir que el desarrollo del proyecto sería viable, dados los resultados obtenidos, pero siempre y cuando la previsión de ventas se cumpliera. De cualquier otro modo, si no se consiguiera dar salida a las máquinas fabricadas sería inviable puesto que no se recuperaría en ningún momento la inversión inicial.

Como posible ampliación o continuación de este trabajo, podría ser el diseño de la parte eléctrica y tratar de implementar algún sistema de automatización con la finalidad de llevar a cabo el ciclo de tostado de una manera más automática. Además, se podría tratar de optimizar el peso total de la máquina o tratar de reducir los costes de la misma.

Como conclusión final, se puede matizar que, la realización de este trabajo ha cumplido el objetivo de probarse a uno mismo con el propósito de realizar un proyecto de manera individualizada aplicando muchos de los conceptos adquiridos durante el grado de Ingeniería Mecánica.

Bibliografía

- Anton. (2014). *PLANETCALC*. Obtenido de <https://es.planetcalc.com/1421/>
- Borja, V. M. (26 de Septiembre de 2017). *RIUNET.UPV*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/85768>
- CAFEGRA. (10 de Mayo de 2019). Obtenido de CAFEGRA: <https://www.cafegra.com/es/los-espanoles-tomamos-una-media-de-4-cafes-al-dia/>
- Coffee Enterprises. (3 de Mayo de 2011). *Coffee Enterprises*. Obtenido de <https://www.coffeeenterprises.com/2011/05/roasted-coffee-degree-of-roast-color/>
- Coffee, T. (8 de Octubre de 2020). *Tico Coffee*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=IDRV1RL94Ow>
- Comprar Mi Cafetera*. (7 de Febrero de 2021). Obtenido de https://www.comprarmicafetera.com/tostadora-de-cafe/#Como_Limpiar_Una_Tostadora_de_Cafe
- conCAFÉ. (31 de Enero de 2019). *CON CAFE*. Obtenido de <https://concafe.es/tipos-de-cafe-en-grano-cafe-arabica-y-cafe-robusta/>
- EFUNDA. (s.f.). *EFUNDA*. Obtenido de <https://www.efunda.com/math/areas/circularsegment.cfm>
- FAO.ORG. (s.f.). *FAO.ORG*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/X5041S/x5041S09.htm>
- Federico. (9 de Mayo de 2018). *CAFE SABORA*. Obtenido de <https://cafesabora.com/es/%C2%BFc%C3%B3mo-es-el-proceso-del-tostado-artesanal-del-caf%C3%A9>
- Fernandez, R. (13 de Octubre de 2020). *Statista*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/924647/distribucion-del-numero-de-habitantes-de-espana-por-rango-de-edad/>
- FERNANDO GORDILLO-DELGADO, D. F.-G.-S. (2016). USO DE LA TÉCNICA DE ALAMBRE CALIENTE PARA LA MEDICIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE INFUSIONES DE CAFÉ ORGÁNICO Y CONVENCIONAL. *Revista de la Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia*, 1-9.

- Fuchs, L. (1 de Octubre de 2017). *Directo Al Paladar*. Obtenido de <https://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/cafe-de-tueste-natural-torrefacto-y-mezcla-en-que-se-diferencian>
- Gallagher, J. (5 de Julio de 2019). *PERFECT DAILY GRIND*. Obtenido de <https://perfectdailygrind.com/es/2019/07/05/velocidad-del-tambor-de-la-tostadora-como-afecta-al-cafe/>
- GASPARINI. (23 de Octubre de 2017). *GASPARINI*. Obtenido de <https://www.gasparini.com/es/blog/cual-es-mejor-acero-para-industria-alimentaria/>
- Grant, T. (25 de Marzo de 2021). *MTPAK*. Obtenido de <https://mtpak.coffee/es/noticias/cual-es-la-huella-de-carbono-de-una-taza-de-cafe/>
- HOLA.COM COCINA. (14 de Diciembre de 2009). *HOLA.COM COCINA*. Obtenido de <https://www.hola.com/cocina/escuela/2009121411867/consejos/preparar/cafe/>
- Inflation.eu*. (Agosto de 2021). Obtenido de Inflation.eu: <https://www.inflation.eu/es/tasas-de-inflacion/espana/inflacion-historica/ipc-inflacion-espana-2021.aspx>
- Ingemecanica*. (22 de Septiembre de 2020). Obtenido de Ingemecanica: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn31.html>
- Ingemecanica*. (26 de Agosto de 2020). Obtenido de Ingemecanica: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn19.html>
- Instituto Nacional de Estadística*. (Julio de 2014). Obtenido de Instituto Nacional de Estadística: https://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INECifrasINE_C&cid=1259944407896&p=1254735116567&pagename=ProductosYServicios/INECifrasINE_C/PYSDetalleCifrasINE
- Julio Martinez Naya S.A. (s.f.). *Julio Martinez Naya S.A.* Obtenido de <https://www.juliomartineznaya.com/resistencias-de-cuarzo/>
- Mattia. (31 de Octubre de 2017). *Tico Coffee*. Obtenido de <https://www.ticocoffee.com/es/blog/tueste-cafe/tipos-tueste-cafe.html>
- MATWEB. (s.f.). *MATWEB*. Obtenido de <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=6894e11c936f42eb9c0d0e0903c3ae38>

- MUNDIAL, M. (s.f.). *MATERIAL MUNDIAL*. Obtenido de <https://www.materialmundial.com/inox-ss316-aisi-astm-acero-inoxidable-316-ficha-tecnica-propiedades-ss/>
- NEDGIA. (2009). *NEDGIA*. Obtenido de <https://www.nedgia.es/conocenos/caracteristicas-del-gas-natural/>
- NICOLAS CUBILLOS MARIANGEL, O. M. (2010). ESTUDIO PILOTO DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS DE LA MANO Y FUERZAS DE PRENSIÓN, APLICABLES AL DISEÑO DE HERRAMIENTAS MANUALES. *UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE MEDICINA ESCUELA DE KINESIOLOGIA*, 1-61. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117152/Tesis.pdf?sequence=1>
- Restauración NEWS*. (10 de Julio de 2017). Obtenido de Restauración NEWS: <https://restauracionnews.com/70-los-espanoles-toma-cafe-diario/>
- Restauración NEWS*. (10 de Julio de 2017). *Restauración NEWS*. Obtenido de <https://restauracionnews.com/70-los-espanoles-toma-cafe-diario/>
- Saincal. (16 de Enero de 2015). *Saincal*. Obtenido de <https://www.saincal.com/el-quemador-la-chispa-que-enciende-tu-comfort/>
- Serra, B. R. (2014). *Universo Formulas*. Obtenido de <https://www.universoformulas.com/matematicas/geometria/volumen-tronco-piramide/>
- Solá, A. (s.f.). *Forum del cafe*. Obtenido de Forum del cafe: https://www.forumdelcafe.com/sites/default/files/biblioteca/f_07-tostado_y_molido.pdf
- SOLIDWORKS. (2011). *SOLIDWORKS*. Obtenido de http://help.solidworks.com/2011/spanish/SolidWorks/cworks/LegacyHelp/Simulation/AnalysisBackground/ThermalAnalysis/Convection_Topics/Convection_Heat_Coefficient.htm
- UGR. (s.f.). *UGR*. Obtenido de http://www.ugr.es/~jjgr/docencia/te/intro/apuntes/centroides_e_inercias.pdf

Anexo A: Simulaciones mecánicas de esfuerzo y deformación

Las simulaciones mecánicas se han realizado mediante el programa Ansys para el análisis y la simulación por elementos finitos. Todas estas se harán mediante la utilización de mallados suficientemente densos para obtener resultados lo más fiables posibles y teniendo en cuenta que al estar utilizando la versión estudiante se tiene un número máximo de nodos disponibles. A propósito de lo mencionado anteriormente, también se ha tenido en cuenta el coste computacional a la hora de variar el número de nodos utilizados, intentando obtener los valores deseados de la manera más ágil posible tratando de que el resultado difiera lo mínimo posible.

Todos los componentes que se estudiarán están fabricados con AISI 316 cuyo módulo elástico es de 193 GPa, como se indica en la Tabla 7. Con lo cual si el esfuerzo que se obtiene es menor a este valor significará que el componente aguanta las exigencias requeridas.

A1. Tapa frontal

Para el estudio de la tapa frontal se ha simplificado el componente obviando algún taladro y corte respecto la pieza original para reducir el número de puntos de concentración de tensiones para obtener resultados más limpios.

La malla utilizada en esta simulación es de tetraedros, debido a su gran adaptación a formas curvas como las que dispone este componente. La medida del elemento es de 3 mm, el cual representa una cantidad de 91308 nodos y 53623 elementos.

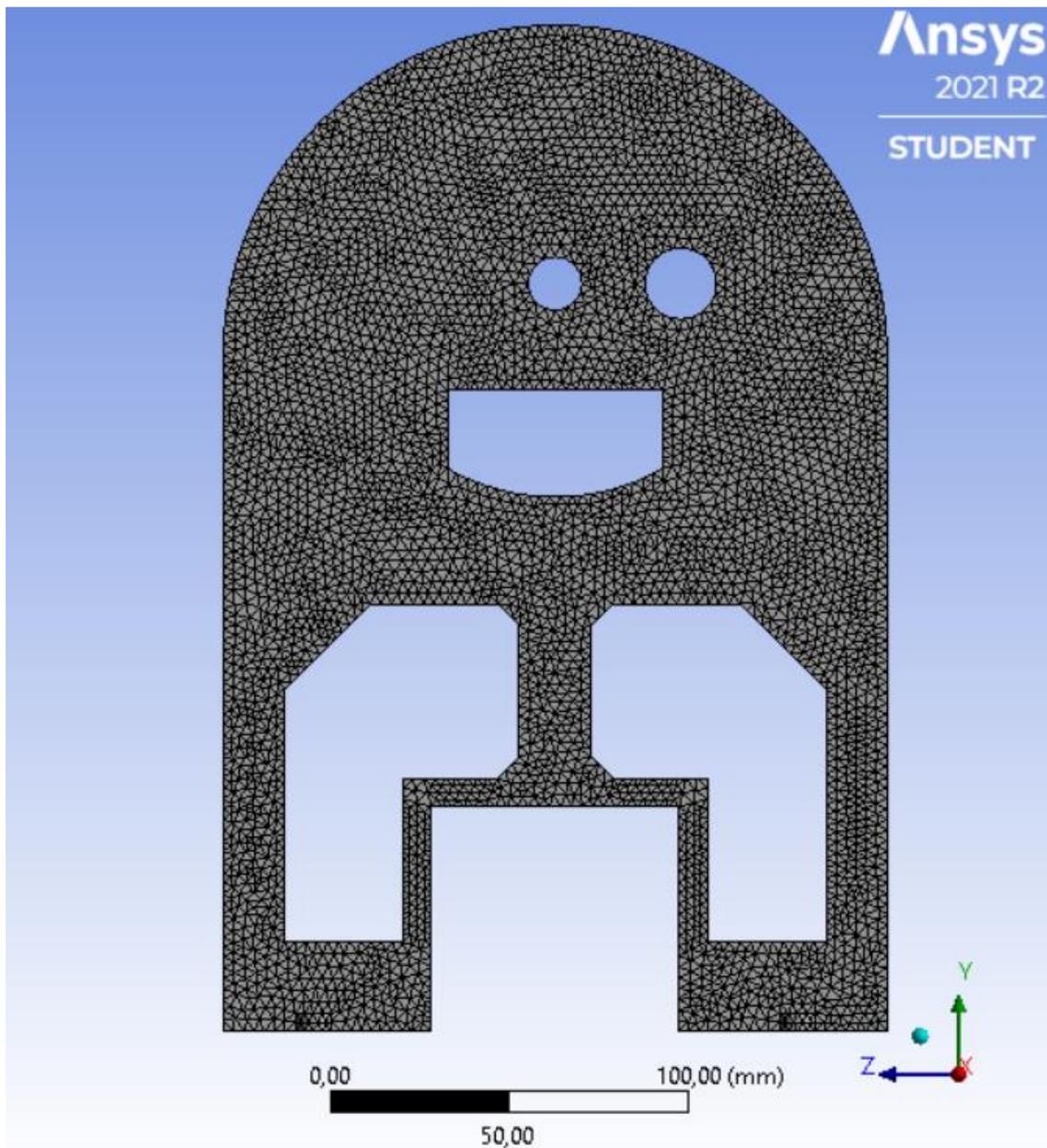


Figura 38. Mallado de la tapa frontal

Para simular las fuerzas que aparecen aplicadas sobre este componente se debe tener en cuenta su peso propio y la fuerza que ejerce el tambor de tostado en su superficie de apoyo, y como se ha calculado en la (Eq.30) se obtiene una fuerza de 18,7964 N a repartir entre las dos tapas que hacen de estructura soporte del tambor, como resultado final se deduce que cada una debe resistir una fuerza de 9,3982 N.

Además, se deben considerar las condiciones de contorno, es decir, que superficies se consideran como fijas. En este caso se ha considerado que toda la superficie en contacto con la base de la máquina sea fija.

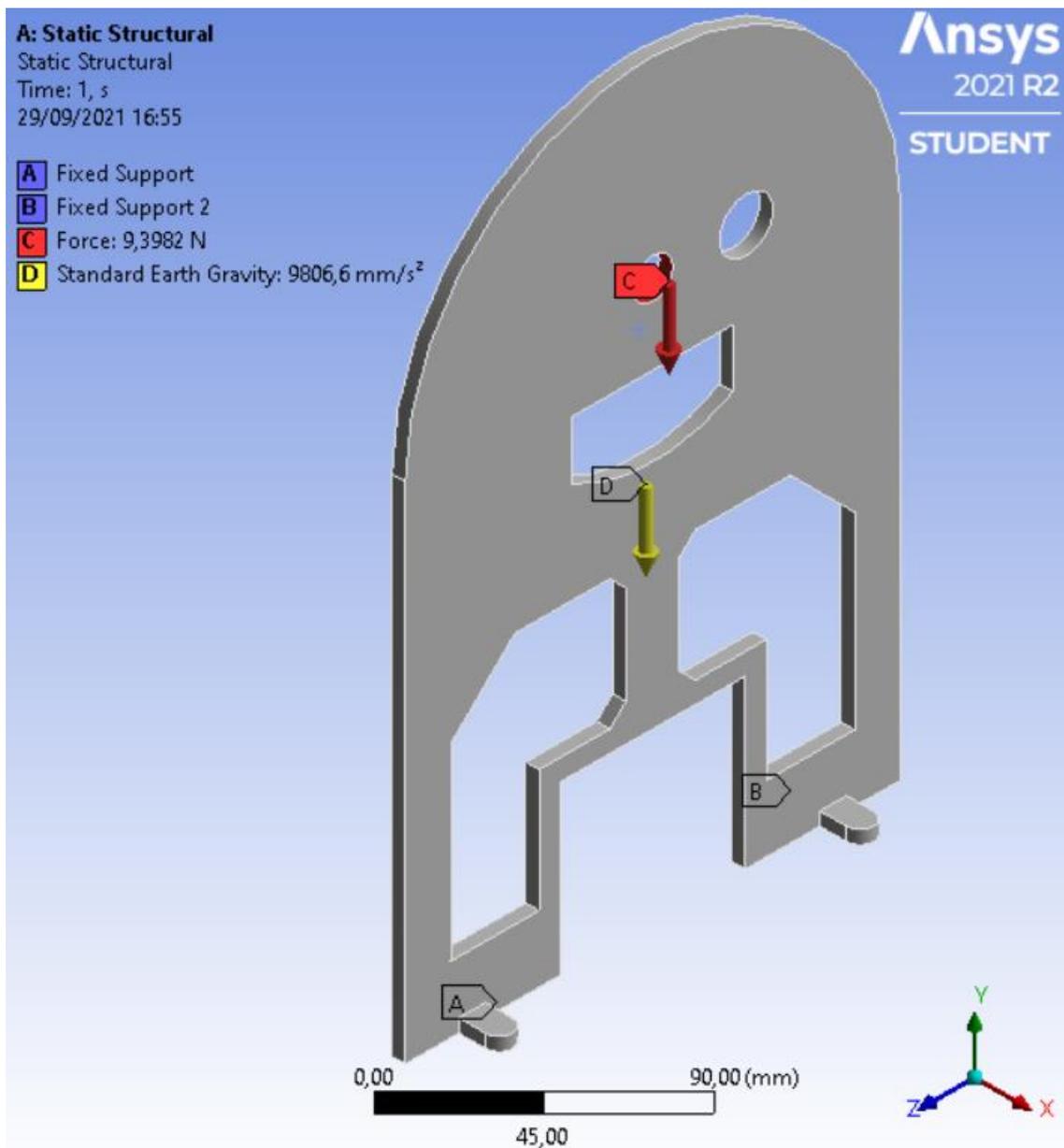


Figura 39. Esquema de fuerzas de la tapa frontal

Si se realiza la simulación de esfuerzos de von-Mises se obtienen los valores más altos en las zonas con entallas como son las zonas con esquinas, por esto se decidió la utilización de chaflanes en estos puntos conflictivos. Aun así, el esfuerzo máximo que se registraría sería de 0,26563 MPa, valor muy inferior al que tiene este material con resistencia.

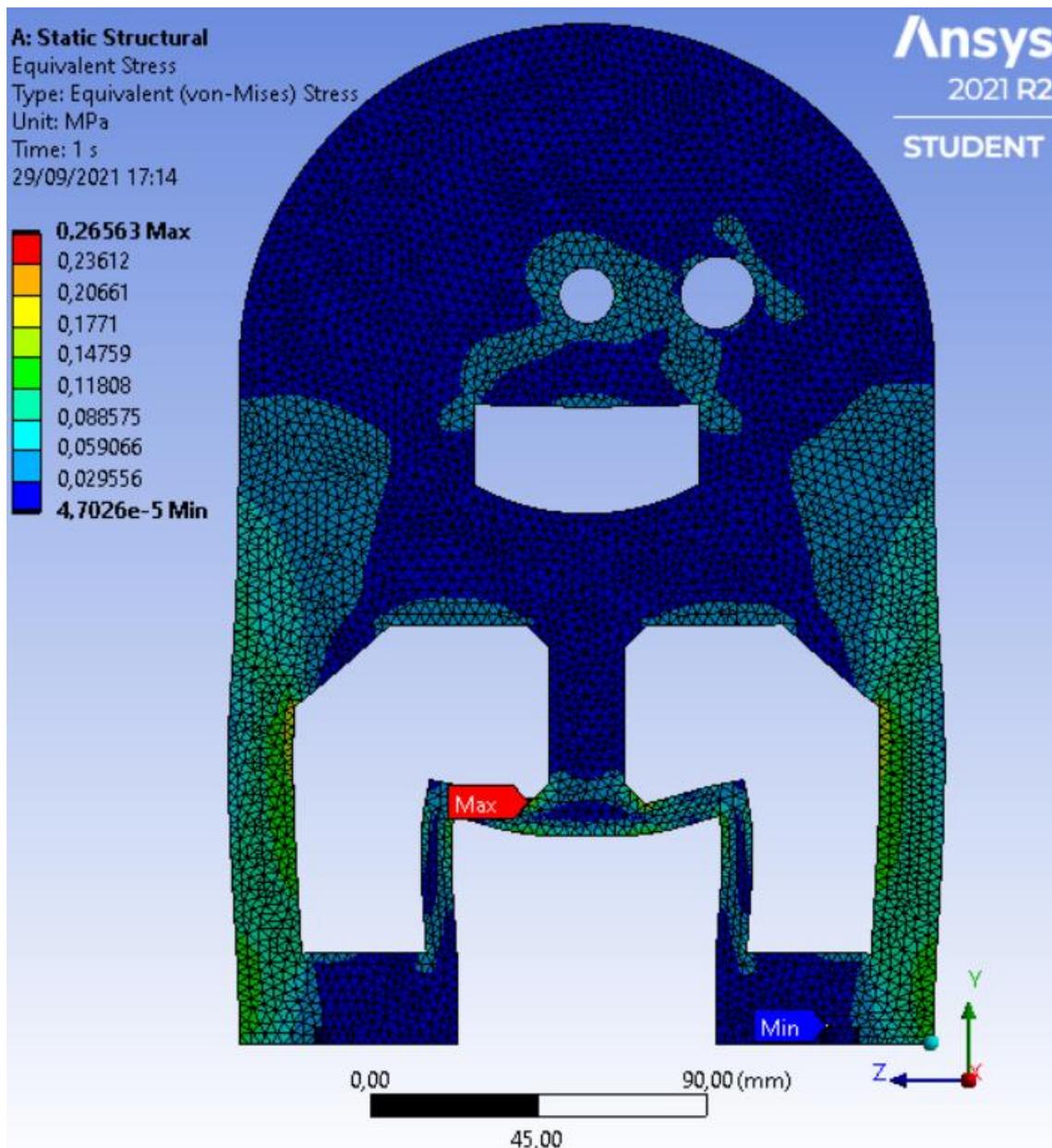


Figura 40. Esquema de valores de las solicitaciones de la tapa frontal

Por tanto, se puede afirmar que este componente resiste sin problema los esfuerzos que se le requieran. Además, si se realiza la simulación de la deformación total a causa de las fuerzas aplicadas se obtiene una deformación mínima debido a la baja sollicitación de fuerzas. Como se puede apreciar en la Figura 41. Deformación total de la tapa frontal. La deformación máxima se encuentra en el eje donde se apoya el tambor, como es lógico, y la deformación mínima se encuentra en la parte más inferior puesto que se ha fijado.

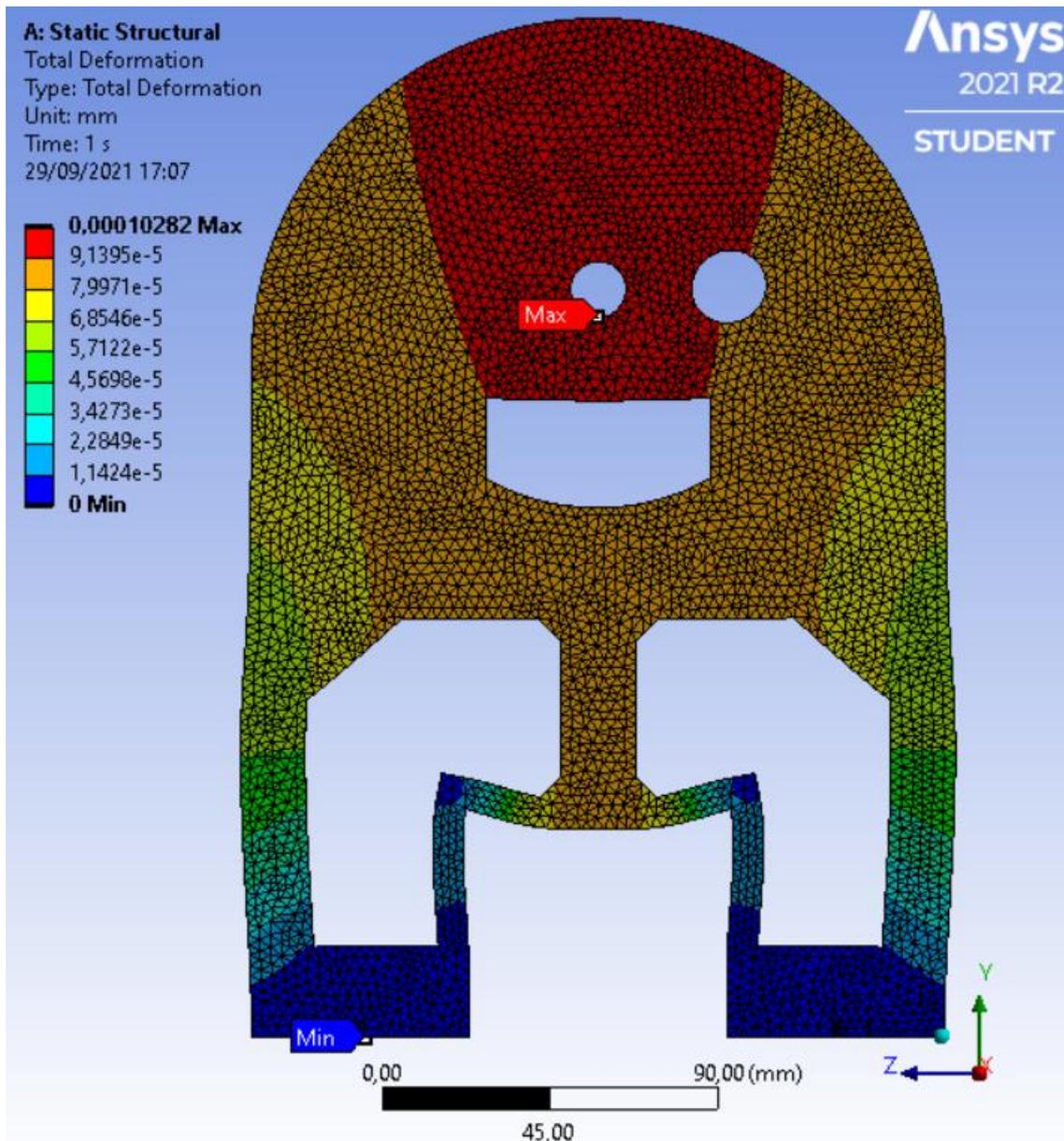


Figura 41. Deformación total de la tapa frontal

A2. Tapa intermedia

Para el estudio de la tapa intermedia se ha simplificado el componente obviando algún taladro y corte respecto a la pieza original para reducir el número de puntos de concentración de tensiones para obtener resultados más limpios.

