



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Facultad Regional Santa Fe

PROYECTO FINAL

DESOPERCULADORA Y EXTRUSORA DE OPÉRCULOS

Docentes:

Profesor: Ing. Esp. Monti, Rubén Enzo Aníbal

JTP: Ing. Benzi, Sebastián

Auxiliar: Ing. Brunas Cristian

Director: Nessier, Fabián Claudio

Alumnos:

Grignafini, Leonardo

Gussalli, Lucas

AÑO 2024

Índice:

1. Introducción	5
2. Problema	7
3. Objetivos.....	7
3.1. Objetivo general:.....	7
3.2. Objetivos específicos:.....	7
4. Justificación:.....	7
5. Metodología.....	7
6. Requisitos legales y normativos:	8
7. Conceptos:	9
7.1. Apiario.....	9
7.2. Colmena	9
7.3. Alza	10
7.4. Cuadro	10
7.5. Celda.....	11
7.6. Miel.....	11
7.7. Cera.....	11
7.8. Cera estampada.....	12
7.9. Panal.....	12
7.10. Opérculo	12
7.11. Desoperculado	13
7.12. Extrusión.....	13
8. Desoperculadora.....	14
8.1. Antecedentes	14
8.2. Problemas detectados en las máquinas desoperculadoras existentes	17
8.3. Croquis.....	18
8.4. Elementos principales	20
8.4.1. Cuchillas.....	20
8.4.2. Barrido/corte adicional/peines	21
8.4.3. Material.....	23
8.4.4. Disposición.....	24
8.4.5. Calentamiento de las cuchillas.....	25
8.4.6. Sistema de carga de los cuadros.....	26
8.4.7. Sistema de descarga de los cuadros.....	26
8.5. Criterios de selección	27
8.6. Diseño propuesto para la desoperculadora.....	29
8.6.1. Características generales de la desoperculadora	29
8.7. Ensayo.....	31
8.7.1. Resultados obtenidos.....	31
8.8. Cálculos.....	32
8.8.1. Determinación de la cantidad de cuadros por minuto a procesar	32
8.8.2. Determinación de la fuerza de corte	33
8.8.3. Cálculo de la potencia del motor y selección del reductor.....	34
8.8.4. Determinación de la resistencia del cuadro	35
8.8.5. Determinación de la potencia de las resistencias.....	36
8.8.6. Estudio estático mediante elementos finitos de la estructura inferior	36
8.9. Características particulares de la desoperculadora.....	38
8.9.1. Sistema de alimentación.....	40
8.9.2. Sistema de transmisión.....	45
8.9.3. Sistema de corte.....	48

8.9.4. Sistema de descarga.....	53
8.9.5. Batea	55
8.9.6. Estructura inferior	57
8.9.7. Estructura superior	59
8.9.8. Tablero	61
9. Extrusora	63
9.1. Antecedentes	63
9.2. Problemas detectados en las máquinas extrusoras existentes en el mercado...66	
9.3. Croquis de la extrusora de opérculos	66
9.4. Elementos principales	68
9.4.1. Tornillo sinfín.....	68
9.4.2. Camisa	69
9.4.3. Motorización.....	69
9.4.4. Caja de reducción.....	70
9.4.5. Salida de cera	70
9.4.6. Limpieza del extremo del sinfín.....	70
9.5. Criterios de selección	71
9.6. Diseño propuesto para la extrusora	72
9.6.1. Características generales	72
9.7. Ensayo	72
9.7.1. Datos obtenidos.....	74
9.8. Cálculos	76
9.8.1. Adopción del diámetro del tornillo sinfín.....	76
9.8.2. Cálculo del espesor del eje de la rosca.....	76
9.8.3. Cálculo del flujo de salida de la desoperculadora	78
9.8.4. cálculo de la longitud de los pasos y largo total de la rosca.....	78
9.8.5. Cálculo del torque a aplicar en el tornillo sinfín	79
9.8.6. Análisis de torsión del eje del tornillo.....	81
9.8.7. Cálculo de la potencia del motor y selección del reductor.....	82
9.8.8. Cálculo del espesor de la camisa	83
9.8.9. Cálculo del espesor de los filetes de la rosca	83
9.9. Características particulares de la extrusora	84
9.9.1. Estructura	84
9.9.2. Motorreductor.....	85
9.9.3. Tornillo sinfín.....	86
9.9.4. Camisa	87
9.9.5. Batea	88
9.9.6. Salida de cera	89
9.9.7. Extremos	90
10. Conclusiones.....	93
11. Imágenes.....	94
12. Bibliografía:.....	95
13. Anexos.....	96



1. INTRODUCCIÓN:

La miel es un producto con una demanda mundial creciente. En los últimos diez años, el consumo global ha aumentado un 20% debido a cambios en los hábitos alimenticios y al incremento de la población mundial. La apicultura argentina ha experimentado un desarrollo significativo en los últimos veinte años, destacándose tanto por los niveles de producción alcanzados como por la calidad de los productos obtenidos y la rápida adaptación del sector a las exigencias del mercado. Este progreso ha permitido que Argentina se convierta en uno de los cuatro mayores productores de miel del mundo, ocupando actualmente el cuarto lugar detrás de China, Turquía e Irán (según datos de Statista).

Con aproximadamente tres millones de colmenas y más de 23,000 apicultores, Argentina produce alrededor de 72,000 toneladas de miel anualmente. Sin embargo, la miel producida en el país casi no se fracciona ni se envasa con etiquetas que indiquen su origen; en lugar de eso, se exporta a granel en tambores de 340 kilogramos, representando hasta un 95% de la producción total. Se estima que la mitad de la miel que se consume se comercializa por canales informales, lo que reduce este porcentaje al 90% del total extraído.

La zona centro del país, que incluye las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba y Entre Ríos, concentra el 68% de los productores y el 82% de la producción nacional de miel. El 80% de la producción proviene de pequeños y medianos productores con menos de 200 colmenas, cuya producción generalmente se destina al mercado interno.

Considerando el alto porcentaje de pequeños y medianos productores, surge la necesidad de resolver problemas en el mercado de la miel. Uno de estos problemas es la desoperculación, el proceso de cortar y separar el opérculo de cera que las abejas forman para sellar el panal lleno de miel. Las máquinas disponibles en el mercado tienen una capacidad de producción mayor a la necesaria para estos productores y son costosas, lo que lleva a los apicultores a formar cooperativas o tercerizar la extracción, incurriendo en gastos adicionales y perdiendo el valor agregado de vender el producto ya envasado.

El agregado de valor a los productos de la colmena ofrece buenas oportunidades para los pequeños apicultores, cuyos volúmenes de producción de miel no son suficientes para que la actividad sea económicamente sustentable. Por ello, se fermenta la miel para producir bebidas como hidromiel y aguardiente, y se fabrican productos como vinagre, etanol, jabones, cremas y otros cosméticos. Además, se aprovechan subproductos como la cera, propóleos, jalea real y polen, entre otros.

El sector apícola argentino enfrenta una crisis debido al uso de herbicidas y agrotóxicos como el glifosato, que disminuyen la disponibilidad de alimento para las abejas y contaminan la miel, reduciendo su valor en el mercado. Además, la sequía que afectó la floración y la falta de agua para las abejas han disminuido los rendimientos (año 2023). El uso de insecticidas en campos vecinos también provoca la muerte de abejas por intoxicación.

Aunque insuficientes, se han tomado medidas para beneficiar al sector, como la eliminación de retenciones a las exportaciones y la reapertura del mercado de Brasil, cerrado durante 12 años. Se está consultando a todos los actores relacionados con la apicultura para crear el Plan Estratégico Apícola 2030, que busca diseñar políticas públicas de apoyo al sector y mejorar la calidad de vida de la sociedad en su conjunto.

En cuanto al precio de la miel, en 2016 el precio era de \$20 por kilogramo, en 2018 de \$40, y en 2023 de \$300. Al convertir estos valores al dólar correspondiente a cada año, se observa que el precio se ha mantenido prácticamente constante, variando de 1.45 USD a 1.43 USD y luego a 1.47 USD por kilogramo.

La apicultura actualmente genera solo el 0.2% del producto bruto interno nacional. Sin embargo, se valora su aporte a la economía social, apoyando económicamente a casi 100,000 familias, incluyendo productores apícolas y otros actores vinculados a la producción y comercialización de productos apícolas e insumos. Muchas de estas familias dependen exclusivamente de esta actividad, que es fundamental para la agricultura familiar y las economías regionales.

Además, la apicultura contribuye significativamente a la biodiversidad ambiental y la producción de alimentos, al polinizar flores silvestres y cultivos, beneficiando al sector agropecuario.

A pesar de ser un gran productor, Argentina presenta áreas donde la apicultura no está completamente aprovechada y otras donde la productividad puede mejorar significativamente con investigación y acción adecuada. Es aquí donde vemos la oportunidad de aportar, desarrollando una máquina que aborde las deficiencias de las existentes y satisfaga las necesidades de los productores de nuestra región.

2. PROBLEMA:

Las máquinas para desoperculado manuales implican una cantidad considerable de esfuerzo y tiempo, además de que generan desperdicios de producto útil.

Por otra parte, las máquinas automáticas y semiautomáticas son de costo elevado y la capacidad excede a la del sector en estudio.

3. OBJETIVOS:

3.1 OBJETIVO GENERAL:

Se desarrollará una máquina desoperculadora de cuadros de miel y extrusora de opérculos combinando tecnología existente, minimizando costos para abastecer el mercado.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Satisfacer las necesidades de los productores de pequeña y mediana escala a un bajo costo.
- Reducir el esfuerzo físico que debe hacer el operario para la tarea de desoperculado y extrusión.
- Disminuir las zonas de contacto entre la máquina y la miel a fin de reducir los niveles de desperdicio y la limpieza necesaria garantizando la pureza del producto.
- Separar los productos para disminuir operaciones posteriores de filtrado.

4. JUSTIFICACIÓN:

Como antes se ha mencionado en la problemática planteada las máquinas existentes para el fin buscado de desopercular y extruir el opérculo son de costo considerable y para producciones grandes, por lo tanto, con el fin de reducir los tiempos de producción y el esfuerzo físico se diseñará una máquina para desopercular y extruir el opérculo en producciones de pequeña y mediana escala, acotando a su vez la cantidad de desperdicio y los costos de operación.

5. METODOLOGÍA:

Haremos un estudio de las necesidades del sector apícola, realizando encuestas y consultas a productores y cooperativas de la zona y a organismos estatales como ser INTA, SENASA, ASSAL, Ministerio de la Producción de Santa Fe, etc., para saber si existe la posibilidad de insertar una nueva máquina al mercado y de ser así, saber a qué tamaño de productores apuntamos.

Se recabará información sobre los antecedentes del mercado, para evaluar las características de las máquinas existentes y sobre los requisitos legales que se deben cumplir para desarrollar las actividades del sector. En base a esta información, se estudiarán todas las posibles alternativas de diseño, adoptando

las características y tecnologías que creamos más convenientes y que resulten en una ventaja para la producción.

Definiremos cuál es la alternativa óptima y se profundizará en el desarrollo del concepto a seguir planteando los materiales necesarios para tal fin.

Realizaremos los cálculos pertinentes a los esfuerzos a los que esté sometida la maquinaria para saber si cumple con las condiciones impuestas y con los materiales adoptados.

Para finalizar, concluiremos si se han cumplido tanto el objetivo general como los específicos propuestos.

6. REQUISITOS LEGALES Y NORMATIVOS:

Si bien no existe un reglamento que regule la fabricación de este tipo de máquinas, sí se pueden citar algunas normas y resoluciones que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar ciertos aspectos del dispositivo como ser: temperatura, materiales, dimensiones, etc.

El capítulo IV del Código Alimentario Argentino en sus artículos 185 y 206 trata sobre los materiales metálicos y plásticos, respectivamente, de los equipamientos alimentarios en contacto con alimentos, donde sostiene que “Todos los utensilios, recipientes, envases, embalajes, envolturas, aparatos, cañerías y accesorios que se hallen en contacto con alimentos deberán encontrarse en todo momento en buenas condiciones de higiene, estarán contruidos o revestidos con materiales resistentes al producto a elaborar y no cederán substancias nocivas ni otros contaminantes o modificadoras de los caracteres organolépticos de dichos productos. Estas exigencias se hacen extensivas a los revestimientos interiores, los cuales, así como también todos los elementos mencionados sin revestimientos, deben ser inalterables con respecto a los procesos y productos utilizados en su limpieza e higienización”.

De igual modo, el apartado I del punto 2 del anexo I de la Resolución N° 353/2002 de SENASA regula los requisitos generales de los lugares en que se extraiga miel, “Las instalaciones, máquinas, cañerías, aparatos, útiles y cualquier otro material destinado a estar en contacto con materias primas o productos, deberán estar constituidos por materiales resistentes a la corrosión y oxidación, fáciles de limpiar y desinfectar, aprobados por la autoridad sanitaria correspondiente”.

La Resolución N° 47/2005 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación, en su punto 2.3.5 establece que “El método de separación que se utilice no tendrá que elevar el contenido del hidroximetilfurfural (HMF). Las separadoras de cera-miel centrífugas trabajan en frío y es recomendable su uso. En caso de no contar con ellas, se recomienda realizar un control del incremento del hidroximetilfurfural (HMF) en la miel para evaluar la maquinaria”.

La norma IRAM N° 114001 establece las “características constructivas y dimensionales de las alzas, cuadros, alambres y ojalillos que integran, con otros elementos, una colmena”. Esta reglamentación nos va a permitir simplificar la

máquina por el hecho de que los cuadros van a tener una medida regular y que solo va a cambiar en ellos la característica de ser $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ o alza entera.

7. CONCEPTOS:

Para poder entender la finalidad y utilidad de la máquina, primero vamos a explicar algunos conceptos básicos de la apicultura.

Diagrama de proceso de extracción de miel:

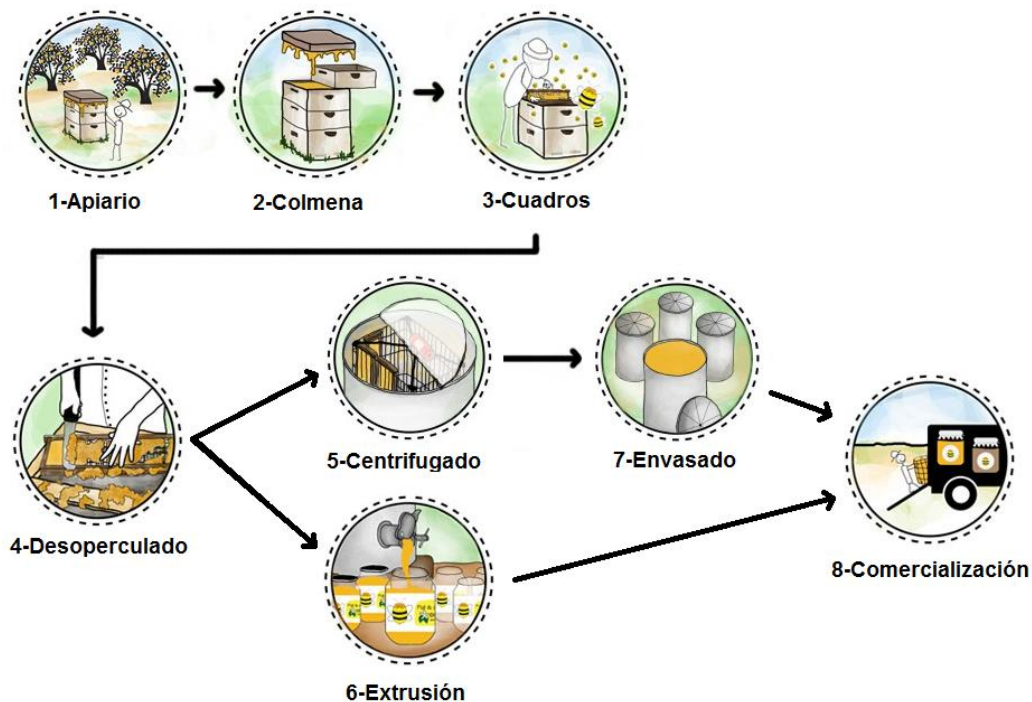


Imagen 1: Proceso de obtención de la miel.

Los puntos a desarrollar en el presente trabajo son desoperculado y extrusión.

7.1. APIARIO

Es el lugar donde se encuentra el conjunto de colmenas que pertenecen a un apicultor.

7.2. COLMENA

Es la vivienda de una colonia de abejas. Está compuesta por alzas enteras o medias en cuyo interior se colocan los cuadros. En la parte inferior tiene un piso que impide el ingreso de otros insectos y animales y un orificio llamado piquera por donde las abejas ingresan a la colmena. En su parte más alta se encuentra

la entretapa que permite dejar un espacio para no aplastar las abejas y sobre la misma el techo que protege de la intemperie para cerrar la colmena.

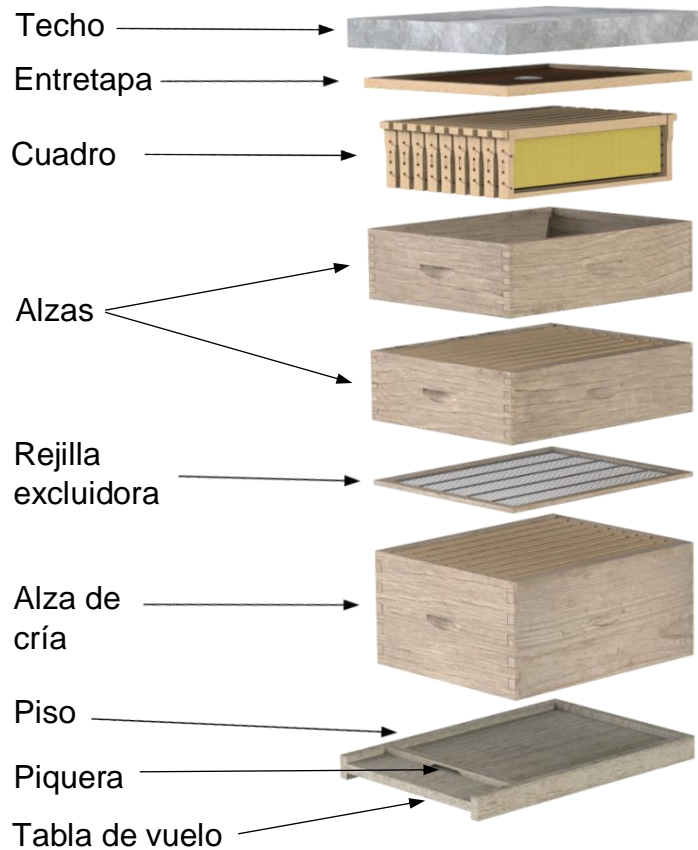


Imagen 2: Vista en explosión de una colmena.

7.3. ALZA

Parte de la colmena donde se colocan de 8 a 12 cuadros dependiendo del modelo, que permite apilarlos para formar la colmena. Existen alzas para criar abejas y otras para la producción de miel, dependiendo sus dimensiones y posición dentro de la colmena.



Imagen 3: Media alza con un cuadro en su interior.

7.4. CUADRO

Se utilizan para la generación del panal por medio de la estampa de cera, donde la abeja se cría y luego produce miel.

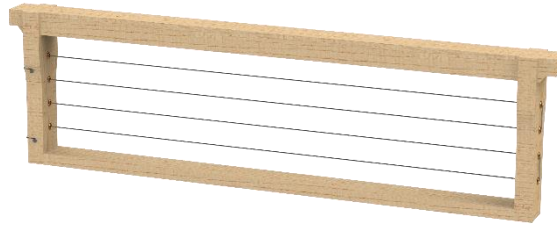


Imagen 4: Cuadro alambrado.

7.5. CELDA

Cavidad prismática creada por las abejas con cera originada en sus glándulas ceríferas. A partir de la unión de celdas las abejas desarrollan el panal, donde depositan sus larvas, acopian miel y polen.



Imagen 5: Celdas.

7.6. MIEL

Es un producto alimenticio dulce y viscoso producido por las abejas a partir del néctar de las flores.



Imagen 6: Miel.

7.7. CERA

Es una materia grasa que las abejas producen y segregan en forma de líquido, a través de glándulas ubicadas en su abdomen. De su composición se han llegado a separar hasta 300 componentes, entre los cuales se hallan resinas, propóleos y otros elementos naturales. A temperatura ambiente es sólida, pero a los 32 °C se convierte en un producto blando y maleable, a los 63 °C funde por completo. Puede presentar variaciones en el color desde un tono amarillo claro a marrón oscuro.

7.8. CERA ESTAMPADA

Es una lámina de cera de 2 o 3 milímetros de espesor, en la cual por medio de maquinaria especializada están impresos los hexágonos a partir de los cuales la abeja construirá las celdas que utilizará para cría o para depósito de miel y polen.



Imagen 7: Láminas de cera estampada en formato comercial.

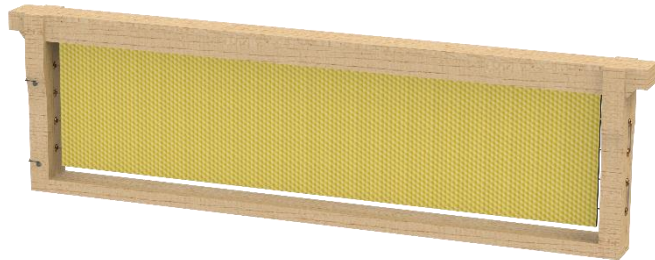


Imagen 8: Cuadro con cera estampada colocada.

7.9. PANAL

Es el conjunto de celdas creadas a partir de cera estampada o natural, donde las abejas depositan sus larvas, acopian miel y polen. En el caso de los apiarios el panal se desarrolla en cuadros con una base de cera estampada con la forma de las celdas, que las abejas expanden hacia los lados.

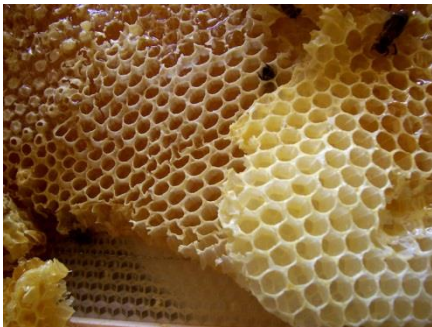


Imagen 9: Panal desarrollado por las abejas en la naturaleza.



Imagen 10: Panal desarrollado por las abejas en cuadros para apicultura a partir de cera estampada.

7.10. OPÉRCULO

Estructura en forma de tapón que las abejas fabrican y colocan sobre cada celda para evitar que la miel ya madura absorba humedad.



Imagen 11: Celdas operculadas y no operculadas.

7.11. DESOPERCULADO

Es el procedimiento mediante el cual se remueven los opérculos de las celdas del panal para extraer la miel y la cera, cuando ya la miel está madura.

7.12. EXTRUSIÓN

Método mediante el cual se separa la materia prima por medio de un tornillo sinfín de paso variable que la comprime filtrando la miel por una rejilla y expulsando la cera por su extremo.

8. DESOPERCULADORA

8.1. ANTECEDENTES

Actualmente se pueden encontrar máquinas y dispositivos tanto nacionales como extranjeros que realizan la tarea de desoperculado, algunas más autónomas que otras y de diferentes costos y capacidades de producción. A continuación, mostramos algunas de ellas y sus características principales:

- Desoperculadora Rolandi – Automática
 - Construida con estructuras metálicas tratadas con pintura epoxi sanitaria, revestida en acero inoxidable.
 - Funciona en frío produciendo un corte en el cuadro mediante un sistema de cepillos plásticos de material atóxico.
 - La velocidad de desoperculado puede ser regulada para procesar desde 12 a 18 cuadros por minuto.
 - Los cuadros ingresan de forma vertical y se desplazan verticalmente.
 - Utiliza rodamientos blindados y no requiere mantenimiento.
 - Es adaptable a cualquier batea.



Imagen 12: Desoperculadora Rolandi.

- Desoperculadora Inderco – Daer
 - Está fabricada en acero inoxidable AISI 304.
 - Las cuchillas son fijas en V y su sistema de calentamiento es eléctrico.
 - El equipo posee cuatro velocidades de operación lo que le permite una capacidad de trabajo de entre 5 a 20 cuadros por minuto.
 - Los cuadros ingresan de forma vertical y se desplazan verticalmente.

- Posee un sistema de transmisión por medio de cadenas y engranajes accionados por un motor eléctrico de 373 Watt de potencia.
- Luego de las cuchillas cuenta con un sistema de peines que giran para asegurar el desoperculado.



Imagen 13: Desoperculadora Inderco.

- Desoperculadora Lyson – Horizontal

- La estructura está hecha de acero inoxidable.
- La máquina realiza un decapado horizontal con dos rodillos con cadenas de acero inoxidable que al girar a alta velocidad quitan en frío el opérculo de ambos lados al mismo tiempo.
- El ritmo de trabajo es de cinco cuadros por minuto.
- Los cuadros ingresan de forma horizontal y se desplazan horizontalmente de manera manual.
- La altura del corte es ajustable.
- Después de completar el decapado del cuadro se lo retira de la bandeja a mano.



Imagen 64: Desoperculadora Lyson.