La malla utilizada en esta simulación es de tetraedros, debido a su gran adaptación a formas curvas como las que dispone este componente. La medida del elemento es de 3 mm, el cual representa una cantidad de 95217 nodos y 56218 elementos.

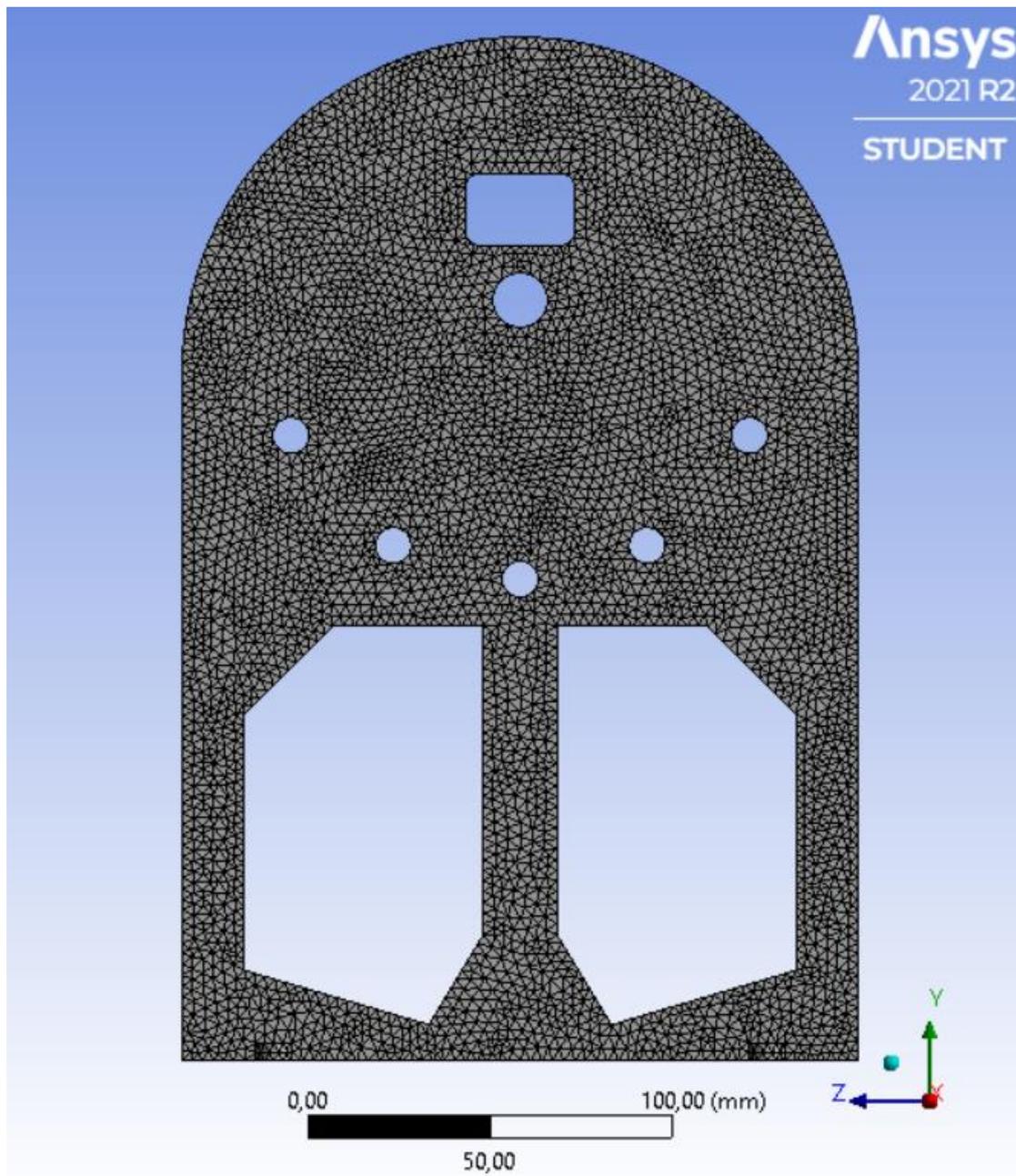


Figura 42. Mallado de la tapa intermedia

Para simular las fuerzas que aparecen aplicadas sobre este componente se debe tener en cuenta su peso propio y la fuerza que ejerce el tambor de tostado en su superficie de apoyo, y como se ha calculado en la (Eq.30) se obtiene una fuerza de 18,7964 N a repartir entre las dos tapas que hacen de estructura soporte del tambor, como resultado final se deduce que cada una debe resistir una fuerza de 9,3982 N.

Además, se deben considerar las condiciones de contorno, es decir, que superficies se consideran como fijas. En este caso se ha considerado que toda la superficie en contacto con la base de la máquina sea fija.

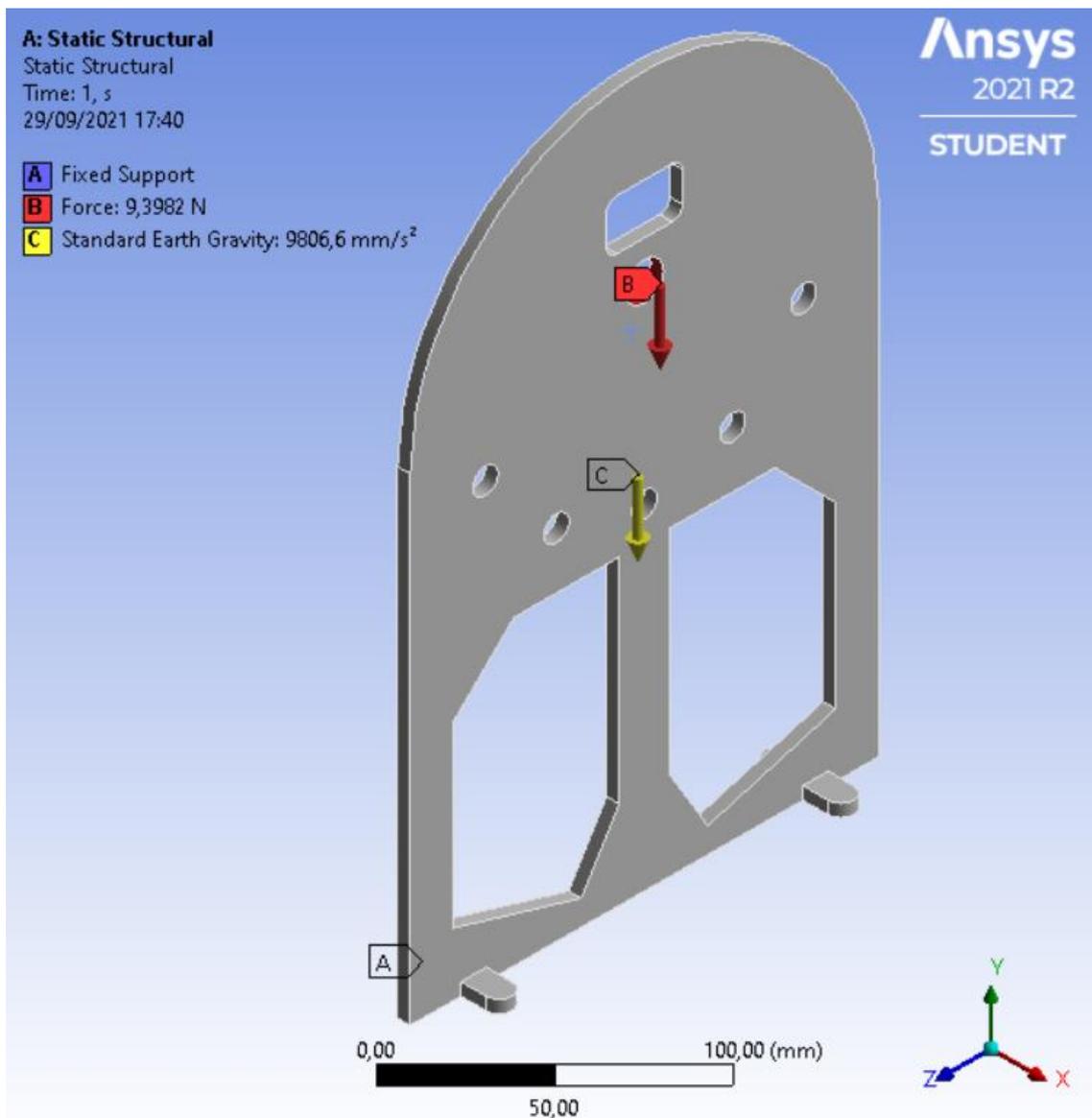


Figura 43. Esquema de fuerzas de la tapa intermedia

Si se realiza la simulación de esfuerzos de von-Mises se obtienen los valores más altos en las zonas con entallas como son las zonas con esquinas, por esto se decidió la utilización de chaflanes en estos puntos conflictivos. Aun así, el esfuerzo máximo que se registraría sería de 0,18524 MPa, valor muy inferior al que tiene este material con resistencia.

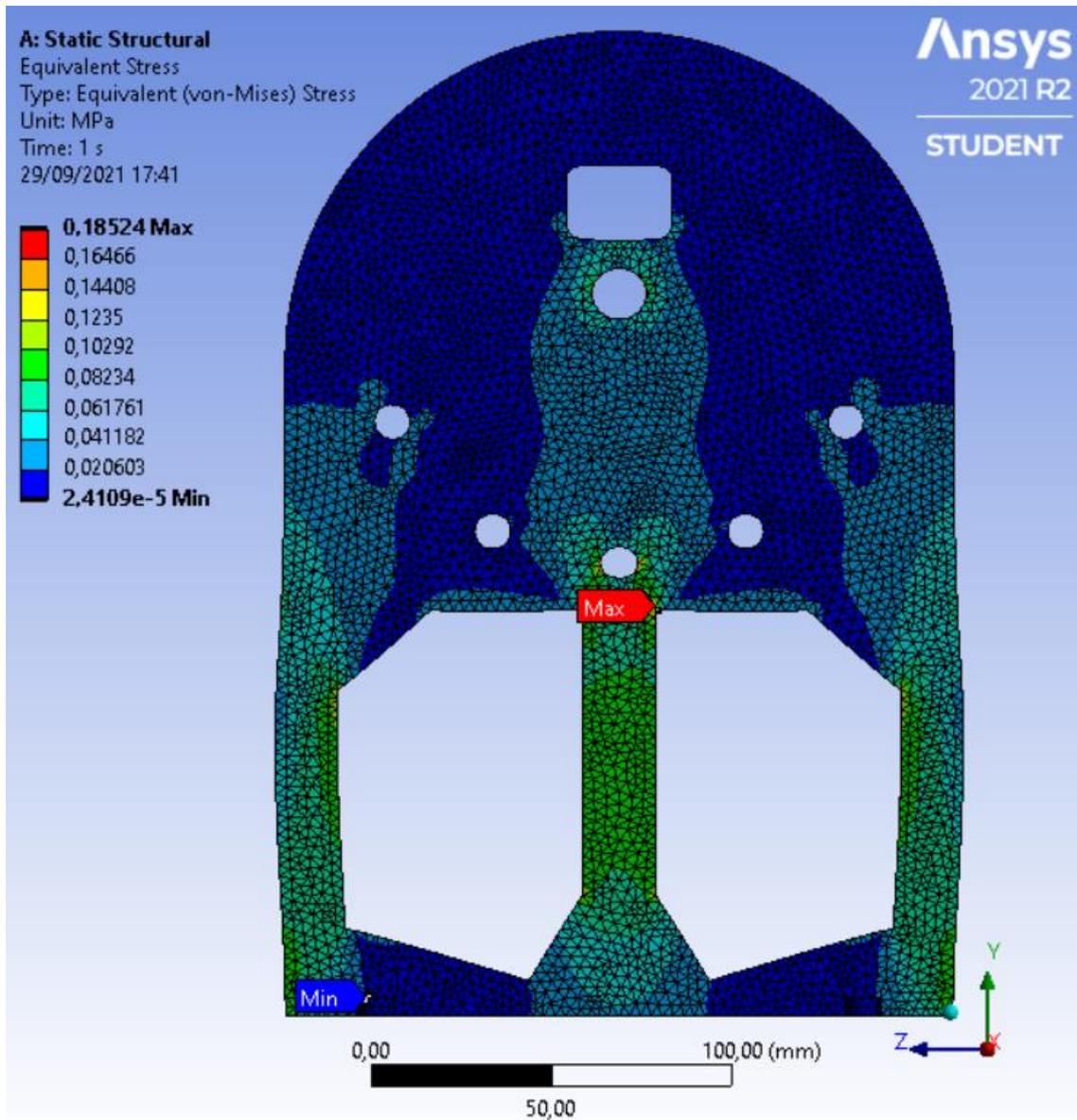


Figura 44. Esquema de valores de las solicitaciones de la tapa intermedia

Por tanto, se puede afirmar que este componente resiste sin problema los esfuerzos que se le requieren. Además, si se realiza la simulación de la deformación total a causa de las fuerzas aplicadas se obtiene una deformación mínima debido a la baja sollicitación de fuerzas. Como se puede apreciar en la Figura 45Figura 41. Deformación total de la tapa frontal la deformación máxima se encuentra en el eje donde se apoya el tambor, como es lógico, y la deformación mínima se encuentra en la parte más inferior puesto que se ha fijado.

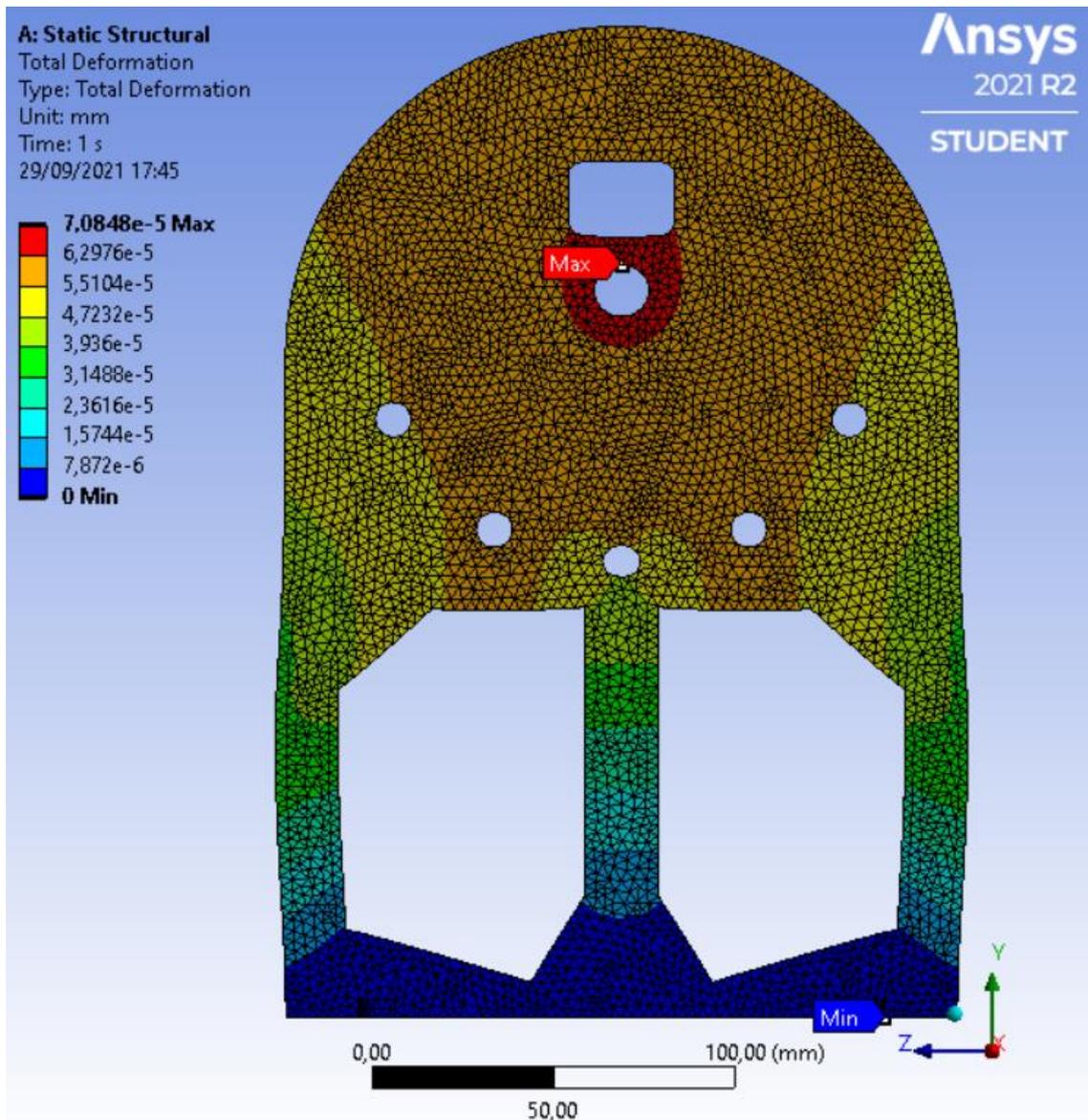


Figura 45. Deformación total de la tapa intermedia

Anexo B: Especificaciones técnicas de los diferentes componentes normalizados

B1. Motores eléctricos

- Motor modelo AI-006W con caja reductora S60A

Motor model AI-006W ← **SOLD** → Gear box model S60A
← **SEPARATELY** →

DRAWING (mm)

PHOTO

MODEL NO. DESIGNATION

Motor model - Voltage - S/T C/B S= Single phase / T=Three phase C=Cable / B= Terminal box Example: AI-006W-230-SC (*)

Gear box model - Gear ratio Example: S60A-050 (*)

*** ALL MOTORS AND GEAR BOXES ARE SOLD SEPARATELY. SELECT GEAR BOX FRAME SIZE SAME AS MOTOR FRAME SIZE. ASSEMBLY SCREWS ARE INCLUDED IN DELIVERY**

GEAR MOTOR DATA RATIO	3	3.6	5	6	7.5	9	1	12.5	15	18	20	25	30	36	40	50	60	75	90	100	120	150	180	200	250	300	500	600	750
230VAC 50Hz 1 phase																													
Nominal rpm 220 VAC	400	333	240	200	160	133	120	96	80	67	60	48	40	33	30	24	20	16	13	12	10	8	7	6					
Nominal rpm 230 VAC	483	403	290	242	193	161	145	116	97	81	73	58	48	40	36	29	24	19	16	15	12	10	8	7					
Nominal Nm 220 VAC	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.8	1.9	2.4	2.9	3.2	3.8	4.8	5.7	6.3					
Nominal Nm 230 VAC	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2	1.5	1.6	2.0	2.4	2.6	3.2	4.0	4.8	5.3					
400VAC 50Hz 3 phase																													
Nominal rpm 380 VAC	400	333	240	200	160	133	120	96	80	67	60	48	40	33	30	24	20	16	13	12	10	8	7	6					
Nominal Nm 380 VAC	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.8	1.9	2.4	2.9	3.2	3.8	4.8	5.7	6.3					
120VAC 60Hz 1 phase																													
Nominal rpm 110 VAC	483	403	290	242	193	161	145	116	97	81	73	58	48	40	36	29	24	19	16	15	12	10	8	7					
Nominal Nm 110 VAC	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2	1.5	1.6	2.0	2.4	2.6	3.2	4.0	4.8	5.3					
208VAC 60Hz 3 phase																													
Nominal rpm 220 VAC	483	403	290	242	193	161	145	116	97	81	73	58	48	40	36	29	24	19	16	15	12	10	8	7					
Nominal Nm 220 VAC	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2	1.5	1.6	2.0	2.4	2.6	3.2	4.0	4.8	5.3					
GEAR HEAD DATA																													
Efficiency (%)	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	73	73	73	73	73	73	66	66	66	66	66	66	66	66					
Max. torque (Nm)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					
Radial F 20 mm shaft (N)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180					
Max. thrust load (N)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30					
Out rotation when in cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	ccw	ccw	ccw	ccw	ccw	ccw	cw												

GEAR MOTOR FEATURES	STANDARD	CUSTOMIZATION
Motor type	AC induction	Voltage
Insulation Class	130 (B)	155 (F)
Speed tolerance	± 5%	
Cables 6W-25W 40W-120W	AWG20 AWG-18 300 mm	Harness
Cables wiring	Table at bottom of page	Per request
Housing materials	Aluminium	
Gears and shaft material	40Cr	Shaft dimensions
Bearings types	Ball bearings	
Operating temperature	-10...+40 °C	-40...+40 °C
Manufacturing quality standards	ISO 9001	
RoHS compliance	Yes	
CE UL label	Yes 230 400 (VAC) 120 208	
IP rating cable terminal box	IP20 IP54	
Insulation Resistance	100 M Ω or more when 500 VDC megger is applied between the windings and the case after rated operation under normal ambient temperature and humidity.	
Dielectric Strength	Sufficient to withstand 1.5 kV at 50 Hz or 60 Hz applied between the windings and the case for 1 minute after rated operation under normal ambient temperature and humidity.	
Temperature Rise	Temperature rise of windings are 176°F (80°C) or less measured by the resistance change method after rated operation under normal ambient temperature and humidity.	

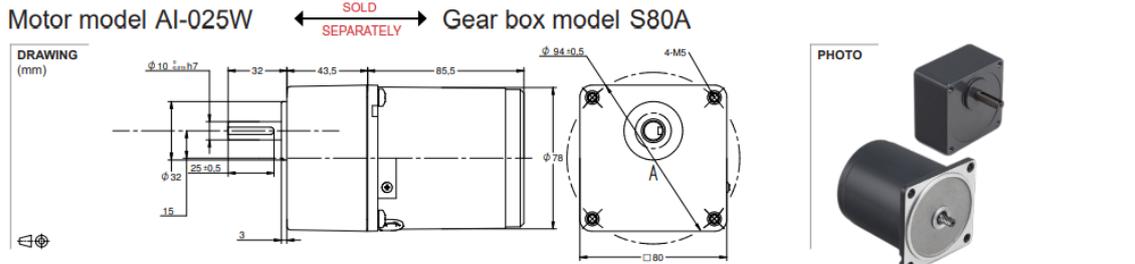
MOTOR DATA				
Base voltage (VAC)	230	400	120	208
Nominal voltage (VAC) A	220	380	110	220
Nominal voltage (VAC) B	230		120	
Phase Frequency Hz	1 50	3 50	1 60	3 60
Number of poles	4	4	4	4
Output (W)	6	6	6	6
Nominal speed (rpm) voltage A	1200	1200	1450	1450
Nominal speed (rpm) voltage B	1450		1450	
Nominal torque mNm voltage A	48	48	40	40
Nominal torque mNm voltage B	40		40	
Nominal current (A) voltage A	0.13	0.04	0.16	0.07
Nominal current (A) voltage B	0.14		0.18	
Stall torque mNm voltage A	50	85	40	70
Stall torque mNm voltage B			40	
Capacitor μF included in delivery	0.8		2.0	
Weight motor Kg	0.75	0.75	0.75	0.75
Weight gear motor Kg	1.15	1.15	1.15	1.15

ELECTRIC WIRING CONNECTION	
VERSION C 1 PHASE	capacitor white-blue neutral N-red phase-white CW, -blue CWW
VERSION B 1 PHASE	capacitor U2-Z2 neutral N-U1 phase-U2 CW, -Z2 CWW
VERSION C B 3 PHASES	-blue, -red, -white. Swap a pair for inversed rotation

Tabla 24. Especificaciones técnicas del motor AI-006W con caja reductora S60A

- Motor modelo AI-025W con caja reductora S80A

Motor model AI-025W ← **SOLD SEPARATELY** → **Gear box model S80A**



DRAWING (mm)

MODEL NO. DESIGNATION

Motor model - Voltage - S/T C/B S= Single phase / T=Three phase C=Cable / B = Terminal box Example: **AI-006W-230-SC (*)**

Gear box model - Gear ratio Example: **S60A-050 (*)**

*** ALL MOTORS AND GEAR BOXES ARE SOLD SEPARATELY. SELECT GEAR BOX FRAME SIZE SAME AS MOTOR FRAME SIZE. ASSEMBLY SCREWS ARE INCLUDED IN DELIVERY**

GEAR MOTOR DATA RATIO	3	3,6	5	6	7,5	9	1	12,5	15	18	20	25	30	36	40	50	60	75	90	100	120	150	180	200	250	300	500	600	750		
230VAC 50Hz 1 phase																															
Nominal rpm 220 VAC	417	347	250	208	167	139	125	100	83	69	63	50	42	35	31	25	21	17	14	13	10	8	7	6	5	4	3	2	2		
Nominal rpm 230 VAC	417	347	250	208	167	139	125	100	83	69	63	50	42	35	31	25	21	17	14	13	10	8	7	6	5	4	3	2	2		
Nominal Nm 220 VAC	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.6	2.0	2.4	2.9	2.9	3.7	4.4	5.3	5.8	7.3	7.9	9.9	11.9	13.2	15.8	19.8	23.8	26.4	29.5	35.4	59.0	70.8	88.5		
Nominal Nm 230 VAC	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.6	2.0	2.4	2.9	2.9	3.7	4.4	5.3	5.8	7.3	7.9	9.9	11.9	13.2	15.8	19.8	23.8	26.4	29.5	35.4	59.0	70.8	88.5		
120VAC 60Hz 1 phase																															
Nominal rpm 110 VAC	517	431	310	258	207	172	155	124	103	86	78	62	52	43	39	31	26	21	17	16	13	10	9	8	6	5	3	3	2		
Nominal Nm 110 VAC	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.4	2.4	3.0	3.6	4.3	4.8	6.0	6.5	8.2	9.8	10.9	13.1	16.3	19.6	21.8	24.3	29.2	48.7	58.4	73.0		
208VAC 60Hz 3 phase																															
Nominal rpm 220 VAC	517	431	310	258	207	172	155	124	103	86	78	62	52	43	39	31	26	21	17	16	13	10	9	8	6	5	3	3	2		
Nominal Nm 220 VAC	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.4	2.4	3.0	3.6	4.3	4.8	6.0	6.5	8.2	9.8	10.9	13.1	16.3	19.6	21.8	24.3	29.2	48.7	58.4	73.0		
GEAR HEAD DATA																															
Efficiency (%)	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	73	73	73	73	73	66	66	66	66	66	66	66	66	66	59	59	59	59	59	
Max. torque (Nm)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Radial F 20 mm shaft (N)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Max. thrust load (N)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Out rotation when in cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	ccw	ccw	ccw	ccw	ccw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	ccw	ccw	ccw	ccw	

GEAR MOTOR FEATURES	STANDARD	CUSTOMIZATION
Motor type	AC induction	Voltage
Insulation Class	130 (B)	155 (F)
Speed tolerance	± 5%	
Cables 6W-25W 40W-120W	AWG20 AWG-18 300 mm	Harness
Cables wiring	Table at bottom of page	Per request
Housing materials	Aluminium	
Gears and shaft material	40Cr	Shaft dimensions
Bearings types	Ball bearings	
Operating temperature	-10...+40 °C	-40...+40 °C
Manufacturing quality standards	ISO 9001	
RoHS compliance	Yes	
CE UL label	Yes 230 400 (VAC) 120 208	
IP rating cable terminal box	IP20 IP54	
Insulation Resistance	100 M Ω or more when 500 VDC megger is applied between the windings and the case after rated operation under normal ambient temperature and humidity.	
Dielectric Strength	Sufficient to withstand 1.5 kV at 50 Hz or 60 Hz applied between the windings and the case for 1 minute after rated operation under normal ambient temperature and humidity.	
Temperature Rise	Temperature rise of windings are 176°F (80°C) or less measured by the resistance change method after rated operation under normal ambient temperature and humidity.	

MOTOR DATA			
Base voltage (VAC)	230	120	208
Nominal voltage (VAC) A	220	110	220
Nominal voltage (VAC) B	230	120	
Phase Frequency Hz	1 50	1 60	3 60
Number of poles	4	4	4
Output (W)	25	25	25
Nominal speed (rpm) voltage A	1250	1550	1550
Nominal speed (rpm) voltage B	1250	1550	
Nominal torque mNm voltage A	200	165	165
Nominal torque mNm voltage B	200	165	
Nominal current (A) voltage A	0.25	0.45	0.17
Nominal current (A) voltage B	0.23	0.50	
Stall torque mNm voltage A	120	120	250
Stall torque mNm voltage B	120	120	
Capacitor μF included in delivery	1.8	7	
Weight motor Kg	1.6	1.6	1.6
Weight gear motor Kg	2.4	2.4	2.4

ELECTRIC WIRING CONNECTION	
VERSION C 1 PHASE	capacitor white-blue neutral N-red phase-white CW, -blue CWW
VERSION B 1 PHASE	capacitor U2-Z2 neutral N-U1 phase-U2 CW, -Z2 CWW
VERSION C B 3 PHASES	-blue, -red, -white. Swap a pair for inversed rotation

Tabla 25. Especificaciones técnicas del motor AI-025W con caja reductora S80A

B2. Rodamientos

- Rodamiento W 61700 X-2RS1

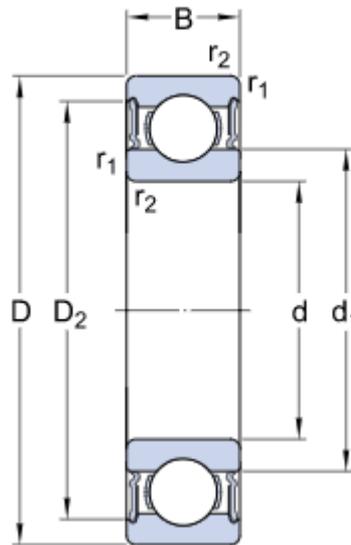


Figura 46. Vista sección del rodamiento W 61700 X-2RS1

DIMENSIONES		
d	10mm	Diámetro del agujero
D	15mm	Diámetro exterior
B	4mm	Ancho
d ₁	≈11,21mm	Diámetro del resalte del aro interior
d ₂	≈11,21mm	Diámetro del rebaje del resalte del aro interior
D ₂	≈14,2mm	Diámetro del rebaje del resalte del aro exterior
r _{1.2}	min. 0,15mm	Dimensión del chaflán del aro exterior
DATOS DEL CÁLCULO		
C	0,488kN	Capacidad de carga dinámica básica
C ₀	0,22kN	Capacidad de carga estática básica
P _u	0,009kN	Carga límite de fatiga
	24000r/min	Velocidad límite
k _r	0,015	Factor de cálculo
f ₀	8	Factor de cálculo
masa	0,002kg	Rodamiento de masa

Tabla 26. Especificaciones técnicas del rodamiento W 61700 X-2RS1

B3. Tornillería

- Tornillo ISO 4762 (dimensiones en milímetros)

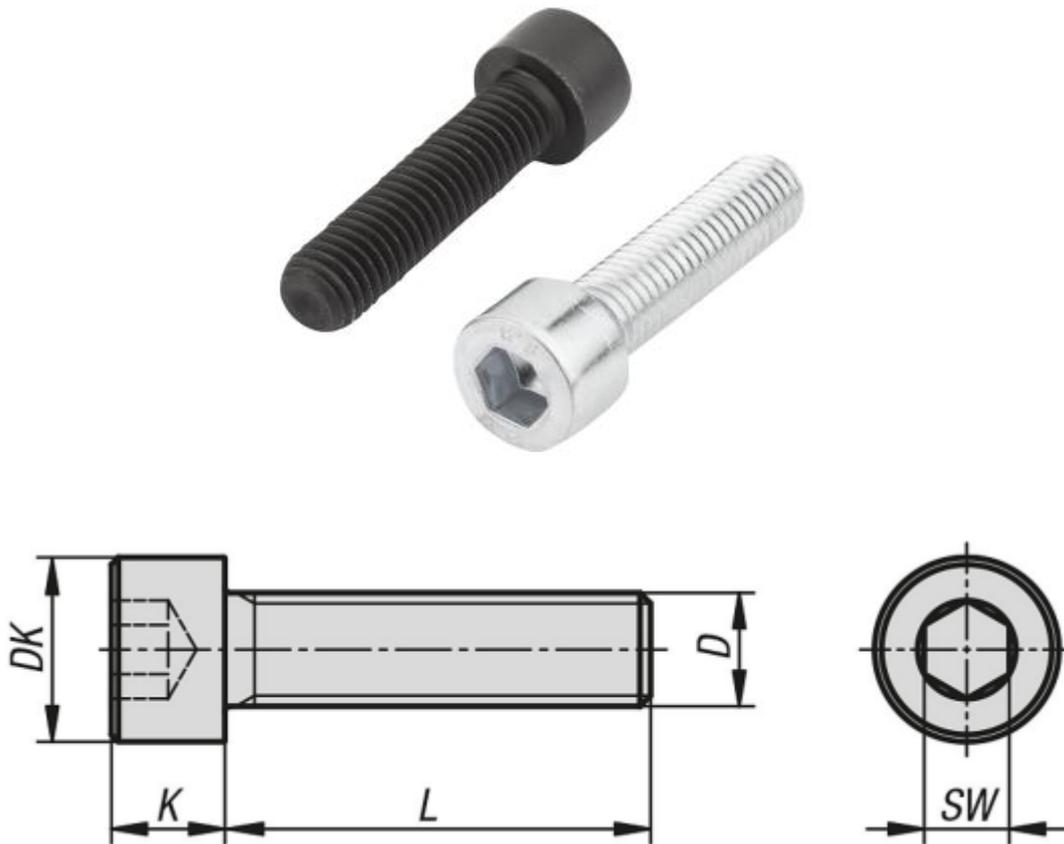
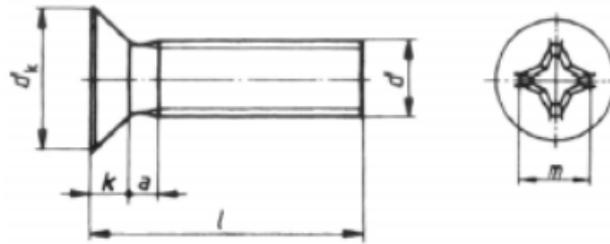


Figura 47. Dimensiones tornillo ISO 4762

Referencia	Material	Clase de resistencia	Superficie cuerpo de base	Color del cuerpo de base	D	L	DK	K	SW
07159-08x50	Acero	8.8	-	negro	M8	50	13	8	6

Tabla 27. Especificaciones técnicas del tornillo ISO 4762

- Tornillo ISO 7046 (dimensiones en milímetros)



a	0,7	0,8	0,9	1	1,4	1,6	2	2,5	3
k	0,96	1,2	1,5	1,65	2,2	2,5	3	4	5
dk	3	3,8	4,7	5,6	7,5	9,2	11	14,5	18
m	1,7	2,35	2,7	2,9	4,4	4,6	6,6	8,7	9,6

L \ d	M-1,6	M-2	M-2,5	M-3	M-4	M-5	M-6	M-8	M-10
4	*	*	*	*					
5	*	*	*	*	*				
6	*	*	*	*	*	*			
8	*	*	*	*	*	*	*		
10	*	*	*	*	*	*	*	*	
12	*	*	*	*	*	*	*	*	
14		*	*	*	*	*	*	*	
16		*	*	*	*	*	*	*	
18		*	*	*	*	*	*	*	
20		*	*	*	*	*	*	*	*
22				*	*	*	*	*	
25				*	*	*	*	*	*
30				*	*	*	*	*	*
35				*	*	*	*	*	*
40				*	*	*	*	*	*
45						*	*	*	*
50					*	*	*	*	*
60					*	*	*	*	*
70						*	*	*	
80							*	*	
90							*	*	
100							*	*	

Tabla 28. Especificaciones técnicas del tornillo ISO 7046

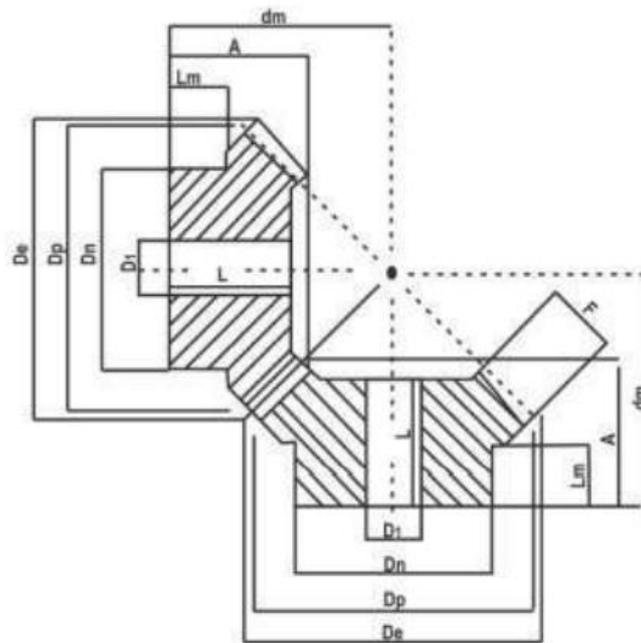
- Tornillo ISO 7380 (dimensiones en milímetros)

k max.	1,65	2,2	2,75	3,3	4,3	5,3	6,6
t	1,04	1,3	1,56	2,08	2,6	3,12	4,16
dk	5,7	7,6	9,5	10,5	14	17,5	21
e min.	2,3	2,87	3,44	4,58	5,72	6,86	9,15
s	2	2,5	3	4	5	6	8

L \ d	M-3	M-4	M-5	M-6	M-8	M-10	M-12
5	*						
6	*	*	*				
8	*	*	*	*			
10	*	*	*	*	*		
12	*	*	*	*	*		
16	*	*	*	*	*	*	
20	*	*	*	*	*	*	*
25	*	*	*	*	*	*	*
30	*	*	*	*	*	*	*
35		*	*	*	*	*	*
40		*	*	*	*	*	*
45			*	*	*	*	*
50			*	*	*	*	*
55				*	*	*	*
60			*	*	*	*	*
65				*	*	*	*
70			*	*	*	*	*
75				*	*	*	*
80				*	*	*	*

Tabla 29. Especificaciones técnicas del tornillo ISO 7380

B4. Engranaje cónico



Grupos cónicos
Ángulo de presión 20°
Relación 1:1
Material C43

Figura 48. Dimensiones del engranaje cónico

Código	Dimensiones										
	M	Z	D _e	D _p	A	F	D _n	D _t	D _m	L	L _m
	mm										
196151116A	1,5	16	26,1	24,0	18	8	18	8	23,8	17	8,9
196151120A		20	32,1	30,0	20	8	22	10	28,7	18	9,8
196151122A		22	35,1	33,0	20	8	25	10	30,2	18	9,7
196151125A		25	39,6	37,5	23	8	28	10	35,4	21	12
196151130A		30	47,1	45,0	25	10	30	12	39,7	22,5	12
19621116A	2	16	34,8	32,0	20	9	25	10	28,8	17	9,3
19621120A		20	42,8	40,0	25	12	32	10	35,7	22	12
19621122A		22	46,8	44,0	25	12	36	10	37,7	22	17,7
19621125A		25	52,8	50,0	28	14	40	12	42,3	25	12,3
19621130A		30	62,8	60,0	30	16	50	12	47,8	27	12,8
196251116A	2,5	16	43,5	40,0	25,5	10	32	12	37,3	22	13,3
196251120A		20	53,5	50,0	30,5	12	40	12	45,9	27	16
196251122A		22	58,5	55,0	30,5	12	45	12	48,3	27	15,9
196251125A		25	66,0	62,5	33,5	15	50	15	53,0	30	16
196251130A		30	78,5	75,0	33,5	18	55	15	59,1	32	16
19631116A	3	16	52,2	48,0	30	12	40	15	44,2	26	16,2
19631120A		20	64,2	60,0	35	18	45	15	51,1	31	13,6
19631122A		22	70,2	66,0	35	18	50	15	54,0	31	13
19631125A		25	79,2	75,0	38	20	55	15	60,1	34	16
19631130A		30	94,2	90,0	40	22	60	20	68,1	36	19

Tabla 30. Especificaciones técnicas del engranaje cónico

B5. Chavetas DIN 6885

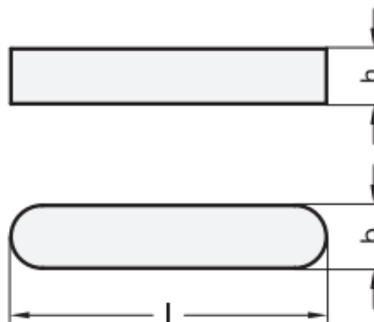


Figura 49. Dimensiones de la chaveta DIN 6885

Descripción	Material	Tipo	b(mm)	h(mm)	l(mm)	Para eje... \varnothing de ... a	Peso (gramos)
DIN 6885-4-4-25-A	Acero	A	4	4	25	10...12	3

Tabla 31. Especificaciones técnicas de la chaveta DIN 6885

B6. Sonda de temperatura e indicador de temperatura

- Sonda de temperatura Pt-100 con Micro Cabezal

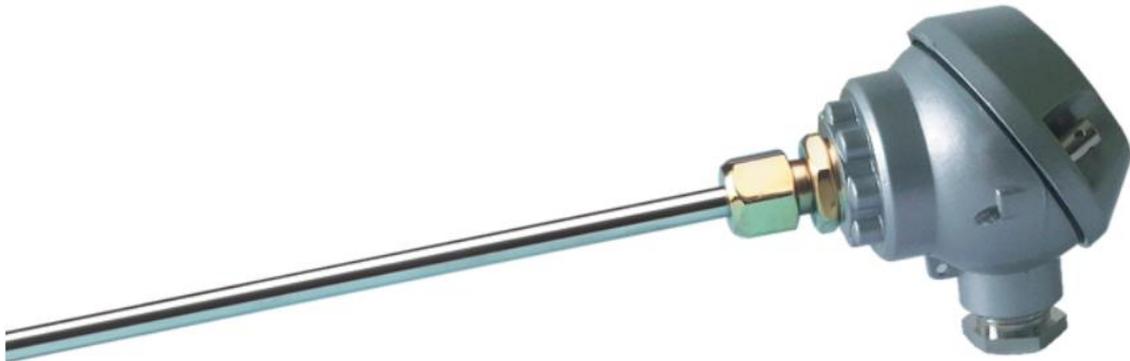


Figura 50. Imagen sonda de temperatura Pt-100 con micro cabezal

Código	513-211
Configuración	3 hilos
Normativa	IEC 60751 clase B
Vaina	Acero inoxidable AISI 316L
Longitud	150mm
Diámetro	3mm
Rango de funcionamiento	-75°C a +250°C
Cabezal miniatura	Aluminio fundido (temperatura máxima 135°C)

Tabla 32. Especificaciones técnicas de sonda de temperatura Pt-100

- Indicador de temperatura TLI40



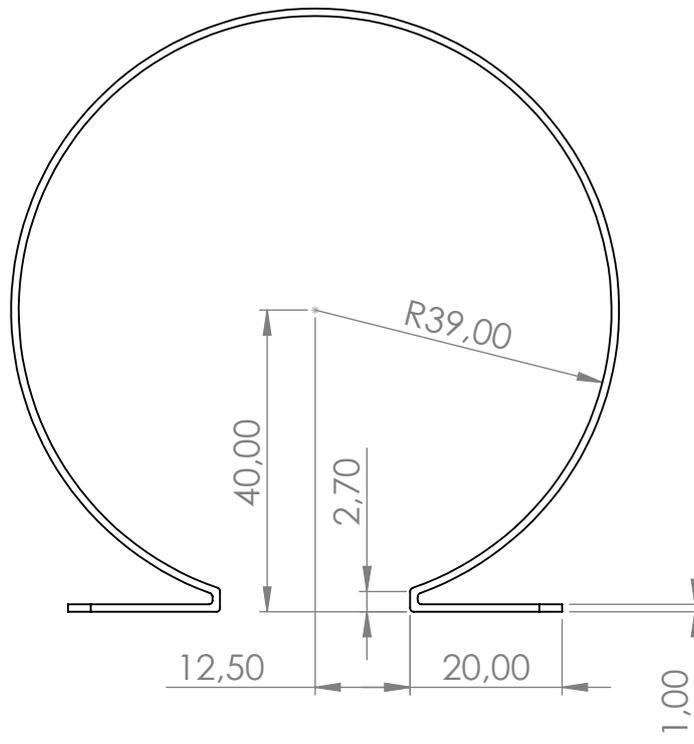
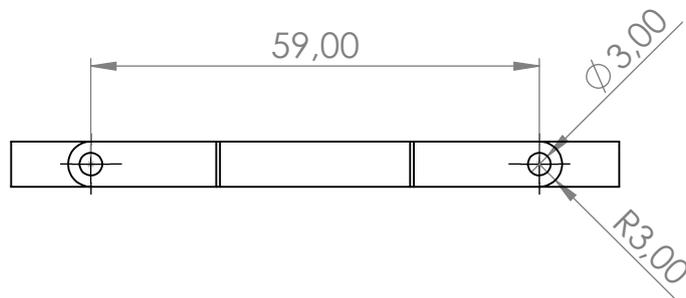
Figura 51. Imagen del indicador de temperatura TLI40

Indicador con entrada universal, 4 salidas (una también analógica y RS485)
Dimensiones 48x48mm, profundidad 98mm
Grado de protección IP65 frontal, con junta
1 pantalla roja de 4 dígitos, h 12mm
Para sondas de temperatura: tc J, K, S, B, C, E, L, N, R, T, sensores infrarrojos J y K, RTD Pt 100 IEC, PTC KTY 81-121, NTC 103AT-2 o señales mv
1 entrada digital para contactos libres de tensión
Alimentación: 24 VAC/VDC, 100...1240 VAC \pm 10%
Frecuencia: 50/60 Hz
Hasta 4 salidas digitales a relé SPST-NO o tensión para pilotaje SSR
Salida de alimentación auxiliar: 12 VDC/20 mA máx. o para uso con potenciómetros 2,5 VDC/2,5 mA máx.
Frecuencia de muestreo: seleccionable de 8 a 64 adquisiciones por segundo por canal con señales normalizadas o potenciómetro
Precisión total de \pm 0,15 % fs
RS485 aisladas, Modbus RTU (JBUS)

Tabla 33. Especificaciones técnicas del indicador de temperatura TLI40

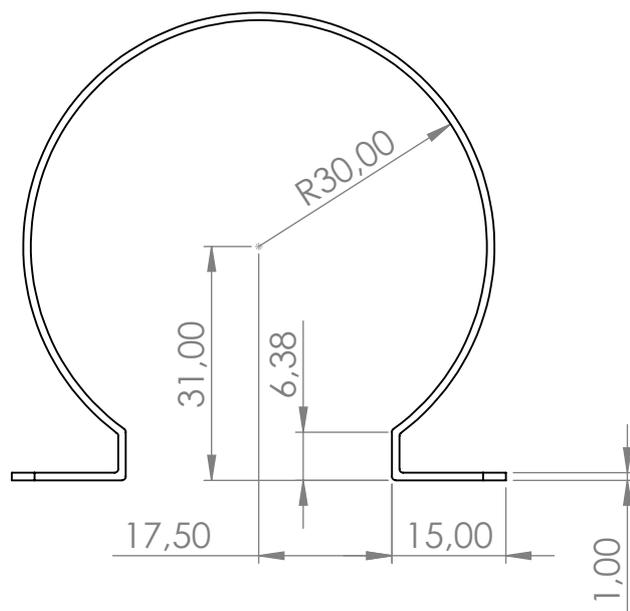
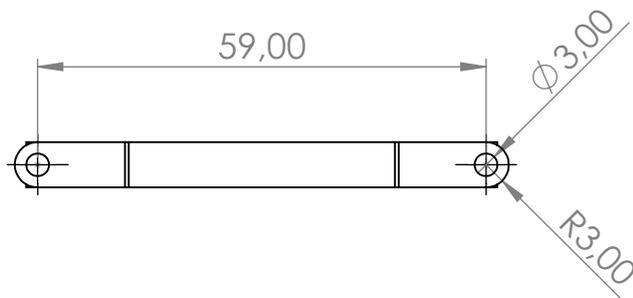
Anexo C: Planos tècnics