- Desoperculadora Cowen – The Cowen
 - Construida totalmente en chapa de acero inoxidable calibre 12.
 - Cuchillas tipo serrucho oscilante calentadas por medio de agua o vapor.
 - Trabaja a un ritmo de 15 cuadros por minuto.
 - Los cuadros ingresan de forma vertical y se desplazan verticalmente.
 - Las cuchillas pueden regularse fácilmente para permitir cortar a diferentes espesores.
 - Posee un motor de 600 Watt.
 - Puede acumular en su batea hasta 35 cuadros ya desoperculados.



Imagen 75: Desoperculadora Cowen.

- Desoperculadora Lega – Daisy
 - Está fabricada en acero inoxidable 304.
 - Posee dos cuchillas oscilantes tipo serrucho calentadas mediante resistencias eléctricas cuyas temperaturas pueden ser controladas mediante un termostato.
 - La velocidad de desoperculado es de 4 cuadros por minuto.
 - Es solo adecuada para cuadros Dadant.
 - La potencia total de la máquina es de 1600 W.
 - Los cuadros ingresan de forma vertical y se desplazan lateralmente.



Imagen 86: Desoperculadora Lega.

Como podemos apreciar hay máquinas de muchos tipos y formas, pero consideramos que todas presentan algún defecto que no las hace ideales. Por esto es que en el presente trabajo se buscará la forma de combinar y desarrollar nuevas tecnologías para obtener una máquina que se destaque en cada aspecto.

8.2. PROBLEMAS DETECTADOS EN LAS MÁQUINAS DESOPERCULADORAS EXISTENTES

Algunos de los problemas más comunes que detectamos a través de una investigación y por consultas a productores regionales son:

- La cera de los opérculos y la miel que caen de las cuchillas chorrean encima de los cuadros recién desoperculados provocando que haya una pérdida de producción e ineficiencia en la limpieza.
- En muchos casos es el operario quien debe introducir los cuadros directamente dentro de la máquina y empujarlos con sus manos para que sean atrapados por la cadena de arrastre, lo que representa un peligro para su integridad física.
- Observamos que varias no están fabricadas en acero inoxidable sino en hierro negro pintado, otras por su parte tienen muchos rincones en los cuales hacer un buen trabajo de limpieza llega a ser prácticamente imposible.
- El operario tiene que sacar los cuadros uno por uno de los cajones y colocarlos dentro de la máquina al mismo ritmo que esta trabaja.
- Debido a la forma de calentamiento de sus cuchillas muchas no admiten ser movilizadas ni tampoco funcionarían ante un corte en el suministro eléctrico.
- En su afán de economizar no se instalan peines después de cuchillas lo que provoca que el desoperculado no sea totalmente automático y haya que completarlo de forma manual.
- Si no se realiza un desoperculado óptimo, la miel dentro de la celda al girar en el extractor centrífugo, por su inercia, rompe el panal, lo que genera más trabajo para las abejas al momento de reutilizar el cuadro, lo que conlleva a una pérdida de tiempo y recursos.
- Algunos métodos de desoperculado rompen demasiado el panal, lo que provoca que las abejas necesiten más tiempo para limpiarlo y reconstruirlo en vez de estar produciendo miel. Mientras más largos son los tiempos, más probabilidades existen de que se pueda perder una cosecha.
- La batea en algunas extrusoras es muy grande y la desoperculadora no va montada sobre la entrada al tornillo sinfín. Como consecuencia, el opérculo debe ser empujado manualmente hacia la boca de entrada.

8.3. CROQUIS

A continuación, se presentan algunas de las ideas croquizadas de posibles soluciones para la máquina desoperculadora a desarrollar. Más adelante se retomará la parte correspondiente a la extrusora de opérculos.

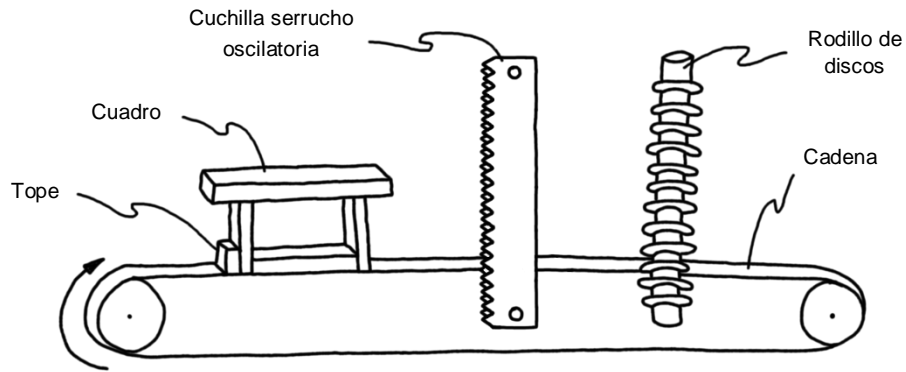


Imagen 17: Croquis 1.

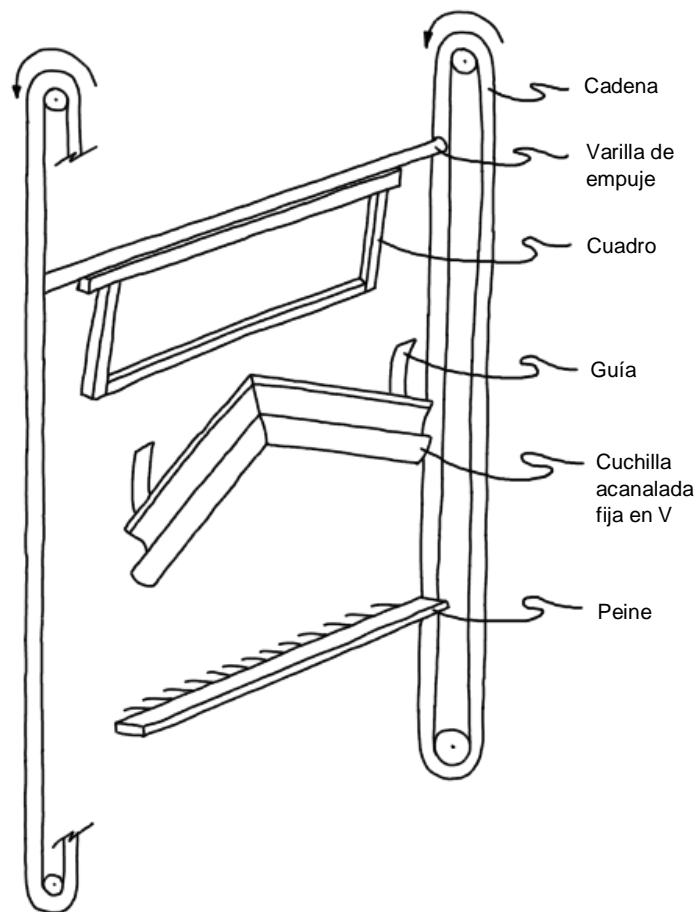


Imagen 18: Croquis 2.

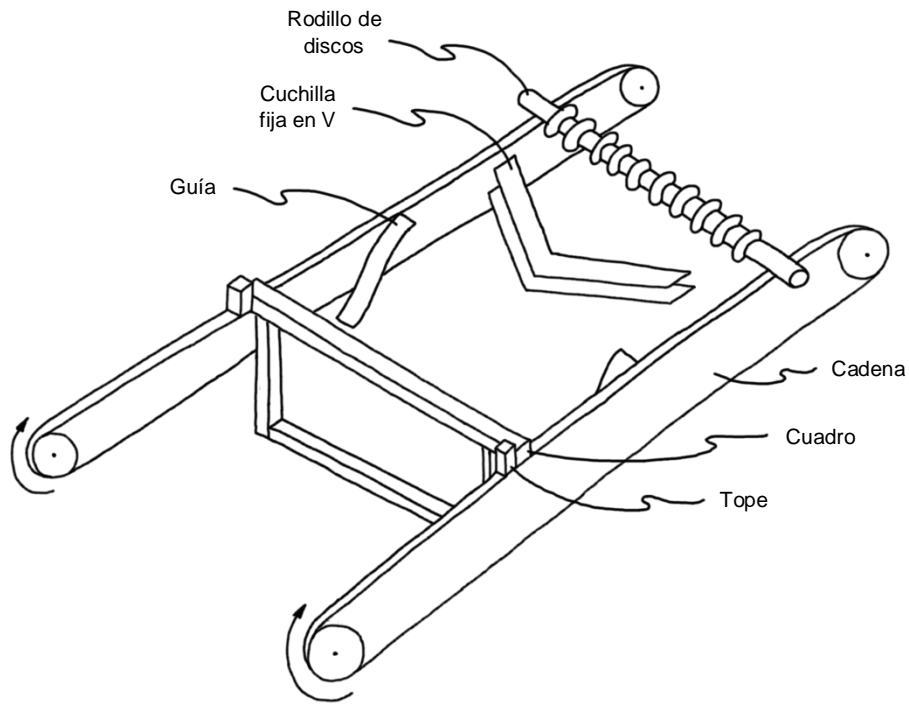


Imagen 19: Croquis 3.

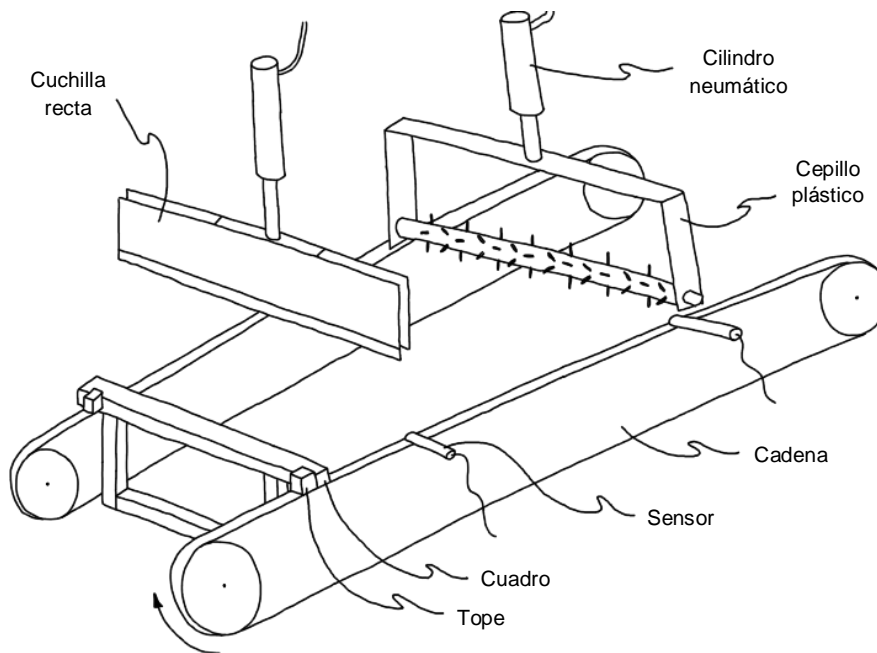


Imagen 20: Croquis 4.

Para poder definir cuál de los prototipos planteados es el más eficiente se definirán los elementos principales de una desoperculadora, en función de los cuales se adoptarán los criterios de selección para elegir los sistemas más convenientes en el diseño de la máquina.

8.4. ELEMENTOS PRINCIPALES

8.4.1. CUCHILLAS

Es el principal elemento de corte de los opérculos. No deben romper mucho las celdas porque después las abejas deberán trabajar más tiempo para reparar el panal.

- **Serrucho:** Cada cuchilla consta de dos hojas serradas de las cuales una se encuentra fija a la estructura y la otra es accionada oscilatoriamente por un motor eléctrico. Su funcionamiento es similar al de las segadoras de las cosechadoras o las cortadoras de pelo. Por su forma de funcionamiento, deben estar construidas con un material lo suficientemente resistente como para soportar las altas frecuencias a las que se encuentran sometidas (fatiga, desgaste, etc.). como consecuencia, tanto su costo inicial como su costo de operación serán elevados. Gracias a que se mueven de forma relativa a los cuadros y que admiten ser calentadas, el corte por medio de este tipo de cuchillas es muy limpio y sin rotura de celdas (delicado).



Imagen 21: Cuchilla tipo serrucho.

- **Progresiva:** Son cuchillas fijas, en forma de V o rectas que se colocan formando un ángulo con respecto al cuadro. Al no tener movimiento permiten que su regulación sea más sencilla y que el material con el cual están fabricadas no esté sometido a una gran sollicitación por lo que su costo inicial es muy bajo y su costo de operación es prácticamente nulo (solo requieren ser afiladas). Si no se afilan a menudo, el corte de los opérculos no es tan bueno y limpio y puede provocar la rotura por arrastre de las celdas. El corte puede ser mejorado a través del calentamiento de las cuchillas.



Imagen 22: Cuchilla fija en forma de V.

- Cadenas: Constan de un cilindro giratorio, accionado por un motor eléctrico, al cual se le anclan trozos de cadenas de aproximadamente 50 mm de longitud que, debido a la fuerza centrífuga, se estiran y son sus extremos los que decapan el cuadro de miel. El material que las constituye debe tener la resistencia suficiente para soportar las fuerzas y desgastes presentes. Al depender de un motor eléctrico su costo de operación es más elevado que otras alternativas, pero presenta la ventaja no requerir prácticamente mantenimiento ya que, por ejemplo, no se necesita afilar. El corte provocado por estas cadenas y el hecho de que no permiten ser calentadas son dos de sus desventajas debido a que además de romper en demasía las celdas, provocan un ensuciamiento muy grande por lo que deben estar encerradas en una cabina que contenga las salpicaduras.

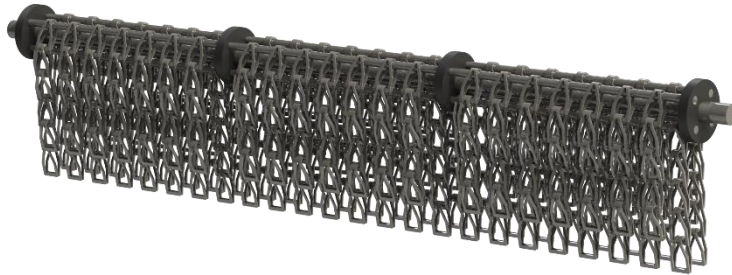


Imagen 23: Cadenas de corte.

- Cepillos: su estructura es similar a las cadenas. Están formadas por un cilindro, que gira sobre su eje longitudinal accionado por un motor eléctrico, sobre el cual van colocadas cerdas de polímero que por la acción de la fuerza centrífuga se tensan y eliminan el opérculo de los cuadros. Por el material con el que están construidas su desgaste va a ser alto y sumado a que necesitan de la acción de un motor eléctrico, sus costos de mantenimiento y operación tienden a ser altos. Tampoco admiten ser calentadas, pero, las cerdas, al ser más flexibles que las cadenas, provocan una menor rotura de las celdas, aunque con el mismo resultado en lo que a ensuciamiento respecta.

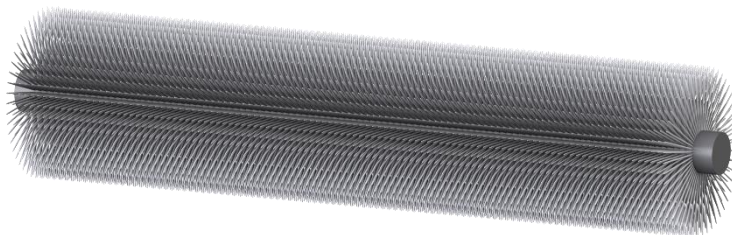


Imagen 24: Cepillo de corte.

8.4.2. BARRIDO/CORTE ADICIONAL/PEINES

Es el segundo elemento de corte. Se colocan justo después de las cuchillas y sirven para asegurarse de que todo el cuadro fue desoperculado, especialmente contra las maderas que es el lugar más inaccesible para las cuchillas. Puede

parecer que este proceso sea innecesario, pero por el contrario es muy importante abrir todas y cada una de las celdas de un cuadro porque al no hacerlo se corre el riesgo de que, en la etapa siguiente de centrifugado, el panal se rompa por la inercia de la miel contenida y sin escapatoria. Otro punto importante por el que esta tarea es necesaria es que, si tuvimos la suerte de no romper el panal al pasar por la operación posterior de centrifugado, la miel de todos modos permanecerá encerrada y provocará una caída del rendimiento (desperdiciaremos).

- **Alambres:** Este tipo de peine consiste en múltiples alambres de acero, uno al lado del otro, fijados a la estructura por uno de sus extremos y en el opuesto haciendo la tarea de desoperculado. El hecho de que estén fijas mientras el cuadro avanza provoca un efecto indeseable que es el desgarrado de las celdas. Al ser solo alambres con un espaciado entre sí, son fáciles de limpiar, presentan una larga vida útil y costos de operación e inicial bajos.

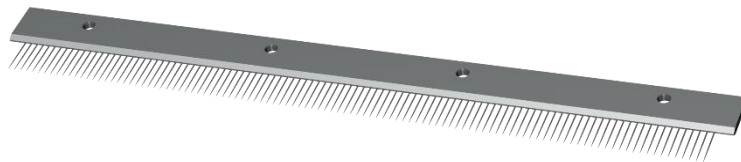


Imagen 25: Peine de alambres.

- **Discos:** Consta de un cilindro que puede girar sobre su eje longitudinal y en el que se ubican discos metálicos concéntricos espaciados de tal manera que siempre uno pase sobre una celda del panal. Cuando el cuadro pasa por los discos, estos giran y generan el corte de todas aquellas celdas que hayan podido quedar tapadas. Este giro asegura una apertura limpia y un menor desgaste de los discos. Su costo inicial es elevado, además de presentar una limpieza más complicada debido al poco espaciado de los discos.

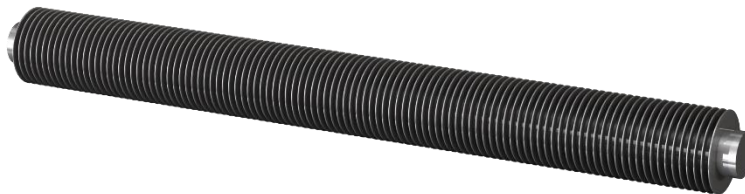


Imagen 26: Rodillo de discos.

- **Cepillos:** de construcción similar al peine de discos, en estos se disponen sobre un cilindro rotatorio cerdas más o menos rígidas dependiendo de si están construidas en acero o en polímero. Las poliméricas son menos resistentes y presentan una menor vida útil, otorgan un trato más delicado a las celdas a un costo inicial moderado. Gracias al mayor espaciado que existe entre las cerdas, la limpieza de estos peines es más sencilla que en el caso del de discos.

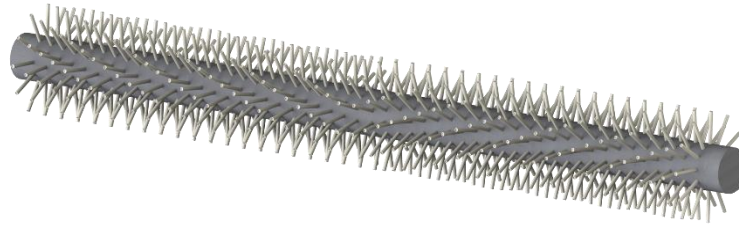


Imagen 27: Cepillo plástico.

8.4.3. MATERIAL

Con este punto nos referimos a los materiales con los que construirá la estructura de la máquina que estará en contacto con el producto. Debe tener resistencia mecánica, ser inoxidable y cumplir con las normas sanitarias (ver ítem 6: requisitos legales y normativos en página 6) para no contaminar los productos del proceso, de fácil limpieza y en lo posible de un costo bajo o moderado.

Consideraremos algunos de los materiales comúnmente utilizados en la industria alimenticia.

- Acero inoxidable 304: Contiene entre 18 y 20% de cromo, entre 8 y 10,5% de níquel y pequeñas cantidades de manganeso. Puede resistir la corrosión de los ácidos más oxidantes, lo que hace que sea fácil de desinfectar y por lo tanto ideal para aplicaciones de cocina y alimentos. Es susceptible a la corrosión por soluciones de cloruro o por ambientes salinos.
- Acero inoxidable 316: Contiene entre 16 y 18% de cromo, entre 10 y 14% de níquel y pequeñas cantidades de manganeso que lo hace tener casi las mismas propiedades físicas y mecánicas que el 304. Pero la diferencia clave es que el 316 agrega entre 2 y 3% de molibdeno lo que incrementa la resistencia a la corrosión, particularmente contra cloruros y otros solventes industriales.
Ambos tipos de aceros inoxidables pueden ser fácilmente moldeados, resisten golpes, condiciones abrasivas, lavado repetitivo con químicos, etc. otorgando una larga vida útil y conservando un acabado atractivo y limpio con bajos costos de mantenimiento.
- Acero pintado con epoxi sanitaria: no toxica, no posee solventes (se puede usar para pintar tanques cerrados, no se generan gases que pueden explotar), bajo olor y rápida puesta en servicio (necesita 7 días de curado). Acabados de gran resistencia a la abrasión y al posible derrame de productos químicos agresivos, además de una excepcional adherencia y gran dureza. Soporta el agua a más de 70°C sin ninguna degradación. Apto para contacto con agua potable. Rendimiento 400-500 g/m² en 4 capas, 5 kg a €100.

También consideramos para la construcción de la máquina otros materiales que pueden utilizarse para zonas en contacto con el producto como cobertura, pero no conformarían la estructura resistente:

- Metacrilato, también conocido por sus siglas PMMA. Se destaca frente a otros plásticos transparentes en cuanto a resistencia a la intemperie, y resistencia al rayado. Presenta gran resistencia al ataque de muchos compuestos, pero es atacado por otros como el acetato de etilo, acetona, ácido acético, ácido sulfúrico, alcohol amílico, tolueno y etanol. Tiene menos resistencia mecánica que los aceros y además presenta menos resistencia a la temperatura. Es de fácil limpieza y puede usarse en diversos colores o transparente.
- Policarbonato compacto: Se destaca por su resistencia al impacto y a las temperaturas elevadas. Tiene buena resistencia química (salvo a los álcalis). Es de fácil limpieza y puede usarse también en diversos colores o transparente.

8.4.4. DISPOSICIÓN

Este punto relaciona la posición en la que se encuentra el cuadro en comparación con el movimiento del mismo al momento de pasar entre las cuchillas. Nos brindará información importante sobre el tamaño de la estructura y de las cuchillas, así como también la simpleza del sistema, automatización y limpieza.

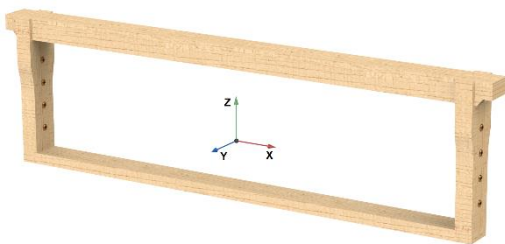


Imagen 28: Ejes de referencia.

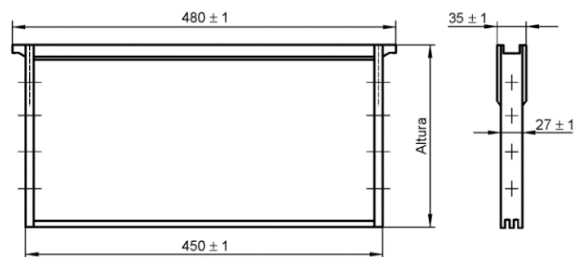


Imagen 29: Dimensiones de ancho y alto de un cuadro según la norma IRAM 114001.

De las nueve relaciones posibles, consideramos las tres que son de mayor interés para nosotros:

- Vertical-vertical: El cuadro se encuentra de tal forma que el eje z está hacia arriba y el cuadro pasa por medio de las cuchillas de igual manera, en dirección vertical.

Tomando como referencia la norma IRAM 114001, el ancho del cuadro siempre permanecerá constante, incluso para desopercular $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ o alza entera. Este valor que es de 450 ± 1 mm nos dará el ancho mínimo de las cuchillas, el cual comparado con otras disposiciones de corte resulta ser el más grande, provocando así que las cuchillas sean más grandes. Motivo por el cual se debe aplicar más fuerza para desopercular y son más difíciles de calentar.

Al haber movimiento vertical, la altura final de la máquina es mayor y provocara que haya que hacer un mayor esfuerzo para levantar cada cuadro, que pesan aproximadamente 5 kg. El mayor beneficio de este

movimiento es que se ocupa un menor espacio en planta, algo que es bien visto en espacios reducidos.

- Vertical-lateral: El cuadro también permanece con el eje z verticalmente, pero en este caso se desplaza a través de las cuchillas a lo largo del eje x, o sea, de forma lateral.

Según la norma IRAM 114001, las alturas de los cuadros van de 135±1 mm a 230±1 mm, dependiendo de si son ½ alza o alzas enteras. Estos valores son un 70% y un 50% más chicos respectivamente que en la disposición anterior, lo que se traduce en cuchillas más pequeñas y por lo tanto más baratas, más fáciles de calentar y requieren menos fuerza a la hora de desopercular, aunque en contrapartida el filo de las mismas durará menos.

En este caso, con este tipo de movimiento, la máquina no será tan alta, por lo que el trabajo para levantar los cuadros será menor, aunque se ocupará un mayor espacio en planta.

- Horizontal-horizontal: El cuadro se mueve acostado, con el eje Y de forma vertical y pasa por entre las cuchillas moviéndose a lo largo del eje z.

El tamaño de las cuchillas será igual al del primer caso, es decir de una longitud mínima de 450±1 mm, lo que acarreará que compartan las mismas ventajas y desventajas.