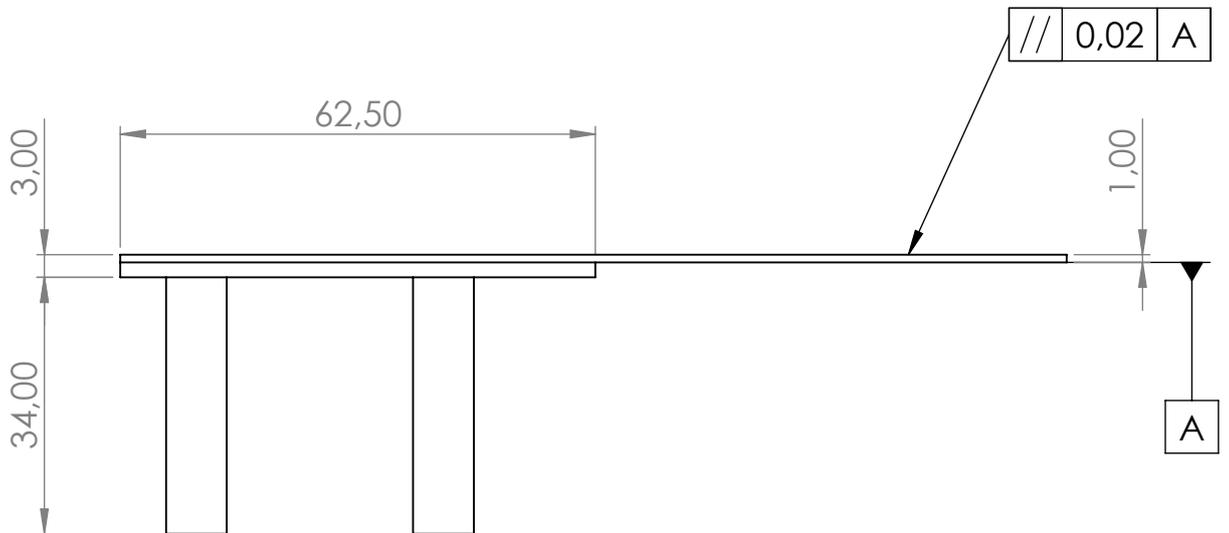
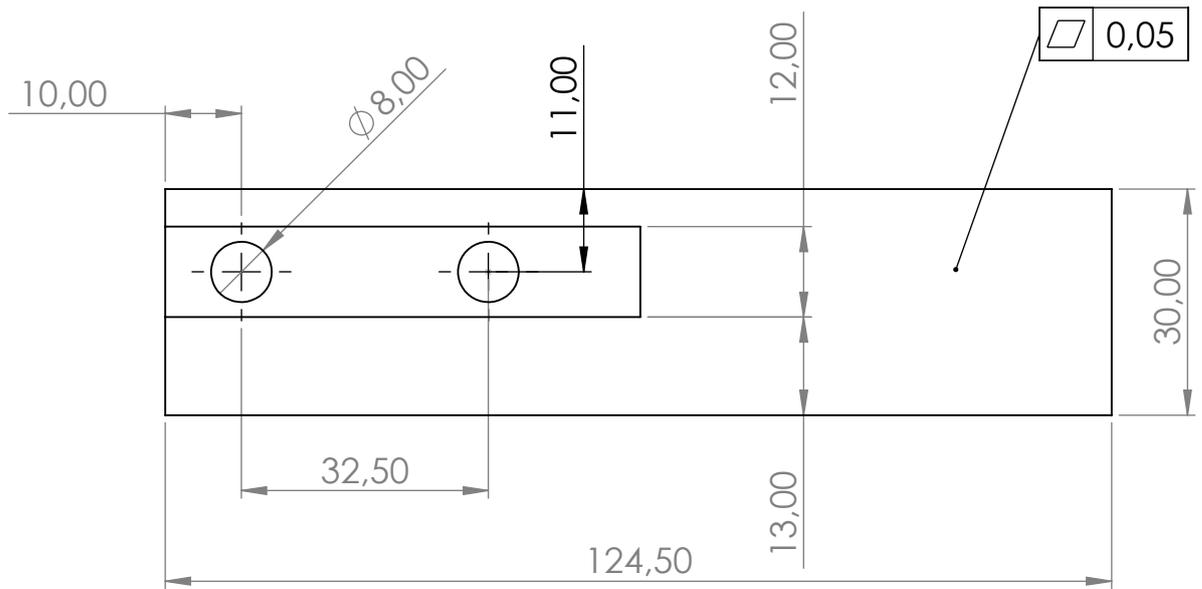
Redondeos no especificados de 0,5mm

MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: abrazadera 1	Plano nº: 1
Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021		Cantidad: 2
Dibujado: Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 1:1	Proyección: 
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Masa: 1,57 gr.	Material: AINI 316	



Redondeos no especificados de 0,5mm

MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: abrazadera 2	Plano nº: 2
Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021		Cantidad: 1
Dibujado: Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 1:1	Proyección: 
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Masa: 1,14 gr.	Material: AISI 316	



MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA
USO DOMESTICO

Pieza:
apertura tambor de tostado

Plano n°:
3

Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea

Fecha de entrega: 30/09/2021

Cantidad: 1

Dibujado: Jesús Gómez Risquez

Formato:
DIN A4

Escala:
1:1

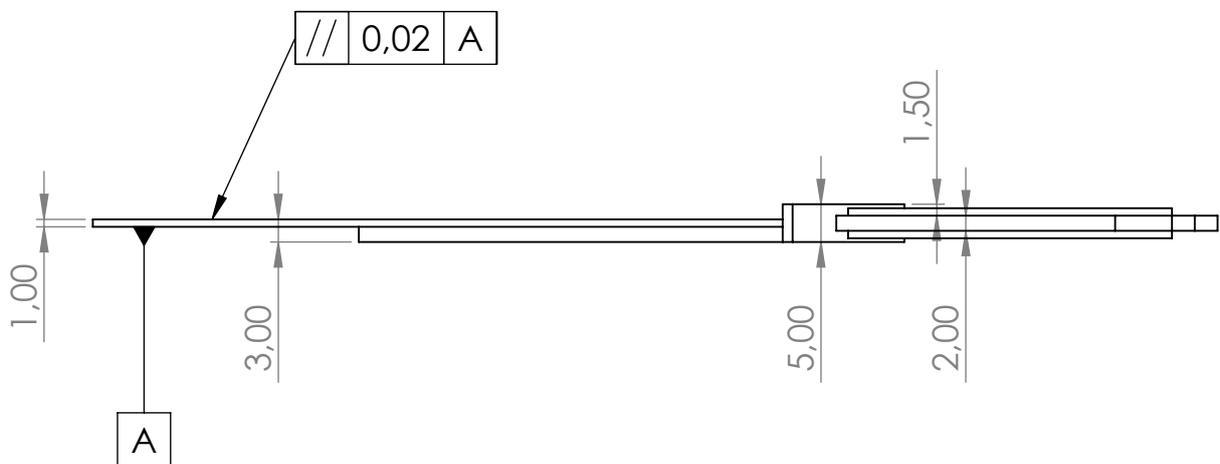
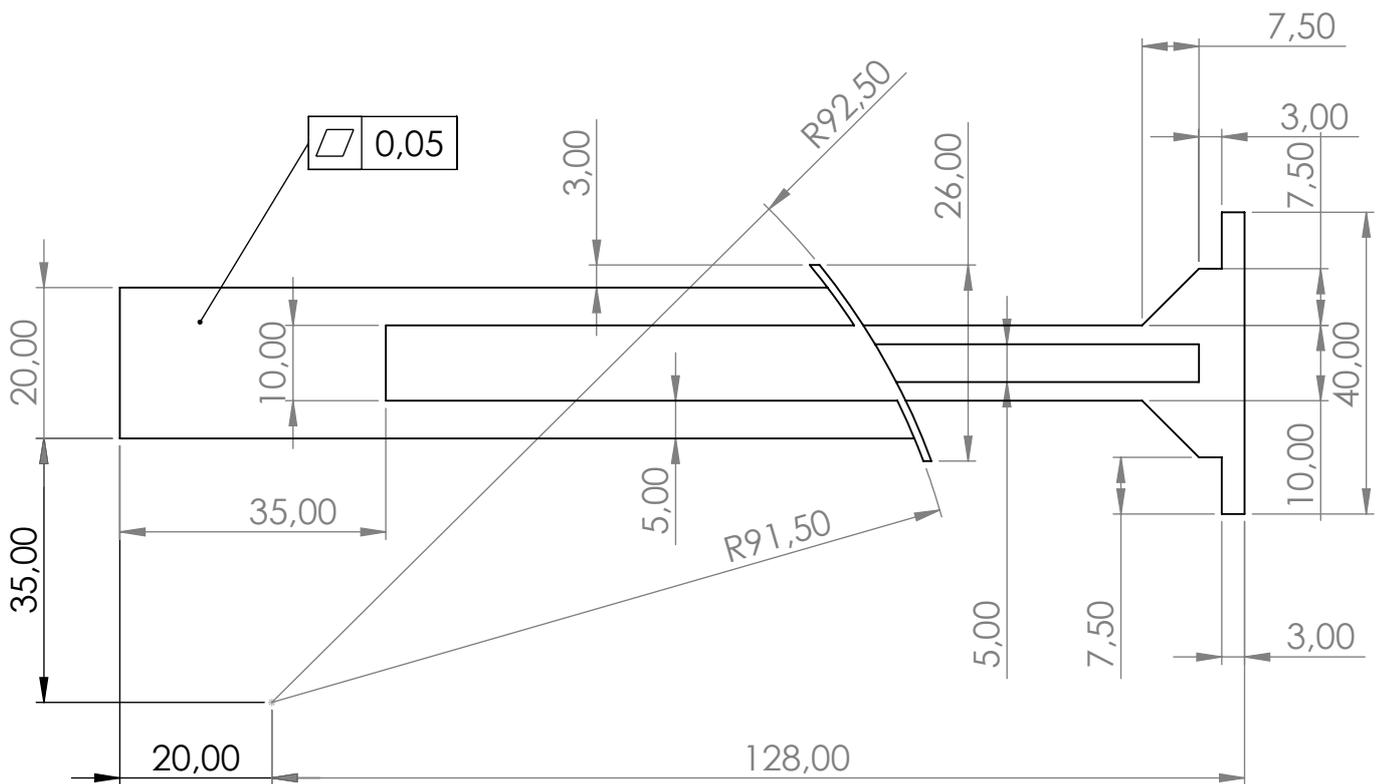
Proyección:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Masa: 69,22 gr.

Material: AISI 316



MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA
USO DOMESTICO

Pieza:
apertura tolva

Plano n°:
4

Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea

Fecha de entrega: 16/06/2021

Cantidad: 1

Dibujado: Jesús Gómez Risquez

Formato:
DIN A4

Escala:
1:1

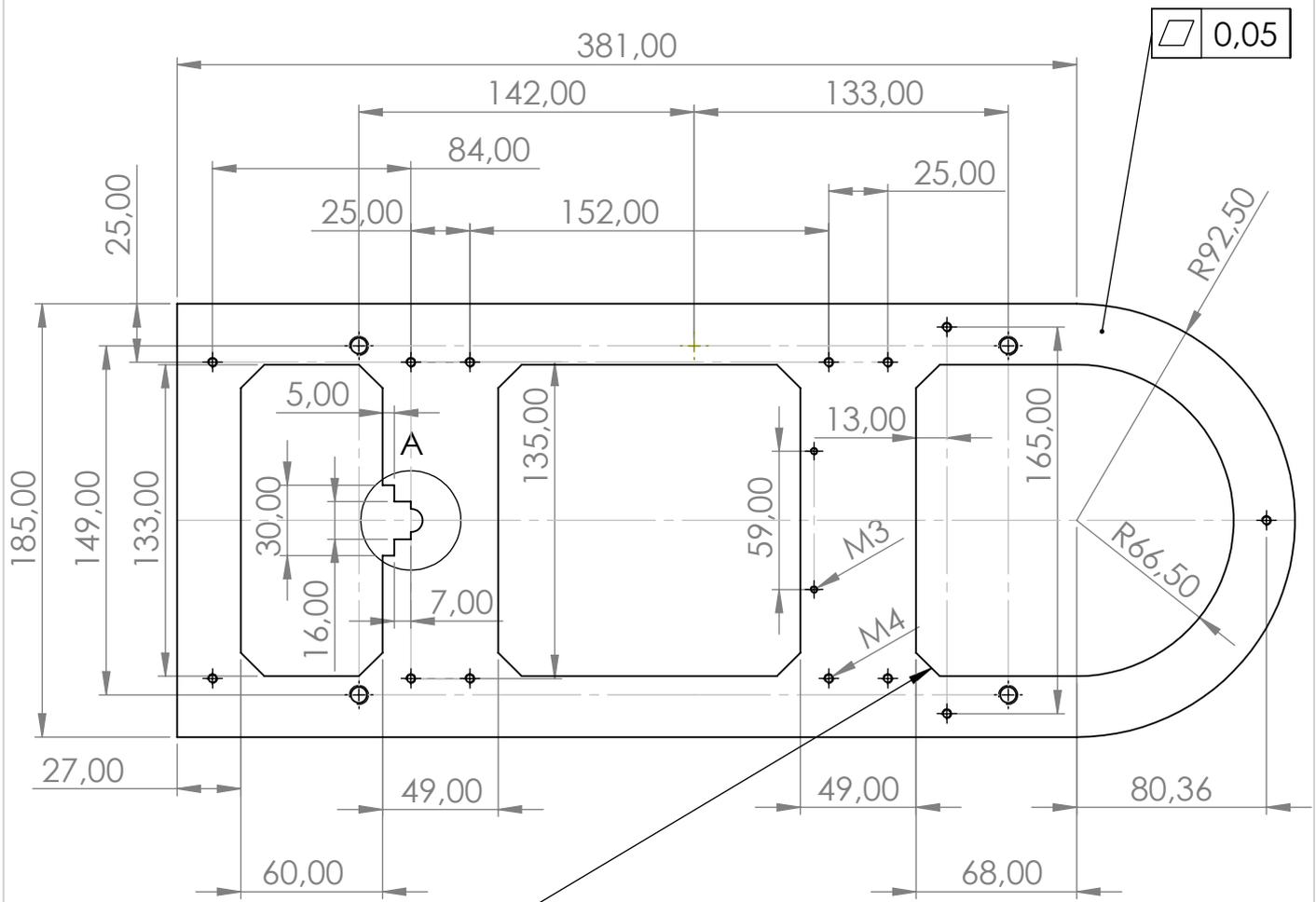
Proyección:



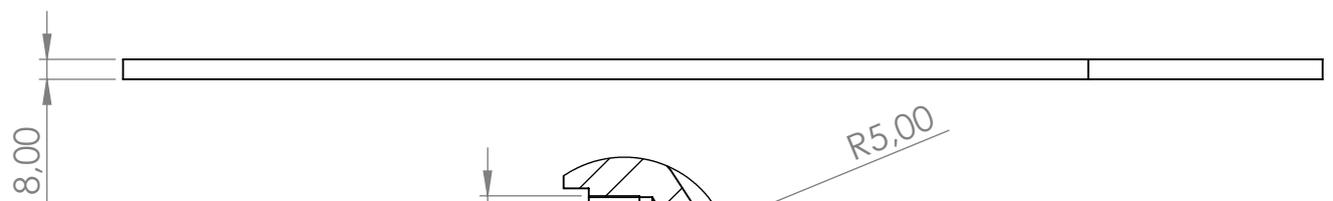
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Masa: 41,36 gr.

Material: AISI 316

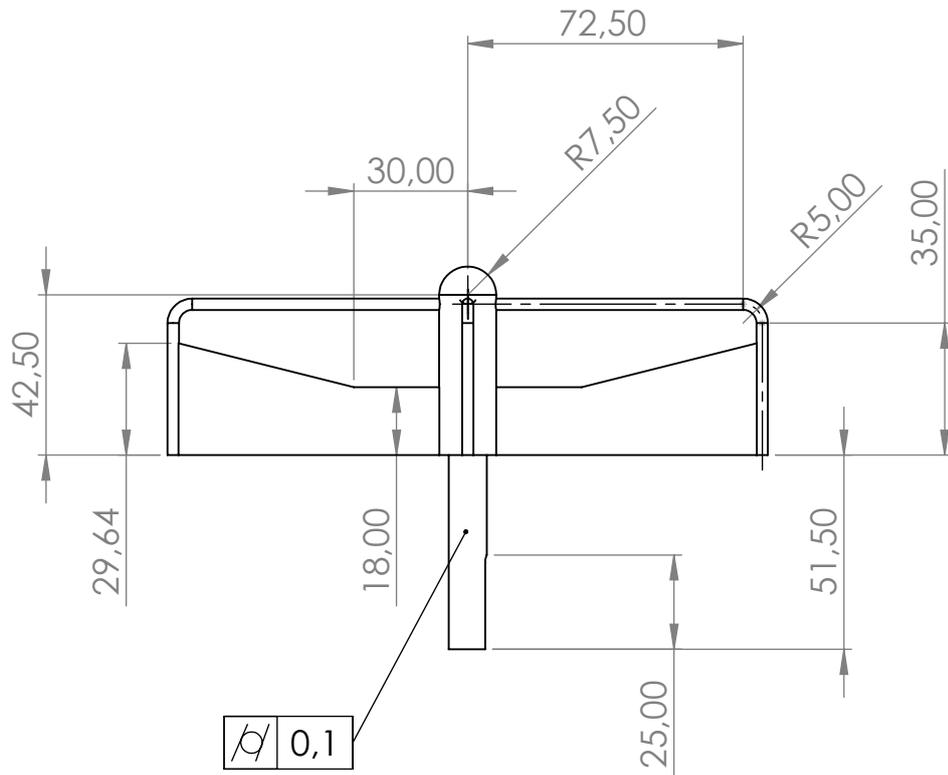
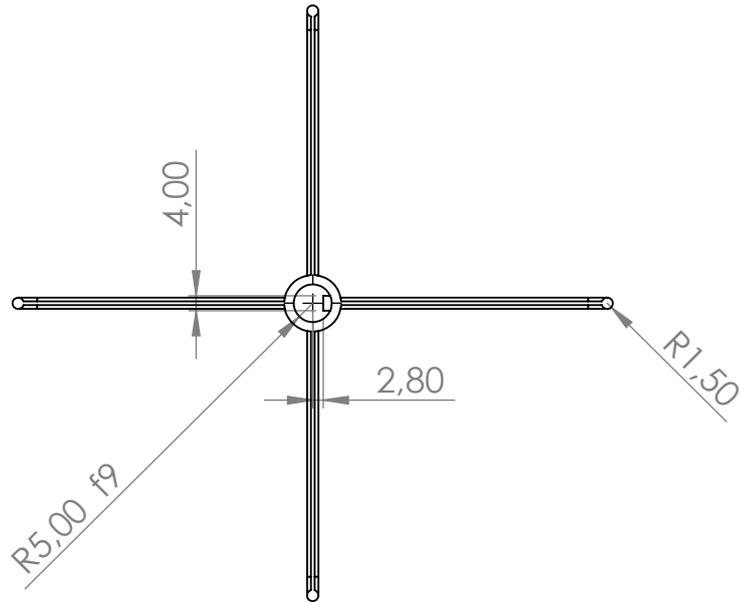


Chafilanes de 10mm



DETALLE A
ESCALA 2 : 3

MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: base	Plano nº: 5
Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021		Cantidad: 1
Dibujado: Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 1:3	Proyección: 
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Masa: 2742,24 gr.	Material: AINI 316	



MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA
USO DOMESTICO

Pieza:

palas tambor enfriado

Plano n°:

6

Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea

Fecha de entrega: 30/09/2021

Cantidad: 1

Dibujado: Jesús Gómez Risquez

Formato:

DIN A4

Escala:

1:2

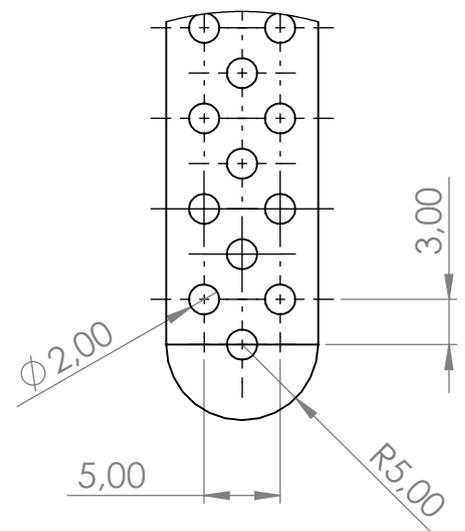
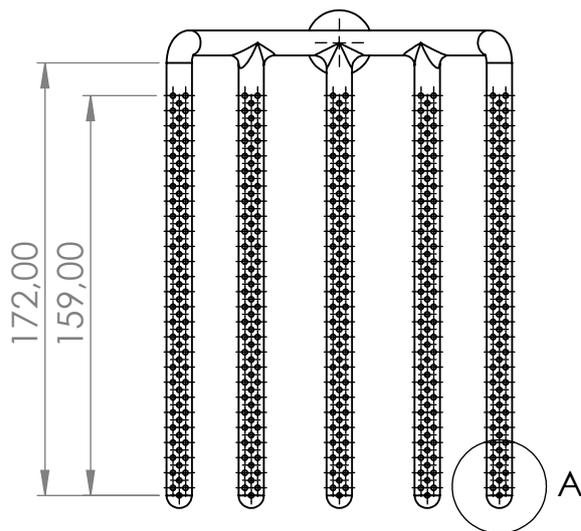
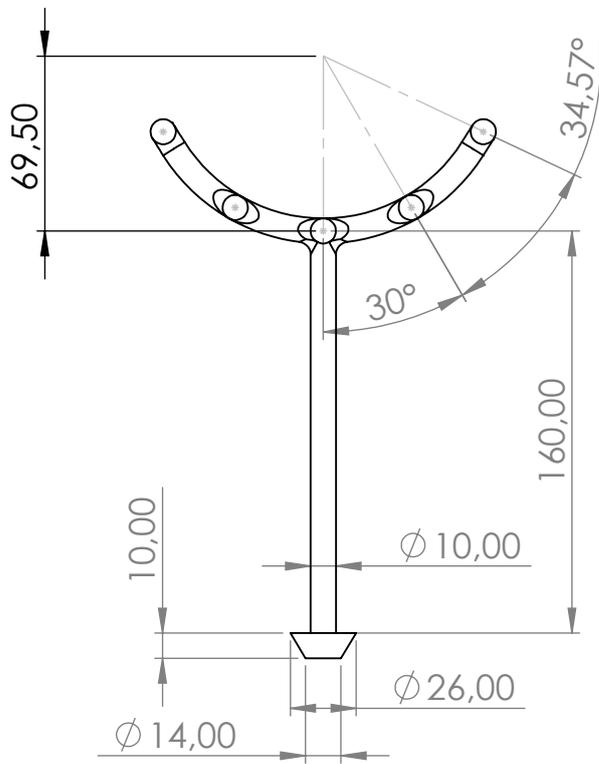
Proyección:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Massa: 170,33 gr.

Material: AISI 316



DETALLE A
ESCALA 2 : 1

Redondeos no especificados de 1mm

MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA
USO DOMESTICO

Pieza:

quemadores

Plano nº:

7

Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea

Fecha de entrega: 30/09/2021

Cantidad: 1

Dibujado: Jesús Gómez Risquez

Formato:

DIN A4

Escala:

1:3

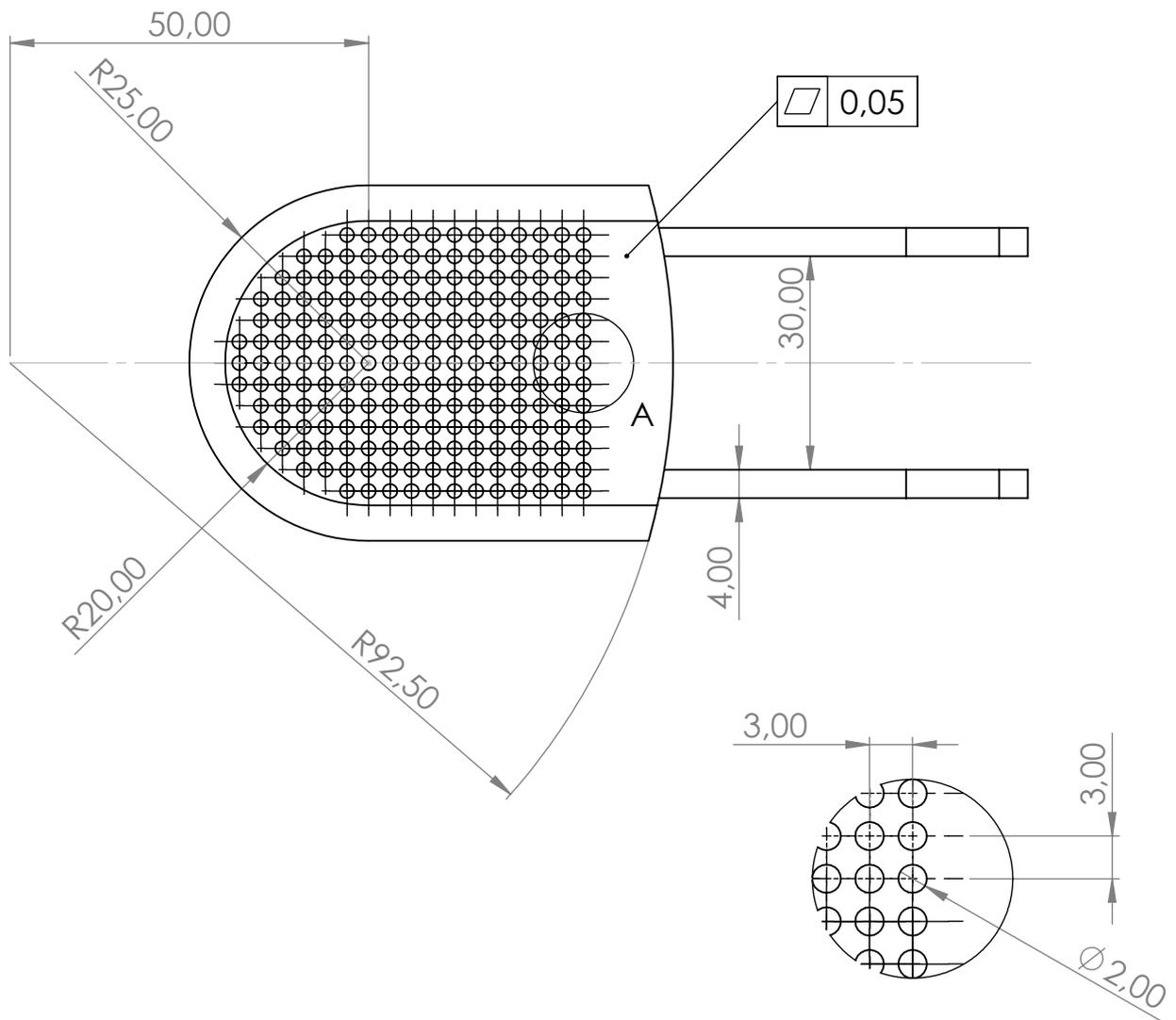
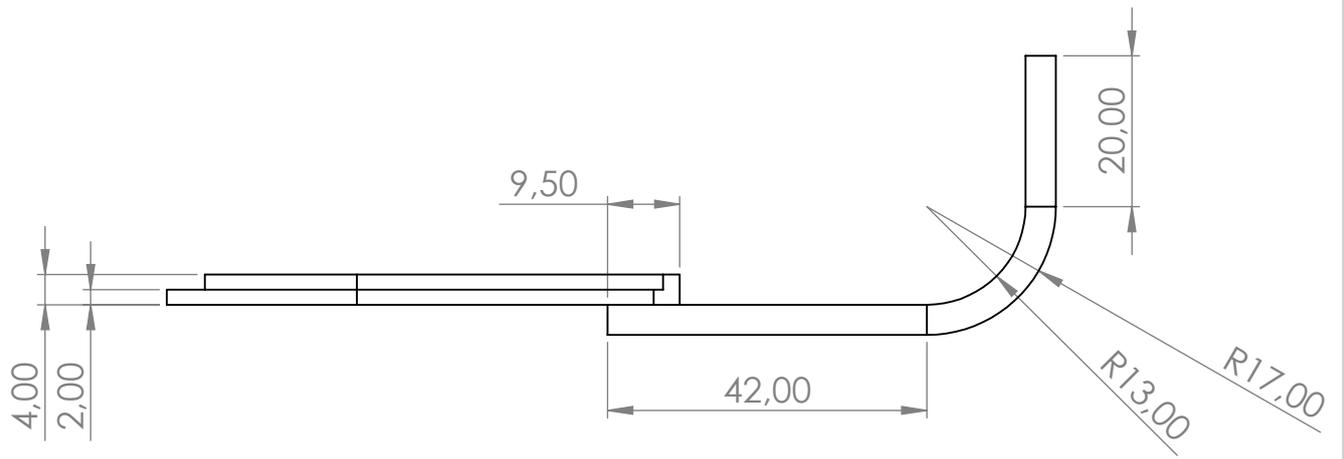
Proyección:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