Ocupará un espacio más grande en planta, pero la altura máxima de la máquina no será elevada y el esfuerzo para levantar cientos de cuadros se verá disminuido.

La limpieza en este tipo de disposición es una desventaja ya que una de las cuchillas está situada justo sobre el cuadro, por lo que habrá que darle una forma específica para que ni la cera ni la miel salpiquen o chorreen sobre los mismos.

8.4.5. CALENTAMIENTO DE LAS CUCHILLAS

Este punto nos ayudará a decidir si calentar o no las cuchillas y de qué forma hacerlo de ser necesario.

- Eléctricas: Provocan el calentamiento a través de una resistencia eléctrica colocada dentro de las cuchillas. Se pueden adaptar fácilmente, no requieren de un equipo secundario para su funcionamiento y no necesitan más medidas de seguridad que una correcta puesta a tierra.

La máxima temperatura que alcanza y el tiempo que le toma llegar a ella ira en función del tamaño y por lo tanto del precio.

- Agua caliente: Funciona haciendo circular una corriente de agua caliente por dentro de las cuchillas. Su consumo y su costo de operación es más elevado ya que primero se calienta agua y luego es ésta la que pone en régimen a las cuchillas. Por esta razón, se requiere un equipo secundario (intercambiador de calor, bomba, mangueras, etc.) que encarece aún más el sistema y aumenta el mantenimiento necesario. Debido a la forma que deben adaptar las cuchillas para que circule agua por su interior es que su adaptabilidad es más complicada.

La temperatura máxima y el tiempo hasta alcanzarla dependerán del tamaño del sistema.

- Vapor: calientan de la misma forma que el sistema anterior, pero en este caso se usa vapor de agua. Tanto el costo inicial, debido al requerimiento de equipamiento auxiliar, como el de mantenimiento serán grandes, como así también serán importantes las medidas que se deban tomar en cuanto a seguridad debido a que el vapor se encuentra a alta temperatura y a una presión relativamente alta.
Al estar el vapor a una mayor temperatura, se disminuye el tiempo necesario para llegar a régimen y las cuchillas se enfriarán menos al realizar la tarea de desoperculado.

8.4.6. SISTEMA DE CARGA DE LOS CUADROS

Para realizar la carga de los cuadros el factor a evaluar es cuán automatizado será el sistema, manual, semiautomático y automático, está claro que existen infinitas posibilidades en el diseño, describiremos algunas características de estas posibilidades y luego se avanzará sobre la que mejor se adapte al proyecto.

- Manual: En el sistema de carga manual el operario retira los cuadros de cada cajón y los coloca sobre la línea de desoperculado uno a uno. Los cuadros se procesan a medida que son colocados en la máquina. Teniendo en cuenta la velocidad de marcha, el operario debe colocar los cuadros en el momento justo en que el empujador pasa o la máquina debe contar con un sistema de embrague que detenga la cadena mientras se realiza la carga, para tener tiempo suficiente de colocar en el lugar el cuadro.
- Semiautomático: En este sistema, el operario carga los cuadros en la máquina de forma manual en un despachador o acumulador, luego la máquina los procesa uno a uno de acuerdo a su ritmo de trabajo. Se requiere que el operario realice la carga, pero se evita el problema de seguir rigurosamente el ritmo de la máquina, disminuyendo riesgos de estar en contacto con partes en movimiento.
- Automático: En el sistema automático, la máquina toma el cajón completo y retira el conjunto de cuadros para luego procesarlos uno a uno según su velocidad de trabajo. Con este método se evita el esfuerzo del operario para realizar la carga, se limita al operario a supervisar la actividad de la maquinaria y colocar el cajón con un carro en su posición.

8.4.7. SISTEMA DE DESCARGA DE LOS CUADROS

El sistema de descarga se evalúa de manera similar al de carga, de acuerdo a su automatismo.

- Manual: El operario debe retirar uno a uno los cuadros a medida que son procesados por la máquina, se requiere un operario para carga y otro para descarga para seguir el ritmo continuo de trabajo.
- Semiautomático: A medida que los va procesando, la máquina los desplaza a un acumulador y el operario los retira en tandas para ser llevados a la operación de centrifugado siguiente.
- Automático: Se procesa una cierta cantidad de cuadros y la máquina los carga en un canasto que puede ser colocado directamente en un centrífugo para la extracción de la miel.

8.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN

En función de todos los parámetros antes descriptos elaboraremos tablas para cada uno, donde se evaluarán las características que son necesarias reunir para conformar la máquina. A estas características se les asignará un puntaje del 1 al 10, siendo 10 el mejor, para que la suma de los puntajes nos indique cuál es el sistema o elemento más apto.

Siguiendo el orden de descripción anterior:

Corte	Serrucho	Progresiva	Cadenas	Cepillos
Eficiencia	9	8	6	7
Resistencia	9	9	10	8
Limpieza	9	10	7	7
Disponibilidad	8	9	7	6
Temperatura	7	6	10	10
Adaptabilidad	7	9	6	6
Precio	7	9	6	7
Costo de operación	8	9	8	7
TOTAL	64	69	60	58

Tabla 1: Selección del elemento de corte.

Barrido	Peines	Discos	Cepillos
Eficiencia	7	10	8
Resistencia	9	10	7
Limpieza	9	8	7
Disponibilidad	9	8	7
Temperatura	7	7	10
Adaptabilidad	10	10	10
Precio	9	6	8
Costo de operación	9	9	8
TOTAL	69	68	65

Tabla 2: Selección del elemento de corte secundario.

Material	Acero inox 304	Acero inox 316	Acero 1010	Polimetilmetacrilato (PMMA)
Inoxibilidad	9	10	7	10
Resistencia	9	9	7	6
Limpieza	10	10	7	7
Disponibilidad	10	10	9	10
Temperatura	10	10	8	8
Soldabilidad	9	9	10	8
Precio	8	6	9	10
TOTAL	65	64	57	59

Tabla 3: Selección del material principal de la estructura.

Calentamiento	Eléctricas	Agua caliente	Vapor
Eficiencia	9	7	8
Equipamiento secundario	10	7	7
Temperatura máxima	10	8	10
Seguridad	10	10	9
Adaptabilidad	10	8	8
Consumo	9	8	8
Precio	9	8	7
TOTAL	67	56	57

Tabla 4: Selección del método de calentamiento de las cuchillas.

Disposición	Vertical-vertical	Vertical-lateral	Horizontal-horizontal
Altura	8	9	9
Limpieza	7	9	7
Regulación	9	8	9
Tamaño de las cuchillas	8	10	8
Espacio en planta	10	8	7
TOTAL	42	44	40

Tabla 5: Selección de la disposición del cuadro.

Carga	Manual	Semiautomática	Automático
Eficiencia	6	8	9
Precio	7	7	6
Costo de operación	8	8	7
Riesgo	6	8	8
Adaptabilidad	7	8	6
TOTAL	34	39	36

Tabla 6: Selección de la forma de carga.

Descarga	Manual	Semiautomática	Automático
Eficiencia	6	8	9
Precio	7	8	7
Costo de operación	8	8	7
Riesgo	6	8	8
Adaptabilidad	7	8	7
TOTAL	34	40	38

Tabla 7: Selección de la forma de descarga.

En base a la información extraída de las tablas se puede ver que es conveniente utilizar como material general de la estructura de la máquina acero inoxidable 304 para todo aquello que esté en contacto directo con el producto y acero al carbono tratado con una pintura epóxica para el resto de la estructura, un sistema de corte por medio de cuchillas progresivas calentadas con resistencias eléctricas, un barrido con peines, una disposición del tipo vertical-lateral y un sistema de carga y descarga semiautomático.

8.6. DISEÑO PROPUESTO PARA LA DESOPERCULADORA

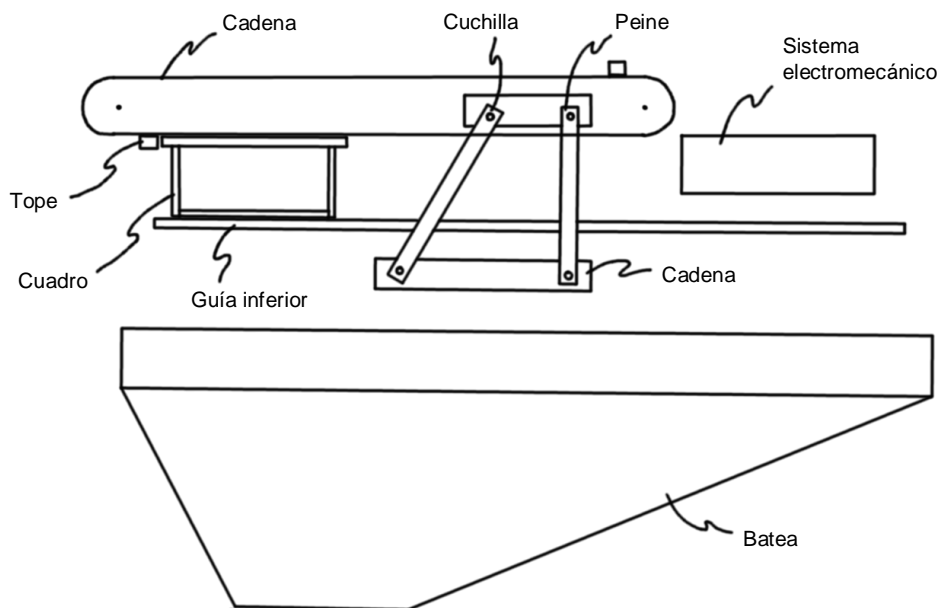


Imagen 30: Diseño propuesto para la desoperculadora.

8.6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA DESOPERCULADORA

El diseño de la máquina estará compuesto por una estructura superior de acero inoxidable SAE 304 y una inferior de acero al carbono recubierta con pintura epóxica, conformada por soportes para el sistema de corte, la batea para la

recolección de la miel y opérculos, sistema de carga y un alojamiento para los cuadros ya desoperculados.

El sistema de desplazamiento de los cuadros una vez cargados en la máquina es del tipo vertical-lateral accionado por una cadena acoplada a un motor eléctrico que por medio de engranajes y una caja de velocidades permitirá regular el avance a través de las cuchillas y peines que se encargarán del desoperculado.

Las cuchillas serán progresivas, calefaccionadas por una resistencia eléctrica alojada en su interior, y ubicadas de tal manera que el ángulo de corte nos brinde una fuerza de componente vertical que mantendrá el cuadro en su posición sobre la cadena que lo mueve hacia adelante para realizar el corte del opérculo. Además, el espacio entre cuchillas por el que pasa el cuadro será regulable de manera que el ancho del corte se adapte al espesor del cuadro, pudiendo operar con distintos modelos de cuadros y no detener el proceso por imperfecciones en los mismos. Una vez realizado el corte, el cuadro pasa por peines, también calefaccionados eléctricamente, que aseguran el éxito de la operación destapando cualquier celda que no hubiese sido abierta apropiadamente.

Una vez desoperculados los cuadros un sistema electromecánico los desplaza hacia un lado a la espera de su retiro para ser centrifugados y extraer la miel restante.

Por debajo del soporte que sostiene los cuadros se ubica la batea que recolecta el opérculo cortado y la miel, dicha batea tiene un fondo inclinado hacia uno de los lados permitiendo que todo el material se desplace por gravedad hacia la boca del sinfín de la extrusora.

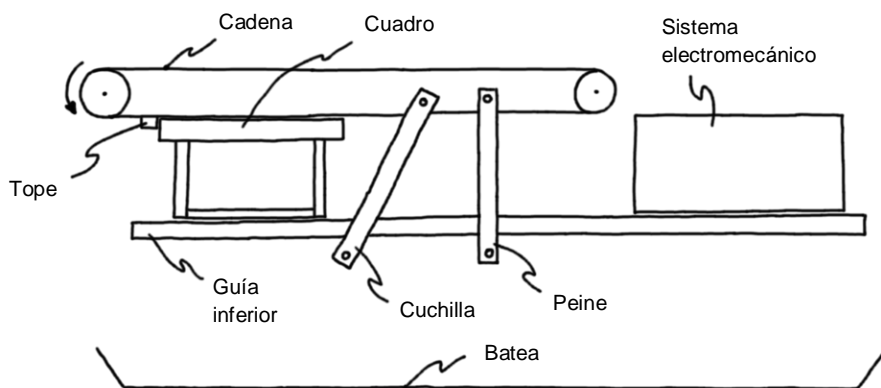


Imagen 31: Movimientos.

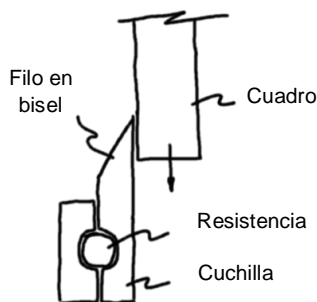


Imagen 32: Cuchilla.

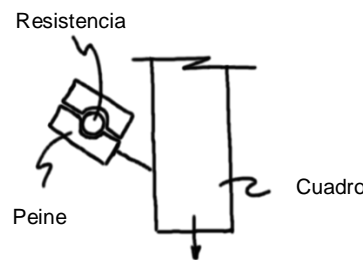


Imagen 33: Peine.

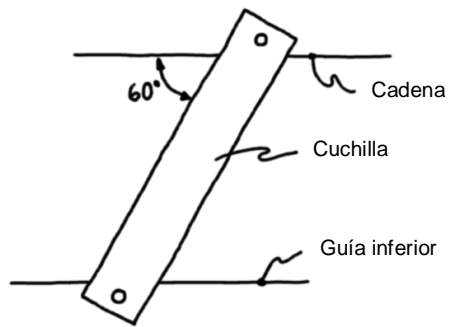


Imagen 34: Orientación de la cuchilla.

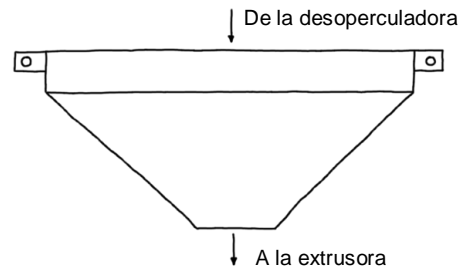


Imagen 35: Batea.

8.7. ENSAYO

Al diseñar la máquina debemos establecer a qué esfuerzos está sometida para poder dimensionar los elementos componentes, en ese sentido es necesario saber cuál es la fuerza necesaria para realizar el corte del panal en un cuadro, se optó por realizar un ensayo, midiendo la fuerza ejercida en el corte y cómo dicha fuerza varía por la acción de la temperatura en la cuchilla.

El desoperculado se realizó en un cuadro de media alza, apoyando el mismo sobre una balanza, y registrando la fuerza ejercida en el corte. Para el procedimiento se utilizó una balanza de uso doméstico, una cuchilla con filo sin dientes, la cual se calentó sumergiéndola en agua hasta los 60°C, que es la temperatura de fusión de la misma, y luego se posicionó el cuadro de tal forma que su parte más larga quede vertical y apoyándolo sobre la balanza se efectuó el corte de forma descendente con la cuchilla paralela a la superficie a cortar y el filo apenas inclinado para facilitar el desplazamiento.



Imagen 36: Corte del opérculo sobre la balanza.

8.7.1. RESULTADOS OBTENIDOS

La altura máxima de un cuadro según norma IRAM es de $h = 230$ [mm] y su longitud máxima de $x = 480$ [mm]. Adoptamos $h = 250$ [mm] y $x = 500$ [mm] para situarnos en un caso más desfavorable y asegurar el corte.

En las siguientes tablas se ven reflejados los valores de la experiencia:

Cortes con la cuchilla a 60° C

Peso del cuadro [kg]	Peso al cortar [kg]	Fuerza de corte [kg]	Ancho del corte [cm]	Q [kg/cm]
1	4	3	12	0,25
1	4	3	12	0,25
2	6,5	4,5	13	0,35
2	6	4	13	0,31

Tabla 8: Cortes con la cuchilla a 60°C.

$$\text{Promedio de la fuerza lineal de corte} = \frac{0,25 + 0,25 + 0,35 + 0,31}{4} = 0,29 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

Corte con la cuchilla a 30° C

Peso del cuadro [kg]	Peso al cortar [kg]	Fuerza de corte [kg]	Ancho del corte [cm]	Q [kg/cm]
1,5	6	4,5	10	0,45

Tabla 9: Corte con la cuchilla a 30°C.

Como se puede apreciar, el esfuerzo de corte es menor al aumentar la temperatura a los 60°C y en promedio se necesitan 0,29 kg/cm para realizar el corte a diferencia de los 0,45 kg/cm necesarios con la cuchilla a 30°C.

Tomando el dato de mayor fuerza lineal de corte con la cuchilla a 60°C, lo afectamos por un coeficiente de sobredimensionamiento de 20%.

$$Q_f = Q_{\text{máx}} \cdot 1,20 = 0,35 \cdot 1,20 = 0,42 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

Adoptamos el valor de 0,42 kg/cm para asegurar se pueda realizar el corte.

8.8. CÁLCULOS

8.8.1. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE CUADROS POR MINUTO A PROCESAR

La determinación de la cantidad de cuadros a procesar sale de la investigación de las necesidades de los productores y de la comparativa con las máquinas existentes en el mercado, adoptando dicha cantidad de cuadros a procesar por minuto y luego dimensionando la máquina para cumplir con dicha adopción.

Como se ve en el apartado de la determinación de potencia del motor se adoptó un máximo de 20 cuadros por minuto, con la opción de colocar un variador para regular la velocidad de operación y trabajar con una capacidad inferior.

8.8.2. DETERMINACIÓN DE LA FUERZA DE CORTE

Teniendo en cuenta la fuerza obtenida mediante el ensayo y con las dimensiones de un cuadro calculamos las demás fuerzas que actúan sobre el mismo.

Longitud máxima de la cuchilla en contacto con el cuadro:

$$L = \frac{h}{\sin \theta} = \frac{250 \text{ [mm]}}{\sin 60^\circ} = 288,7 \text{ [mm]}$$

Fuerza de corte resultante:

$$R = 2 \cdot L \cdot Q = 2 \cdot 288,7 \text{ [mm]} \cdot 0,42 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}} \right] \cdot \frac{[\text{cm}]}{10 \text{ [mm]}} \cdot \frac{9,8 \text{ [N]}}{[\text{kg}]} = 238 \text{ [N]}$$

Componentes de la fuerza de corte:

$$R_x = R \cdot \sin \theta = 238 \text{ [N]} \cdot \sin 60^\circ = 206,10 \text{ [N]}$$

$$R_y = R \cdot \cos \theta = 238 \text{ [N]} \cdot \cos 60^\circ = 119 \text{ [N]}$$

Consideramos que la fuerza que hacen los peines es igual a la que hacen las cuchillas, solo que sin la componente vertical ya que están dispuestos verticalmente:

$$R_p = 2 \cdot h \cdot Q = 2 \cdot 250 \text{ [mm]} \cdot 0,42 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}} \right] \cdot \frac{[\text{cm}]}{10 \text{ [mm]}} \cdot \frac{9,8 \text{ [N]}}{[\text{kg}]} = 205,8 \text{ [N]}$$

Peso máximo de un cuadro de alza entera completamente lleno de miel y operculado, según el ensayo:

$$W = 5 \text{ [kg]} \cdot \frac{9,8 \text{ [N]}}{[\text{kg}]} = 49 \text{ [N]}$$



Imagen 37: Valor obtenido en la balanza.

Si tenemos en cuenta las dimensiones adoptadas, que son mayores a las de la norma, lo que nos permite trabajar con cuadros que estén fuera de ella y regular la máquina para su correcto funcionamiento, tendremos un peso superior, de aproximadamente 6 [kg]. De este modo las fuerzas que actúan en el cuadro son:

Fe: Fuerza de empuje

Rx: Componente horizontal de la reacción de la cuchilla

Rp: Fuerza de reacción de los peines

Ry: Componente vertical de la reacción de la cuchilla

P: Fuerza de reacción de la cadena

W: Peso del cuadro

$$\sum F_x = 0 = F_e - R_x - R_p \Rightarrow F_e = R_x + R_p = 2 \cdot R_x = 2 \cdot 206,10 [N] = 412,2 [N]$$

$$\sum F_y = 0 = R_y - P - W \Rightarrow P = R_y - W = 119 [N] - 49 [N] = 70 [N]$$

8.8.3. CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR Y SELECCIÓN DEL REDUCTOR

Para poder calcular la potencia necesaria para mover la cadena y con esta última el cuadro, se tuvo en cuenta la fuerza de empuje y el diámetro del piñón.

Fe: 412,2 [N] D: 43,90 [mm]

$$T = F_e \cdot \frac{D}{2} = 412,2 [N] \cdot \frac{43,90 [mm]}{2} \cdot \frac{[m]}{1000 [mm]} = 9 [J]$$

La distancia que se debe desplazar un cuadro es de 1000 [mm], y si se trabaja a un ritmo de 20 cuadros por minuto [cpm], se tiene:

$$v = 20 [cpm] \cdot 1000 [mm] = 20000 \left[\frac{mm}{min} \right]$$

El diámetro del piñón que se va a usar es $d = 43,90 [mm]$. Su perímetro es:

$$p = \pi \cdot d = \pi \cdot 43,90 [mm] = 138 [mm]$$

Si para una vuelta del piñón la cadena se desplaza p, para desplazarse 2000 [mm] se tienen que dar la siguiente cantidad de vueltas:

$$\omega = 20000 \left[\frac{mm}{min} \right] \cdot \frac{1}{138 [mm]} = 145 \left[\frac{1}{min} \right] \cdot \frac{[min]}{60 [s]} = 2,42 \left[\frac{1}{s} \right] = 145,2 [rpm]$$

La potencia requerida al piñón es:

$$P = T \cdot \omega = 9 [J] \cdot 2,42 \left[\frac{1}{s} \right] = 21,8 [W] = 0,03 [HP]$$

Como necesitamos una velocidad de salida del reductor de 145,2 rpm, el mismo debe tener una relación de transmisión de 1:10, (teniendo en cuenta que el motor tiene una velocidad de 1500 rpm), por lo tanto, se escoge de catálogo una caja número 30 con dicha relación.

Para la selección de la caja, ingresamos al catálogo de STM de reductor modelo WMI-WI. Con la relación de transmisión y el torque que necesitamos, podemos establecer que motor se adecua a nuestras necesidades, en este caso, con un motor de 0,18 kW (0,25 HP), tenemos un torque de 10 Nm.

8.8.4. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CUADRO

Teniendo en cuenta las fuerzas que actúan sobre el cuadro de acuerdo a la disposición de las cuchillas, peines y cadena de traslación, se realiza un cálculo de resistencia para la parte más débil de la estructura del mismo.

Según se aprecia en la imagen 33, se tiene una fuerza de empuje F_e que nos genera un momento flector M_f en el parante señalado.

$$M_f = F_e \cdot L = \frac{412,2 \text{ N}}{2} \cdot \frac{250 \text{ mm}}{2} \cdot \frac{m}{1000 \text{ mm}} = 25,76 \text{ Nm}$$

La inercia del parante de acuerdo a su sección transversal:

$$I = \frac{a \cdot b^3}{12} = \frac{27 \text{ mm} \cdot (20 \text{ mm})^3}{12} \cdot \frac{m^4}{(1000 \text{ mm})^4} = 1,8 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

Distancia a las fibras más alejadas:

$$y = \frac{b}{2} = \frac{20 \text{ mm}}{2} \cdot \frac{m}{1000 \text{ mm}} = 0,01 \text{ m}$$

Tensión máxima que soporta el parante:

$$\sigma = \frac{M_f}{I} \cdot y = \frac{25,76 \text{ Nm}}{1,8 \times 10^{-8} \text{ m}^4} \cdot 0,01 \text{ m} = 14,3 \text{ MPa}$$

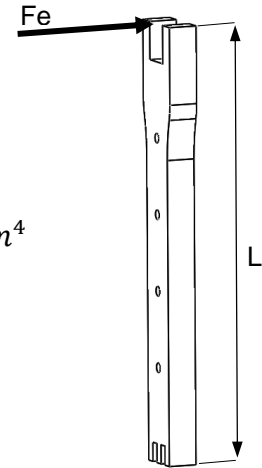


Imagen 38: Fuerza sobre el parante.

De la tabla 13, del libro "Tecnología de las maderas", del escritor Juan José Galante, se obtiene la tensión admisible a la flexión de la madera de pino, la cual es la más débil de entre todas las utilizadas para fabricar los cuadros de las colmenas:

$$\sigma_{adm} = 76 \text{ [MPa]} > 14,3 \text{ [MPa]}$$

Como la tensión admisible de la madera es mayor que la obtenida por el cálculo se satisface que el cuadro resistiría el esfuerzo.

8.8.5. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE LAS RESISTENCIAS

De acuerdo a máquinas similares existentes en el mercado, adaptadas para procesar la misma cantidad de cuadros por minuto, equipadas con una potencia de 1200 Watt, se optó por dimensionar la resistencia de acuerdo al tamaño de nuestra cuchilla, buscando disponibilidad en un proveedor local.

Teniendo una densidad de potencia de 20 W/cm² (dato del fabricante) y un largo de cuchilla de 330 mm:

$$\rho_w = \frac{P}{A} = \frac{P}{\pi \phi L} = 20 \frac{W}{\text{cm}^2} = \frac{1200 \text{ W}}{\pi \cdot \phi \cdot 33 \text{ cm}} \rightarrow \phi = 0,42 \text{ cm}$$

Se verificó cual es el diámetro mínimo necesario de la resistencia para obtener los 1200 Watt, dando inferior a lo que se encuentra en el mercado, por lo que se adoptó el diámetro mínimo ofrecido de 6,35 mm.

8.8.6. ESTUDIO ESTÁTICO MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS DE LA ESTRUCTURA INFERIOR

Para el estudio de la estructura se simplificó el modelo dejando únicamente aquellos elementos que aportan a la rigidez de la misma, como se aprecia en la imagen 39. Sobre la cara superior de ésta se aplicó una fuerza uniformemente distribuida equivalente al peso de toda la estructura superior más el peso de 25 cuadros que corresponde a la máquina completamente cargada, dando un total de 250 kg. En la parte intermedia de la estructura se aplicó una fuerza uniformemente distribuida sobre la parte inferior de los agujeros que sostienen la extrusora, cuyo peso es igual a 100 kg. En las caras inferiores de los caños de las patas se aplicaron las restricciones de movimiento, siendo estas del tipo deslizante excepto una que es fija para restringir todos los grados de libertad. Finalmente se creó una malla no muy fina para acelerar los cálculos del software, pero tampoco tan grande para que los resultados tengan validez.

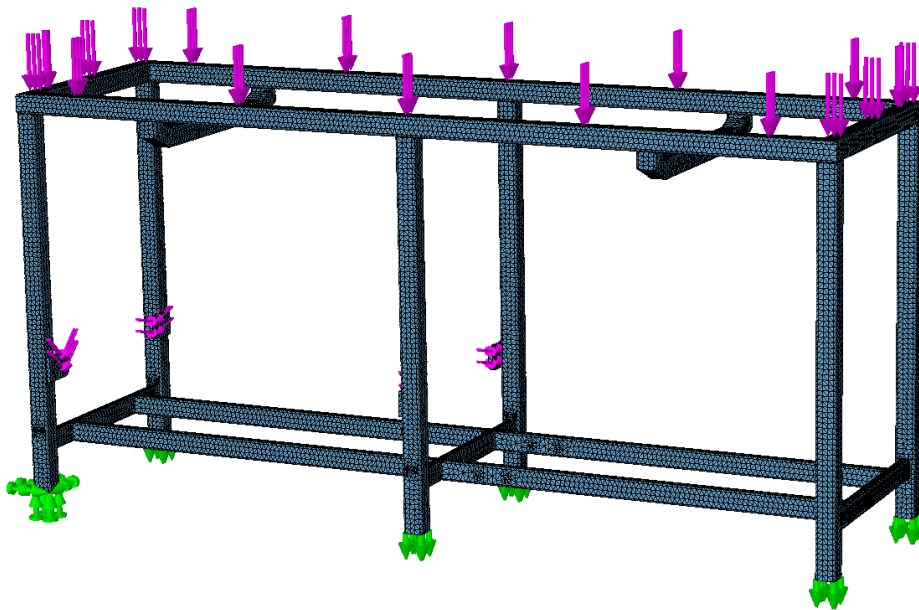


Imagen 39: Estructura mallada, con cargas y fijaciones aplicadas.

El resultado en cuanto a tensiones máximas nos muestra que ésta se produce en el centro de la estructura y tiene un valor de 30,45 MPa (imagen 40). Sabiendo que el límite elástico del acero al carbono SAE 1010 es de 305 MPa, tenemos que el factor de seguridad por sobredimensionamiento es de 10.

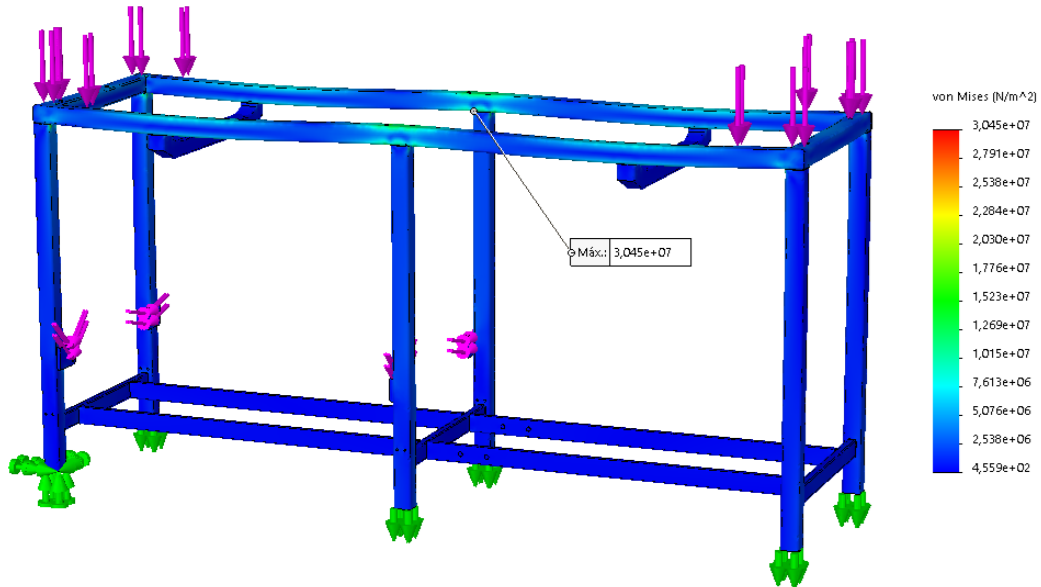


Imagen 40: Tensiones.

En cuanto a las deformaciones, podemos observar en la imagen 41 que la máxima ocurre en el centro de los caños horizontales superiores y su valor es de 0,16 mm, lo que corresponde a un resultado más que aceptable.

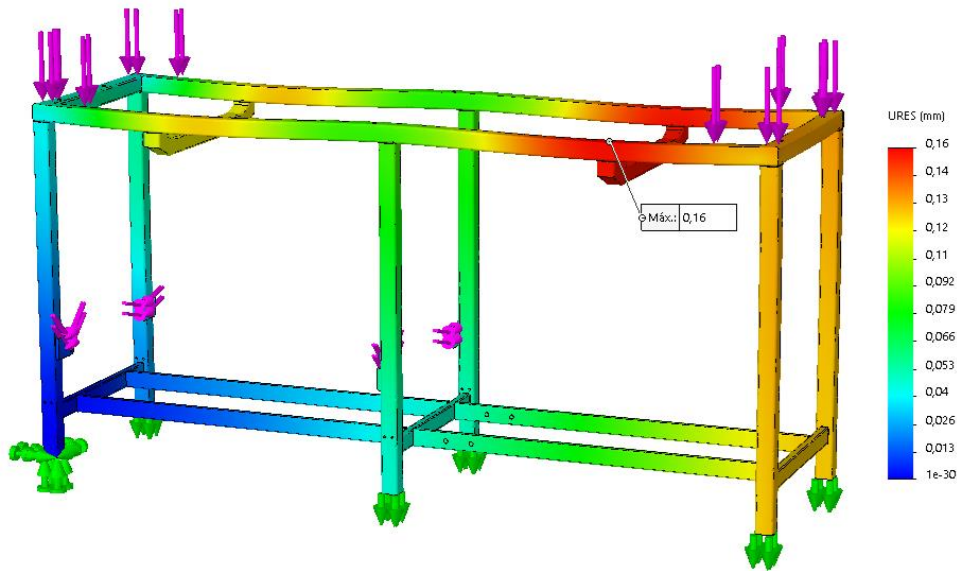


Imagen 41: Deformaciones.

8.9. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LA DESOPERCULADORA



Imagen 42: Diseño final de la desoperculadora.

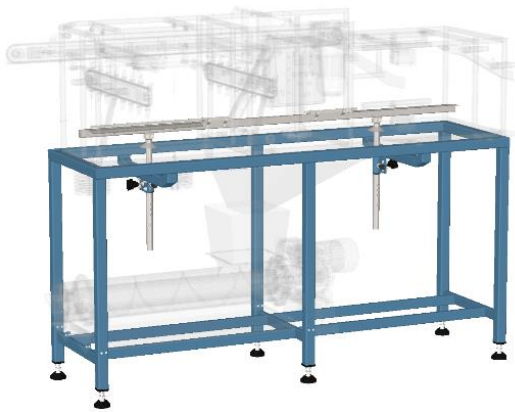


Imagen 43: Estructura inferior.

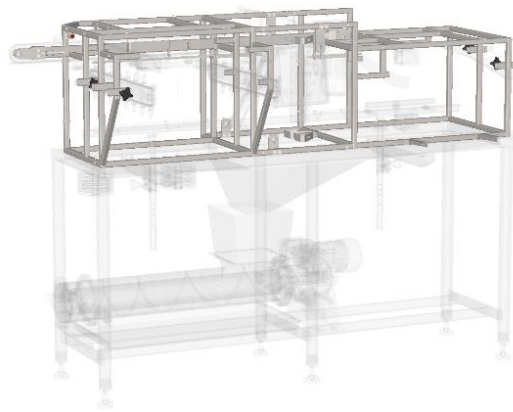


Imagen 44: Estructura superior.

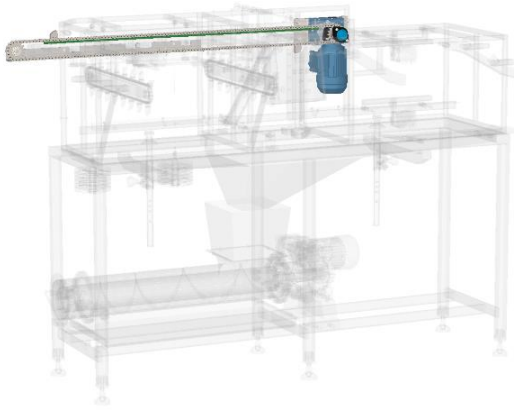


Imagen 45: Sistema de transmisión.

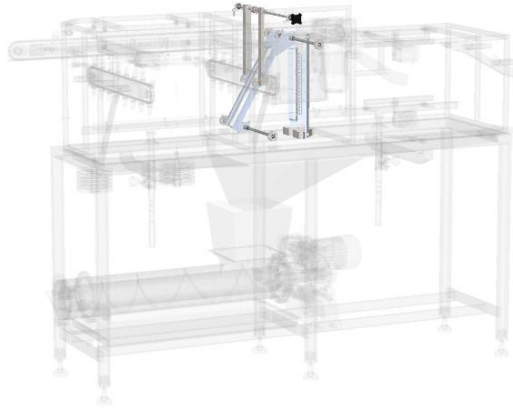


Imagen 46: Sistema de corte.

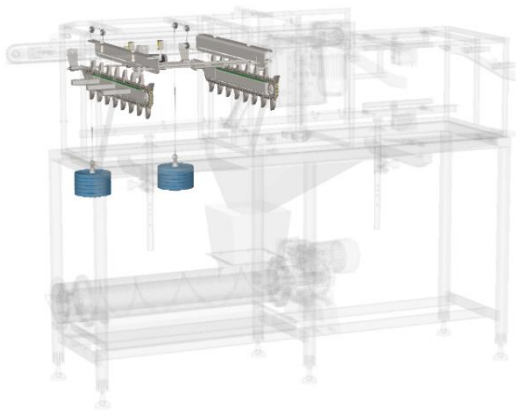


Imagen 47: Sistema de alimentación.

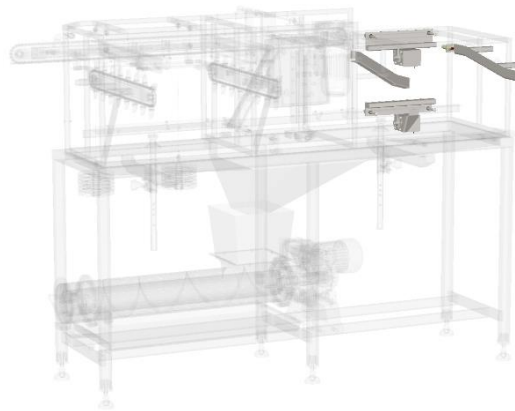


Imagen 48: Sistema de descarga.

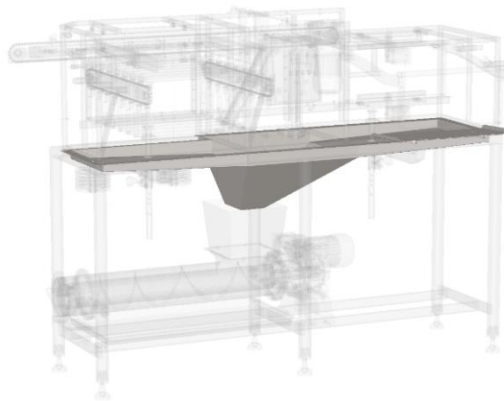


Imagen 49: Bateas.

En las imágenes 43 a 49 se puede apreciar las distintas partes en las que se divide la máquina, siendo estas: sistemas de alimentación, corte, descarga y transmisión, estructuras superior e inferior y batea. En los siguientes apartados, se hará una descripción de cada una por separado con la intención de mostrar en detalle cómo están constituidas y sus características particulares de operación.

8.9.1. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

La carga de los cuadros se realizará de forma semiautomática. El operador deberá suministrarlos uno a uno en un acumulador (imagen 50) que se encargará del abastecimiento a medida que se avanza en la operación de desoperculado.

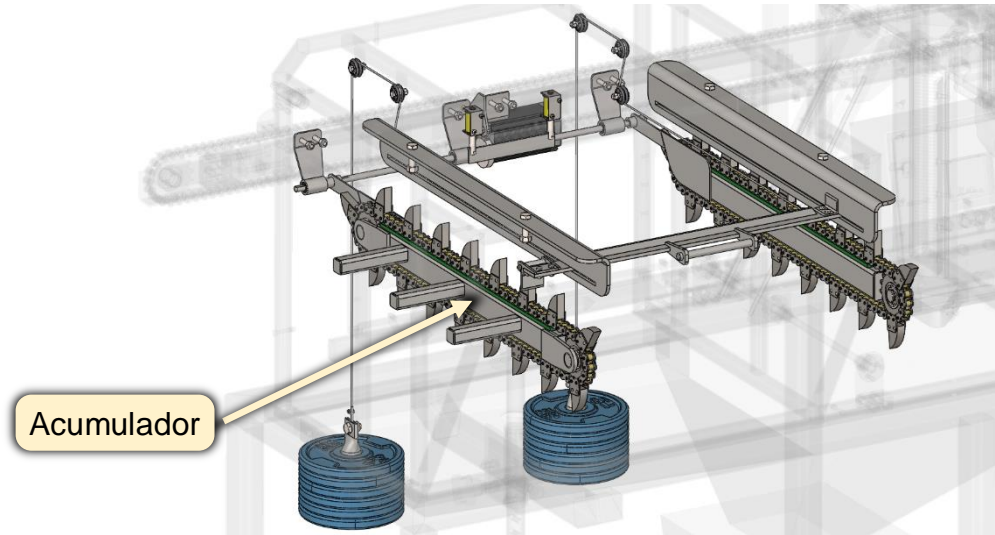


Imagen 50: Sistema de alimentación.

El conjunto está montado sobre la estructura superior de la máquina, y posee, sobre su lado izquierdo, un mecanismo de regulación del ancho para adaptarse a las distintas medidas de los cuadros. (Imagen 51).

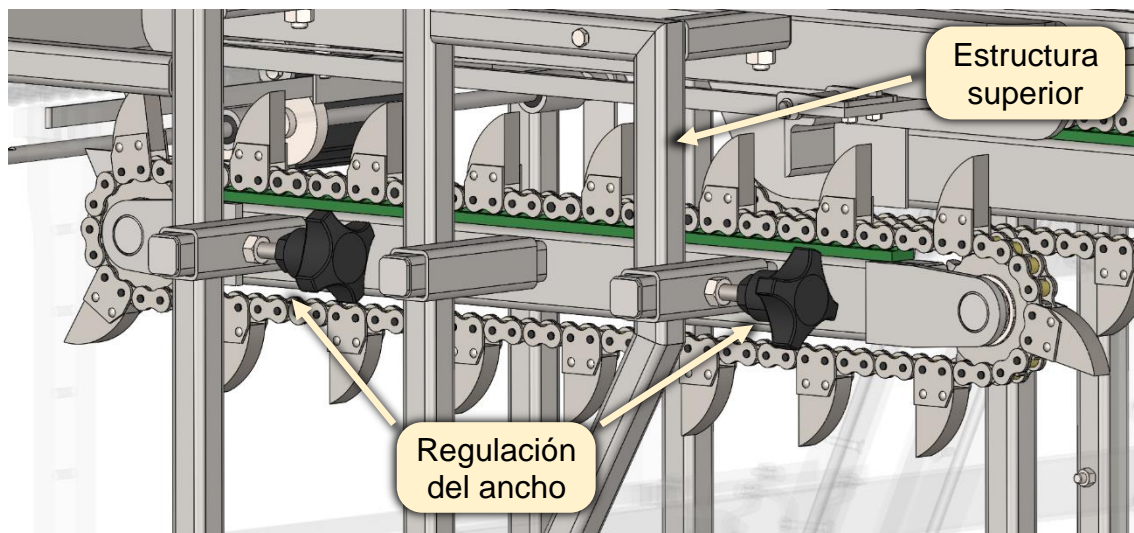


Imagen 51: Regulación del ancho de las cadenas mediante perillas.

Como se aprecia en la imagen 52, el sistema está constituido por un par de cadenas paralelas con topes donde se apoyan los cuadros colgados de sus extremos, uno detrás de otro. Estos son desplazados de forma perpendicular hacia la línea de desoperculado por un empujador accionado por un contrapeso, trasladando los cuadros en una posición vertical-frontal.

Con este sistema la máquina permite cargar hasta 9 cuadros simultáneamente en el acumulador, capacidad que coincide con los alojados en un alza.

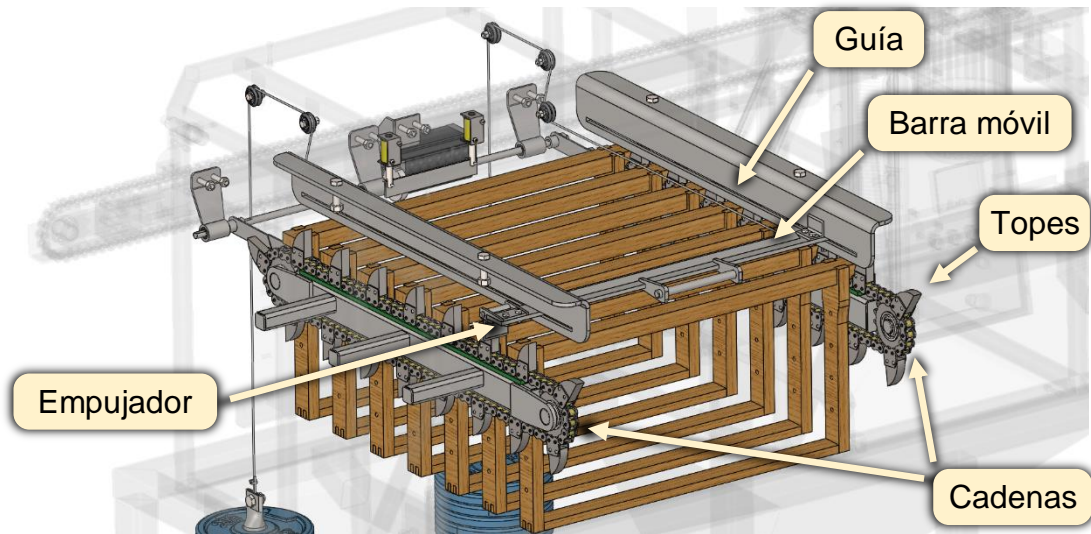


Imagen 52: Sistema guía y cargador.

En la imagen 53 se puede ver que el empujador está unido mediante una bisagra a una barra móvil lo que le permite empujar en un sentido y dejar pasar los cuadros en el sentido contrario. La barra, equipada con una manija (imagen 54), debe ser desplazada manualmente por el operario para colocarla detrás del último cuadro cargado de manera que empuje la serie hacia la línea de corte.

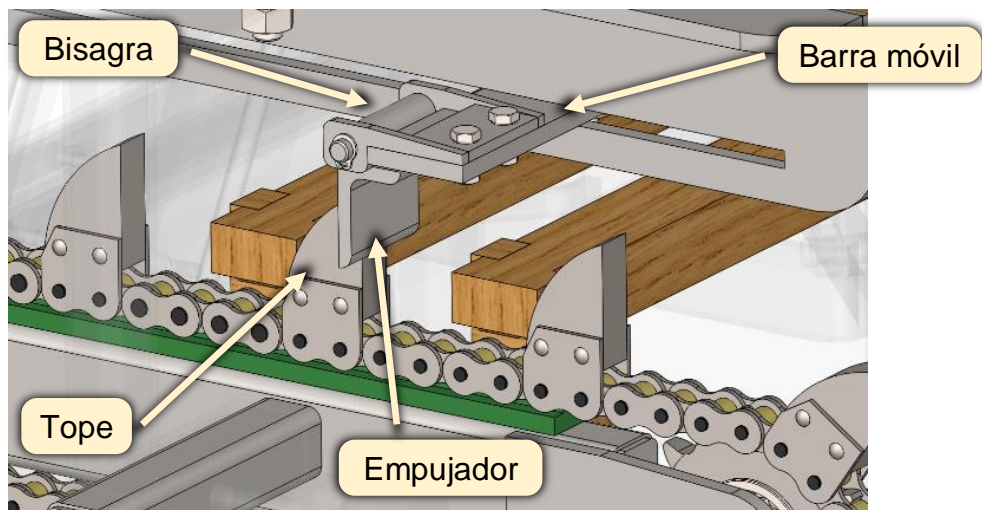


Imagen 53: Empujador.

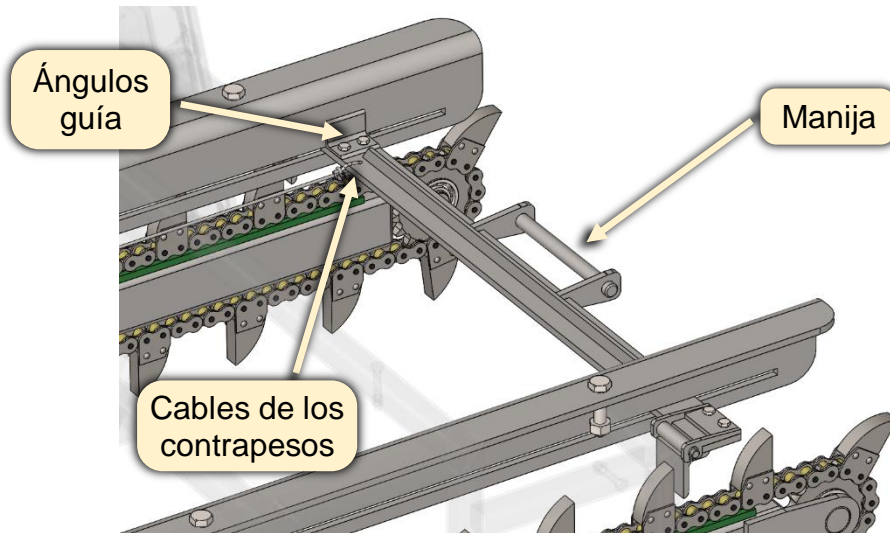


Imagen 54: Sujeción de los cables, manija y ángulos guía.

Los contrapesos se encuentran unidos a ambos extremos de la barra móvil (Imagen 54) por medio de cables de acero que se deslizan por poleas. Como se puede observar en la imagen 55, los mismos son discos de 1 kg cada uno y se puede apilar la cantidad necesaria fácilmente retirando una claveta partida y una arandela que los sostienen.

En diseños previos se pensó en utilizar la fuerza de restitución de un resorte, pero la misma varía de acuerdo a la distancia que se estire el mismo, en cambio con el contrapeso se logra tener siempre la misma fuerza de empuje sin importar la ubicación de la barra móvil.

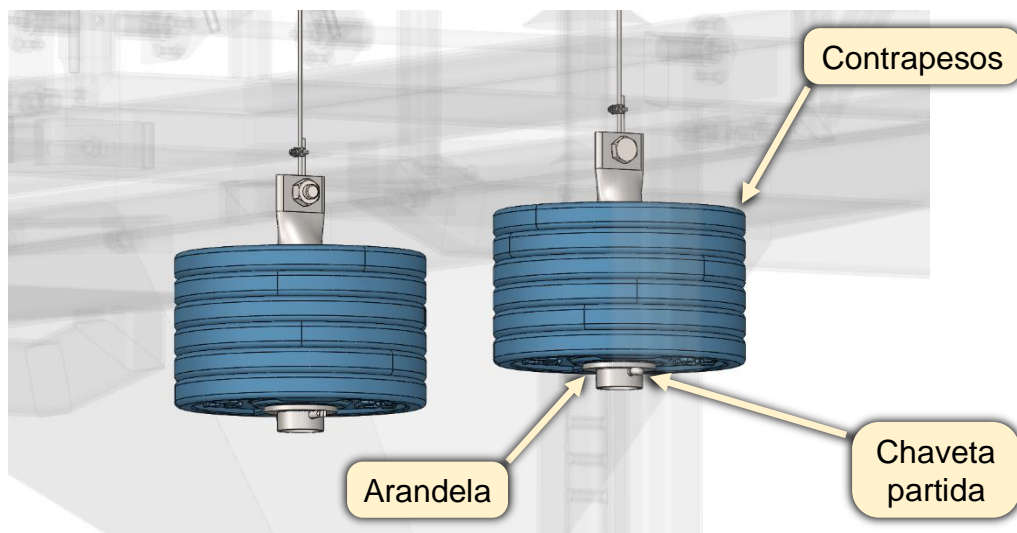


Imagen 55: Contrapesos.