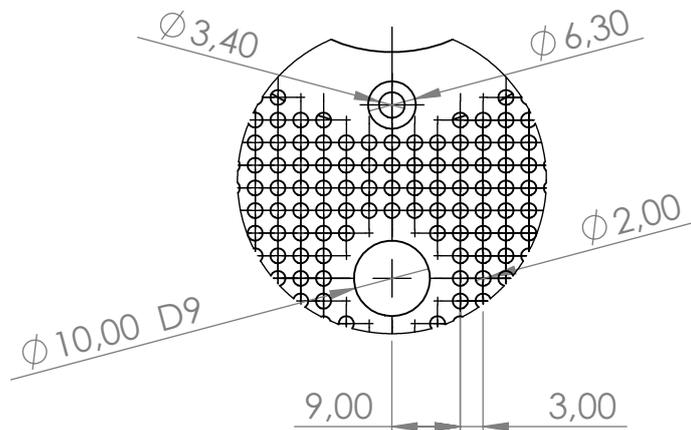
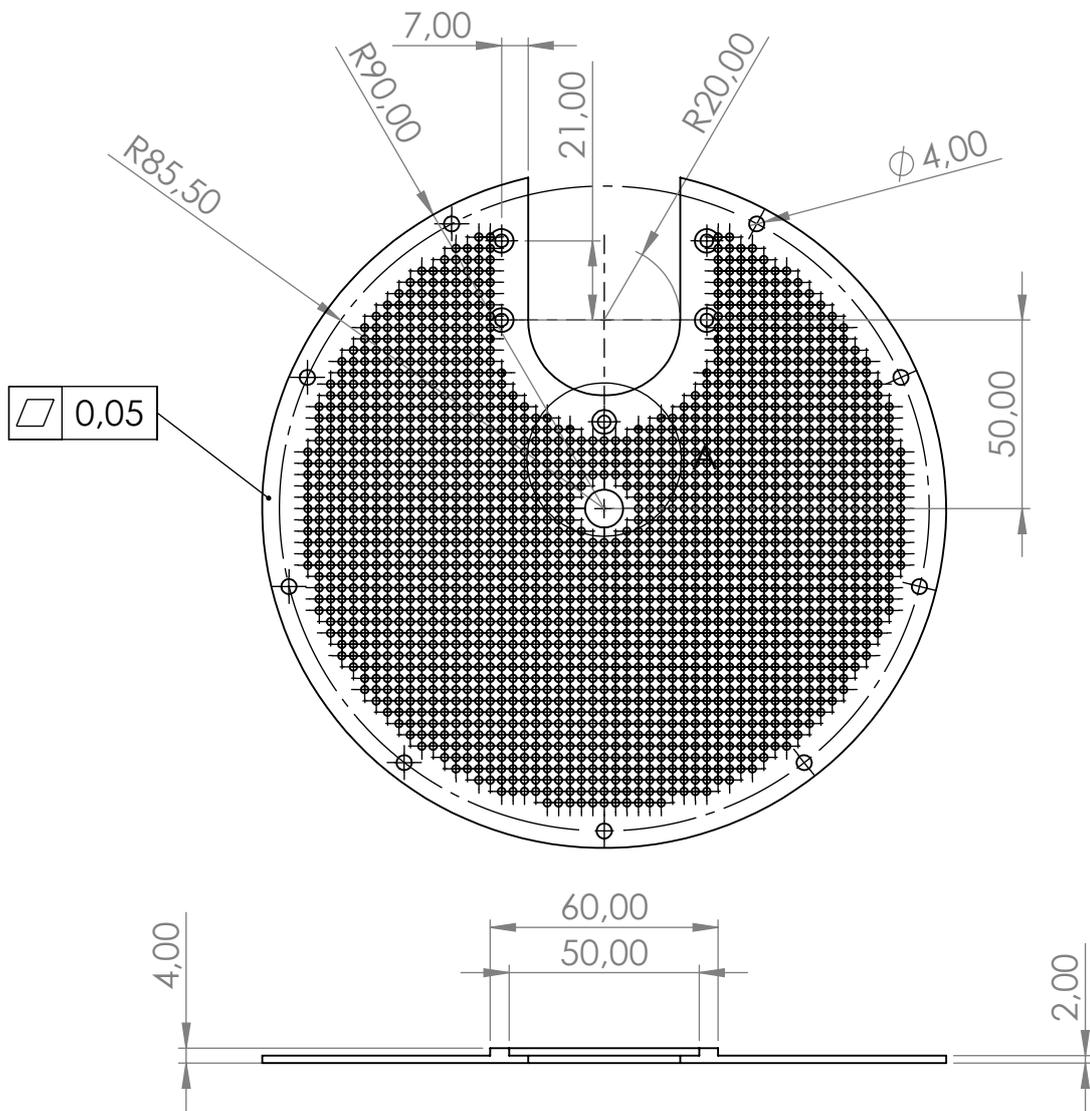
Masa: 265,95 gr.

Material: Cobre



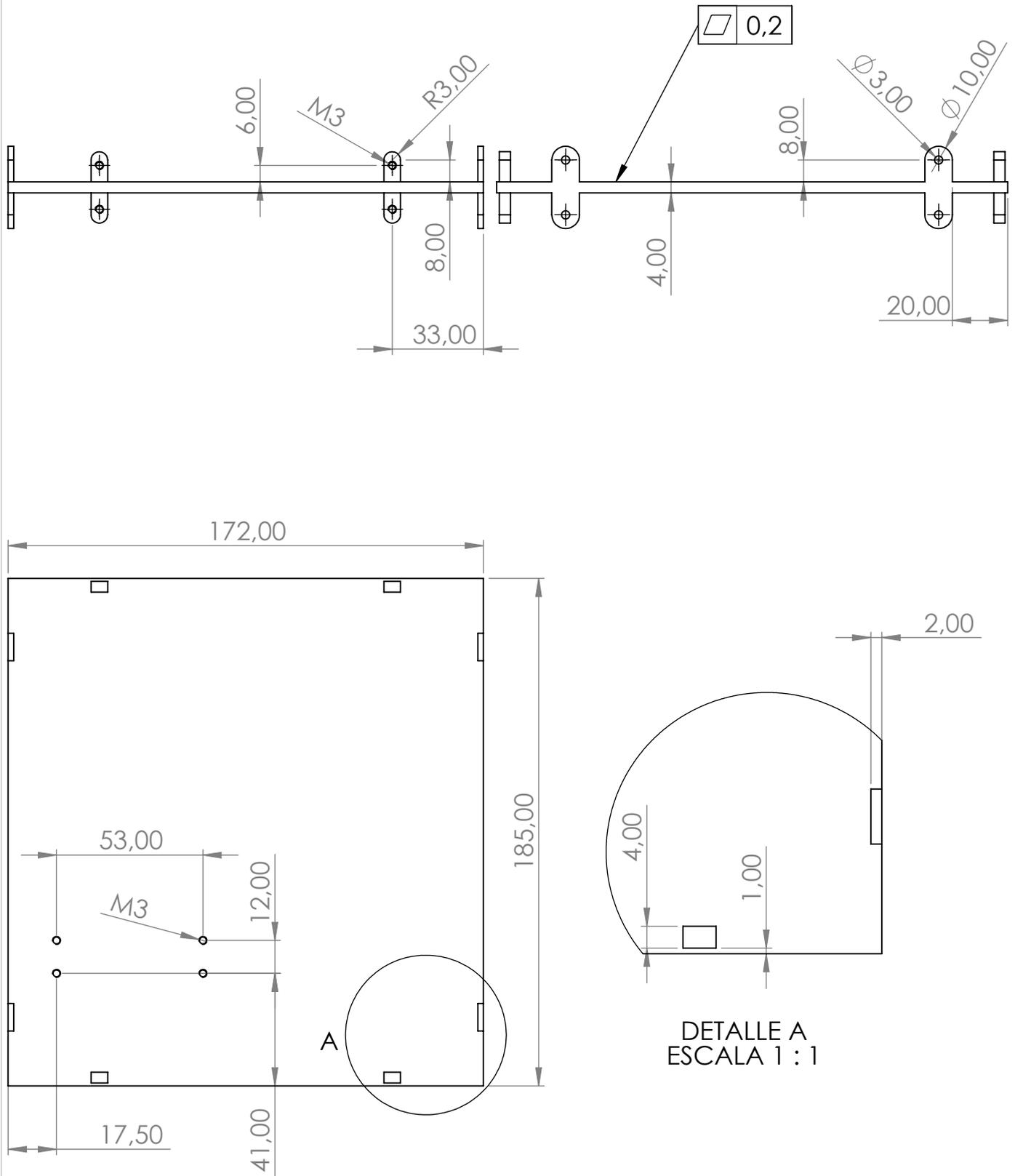
DETALLE A
ESCALA 2 : 1

MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: rejilla apertura tambor enfriado	Plano nº: 8
Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021		Cantidad: 1
Dibujado: Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 1:1	Proyección: 
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Masa: 87,68 gr.	Material: AINI 316



DETALLE A
ESCALA 1 : 1

MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: rejilla tambor enfriado	Plano n°: 9
Revisado:	Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021	Cantidad: 1
Dibujado:	Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Proyección: 
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Escala: 1:2	Material: AISI 316
		Masa: 285,53 gr.	



**MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA
USO DOMESTICO**

Pieza:
separador camara de tostado

Plano nº:
10

Revisado: **Antonio Jose Sanchez Egea**

Fecha de entrega: **30/09/2021**

Cantidad: **1**

Dibujado: **Jesús Gómez Risquez**

Formato:
DIN A4

Escala:
1:2

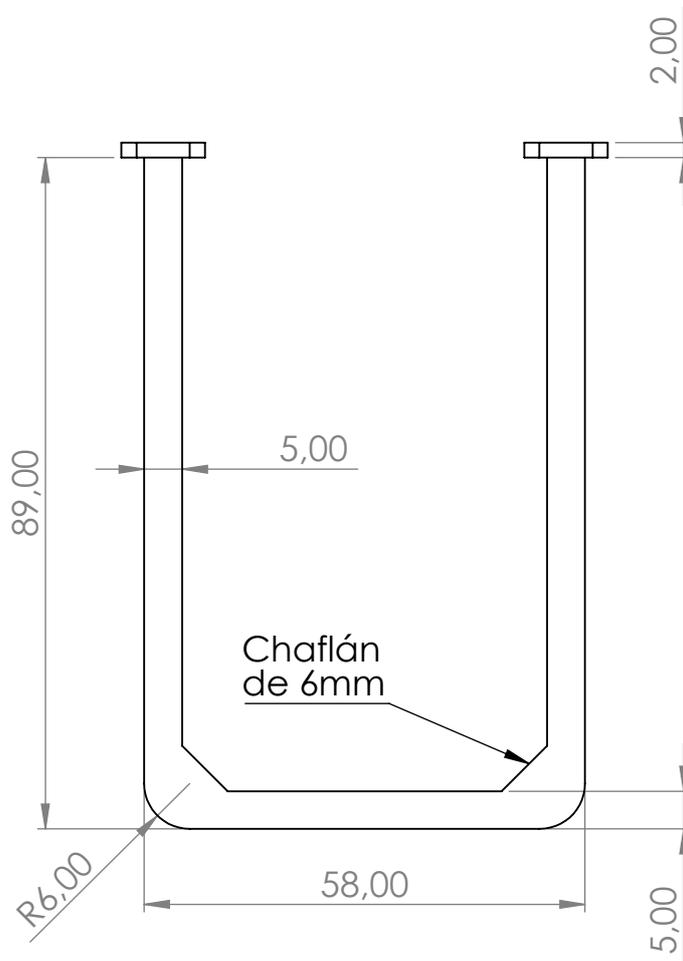
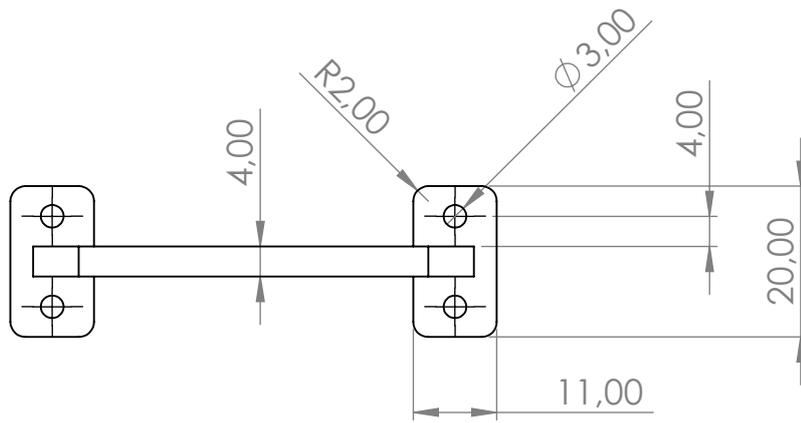
Proyección:



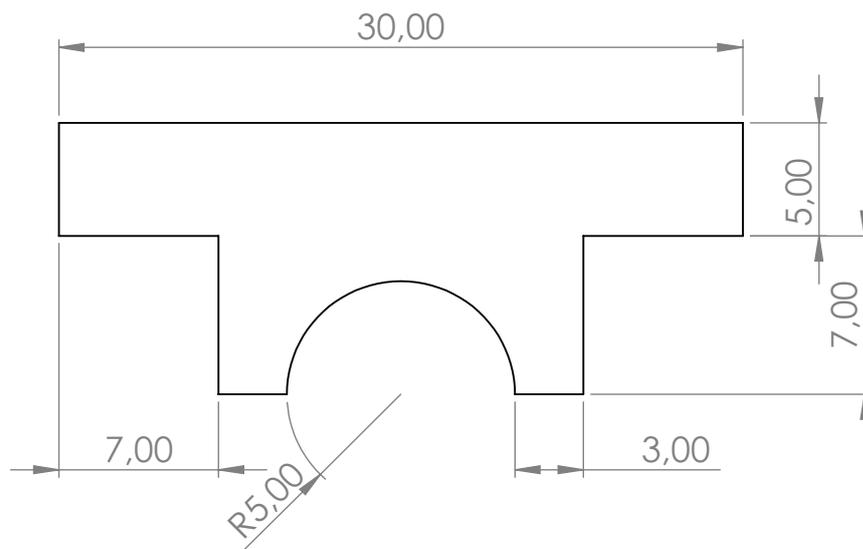
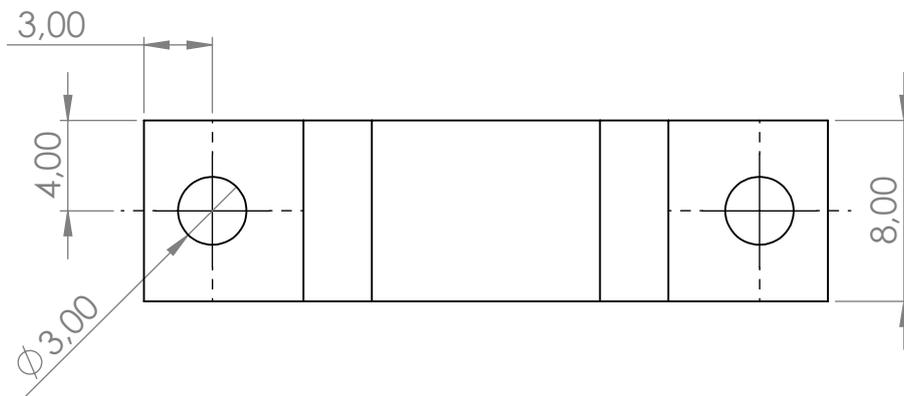
**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Masa: **1046,62 gr.**

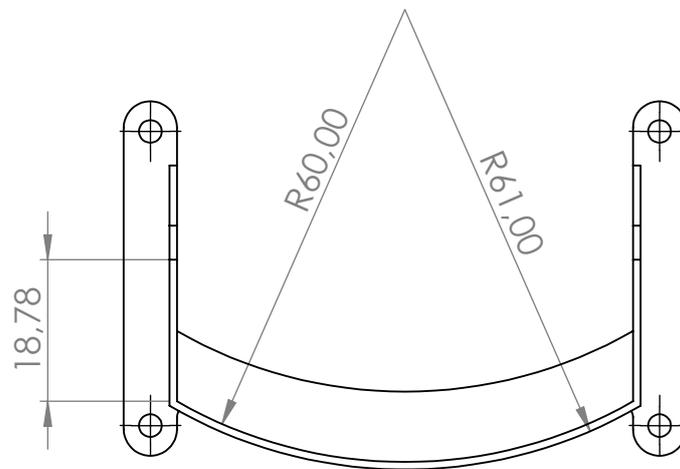
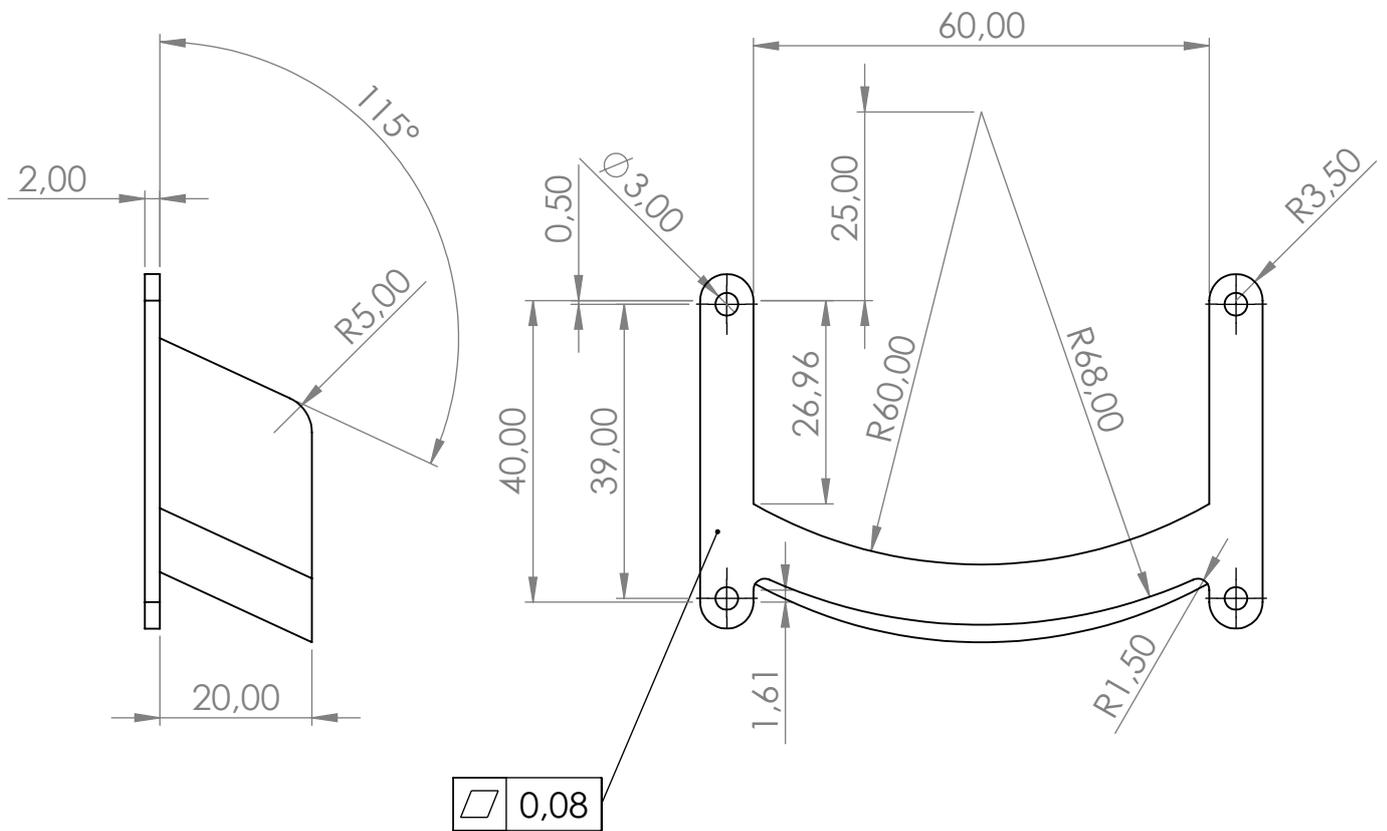
Material: **AI SI 316**



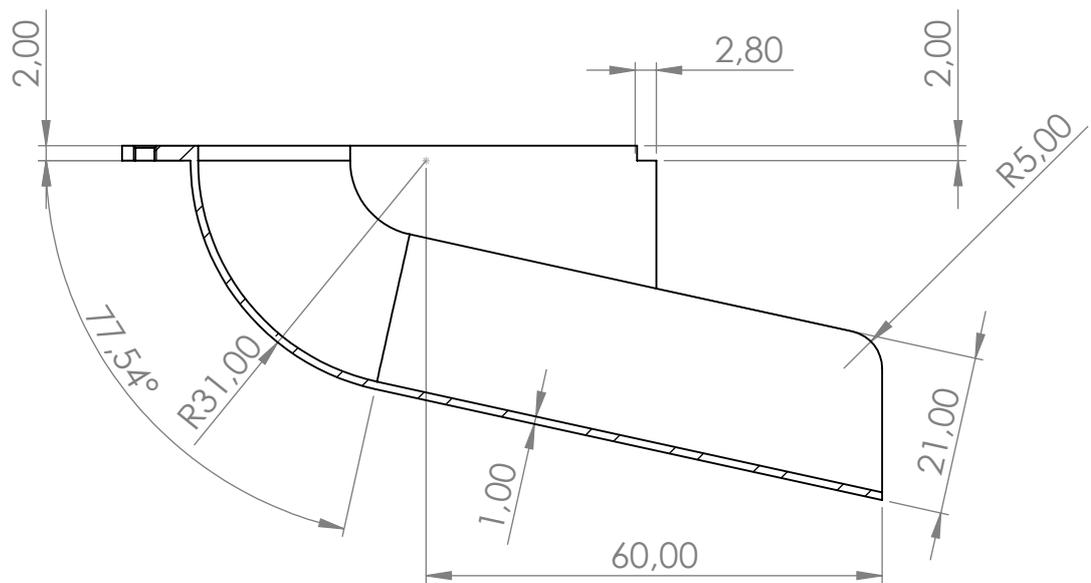
MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: soporte indicador	Plano n°: 11
Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021		Cantidad: 1
Dibujado: Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 1:1	Proyección: 
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Masa: 43,30 gr.	Material: AISI 316	