Como se ve en la imagen 56, el avance de los cuadros desde el acumulador hacia la línea de corte es de uno en uno, lo que se logra con dos solenoides que accionan una traba, la cual los detiene y deja pasar sólo al primero de ellos. En la última posición sobre el acumulador, el cuadro abandona las cadenas y continúa soportado por sus extremos en dos placas guía, a la espera de que los

solenoides se accionan y los contrapesos lo arrastren a la siguiente posición sobre la línea de desoperculado.

La actuación de los solenoides es controlada con un sensor óptico que detecta el paso del pateador ubicado sobre la cadena principal y que empuja los cuadros en la parte superior de la línea de corte.

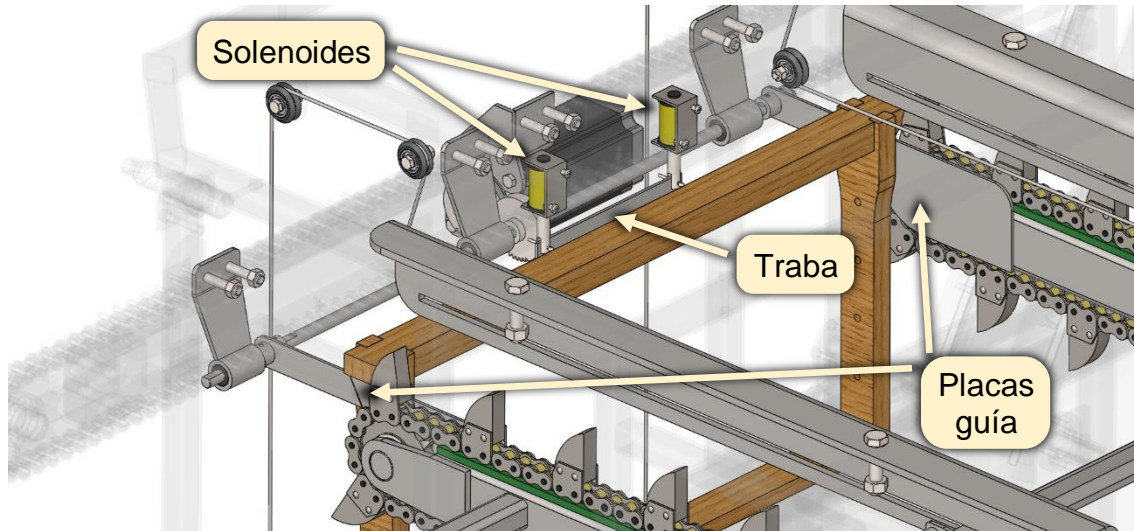


Imagen 56: Cuadro trabado antes de ingresar a la línea de desoperculado.

Por otro lado, cuando el cuadro está sobre la línea de corte, queda apoyado sobre sus extremos en un brazo giratorio (imagen 57) que se baja al recibir la señal del sensor, dejándolo apoyado en su parte inferior sobre la guía longitudinal de corte (Imagen 59). Finalmente, el cuadro es empujado por el pateador (Imagen 58) que avanza en la cadena principal hacia las cuchillas de desoperculado.

Tanto el empujador como el brazo giratorio son regulables para ajustarse al ancho de los distintos modelos de cuadros disponibles.

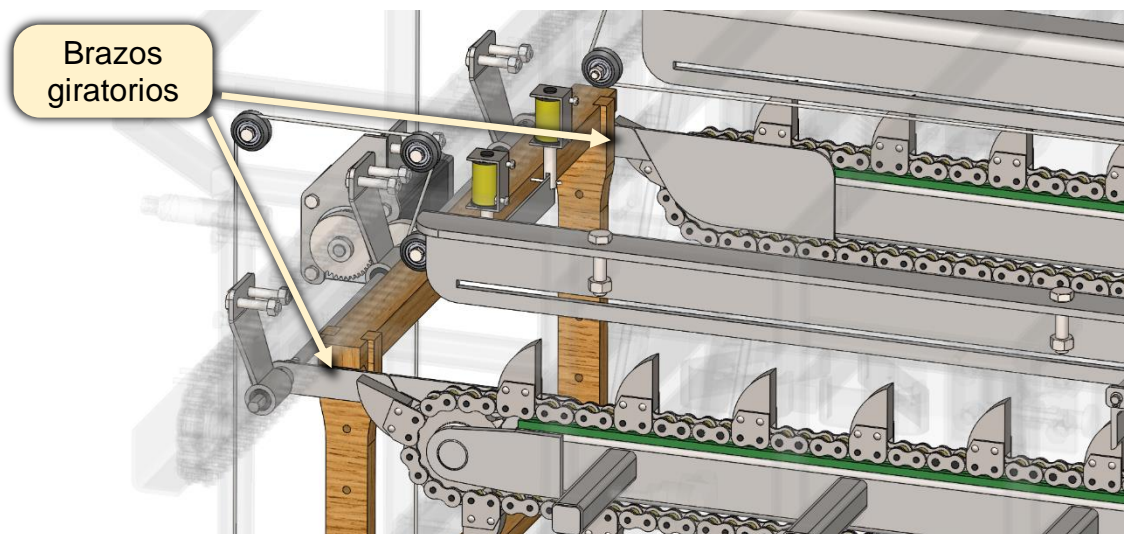


Imagen 57: Cuadro sostenido por los brazos giratorios, sobre la línea de desoperculado.

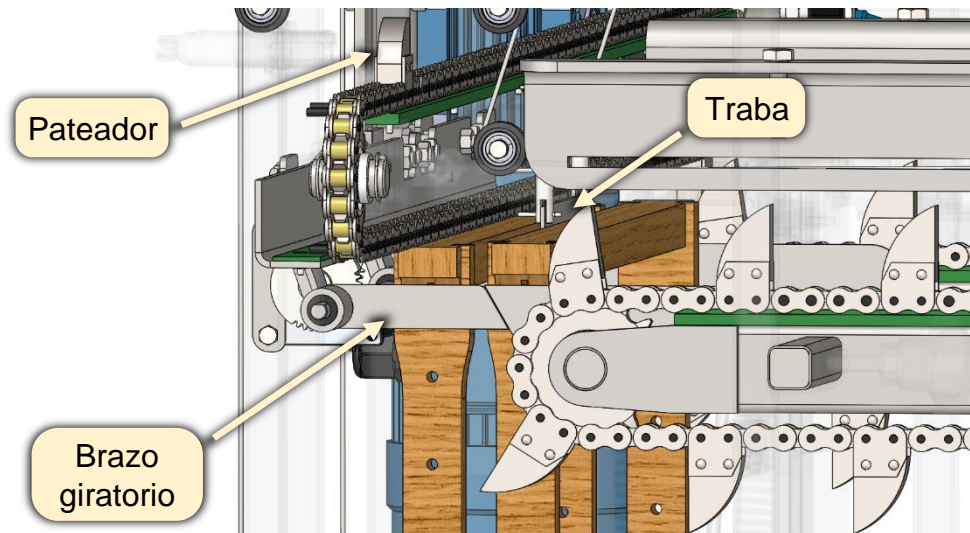


Imagen 58: El primer cuadro sobre los brazos giratorios, esperando por el paso del pateador y el segundo trabado por los solenoides.

Según se observa en la imagen 59, el accionamiento del brazo giratorio se realiza mediante un motor paso a paso. A través un sistema de engranajes, el giro de un cuarto de vuelta del motor, genera que el brazo se coloque verticalmente y que el cuadro quede apoyado sobre la guía longitudinal, a la espera de que el pateador lo arrastre hacia la zona de corte.

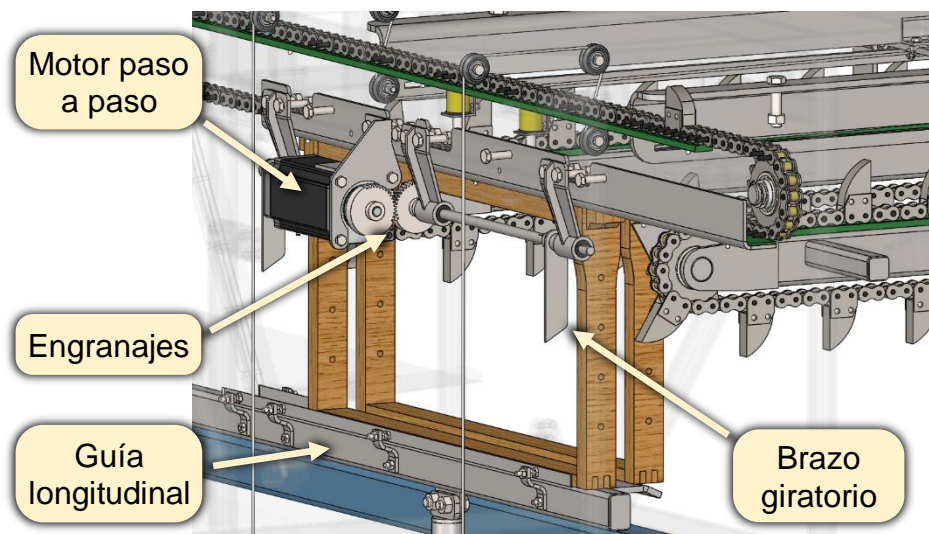


Imagen 59: Al accionarse el motor, el cuadro queda apoyado sobre la guía longitudinal.

Al ser empujado hacia las cuchillas, el cuadro queda finalmente apoyado en las guías laterales, impidiéndole al mismo caerse hacia los costados. Las guías permiten ser reguladas para admitir cuadros más anchos. (Imagen 60).

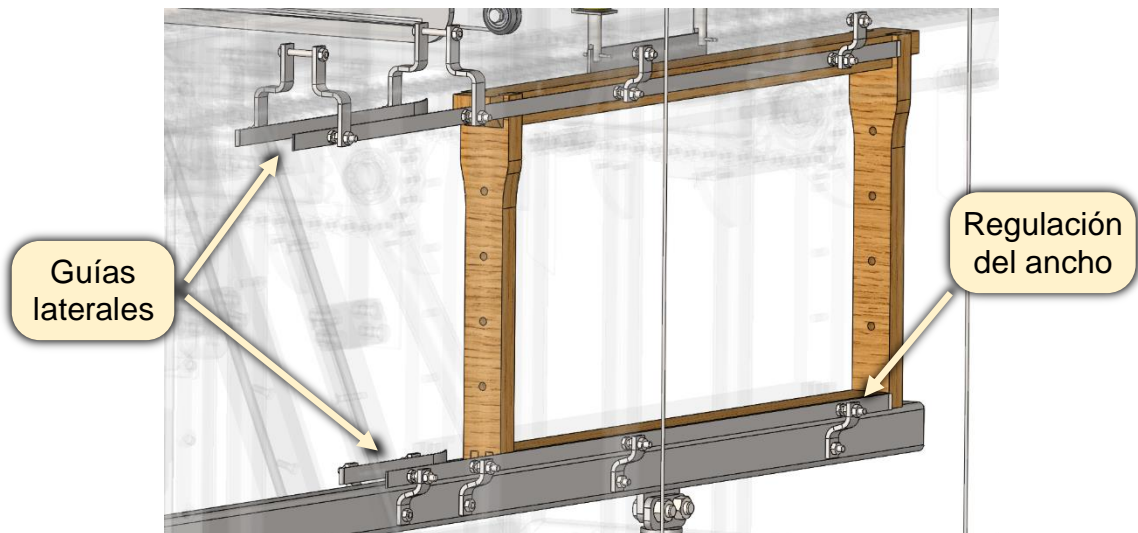


Imagen 60: Guías laterales.

8.9.2. SISTEMA DE TRANSMISIÓN

El conjunto está formado por una cadena con pateadores, perfiles guías sobre los que se desliza la misma, piñones de tracción y libre, rodamientos y un motorreductor.

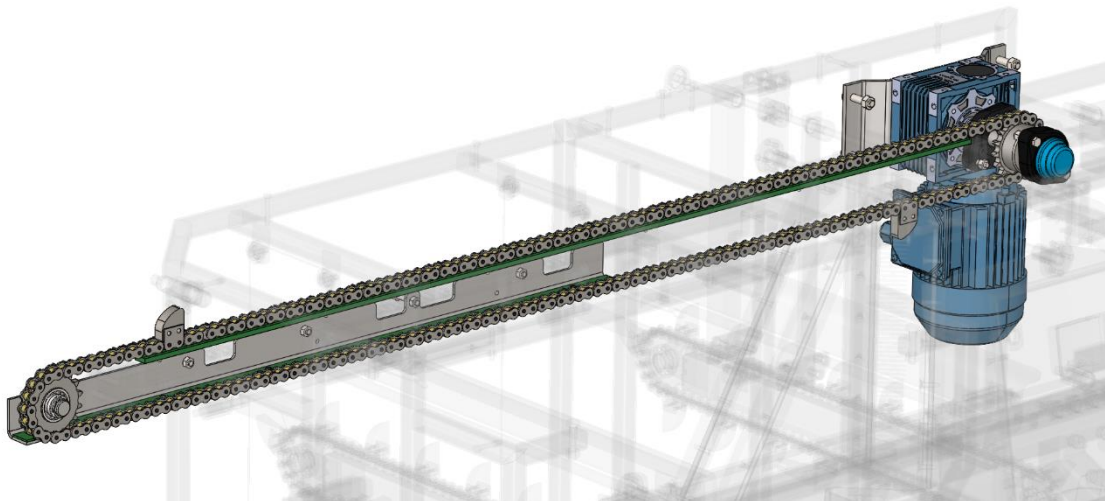


Imagen 61: Sistema de transmisión.

Como vemos en la imagen 62, la tracción se logra a través del eje conductor, el cual se acopla en un extremo mediante una chaveta paralela de 6x6x40 mm con el eje hueco del reductor, y por el otro lado con una otra chaveta paralela de 6x6x20 mm, siendo soportado por dos rodamientos UCF 63.5.

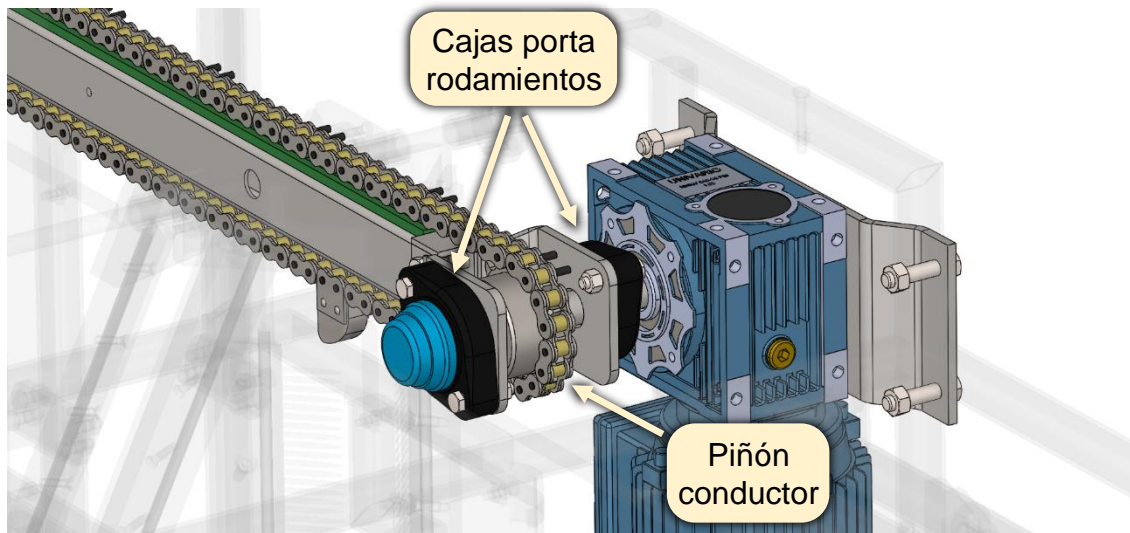


Imagen 62: Eje conductor.

En la imagen 63 se observa que el eje conducido está formado por el eje en sí mismo, el piñón conducido, que va montado sobre un rodamiento 6003, dos separadores a ambos lados de éste permiten que la cadena no roce la chapa del tensor (Imagen 64). Por último, un aro seeger en cada extremo del eje mantienen todas las partes en su posición.

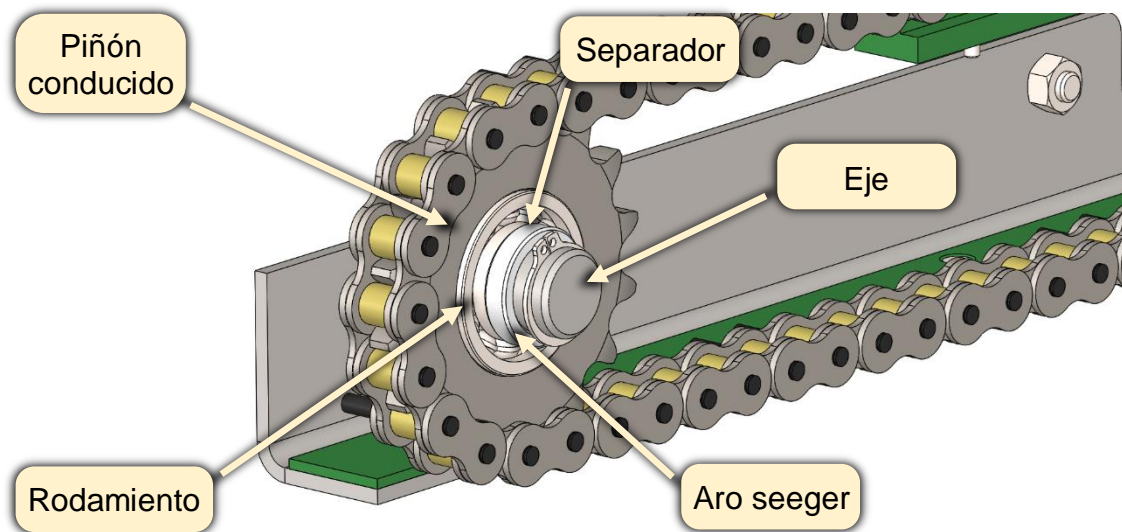


Imagen 63: Eje conducido.

El tensor de la cadena principal se puede apreciar en la imagen 59 y posee dos tornillos de regulación, uno a cada lado, con contratueras, que al aflojarlas y ajustando los tornillos le dan más tensión a la cadena. Cuando se obtiene la tensión buscada, se aprietan los tornillos de ajuste para dejar todo fijo en posición.

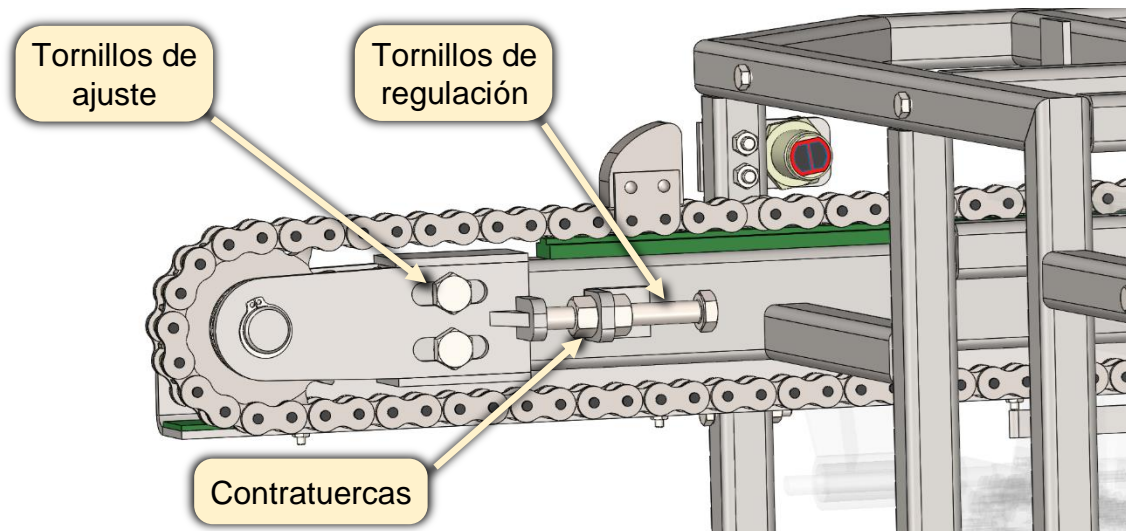


Imagen 64: Tensor en el eje conducido.

El motorreductor se sujeta a la estructura superior de la desoperculadora mediante una placa de 5 mm de espesor y con 8 tornillos que unen la brida lateral del reductor con la estructura. (Imagen 65).

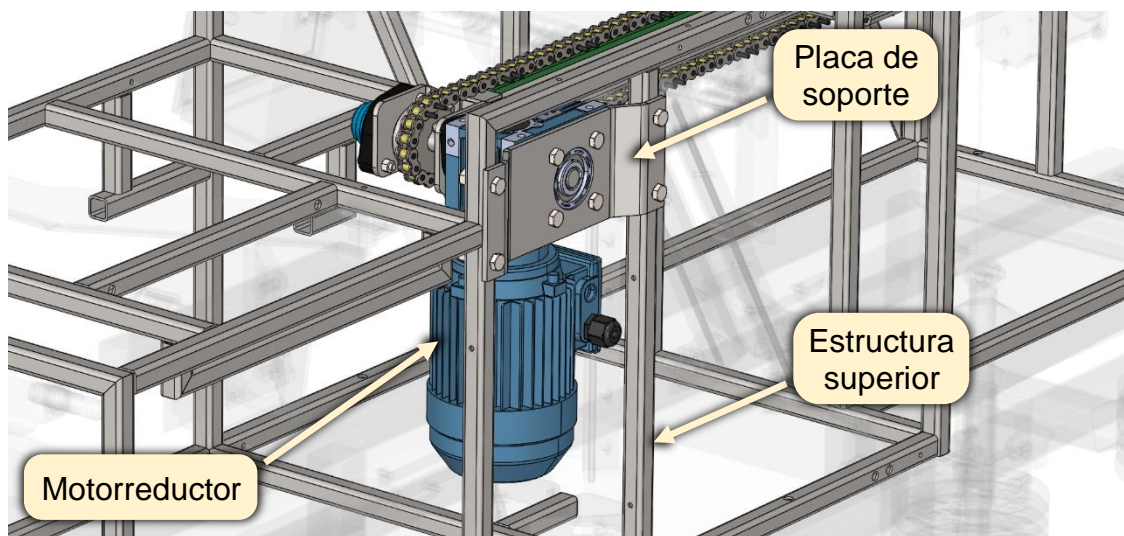


Imagen 65: Sujeción del motorreductor.

La cadena contiene 2 eslabones especiales como se aprecia en la imagen 66, que sujetan el pateador encargado de empujar el cuadro desde la zona de alimentación, a través del sistema de corte, y depositarlo en el final de su recorrido en la zona de descarga.

Se hace uso también de eslabones con pines guía, los cuales tienen como función sostener la cadena por su parte inferior e impedir que la misma quede colgando y entorpezca la entrada de los cuadros.

Se colocan dos perfiles guía debajo de la cadena principal y de los pines para otorgar una superficie de mayor deslizamiento y disminuir los desgastes. (Imagen 67).

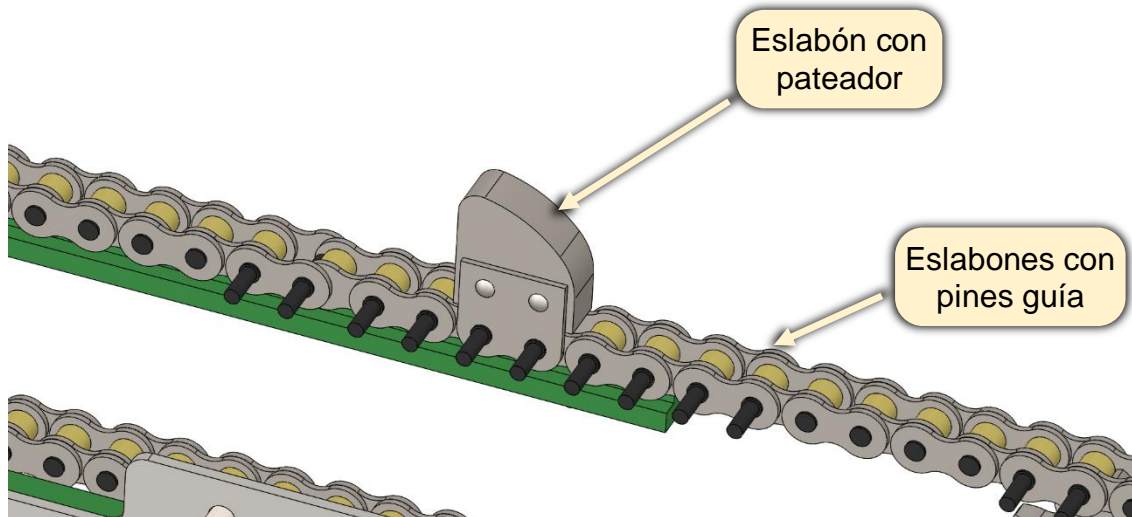


Imagen 66: Pateador.