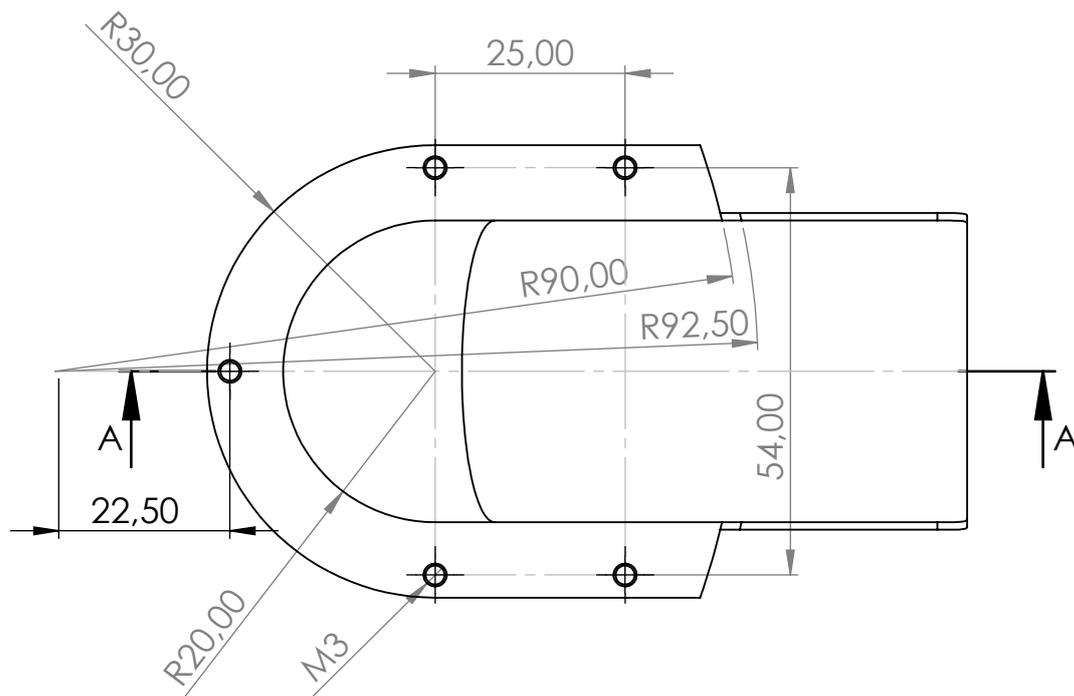
MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: sujeccion quemadores	Plano n°: 12
Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021		Cantidad: 1
Dibujado: Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 3:1	Proyección: 
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Masa: 13,69 gr.	Material: AISI 316	



MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: surtidor tambor de tostado	Plano n°: 13
Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021		Cantidad: 1
Dibujado: Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 1:2	Proyección: 
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Masa: 35,10 gr.	Material: AINI 316	



SECCIÓN A-A



MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA
USO DOMESTICO

Pieza:

surtidor tambor enfriado

Plano nº:

14

Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea

Fecha de entrega: 30/09/2021

Cantidad: 1

Dibujado: Jesús Gómez Risquez

Formato:

DIN A4

Escala:

1:1

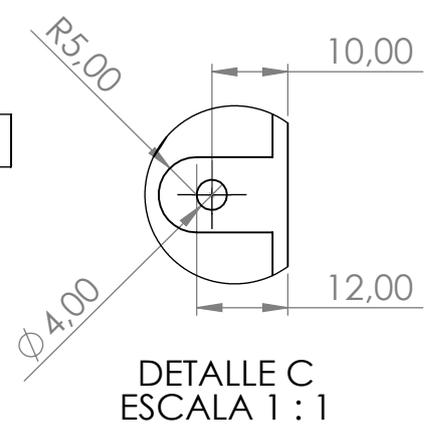
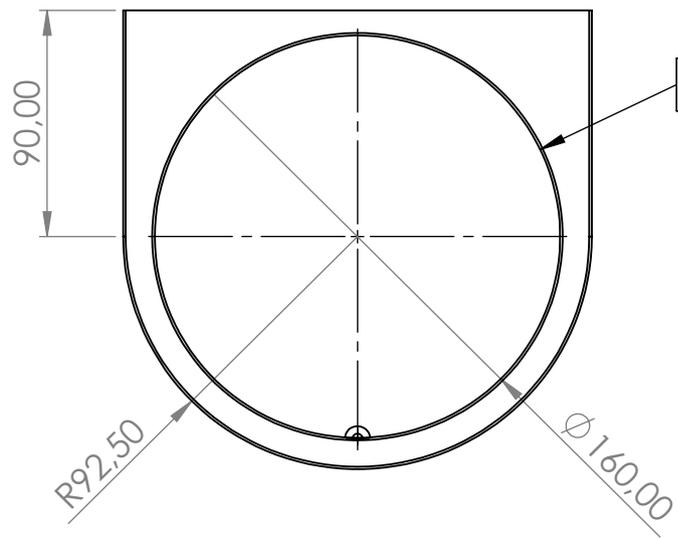
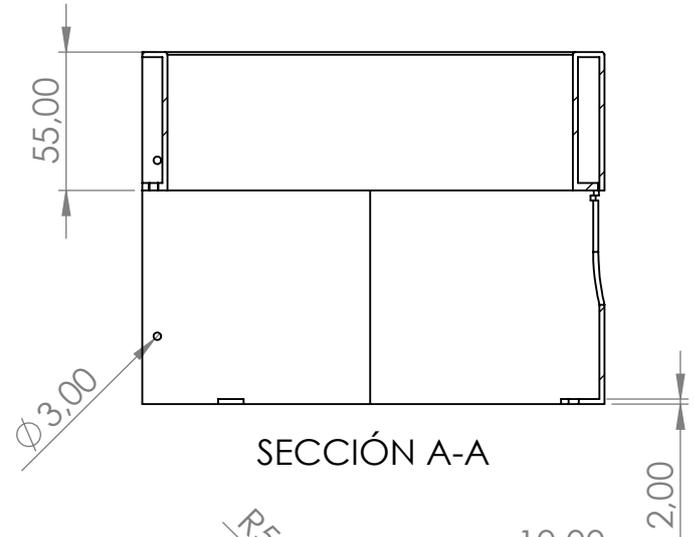
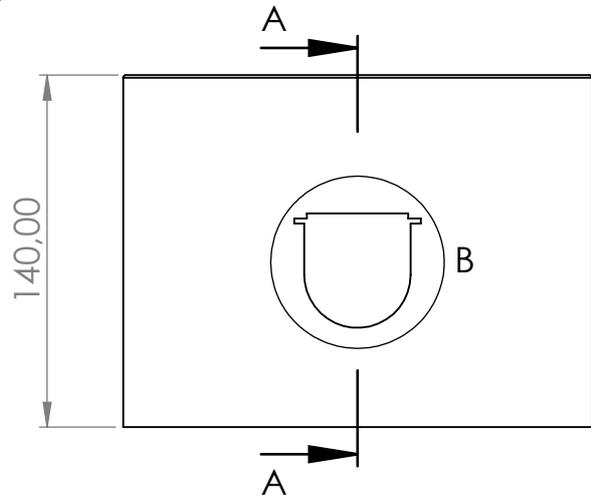
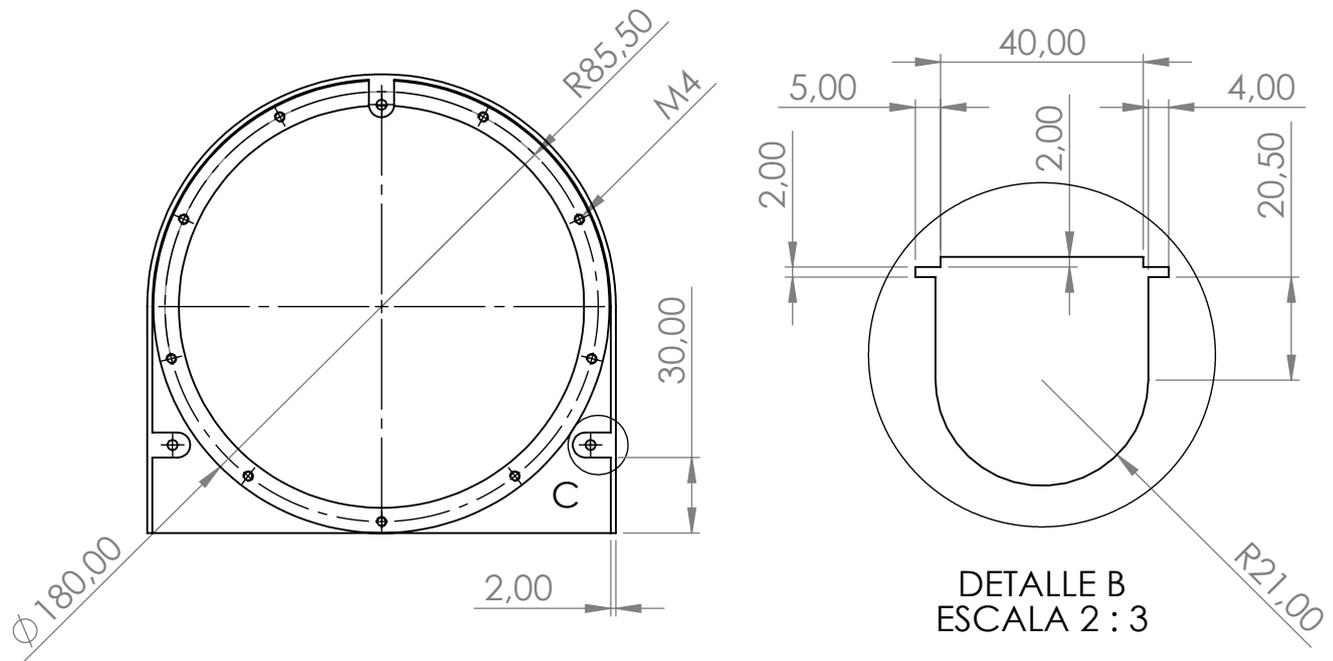
Proyección:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

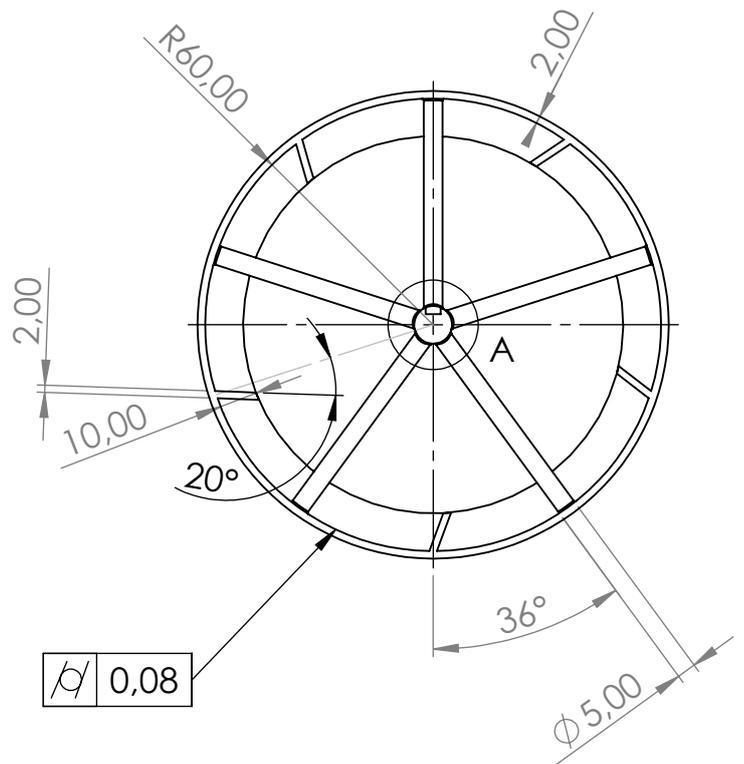
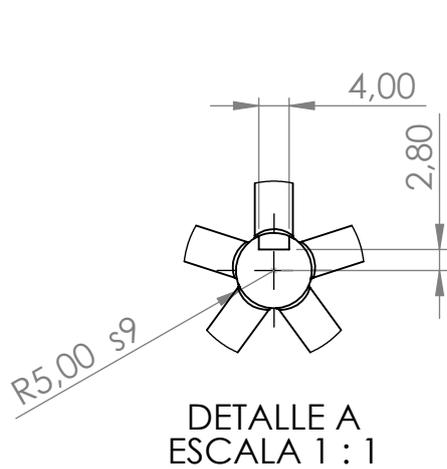
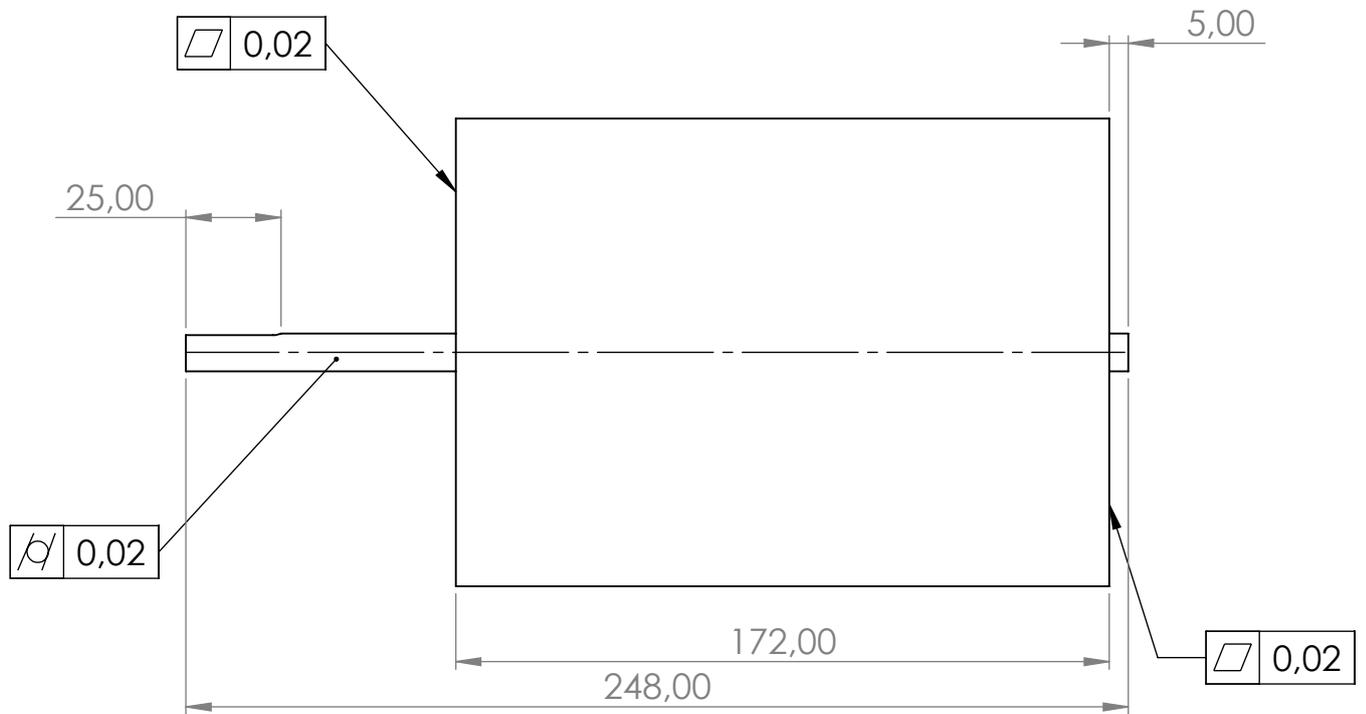
Masa: 81,94 gr.

Material: AISI 316



Redondeos no especificados de 1mm

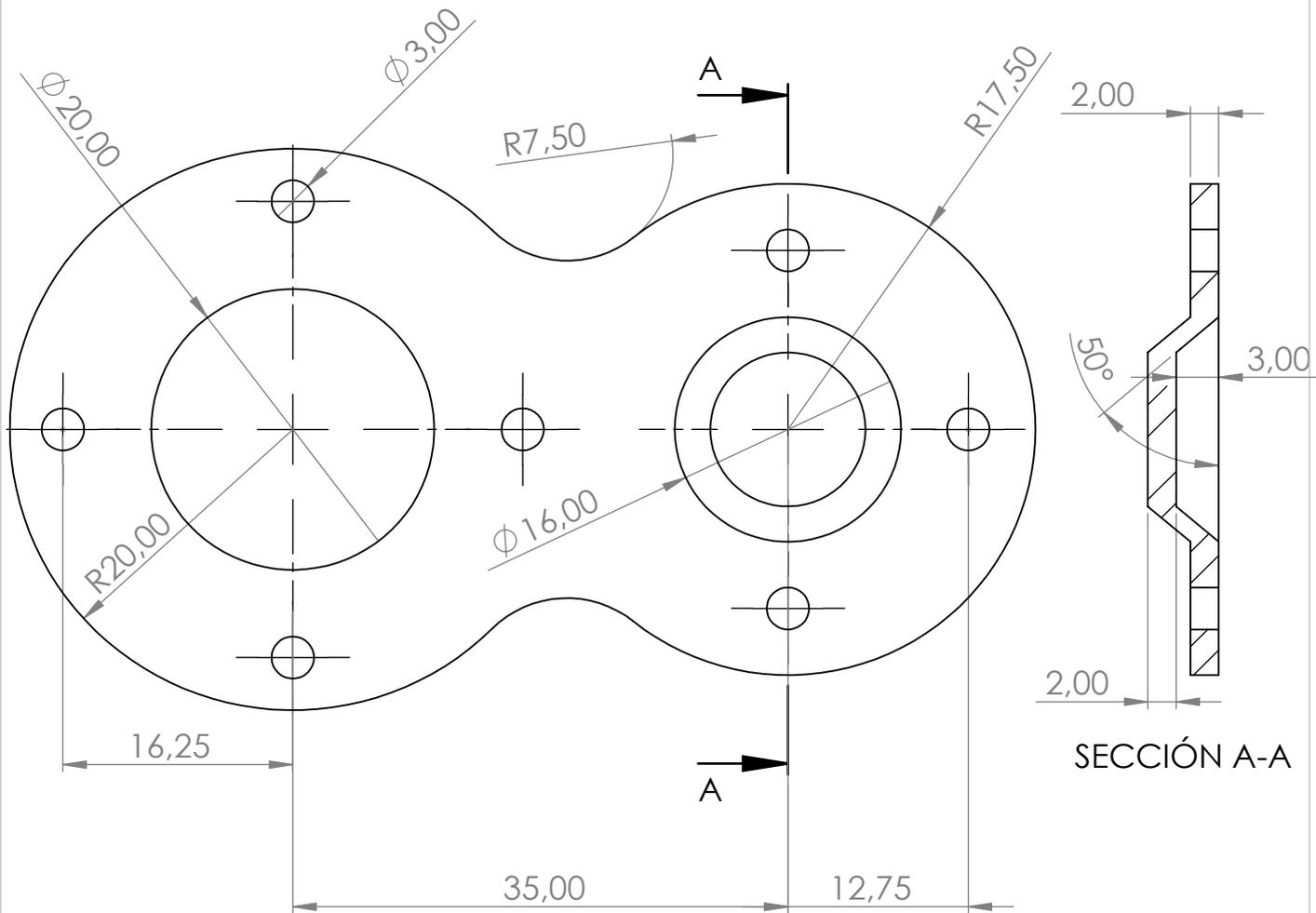
MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: tambor de enfriado	Plano n°: 15
Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021		Cantidad: 1
Dibujado: Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 1:3	Proyección:
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Masa: 1701,38 gr.	Material: AISI 316	



Hélice de 859 mm
de paso y 0,2 rev.

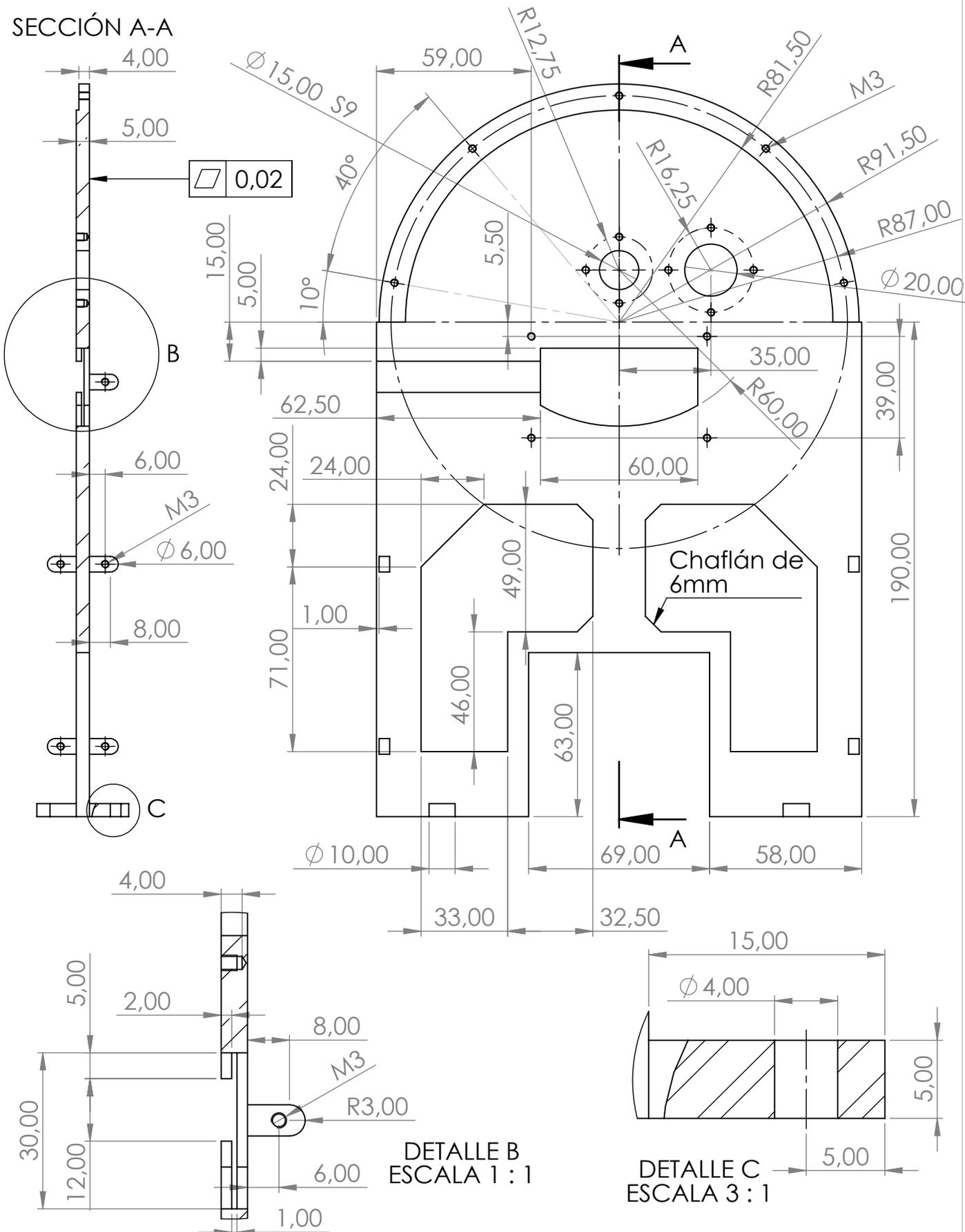
Redondeos no
especificados de 0,5mm

MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: tambor de tostado	Plano nº: 16
Revisado:	Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021	Cantidad: 1
Dibujado:	Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Masa: 1435,06 gr.	Proyección:  Material: AINI 316



MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: tapa eje	Plano nº: 17
Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021		Cantidad: 1
Dibujado: Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 2:1	Proyección: 
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Masa: 29,86 gr.		Material: AISI 316

SECCIÓN A-A



MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA
USO DOMESTICO

Pieza:
tapa frontal

Plano nº:
18

Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea

Fecha de entrega: 30/09/2021

Cantidad: 1

Dibujado: Jesús Gómez Risquez

Formato:
DIN A4

Escala:
1:2

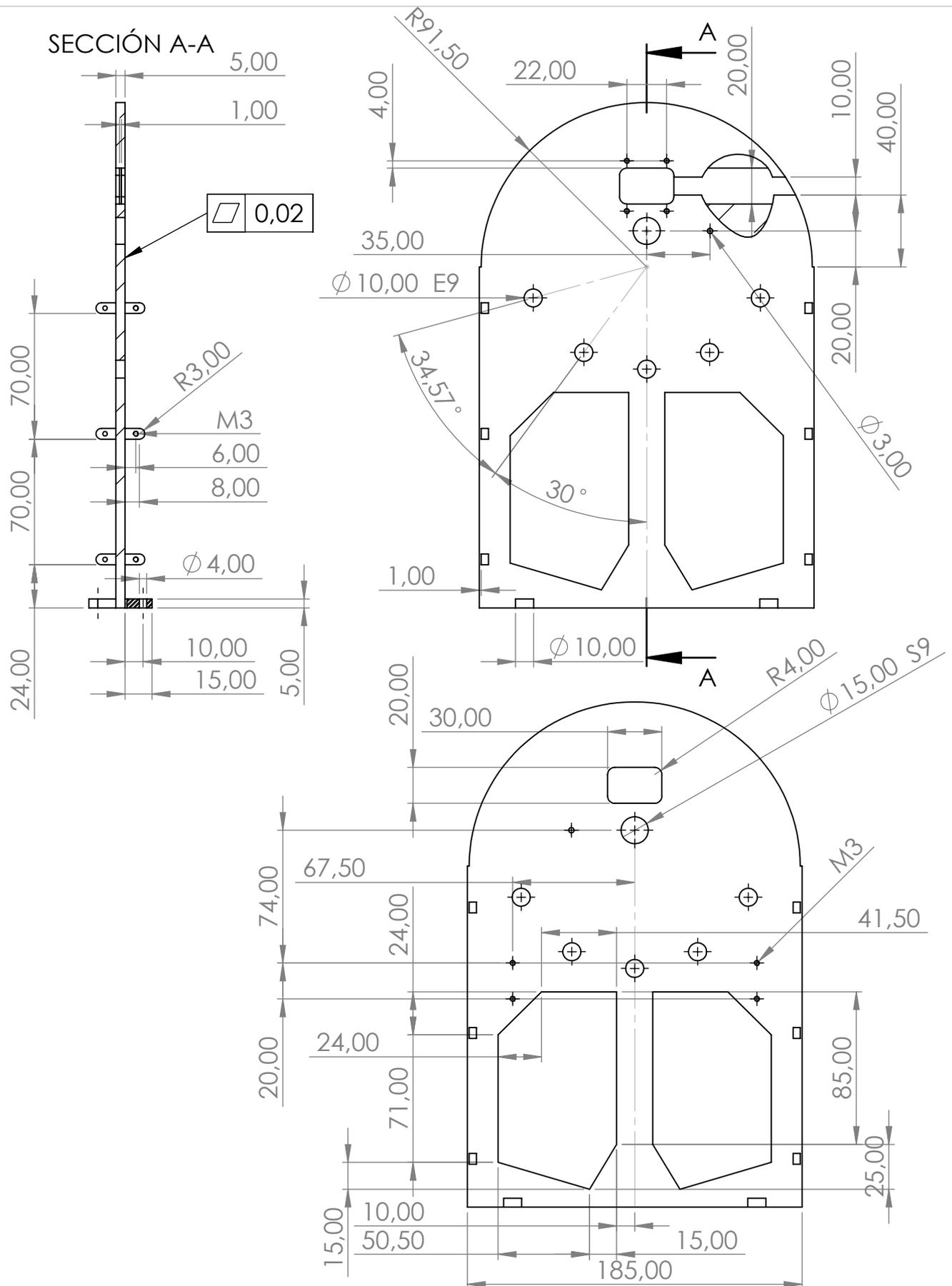
Proyección:



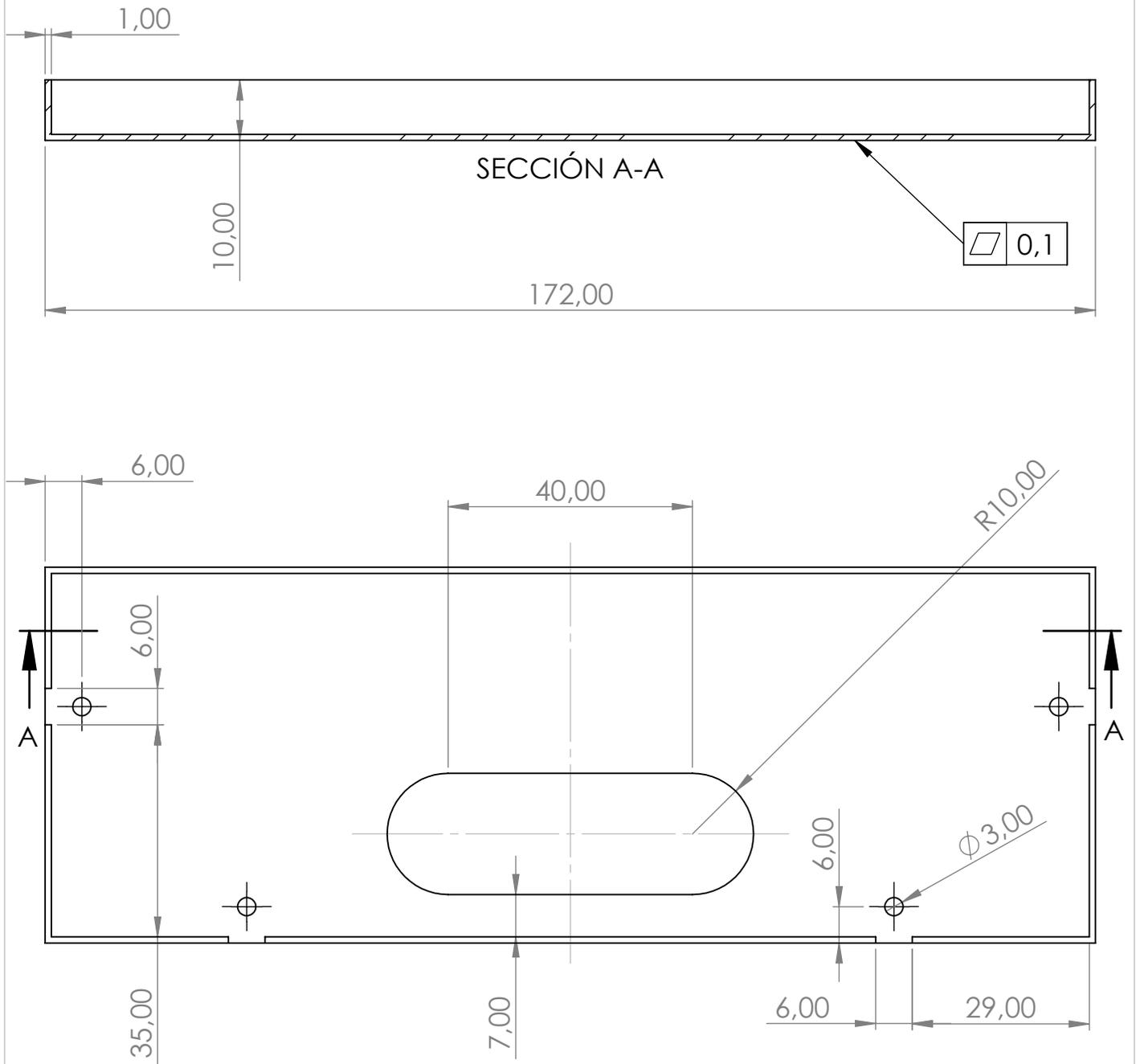
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Masa: 1304,60 gr.

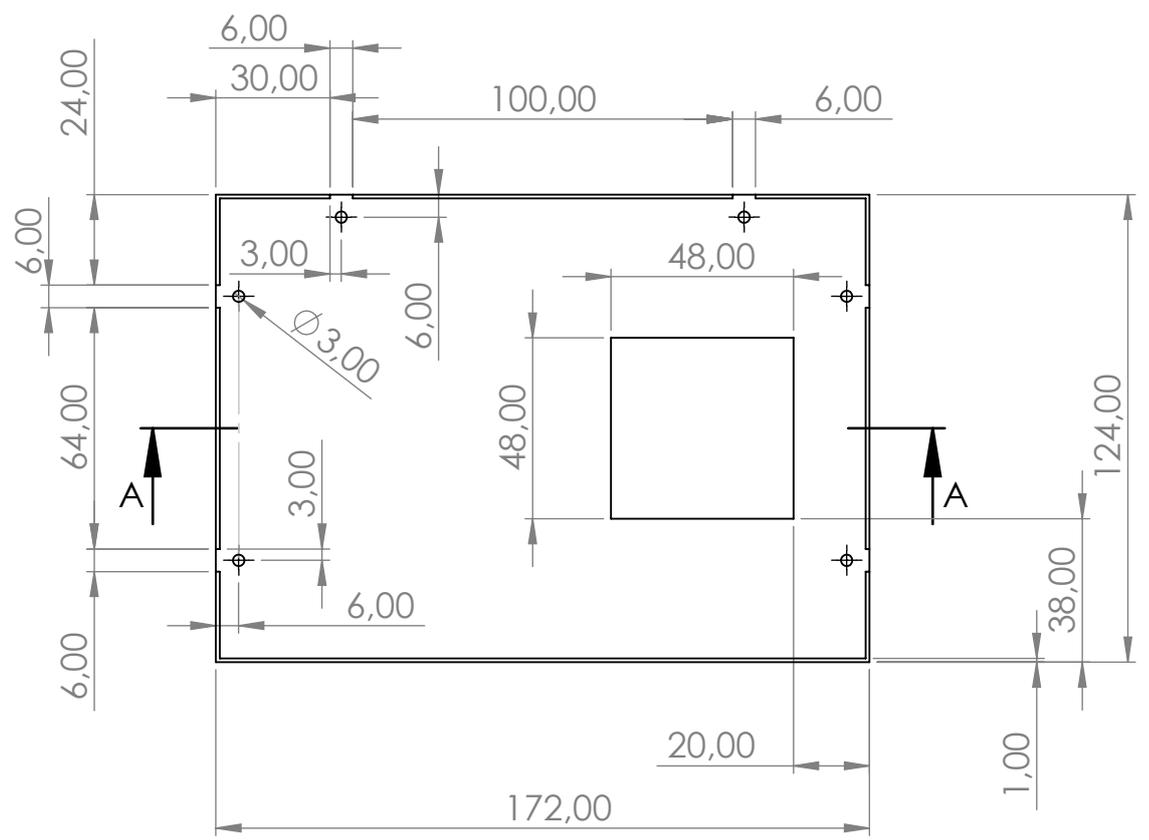
Material: AISI 316



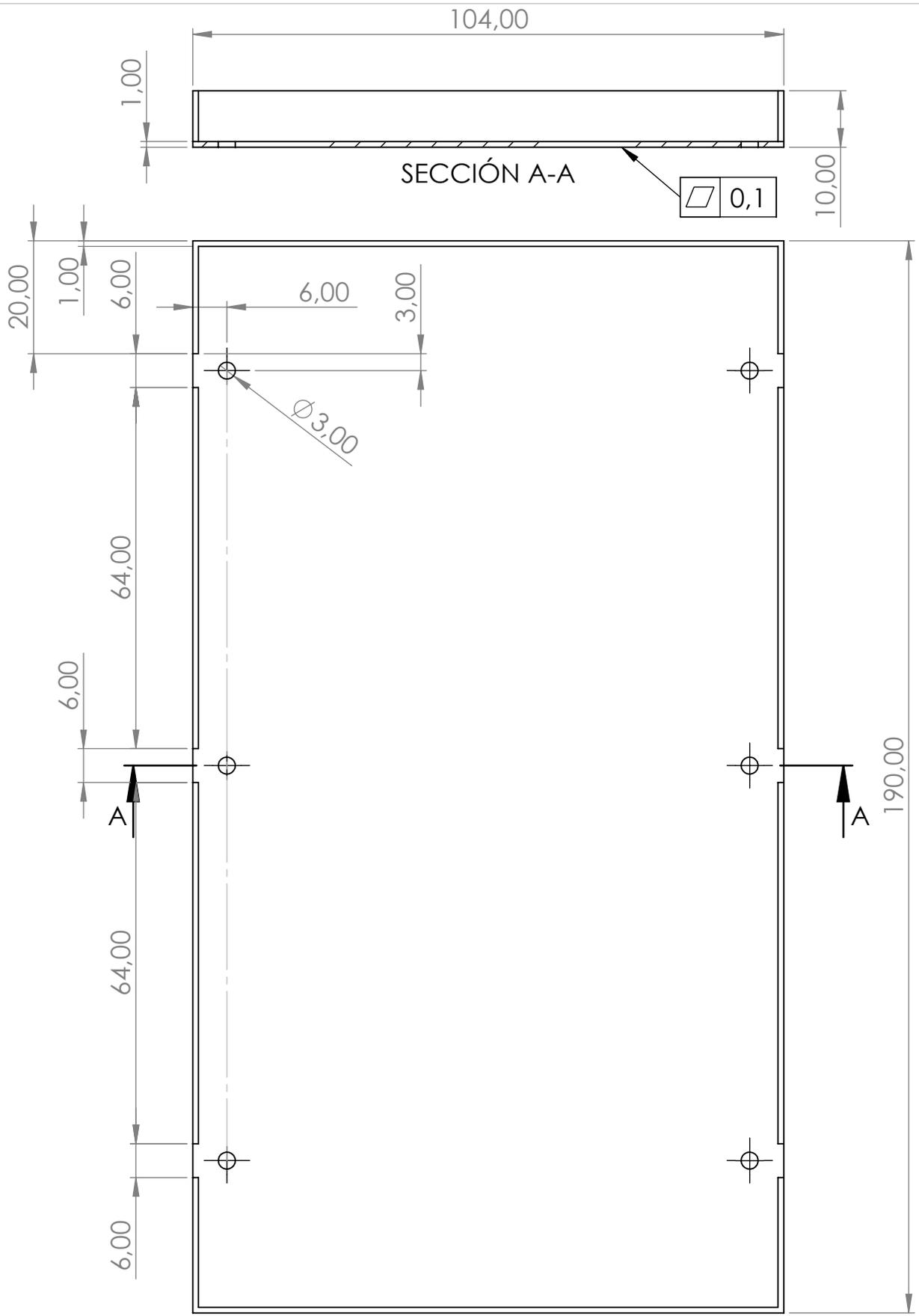
MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: tapa intermedia	Plano nº: 19
Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021		Cantidad: 1
Dibujado: Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 1:3	Proyección: 
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Masa: 1396,84 gr.	Material: AI SI 316	



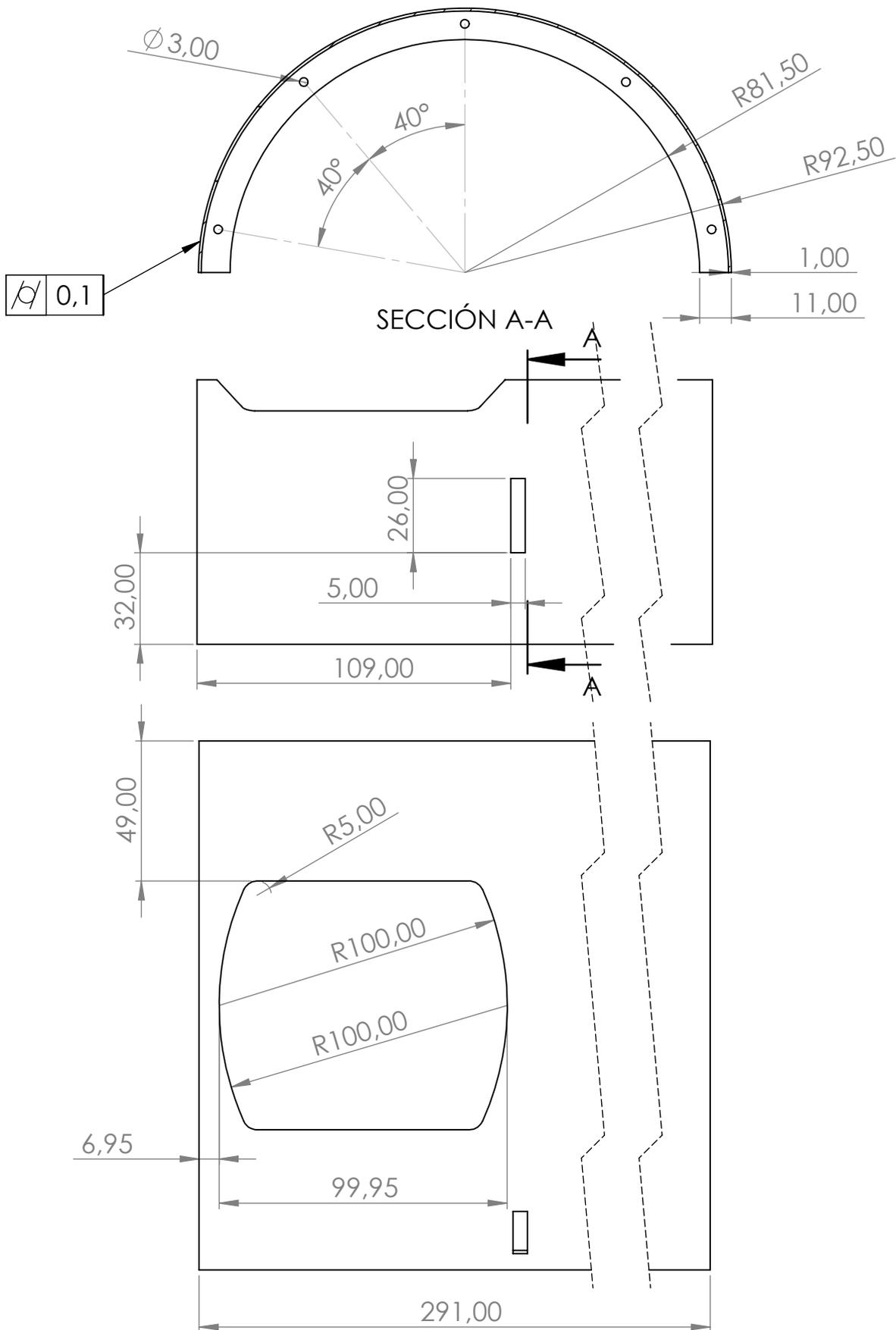
MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: tapa lateral 1	Plano n°: 20
Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021		Cantidad: 2
Dibujado: Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 1:1	Proyección: 
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Masa: 37,48 gr.	Material: Aluminio	



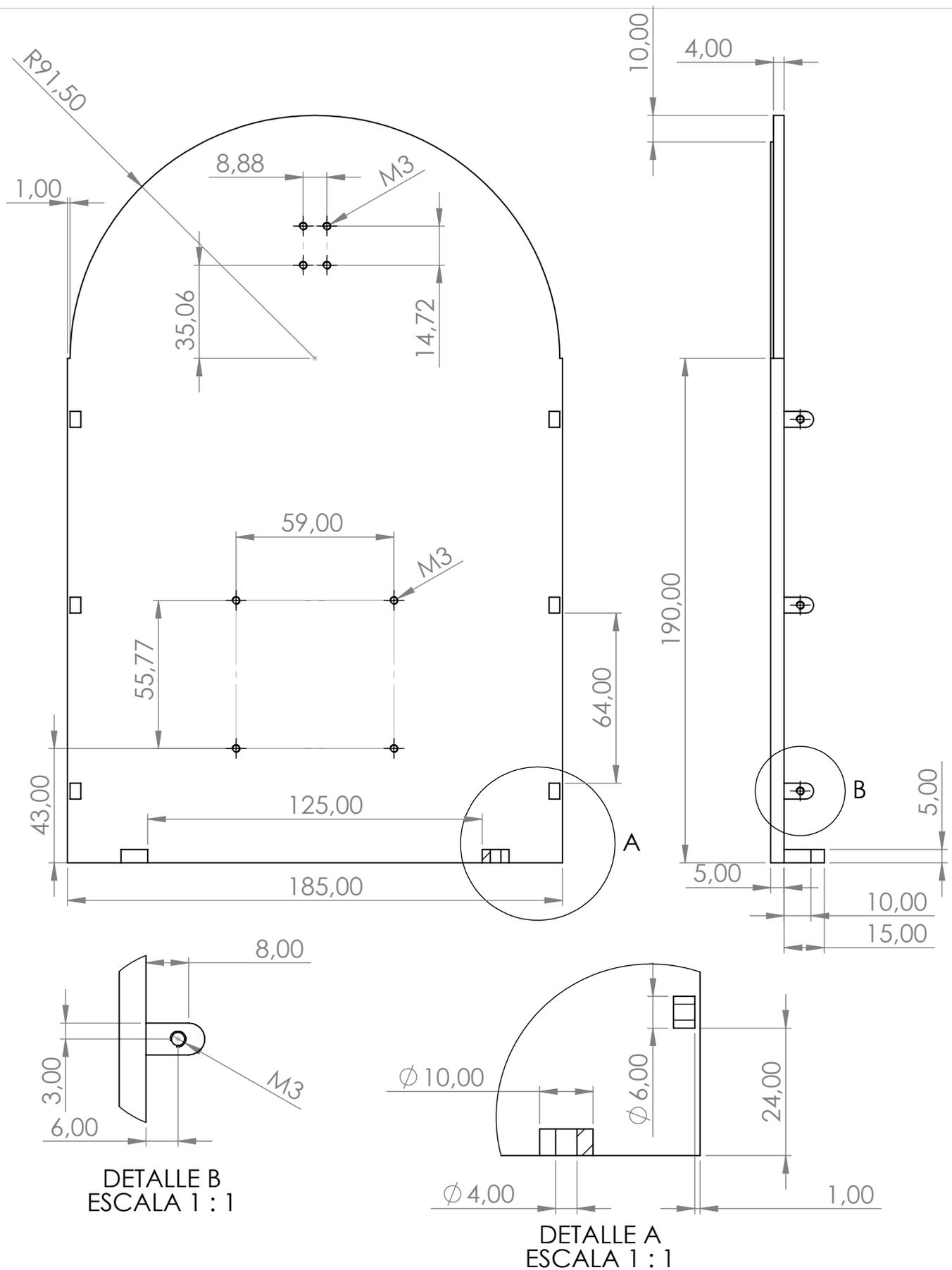
MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: tapa lateral 2.1	Plano nº: 21
Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021		Cantidad: 1
Dibujado: Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 1:2	Proyección: 
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Masa: 66,58 gr.		Material: Aluminio



MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: tapa lateral 3	Plano n°: 23
Revisado:	Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega:	30/09/2021
Dibujado:	Jesús Gómez Risquez	Formato:	DIN A4
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Escala:	1:1
		Masa:	68,53 gr.
		Material:	Aluminio



MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: tapa superior	Plano n°: 24
Revisado:	Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021	Cantidad: 1
Dibujado:	Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Masa: 224,82 gr.	Material: Aluminio



**MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA
USO DOMESTICO**

Pieza:
tapa trasera

Plano nº:
25

Revisado: **Antonio Jose Sanchez Egea**

Fecha de entrega: **30/09/2021**

Cantidad: **1**

Dibujado: **Jesús Gómez Risquez**

Formato:
DIN A4

Escala:
1:2

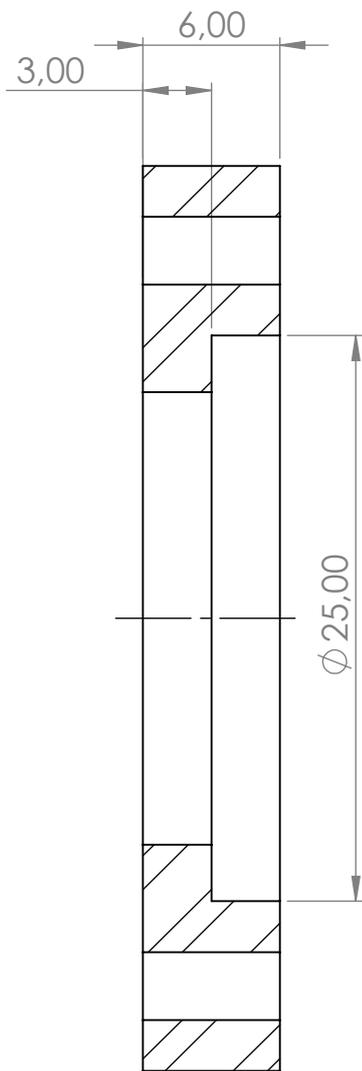
Proyección:



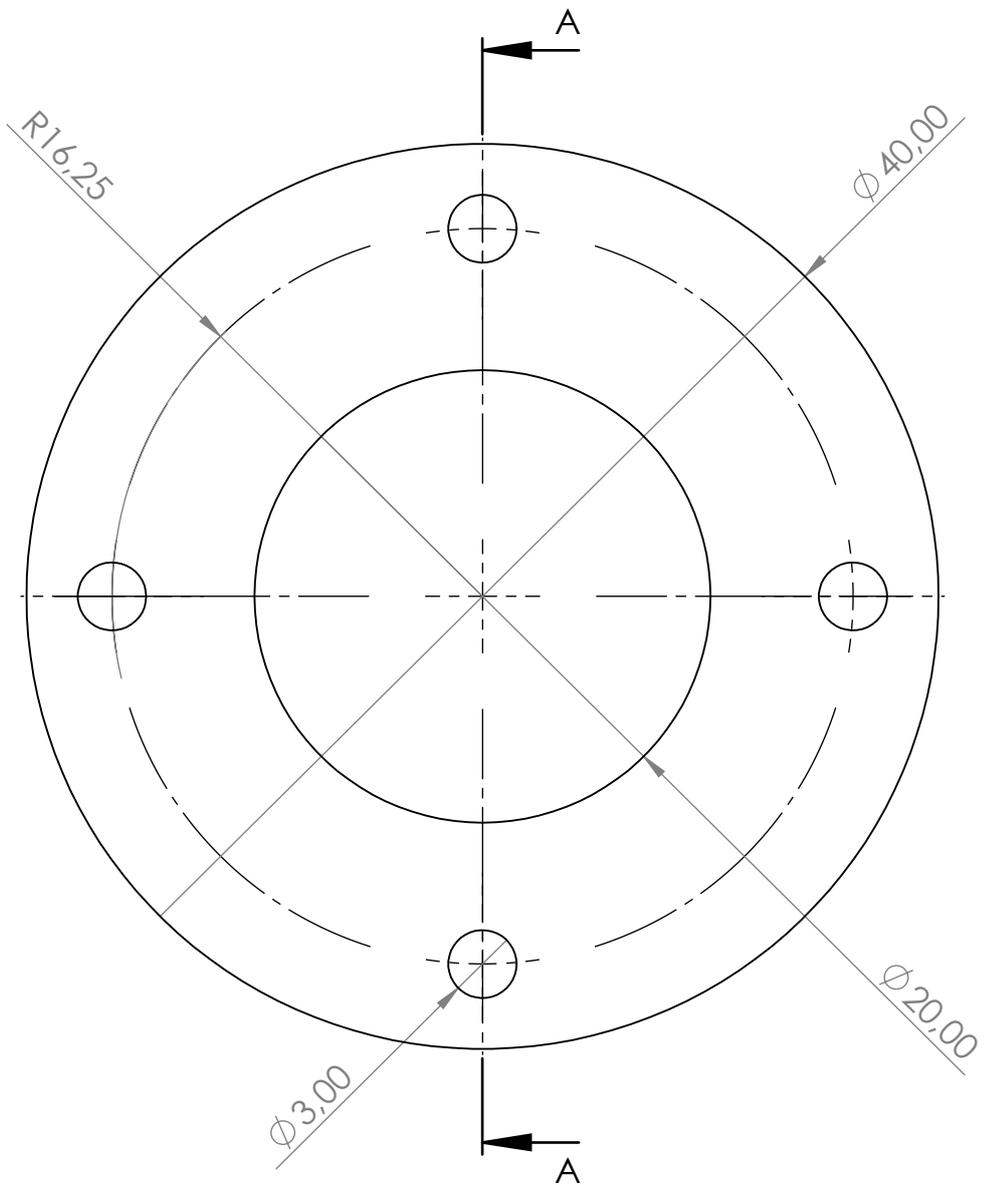
**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Masa: **1930,09**