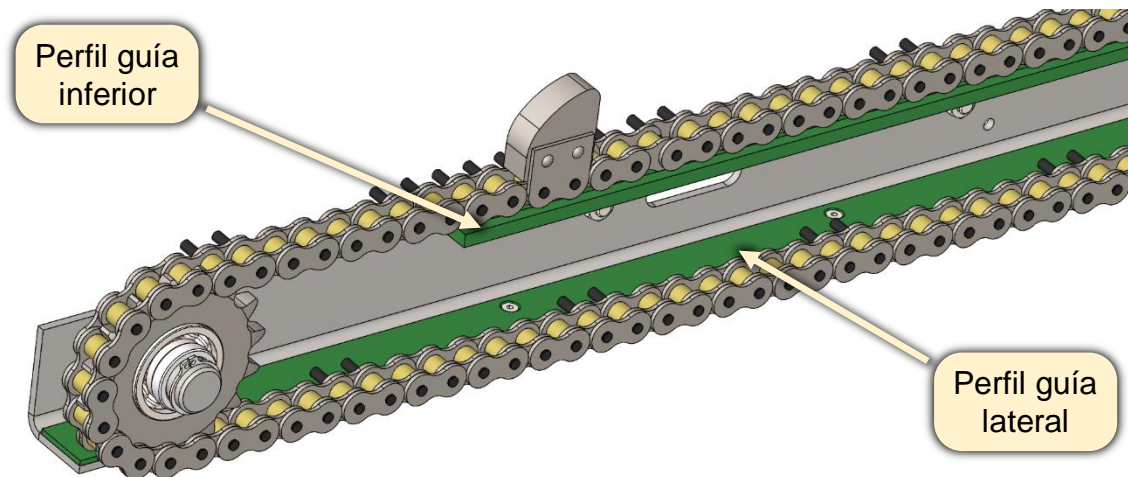


Imagen 67: Perfiles guía de deslizamiento.

8.9.3. SISTEMA DE CORTE

El sistema de corte se compone de un par de cuchillas regulables en ancho para adaptarse a las distintas medidas de los cuadros y un par de peines que tienen la función de abrir todas aquellas celdas que hayan quedado sin desopercular. (Imagen 69).

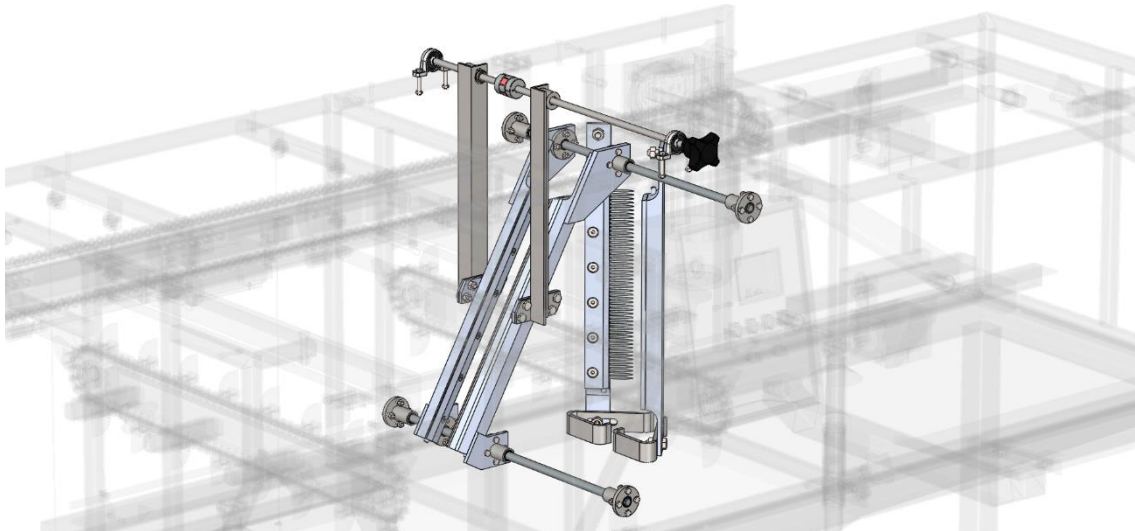


Imagen 68: Sistema de corte.

Las cuchillas serán rectas, fijas, de 330 mm de largo, con filo en bisel, colocadas a 60° respecto a la horizontal, calefaccionadas y ubicadas una a cada lado del cuadro a desopercular, como se aprecia en la imagen 69.

Los peines serán fijos, calefaccionados, tendrán una longitud de 270 mm y estarán ubicados de forma vertical luego de las cuchillas, con sus dientes apuntando ligeramente en la dirección de avance de los cuadros. (Imagen 70).

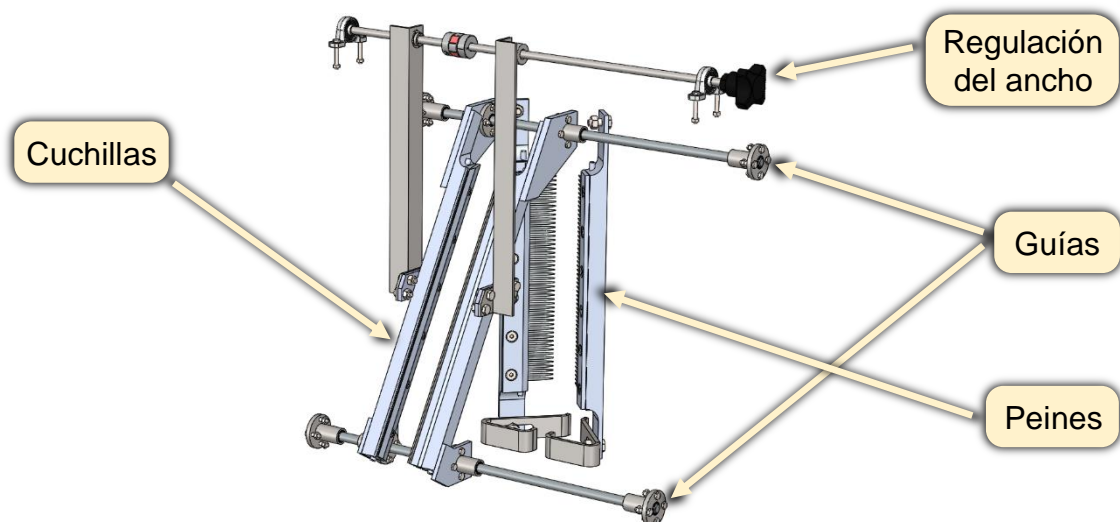


Imagen 69: Sistema de corte.

Puede verse en la imagen 65 que las cuchillas estarán constituidas por un bloque o cuerpo de aluminio y una tapa atornillada al mismo que sostendrán el filo entre ellos. Este último puede ser reemplazado fácilmente cuando se desafilan.

Los bloques tendrán mecanizado un agujero por donde se introducirá una resistencia de tipo tubular de 350 mm de longitud y un diámetro de 6,35 mm, la cual entrega una potencia de 1200 Watt.

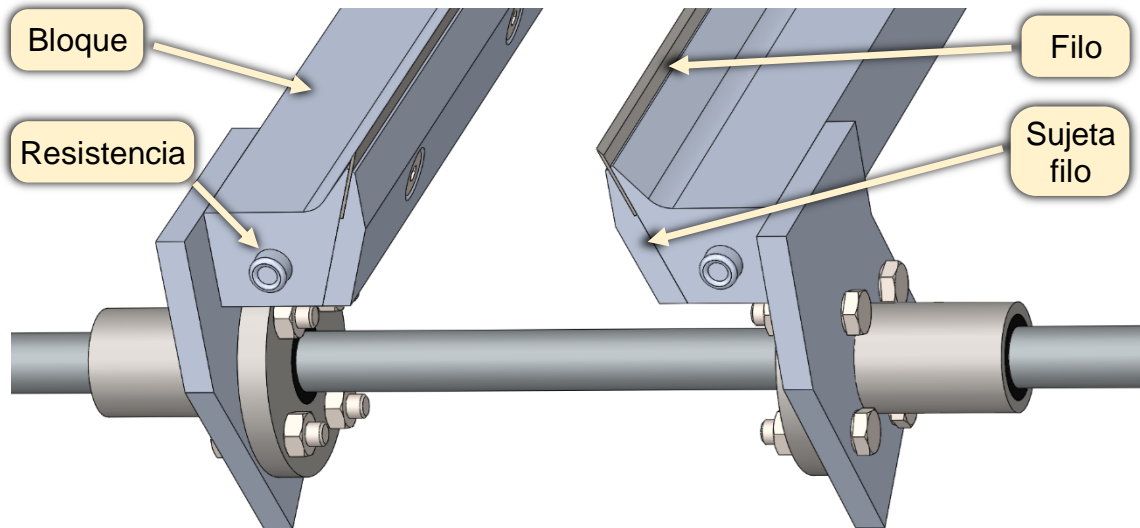


Imagen 70: Cuchillas.

La distancia entre cuchillas se regulará por medio de una perilla, que se puede apreciar en la imagen 71, la que moverá ambas cuchillas en simultaneo mediante dos varillas roscadas, una con dirección derecha y otra izquierda. Esto nos permite que el cuadro quede siempre centrado entre los fillos y se consiga una mejor operación de desoperculado.

Las varillas estarán unidas por un acople flexible y en sus extremos estarán montadas sobre rodamientos para una operación más suave. Sobre las mismas se moverán dados roscados, que, fijados a los brazos de regulación, actuarán sobre el centro de las dos cuchillas ampliando o reduciendo el ancho.

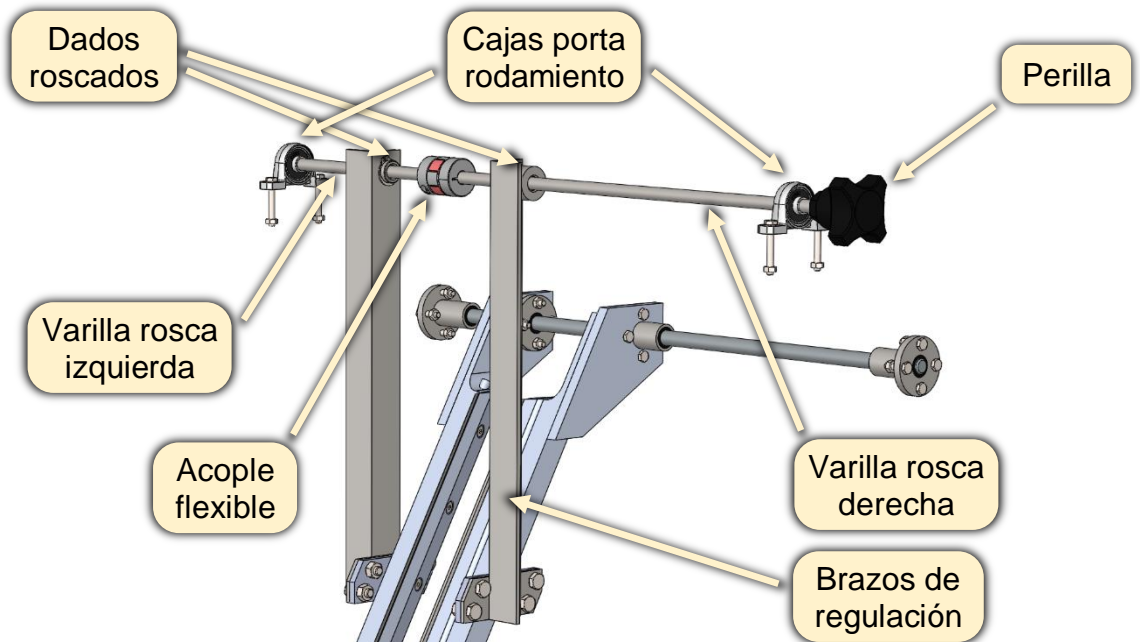


Imagen 71: Sistema de regulación del ancho de las cuchillas.

El sistema de regulación se completa, como se aprecia en la imagen 72, con las guías, tanto superior como inferior, sobre las que se deslizan y se soportan las cuchillas. Se colocará un buje de teflón entre las guías y las bridas de las cuchillas para que el movimiento sea más delicado.

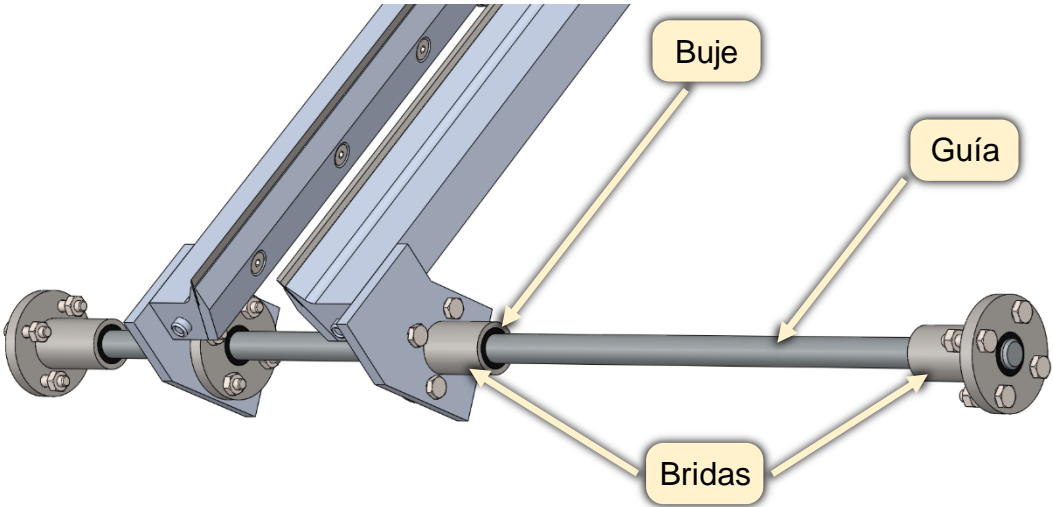


Imagen 72: Guías.

En la imagen 73 puede verse que las bridas de los extremos se sujetarán a la estructura superior de la desoperculadora mediante 4 tornillos dispuestos de forma tal que permitan una correcta alineación de las correderas y las cuchillas se muevan libremente. Sobre las placas de soporte se soldará un ángulo que facilitará la alineación y perpendicularidad del conjunto con la estructura. Por último, por detrás de los tornillos se colocará una placa que tendrá por objetivo distribuir las fuerzas y así prevenir que los caños se deformen durante el ajuste de las tuercas.

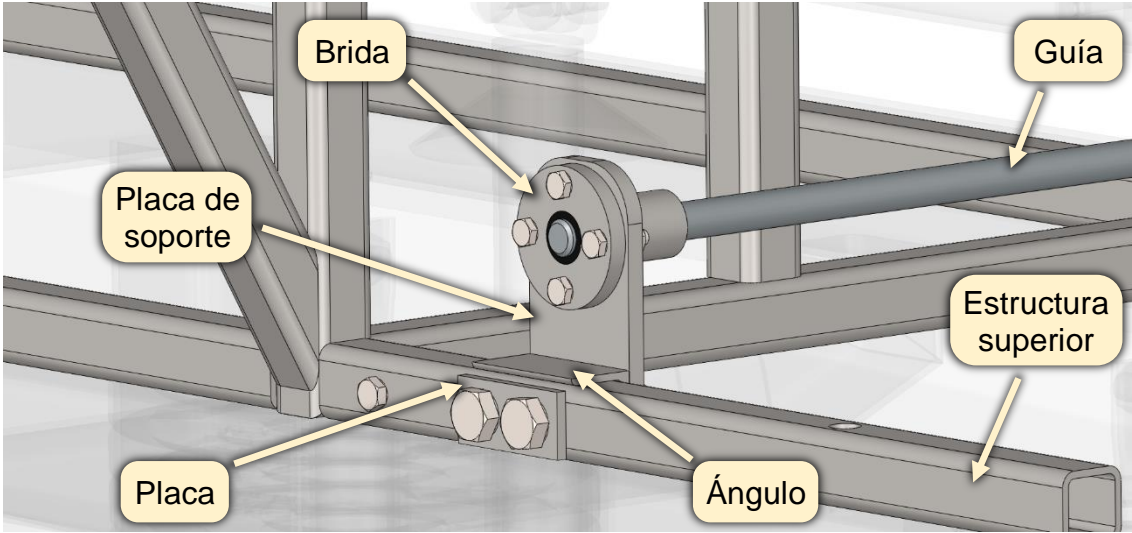


Imagen 73: Sujeción de las cuchillas a la estructura.

Se aprecia en la imagen 74 que al igual que las cuchillas, los peines estarán fabricados por un bloque y una tapa que sujeta la chapa de los peines entre ellos mediante seis tornillos. El bloque contará con una perforación por donde se introducirán las resistencias eléctricas tubulares de 300 mm de longitud y 6,35 mm de diámetro y de 1200 Watt.

Cada una de las cerdas estarán espaciadas entre sí la cantidad suficiente para que siempre una de ellas pase por arriba de una línea de celdas y estas queden abiertas, evitando tener que procesarlas a mano con peines manuales.

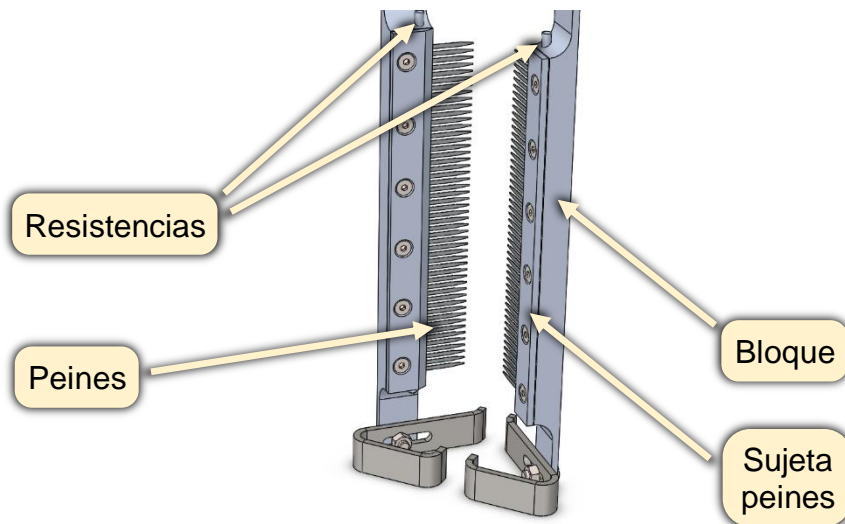


Imagen 74: Peines.

Los peines también estarán unidos a la estructura superior de la desoperculadora (imagen 75). La sujeción se efectuará mediante soportes con corredera que otorgarán la posibilidad de regular el ancho en caso de ser necesario.

Los peines irán colocados de forma tal que sus puntas se orienten en la dirección del desplazamiento de los cuadros, con lo cual se evitarán enganches.

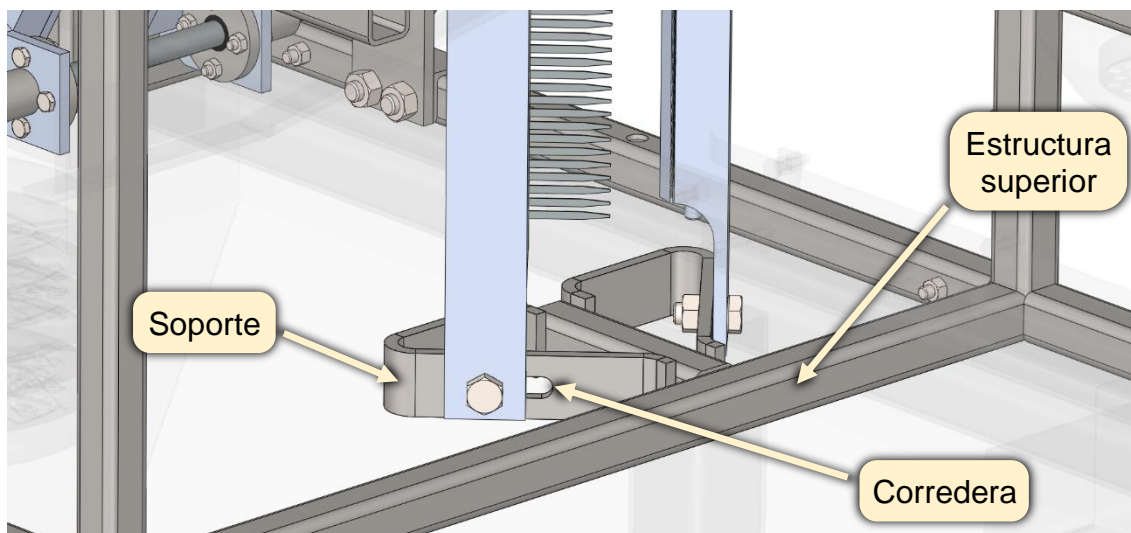


Imagen 75: Regulación del ancho y sujeción de los peines a la estructura.

En la imagen 76 se puede ver como el cuadro, empujado por el pateador de la cadena principal y apoyado en su parte inferior sobre la guía longitudinal, pasa a través de las cuchillas y los peines hacia la zona de descarga.

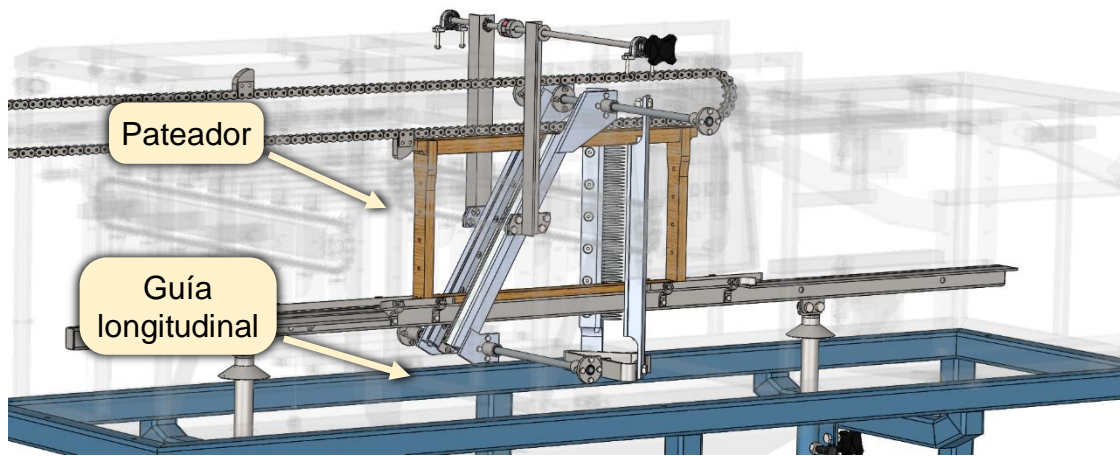


Imagen 76: Cuadro pasando por entre las cuchillas.

8.9.4. SISTEMA DE DESCARGA

La descarga de los cuadros se realiza por un sistema electromecánico, en el que dos motores sacan de la guía longitudinal a los cuadros ya desoperculados y los depositan sobre un par de rieles donde se puede almacenar hasta nueve cuadros, cantidad que coincide con los que se pueden alojar en un alza.

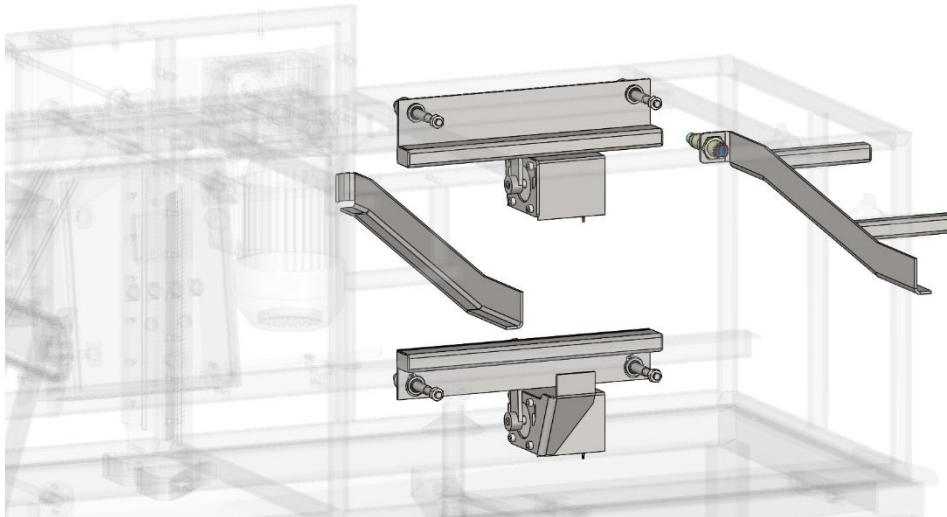


Imagen 77: Sistema de descarga.

Como se aprecia en la imagen 78, los cuadros llegan al final de su recorrido sobre la guía longitudinal empujados por el pateador de la cadena principal. En este punto, un sensor óptico detecta que el cuadro está en la posición adecuada y se envía una señal a dos motores paso a paso para que hagan un movimiento de 90° , dejando los cuadros colgados sobre los rieles.

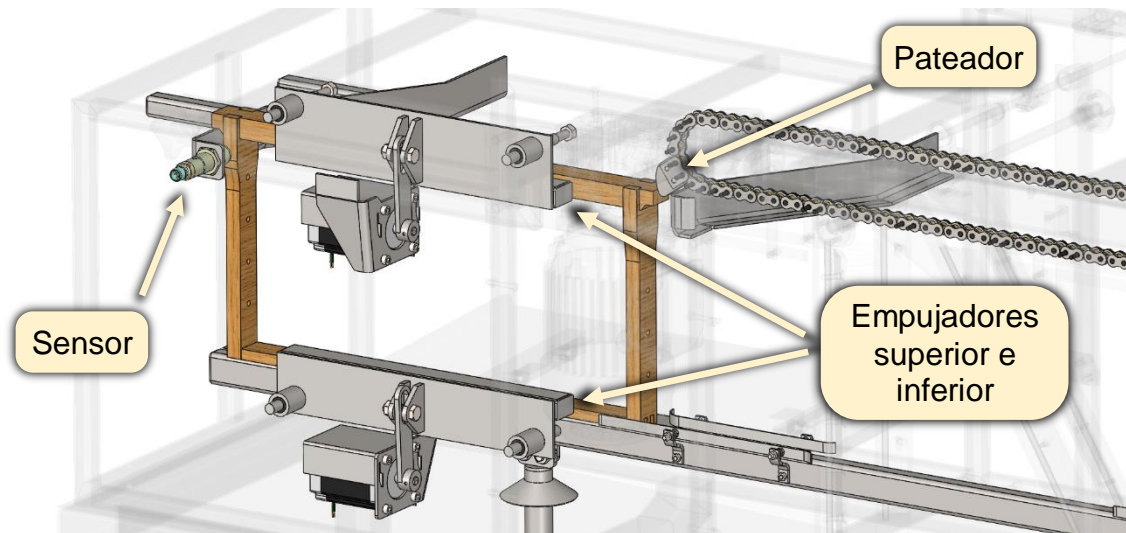


Imagen 78: Accionamiento de los empujadores cuando el sensor detecta el cuadro.

Los empujadores (imagen 79) estarán formados por un sistema biela-manivela, que transformará el movimiento rotativo del motor en un movimiento rectilíneo de la placa de empuje. Este último se mueve perpendicularmente al desplazamiento de los cuadros gracias a dos guías cilíndricas en sus extremos y a una corredera en la biela.

El empujador inferior irá sujeto a la guía longitudinal, de forma que acompañe el movimiento de la misma cuando ésta se regula para procesar alzas de distinta altura. El inferior siempre actúa sobre el travesaño inferior de los cuadros.

El superior se montará sobre la estructura superior de la desoperculadora y contrario al soporte inferior, siempre quedará fijo en esa posición. El mismo actúa sobre el travesaño superior de los cuadros.

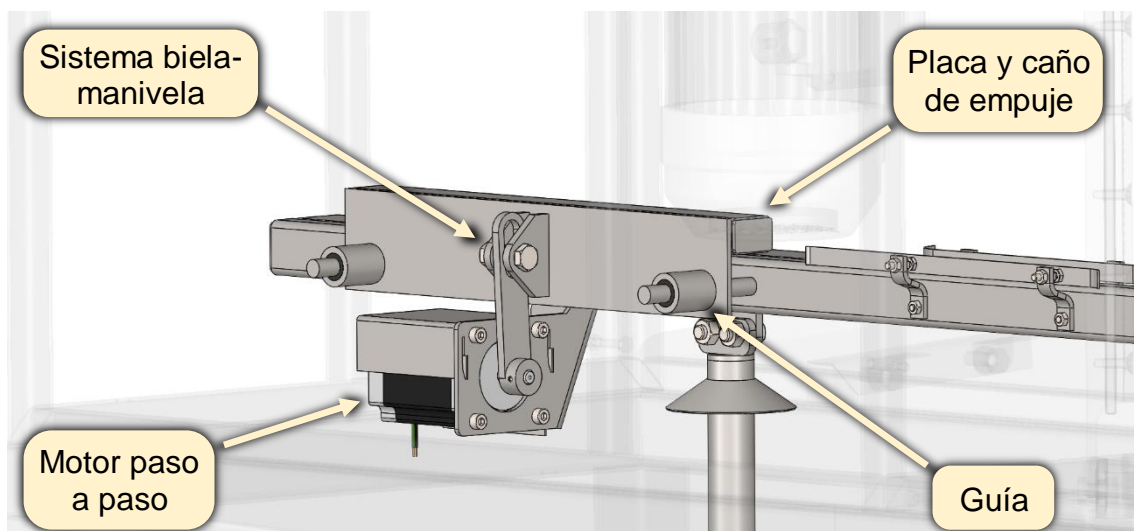


Imagen 79: Empujador inferior.

Finalmente, los cuadros quedan colgados por su apoyo superior en dos rieles paralelos que tienen una inclinación hacia abajo para favorecer el

desplazamiento por gravedad. En dicho punto los cuadros quedan a la espera de que el operario los retire para la operación de centrifugado. (Imagen 80).

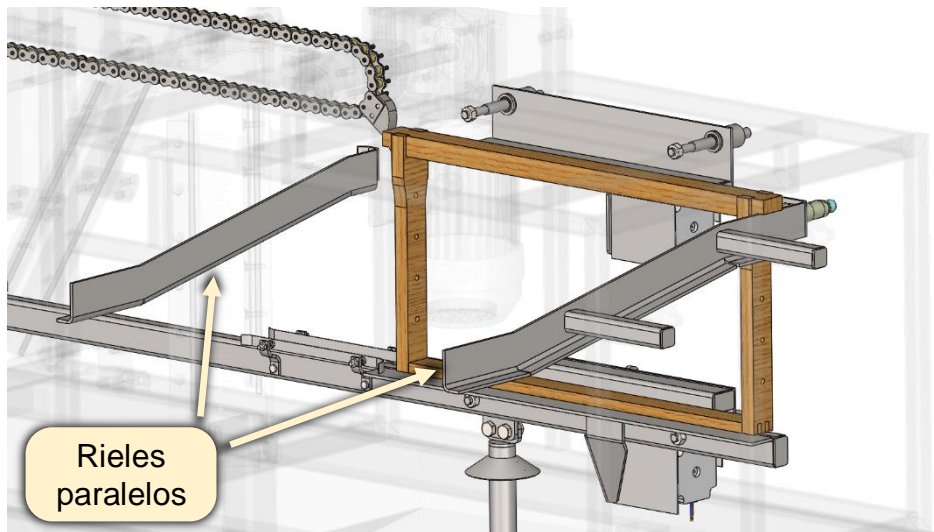


Imagen 80: Rieles del acumulador de salida.

Tanto el sensor óptico como el riel del final permiten regular su posición a través de dos perillas de acuerdo al tamaño del cuadro con el que se esté trabajando (imagen 81). Al estar el sensor montado sobre el riel, se logra que el primero acompañe el movimiento cuando el segundo se regula, midiendo siempre el mismo punto y facilitando la puesta a punto.

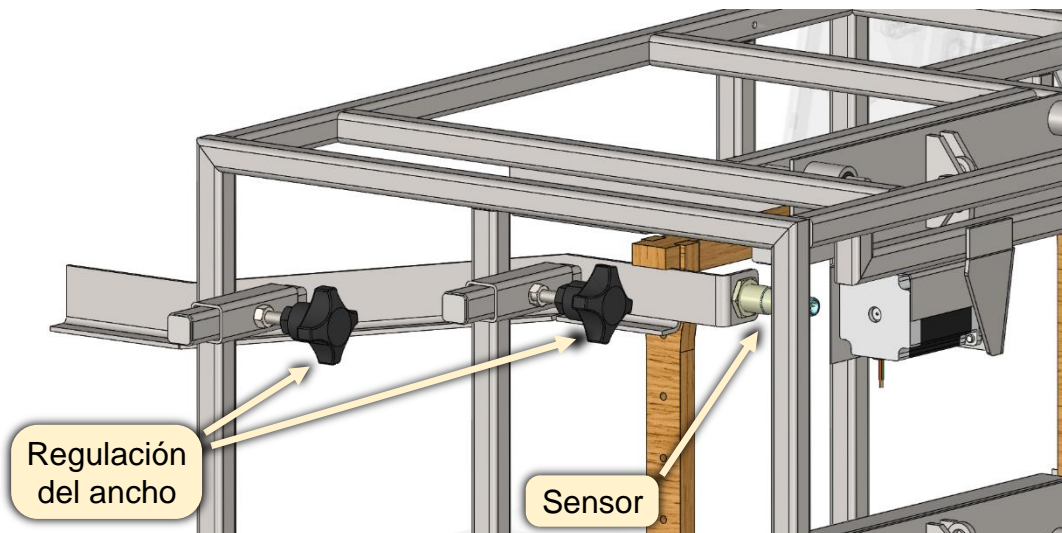


Imagen 81: Regulación del ancho de la guía.

8.9.5. BATEA

La batea que se colocará por debajo de la desoperculadora y recolectará la cera de los opérculos. Tendrá un tamaño tal que contenga tanto el goteado de miel de los cuadros como así también posibles salpicaduras, por lo que se la instalará lo más arriba posible, facilitando al mismo tiempo el ingreso de la extrusora en la parte inferior. (Imagen 82).

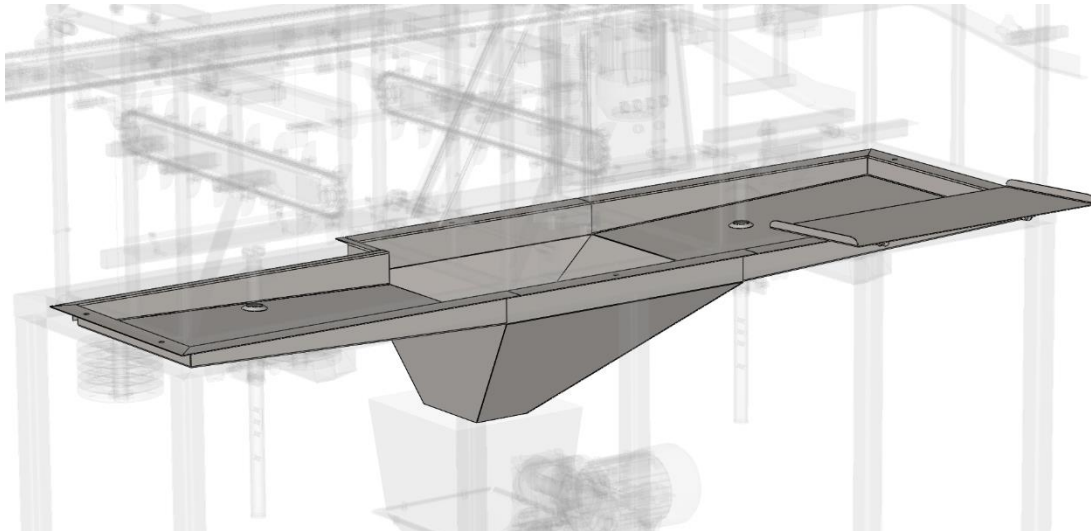


Imagen 82: Bateas.

Como se ve en la imagen 83, se contará con dos bateas, una grande que se fabricará en tres partes, para cubrir las zonas de alimentación, corte y descarga, y otra pequeña que recolectará el goteo en el acumulador de salida. Todas se fabricarán de chapa plegada de acero inoxidable SAE 304 de 1 mm de espesor y se fijarán a la estructura por medio bulones para permitir el desarme de todo el conjunto.

La batea del acumulador de salida descarga sobre su par de descarga. Ésta y la de alimentación descargan a su vez a la batea de la zona de corte, que es la parte más sucia de la máquina, donde se contará con una abertura para que los opérculos caigan a la extrusora.

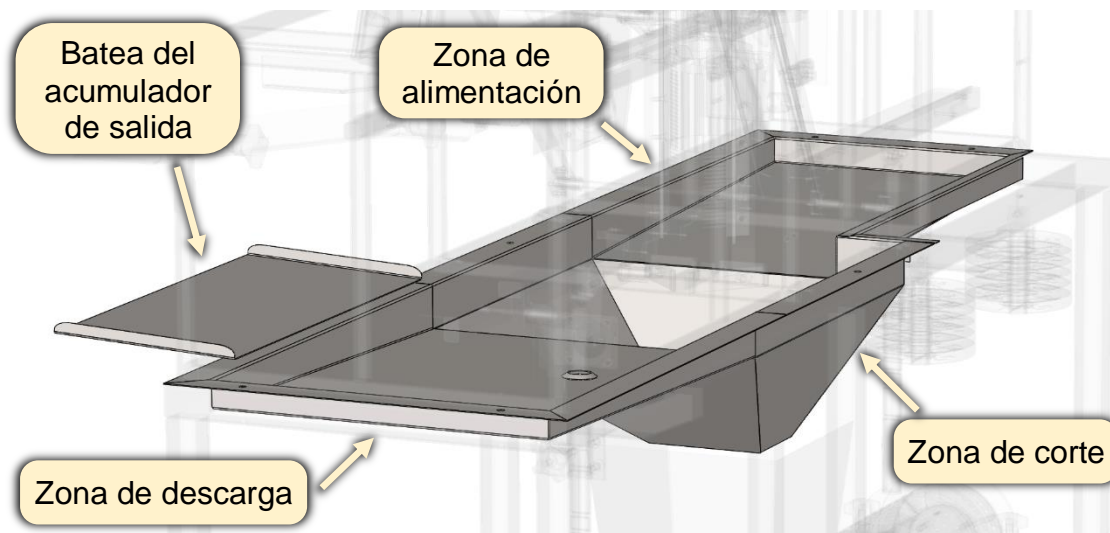


Imagen 83: Batea en el acumulador de descarga.

A través de la batea pasan los caños que sujetan la guía longitudinal (imagen 84). Como estos se pueden desplazar verticalmente para regular la altura de los cuadros a procesar, se colocarán sombreros sobre ellos y rebordes en la batea para evitar que la miel pase por los agujeros y gotee sobre la extrusora o sobre el piso.

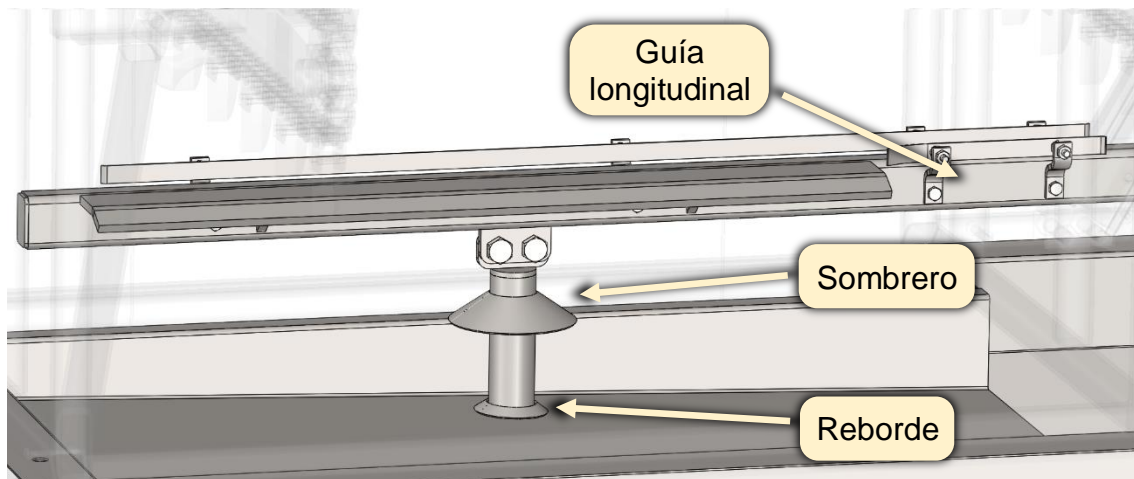


Imagen 84: Sombrero y reborde para el paso del caño de regulación de la altura.

8.9.6. ESTRUCTURA INFERIOR

Como se observó en los resultados del estudio mediante elementos finitos, la estructura se encuentra sobredimensionada tanto desde el punto de vista de tensiones como de deformaciones. Se utilizará caños estructurales 40x40x2 mm para las patas y los travesaños superiores y 40x20x2 mm para los refuerzos inferiores ya que los mismos le otorgan una firmeza adicional al conjunto.

La estructura se encargará de sostener la batea, la estructura superior de la desoperculadora, la guía longitudinal por donde se deslizan los cuadros a desopercular y la extrusora.

La elección de caños estructurales por sobre chapas plegadas u otro método de fabricación se da porque los mismos otorgan facilidades de montaje al no requerir más que un corte y posteriormente la soldadura para unirlos. La única desventaja que podemos nombrar es que estos requieren que todas las perforaciones se sellen para evitar que la suciedad entre en su interior, pero, siendo la miel un alimento que no se descompone con facilidad, esta desventaja se vuelve irrelevante.

El material que se elegirá para los caños de esta estructura es acero al carbono SAE 1010 a los cuales se les aplicará una terminación con pintura epóxica para hacerlos aptos para estar en contacto con alimento y lo que nos permitirá abaratar los costos significativamente. Las uniones se harán por medio de soldadura eléctrica con material de aporte.

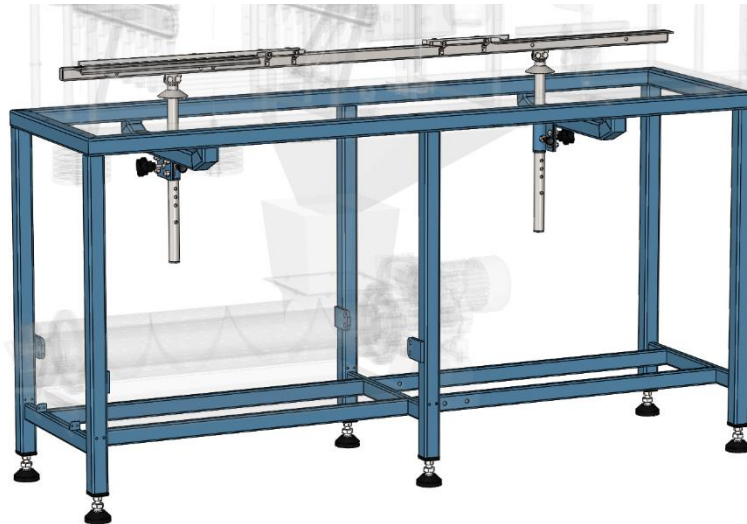


Imagen 85: Estructura inferior.

Debajo de cada pata se instalará un pie regulable (Imagen 86) en altura que tendrán como función adaptar la estructura a los desniveles del piso y permitir que la desoperculadora no se tambalee ni quede inclinada.

Los pies cuentan con un inserto plástico que se introduce y queda fijo en el caño estructural. A través de un sistema de tuerca y contratuerca se puede regular la altura individual de cada pata y fijarla en el lugar.

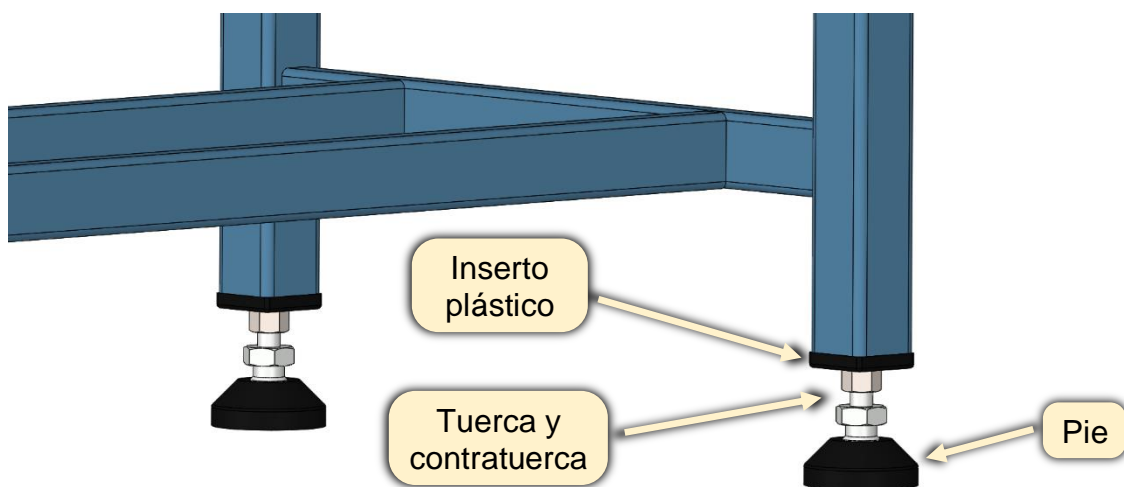


Imagen 86: Pies regulables.

En la imagen 87 se aprecia que sobre la guía longitudinal se sueldan las placas de soporte que contienen a los cuadros en los momentos de carga y descarga de la misma. Además, lleva incorporadas las guías inferiores, que son regulables en ancho y contienen a los cuadros para prevenir que estos se caigan al atravesar las zonas de alimentación y corte.

La guía longitudinal está sustentada por los caños de soporte que son los que le dan la posibilidad de subir o bajar en función de la altura de los cuadros a procesar.

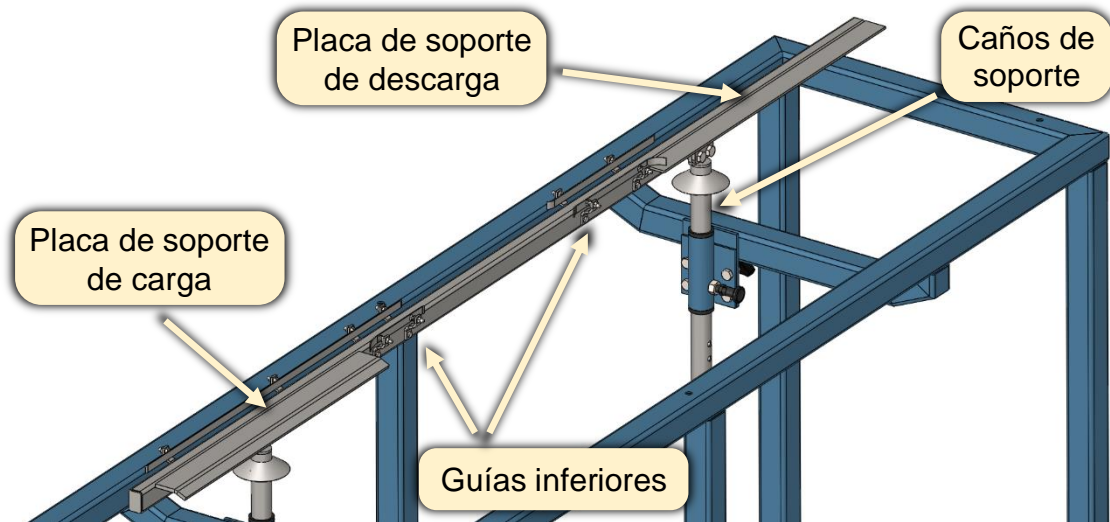


Imagen 87: Guías y placas de soporte de los cuadros.

El sistema de regulación en altura de la guía longitudinal (imagen 88) consiste de un caño de soporte con perforaciones en las que se introduce un pasador y con una perilla que presiona sobre el caño se eliminan vibraciones y una posible pérdida del punto. Los agujeros están efectuados a medidas estipuladas por las alturas de los cuadros, por lo que se agiliza mucho la calibración al no tener que medir la distancia entre la cadena y la guía y garantizando que la misma quede perfectamente horizontal.

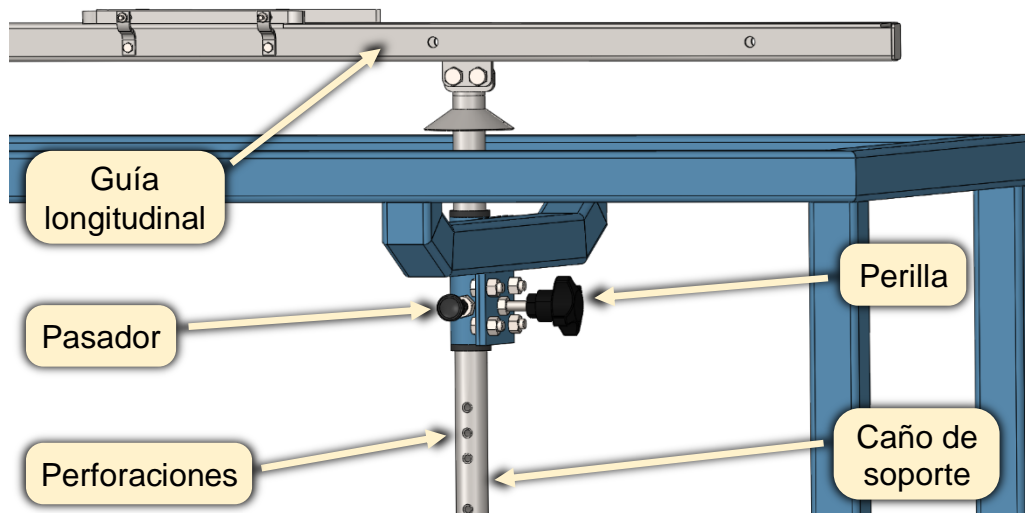


Imagen 88: Regulación en altura de la guía longitudinal.

8.9.7. ESTRUCTURA SUPERIOR

La estructura superior se unirá con bulones sobre la inferior, lo que facilitará el montaje y permitirá que ante cualquier inconveniente se puedan separar las partes para poder trabajar de forma más cómoda.

Será construida mayormente en caño de acero inoxidable 304 estructural de 20 x 20 mm x 2 mm, unida por soldadura eléctrica con material de aporte.