Material: **AIISI 316**



SECCIÓN A-A



MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA
USO DOMESTICO

Pieza:

tapa visor

Plano nº:

26

Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea

Fecha de entrega: 30/09/2021

Cantidad: 1

Dibujado: Jesús Gómez Risquez

Formato:

DIN A4

Escala:

3:1

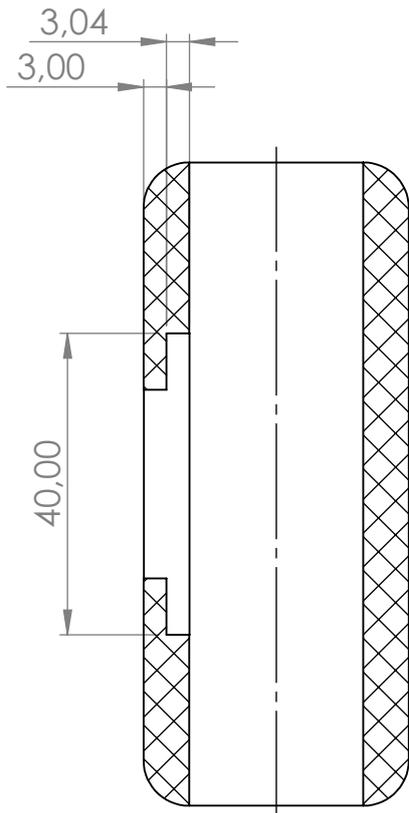
Proyección:



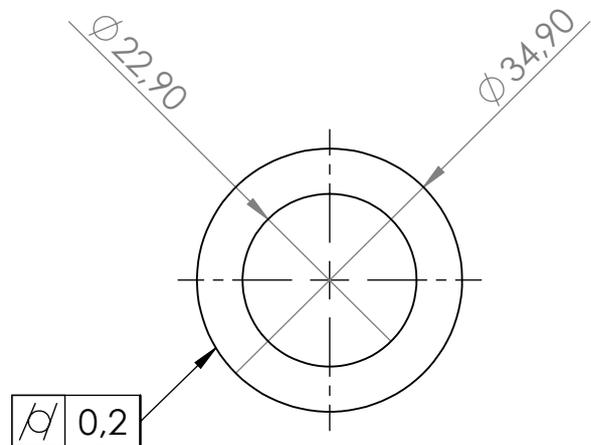
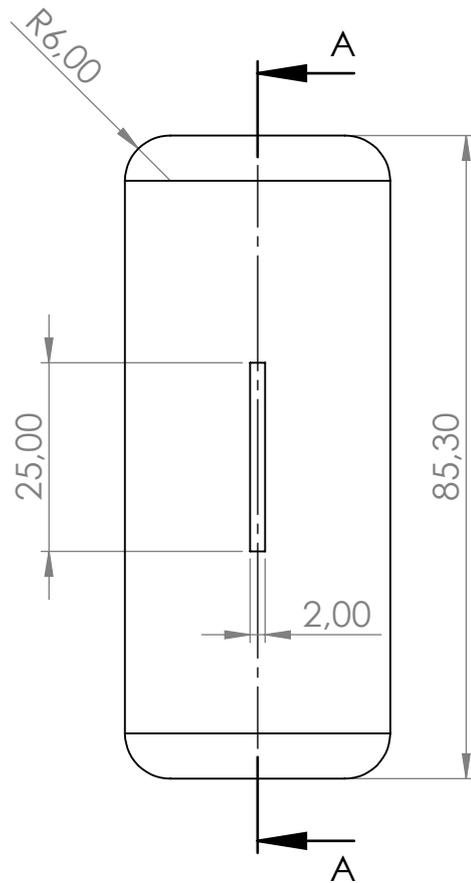
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Masa: 39,64 gr.

Material: AISI 316



SECCIÓN A-A



MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA
USO DOMESTICO

Pieza:

tirador 1

Plano n°:

27

Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea

Fecha de entrega: 30/09/2021

Cantidad: 1

Dibujado: Jesús Gómez Risquez

Formato:

DIN A4

Escala:

1:1

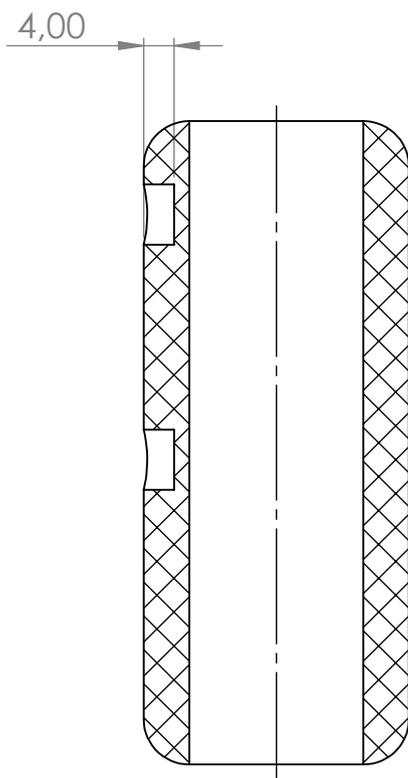
Proyección:



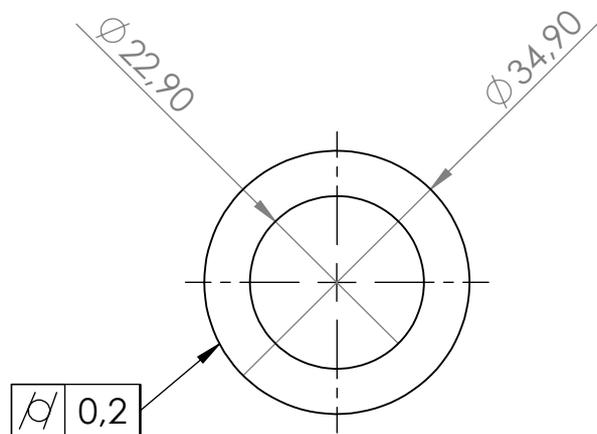
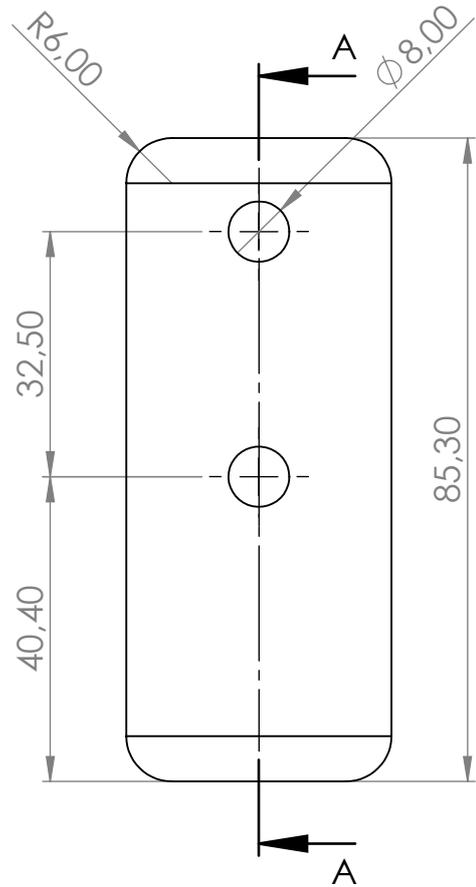
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Masa: 57,87 gr.

Material: PVC Rígido



SECCIÓN A-A



MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA
USO DOMESTICO

Pieza:

tirador 2

Plano n°:

28

Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea

Fecha de entrega: 30/09/2021

Cantidad: 1

Dibujado: Jesús Gómez Risquez

Formato:

DIN A4

Escala:

1:1

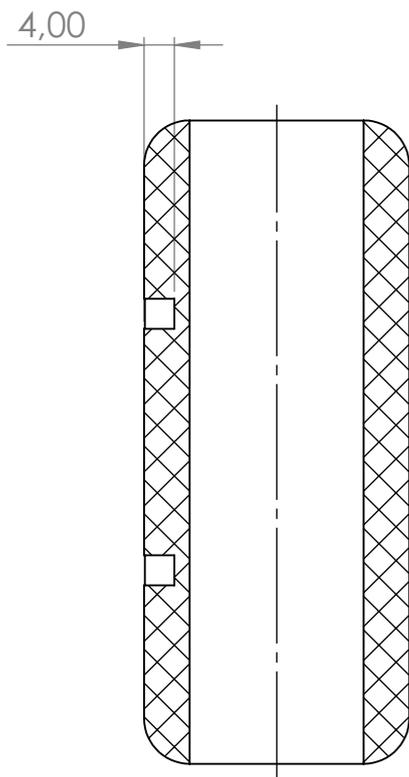
Proyección:



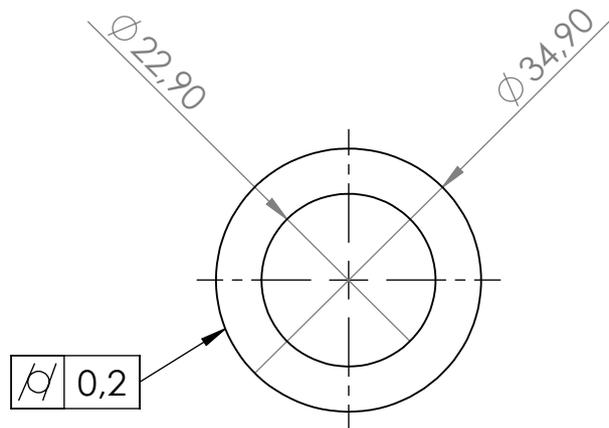
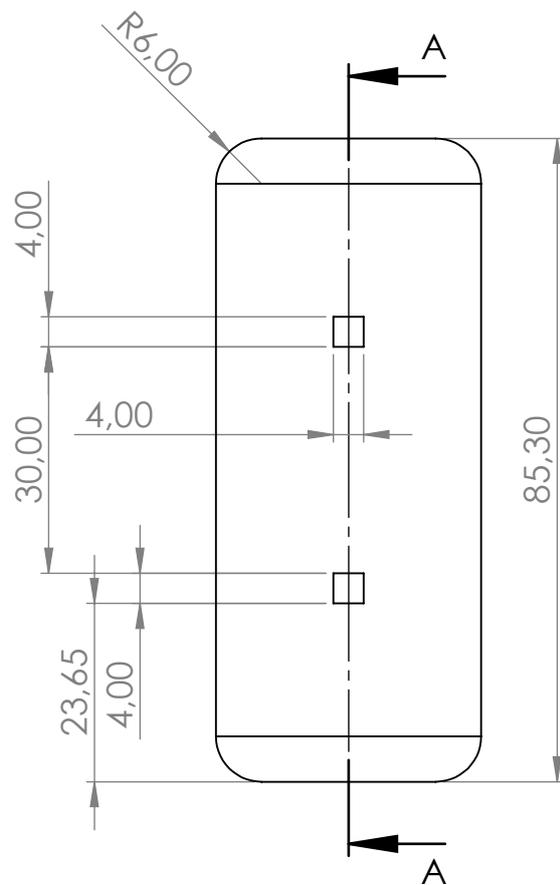
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Masa: 57,87 gr.

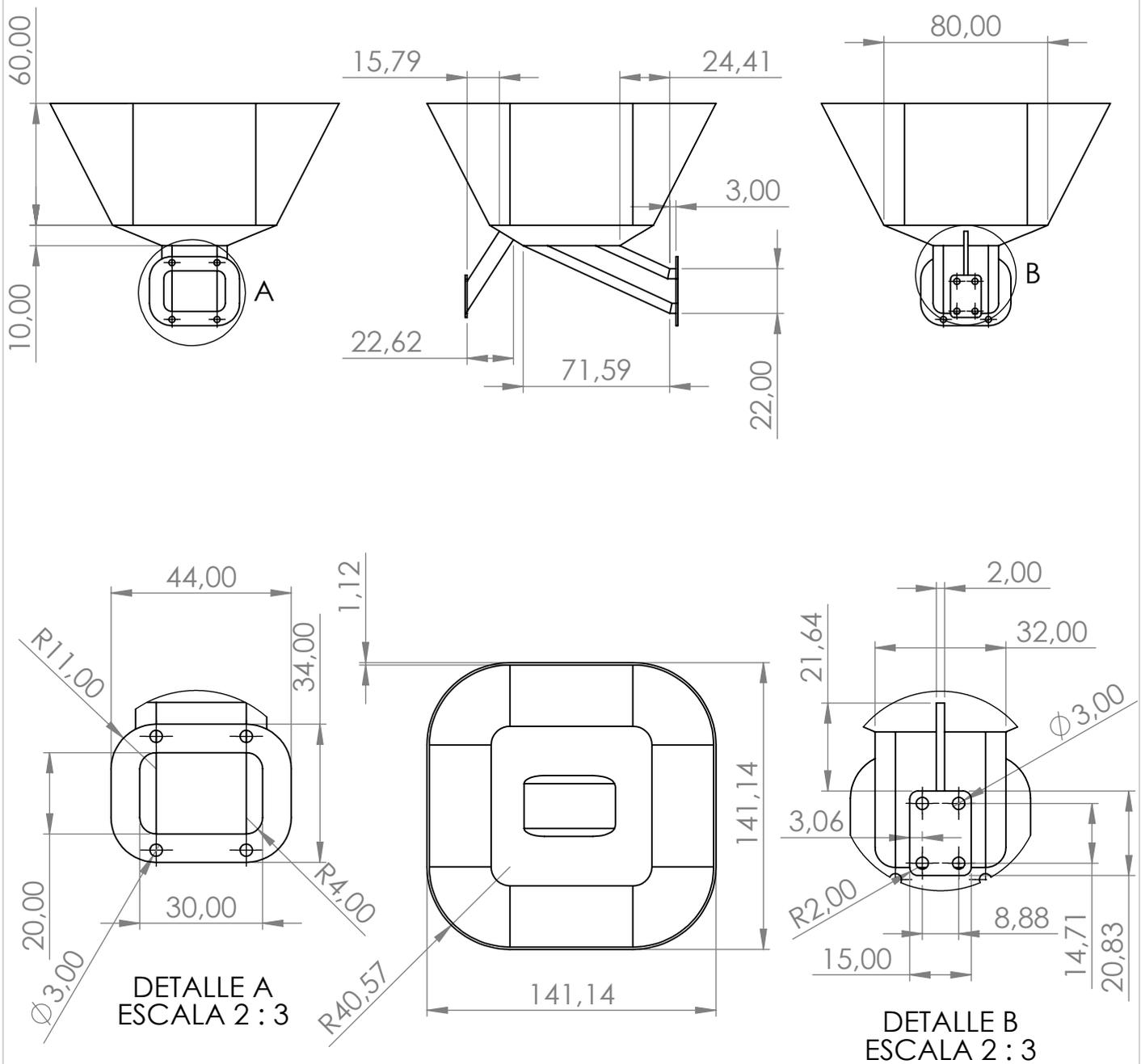
Material: PVC Rígido



SECCIÓN A-A

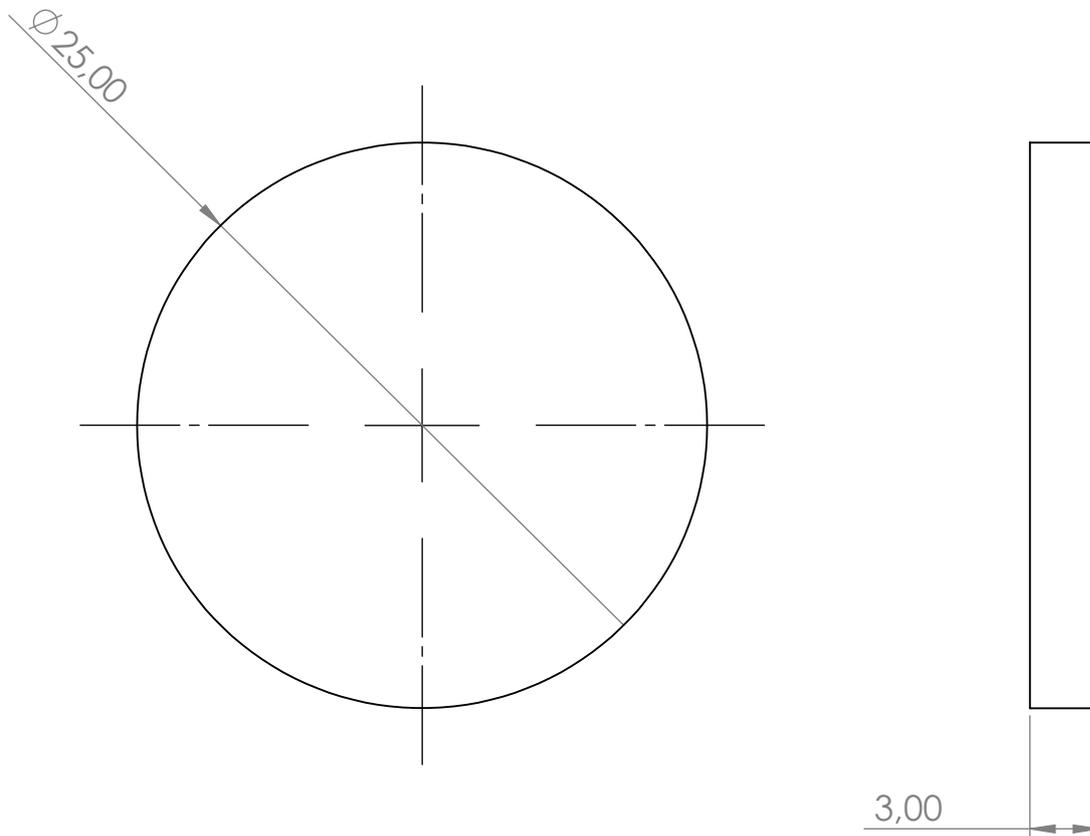


MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: tirador 3	Plano n°: 29
Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021		Cantidad: 1
Dibujado: Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 1:1	Proyección:
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Masa: 58,21 gr.	Material: PVC Rígid	

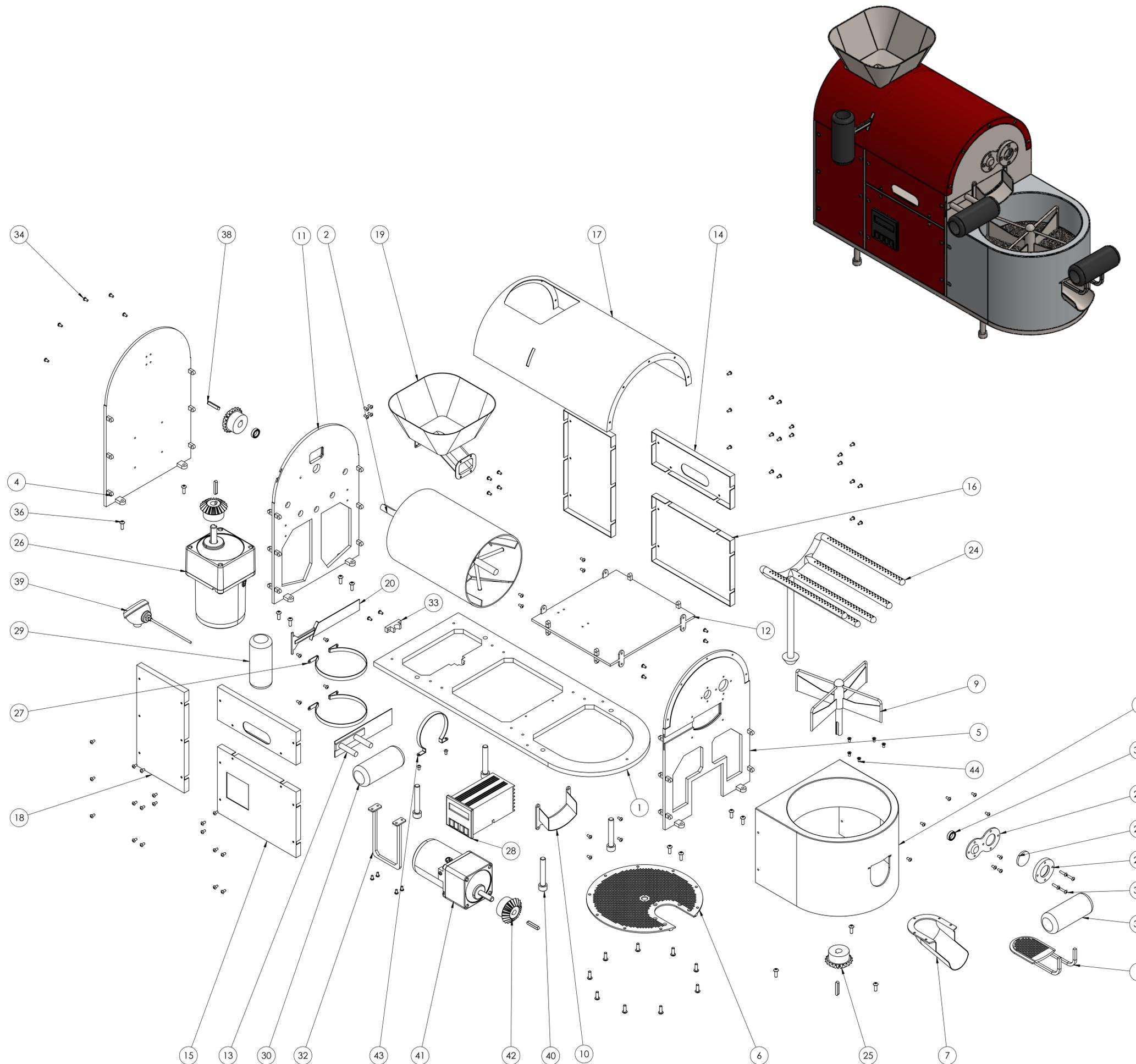


Redondeos no especificados de 5mm

MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: tolva	Plano nº: 30
Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021		Cantidad: 1
Dibujado: Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 1:3	Proyección: 
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Masa: 310,00 gr.	Material: AISI 316	



MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: vidrio visor	Plano nº: 31
Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021		Cantidad: 1
Dibujado: Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A4	Escala: 3:1	Proyección: 
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Masa: 3,62 gr.		Material: Vidrio



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	base		1
2	tambor de tostado		1
3	tambor de enfriado		1
4	tapa trasera		1
5	tapa frontal		1
6	rejilla tambor enfriado		1
7	surtidor tambor enfriado		1
8	rejilla apertura tambor enfriado		1
9	palas tambor enfriado		1
10	surtidor tambor de tostado		1
11	tapa intermedia		1
12	separador camara de tostado		1
13	apertura tambor de tostado		1
14	tapa lateral 1		2
15	tapa lateral 2.1		1
16	tapa lateral 2		1
17	tapa superior		1
18	tapa lateral 3		2
19	tolva		1
20	apertura tolva		1
21	tapa eje		1
22	vidrio visor		1
23	tapa visor		1
24	quemadores		1
25	ISO - Straight bevel pinion 2M20PT 20GT 20PA 12FW --- 20C32H35,78MD10.0S 1		3
26	Transmotec-Cad-Al-AIR025C-S80A		1
27	abrazadera 1		2
28	indicador temperatura		1
29	tirador 1		1
30	tirador 2		1
31	tirador 3		1
32	soporte indicador		1
33	sujeccion quemadores		1
34	ISO 7380 - M3 x 6 - 6N		81
35	ISO 7380 - M3 x 12 - 12N		4
36	ISO 7380 - M4 x 12 - 12N		22
37	SKF_W 61700 X-2RS1		2
38	Parallel key A4 x 4 x 25 DIN 6885		4
39	sonda temperatura		1
40	ISO 4762 M8 x 50 - 50N		4
41	Transmotec-Cad-Al-AIR006C-S60A		1
42	ISO - Straight bevel pinion 2M20PT 20GT 20PA 12FW --- 20C32H35,78MD8.0S1		1
43	abrazadera 2		1
44	ISO 7046-1 - M3 x 6 - Z - 6N		5

MAQUINA DE TOSTAR CAFE PARA USO DOMESTICO		Pieza: Ensamblaje	Piano n.º: 32
Revisado: Antonio Jose Sanchez Egea	Fecha de entrega: 30/09/2021	Cantidad: 1	
Dibujado: Jesús Gómez Risquez	Formato: DIN A1	Escala: 1:3	Projección:
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Masa: 17899,35 gr.	Material: Varios