La elección del caño de acero inoxidable 304 de sección 20 x 20 x 2 mm se debe a que la estructura debe estar hecha de un material de grado alimenticio, ser resistente a la corrosión, tener resistencia mecánica, ser rígida y estable, de fácil limpieza, liviana, de fácil construcción y además este material nos brinda un acabado estético para su aplicación.

Como los esfuerzos a los que está sometida la estructura son muy pequeños, teniendo en cuenta que se prueba mediante cálculo, que un cuadro de pino resiste los esfuerzos que se generan en el corte, y siendo la madera menos resistente que el caño de acero, podemos concluir que la estructura estará sobrada en capacidad para resistir.

El otro esfuerzo al que se somete la estructura es el peso de los componentes, siendo el mayor el de los cuadros y luego el motoreductor, teniendo en cuenta que no superamos los 300 kg en total, podemos decir que no es un esfuerzo elevado para la estructura, habiendo diseñado la misma con los refuerzos correspondientes en las áreas necesarias.

Dentro de los materiales que se podrían haber adoptado para confeccionar la estructura de la máquina, encontramos que el caño seleccionado es de los más económicos y utilizados en el mercado por sus características.

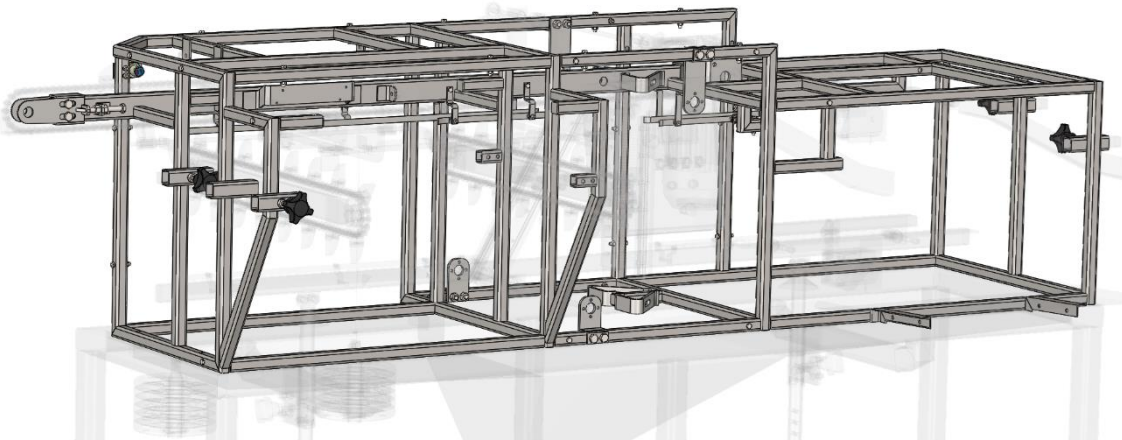


Imagen 89: Estructura superior.

Sobre esta estructura se fijarán las guías superiores (imagen 90) que serán las encargadas de sostener los cuadros cuando estos atraviesen las zonas de alimentación y corte. Serán regulables en ancho mediante un sencillo sistema de tuerca y contratuerca.

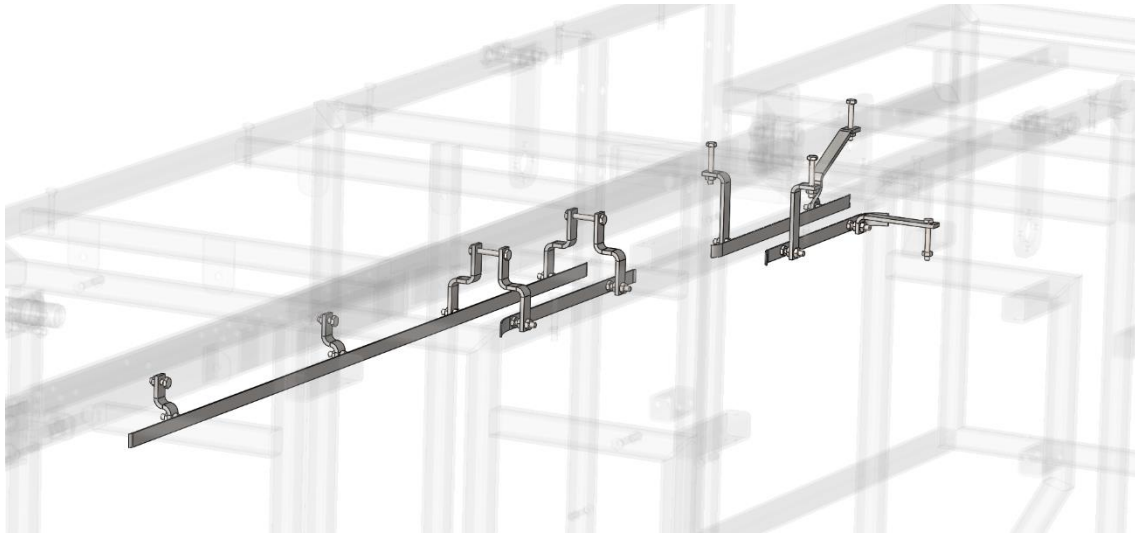


Imagen 90: Guías superiores.

En las partes donde queden expuestas piezas móviles o que presenten algún riesgo de ser alcanzadas por el operario mientras estén en funcionamiento serán cubiertas por chapa de acero inoxidable 304 de 1 mm de espesor, como se observa en la imagen 91.

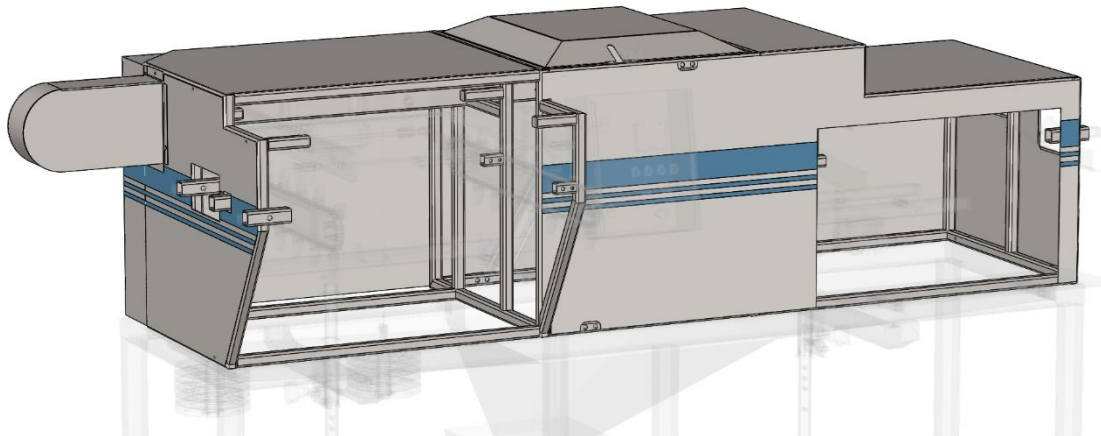


Imagen 91: Cerramiento.

8.9.8. TABLERO

El tablero de comandos principal (imagen 92) será el de la desoperculadora y contará con botones que permitan el encendido, apagado y regulación de la velocidad del motor de avance; el encendido, apagado y regulación de la temperatura de las cuchillas y de los peines por separado; un indicador de temperatura y por último un botón de parada de emergencia.

Todas estas acciones serán comandadas por un controlador ubicado dentro del gabinete, el cual actuará sobre relés de potencia en base a la interacción del operario y los sensores de temperatura.

El gabinete será de provisión comercial, estándar en material PVC y se unirá a la estructura superior junto al sistema de alimentación, que es un lugar donde es accesible y cómodo para el operario.

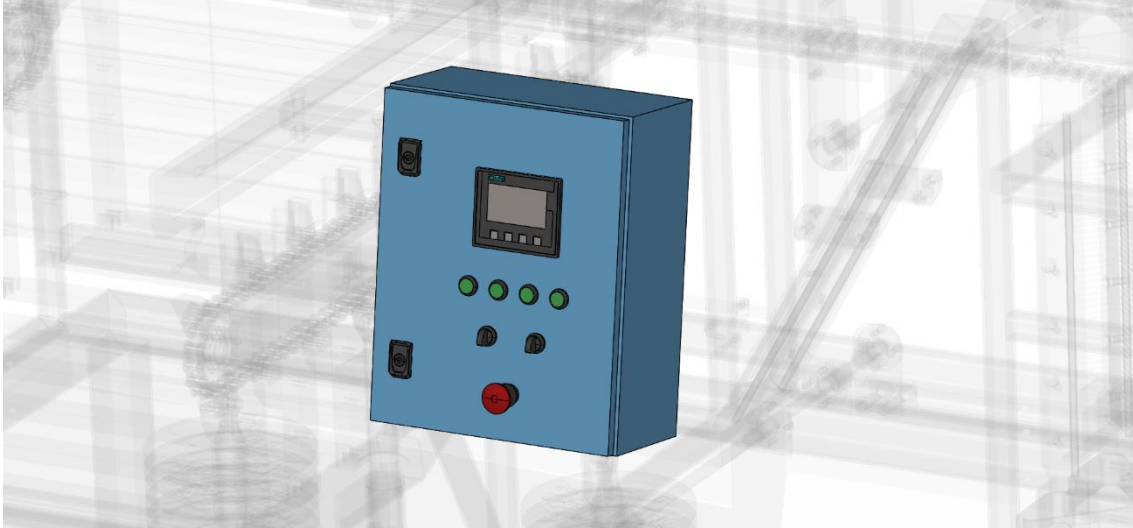


Imagen 92: Tablero.

9. EXTRUSORA

9.1. ANTECEDENTES

Si hablamos de separar la cera de la miel en los opérculos podemos asegurar que no existe la misma diversidad que en lo que a desoperculadoras se refiere, pero podemos identificar dos tipos que operan de forma muy distinta entre sí.

El primero separa ambas sustancias de forma continua primero calentando la mezcla y luego haciéndola pasar por un separador centrífugo del que se obtienen como productos por un lado la cera en forma de escamas o aserrín con un contenido muy bajo de humedad e impurezas y por otro lado miel con un porcentaje de pureza tan alto que no es necesario usar filtros. El aspecto malo de este sistema es que requiere un intercambiador de calor y que durante el proceso de calentamiento se debe controlar el nivel de hidroximetilfurfural (HMF), conocido cancerígeno, que está vetado por los organismos de control.

El otro tipo de máquina hace la separación en frío utilizando en primera instancia filtros para las partículas más grandes que ingresan, o bien una prensa que trabaja de forma discontinua, o más comúnmente a una extrusora continua de tornillo sinfín de paso variable de la cual se obtiene por un lado la miel que brota de la camisa agujereada y por el extremo opuesto al ingreso, cera comprimida en forma de pequeños trozos. En estas máquinas la calidad de la miel debe ser mejorada mediante filtros hasta obtener la pureza deseada. La cera, en cambio, aun teniendo una alta cantidad de suciedad, ya tiene valor en el mercado tal y como sale de la extrusora.

Conociendo cómo funcionan los dos tipos más comunes de separadoras y sabiendo que existe una resolución que establece el nivel de HMF producido al calentar la miel y la gran desventaja de necesitar un intercambiador de calor, descartamos la posibilidad de una centrifugadora y optamos por desarrollar una extrusora. Es por esta razón que no se buscaron antecedentes de centrifugadoras para conocer sus características.

- Extrusora Vairolati
 - Fabricada en acero inoxidable AISI 304 de 1,2 mm de espesor.
 - Trabaja hasta 800 cuadros estándar por hora, lo que es muy superior a la velocidad de cualquier desoperculadora.
 - Potencia total de 1100 W.
 - Tornillo sinfín de fundición de aluminio de 800 mm de largo y 150 mm de diámetro.
 - Dimensiones: 900 mm de largo, 600 mm de ancho y 900 mm de alto.
 - Reductor de velocidad a engranajes en baño de aceite con acople con limitador de torque para evitar roturas.
 - Registro de presión y extrusión de acuerdo a la temperatura y al tipo de miel.

- Camisa de 154 mm de diámetro de acero inoxidable con perforaciones de 1,5 mm.
- El residuo de miel en cera oscila entre 1 y 3%.
- Industria Argentina.



Imagen 93: Extrusora Vairohatti.

- Extrusora Lyson – WZ0965:

- Totalmente en acero inoxidable de alta calidad.
- Eficiencia de hasta 200 kilogramos por hora.
- Potencia de 1100 W con velocidad ajustable de hasta 9 RPM máximo.
- Tornillo sinfín de plástico resistente de alta densidad.
- Dimensiones: 1350 mm de largo, 750 mm de ancho y 920 mm de alto.
- Puede ser usada en la industria alimenticia como prensa para frutas.
- Equipada con ruedas para facilitar su traslado.
- La sequedad de la cera extruida depende del contenido de miel en los opérculos. En algunos casos se requieren dos pasadas para quitar una cantidad suficiente de miel de la cera.
- Fabricada en Polonia.



Imagen 94: Extrusora Lyson.

- Extrusora Inderco – PRMC:
 - Hecha de acero inoxidable AISI 304.
 - Capacidad de hasta 150 cuadros por hora.
 - La potencia del motor es de 1500 W.
 - El tornillo sinfín es de material plástico.
 - Dimensiones: 1300 mm de largo, 600 mm de ancho y 770 mm de alto.
 - Control electrónico de la velocidad de rotación del sistema de compresión.
 - Con recipiente de acero inoxidable para la cera y batea integrada para la miel.
 - Boca de salida de la cera regulable.



Imagen 95: Extrusora Inderco.

- Extrusora Bee World – HWP1000:
 - Fabricada en acero inoxidable AISI 304.
 - Rendimiento de 1000 kilogramos por hora.
 - Potencia total de la máquina de 2200 W.
 - Tornillo sinfín hecho de material plástico.
 - Dimensiones: 900 mm de largo, 600 mm de ancho y 900 mm de alto.
 - Con un tanque de acero inoxidable de 70 litros para la miel y uno plástico de 40 litros para la cera extruida.



Imagen 96: Extrusora Bee World.

9.2. PROBLEMAS DETECTADOS EN LAS MÁQUINAS EXTRUSORAS EXISTENTES EN EL MERCADO

Algunos de los problemas más comunes que detectamos a través de una investigación y por consultas a productores regionales son:

- El tornillo de paso variable encargado de extruir la cera está fabricado de aluminio lo que le da un excelente tiempo de vida útil, pero un precio muy elevado que para pequeñas producciones se vuelve anti económico.
- En algunos modelos al salir de la extrusora, la cera prensada se vuelve a ensuciar con la miel separada anteriormente debido a un diseño deficiente.
- Tanto la miel como la cera extruida presentan un elevado porcentaje de impurezas que debe ser disminuido mediante el uso de filtros.

9.3. CROQUIS DE LA EXTRUSORA DE OPÉRCULOS

Partiendo de la información obtenida de los antecedentes y teniendo en cuenta los problemas detectados, se presentan algunos croquis que se plantearon como opciones para darle forma a la máquina, luego se describirán los criterios de selección y se justificará mediante cálculo cuando sea necesario la adopción de los distintos elementos.

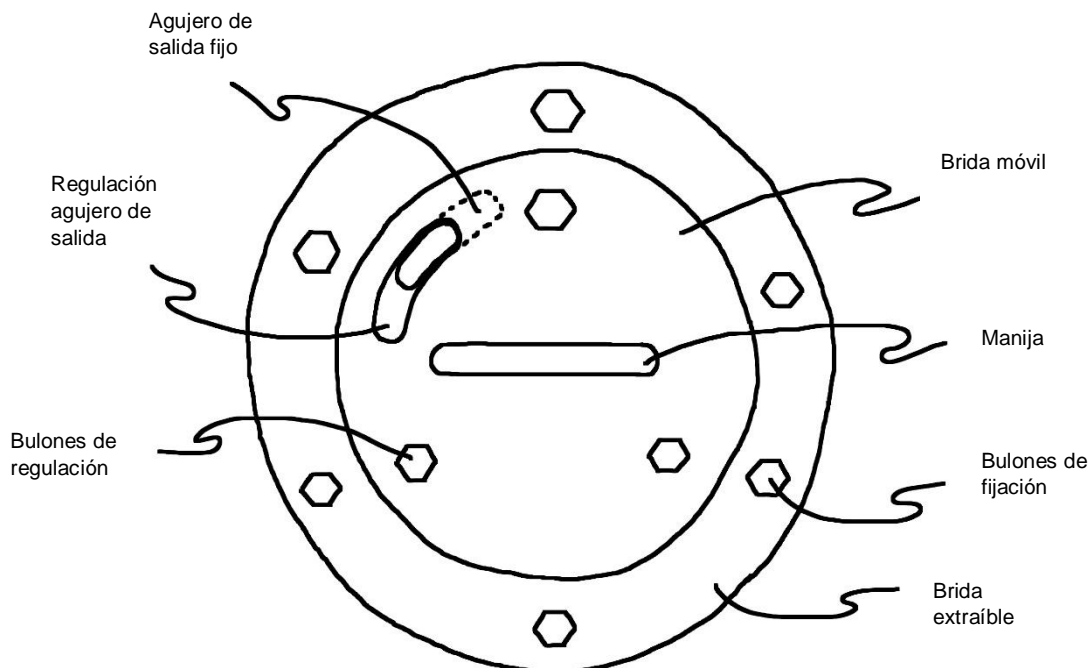


Imagen 97: Tapa de la extrusora.

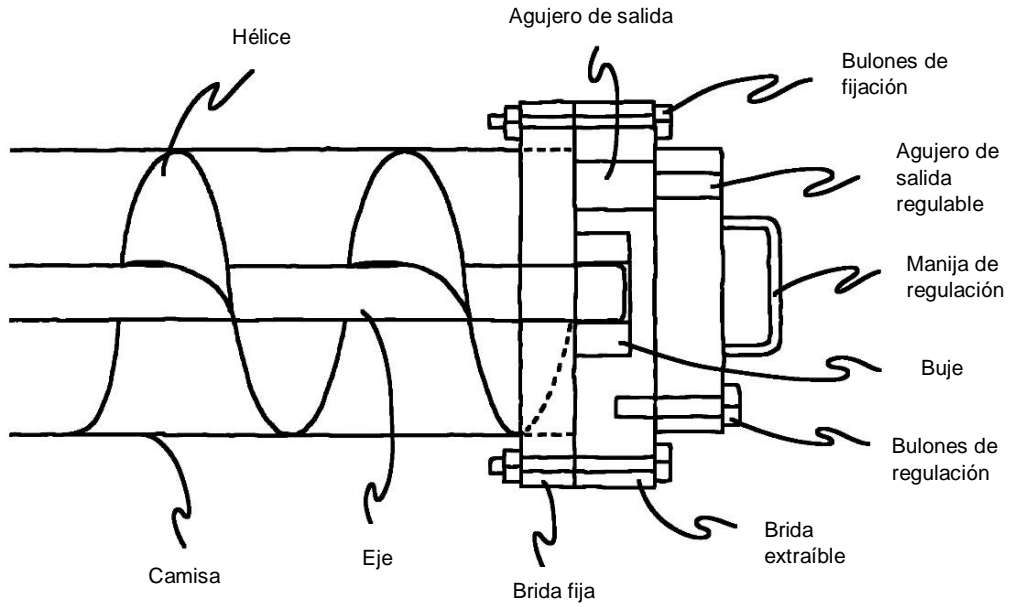


Figura 98: Camisa, tornillo y extremo de salida de la cera.

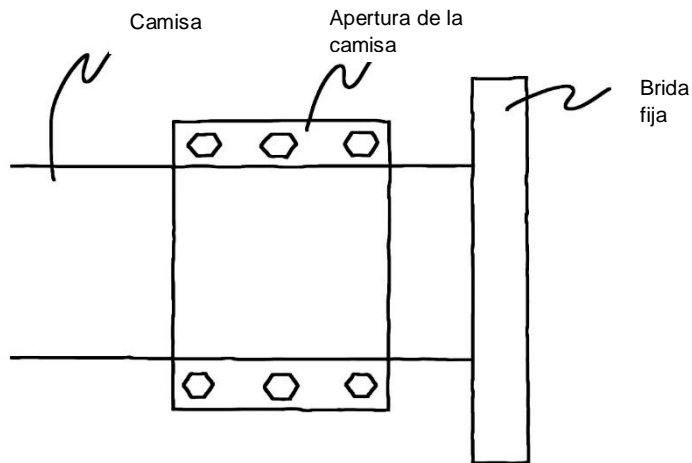


Imagen 99: Apertura para limpieza con fijación mediante tornillos.

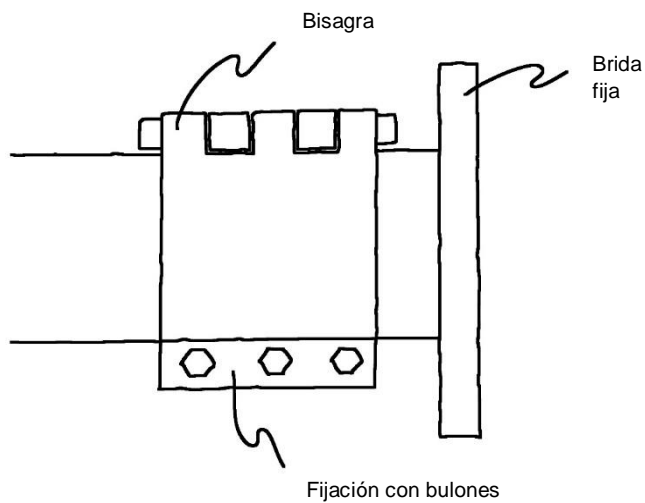


Imagen 100: Apertura para limpieza con bisagra.

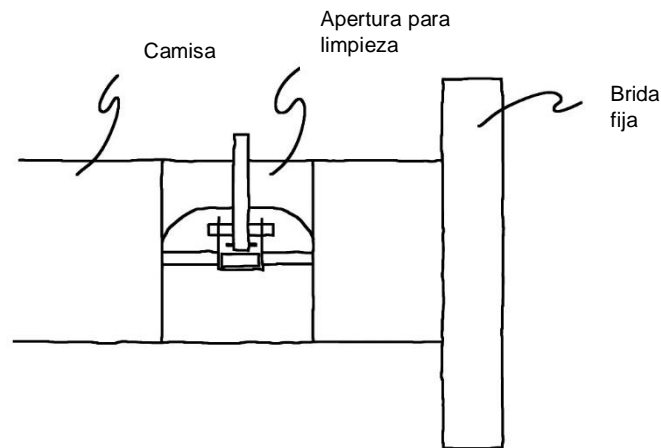


Imagen 101: Apertura para limpieza con cierre rápido.

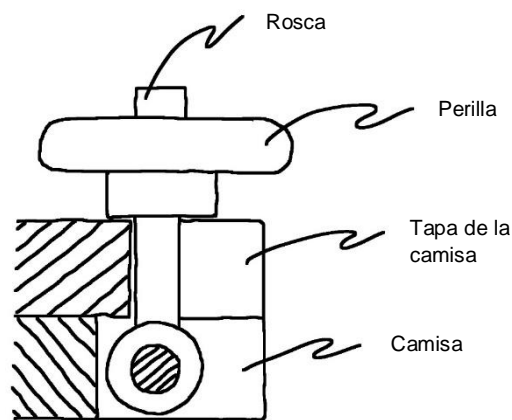


Imagen 102: Apertura para limpieza con perillas en lugar de tornillos.

9.4. ELEMENTOS PRINCIPALES

Todo lo expuesto respecto a los materiales que conforman la estructura de la desoperculadora es válido para la extrusora de opérculos, los puntos a evaluar para esta parte de la máquina son: el tornillo sinfín, su camisa, motor, caja de reducción, extremo para salida de cera y el diseño de apertura de la camisa para la limpieza en el extremo final.

9.4.1. TORNILLO SINFIN

En el mercado local encontramos distintas alternativas como se ha expuesto anteriormente, algunas con tornillo sinfín de acero inoxidable, y otros de aleación de aluminio. Se construyen de paso y/o diámetro variable.

Por otro lado, se evaluará la fabricación del mismo en otro tipo de material, acero al carbono, aleación, fundición o material polimérico.

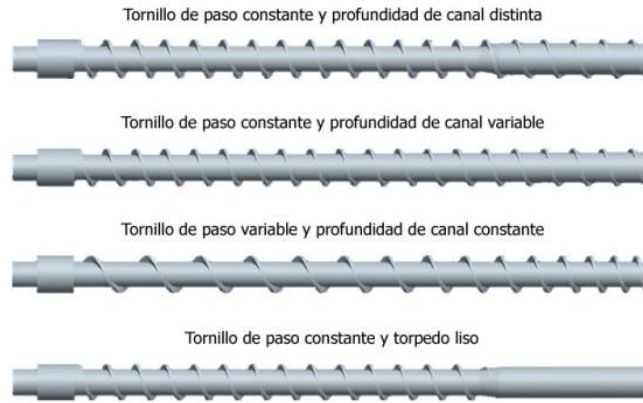


Imagen 103: Tipos de tornillos.

9.4.2. CAMISA

En el caso de la camisa algunas empresas optan por chapa perforada comercial, en los espesores disponibles y con los agujeros que provee el fabricante, y otras máquinas se construyen con una chapa sin perforar de mayor espesor cortada por láser y posteriormente agujereada con dimensiones especiales.

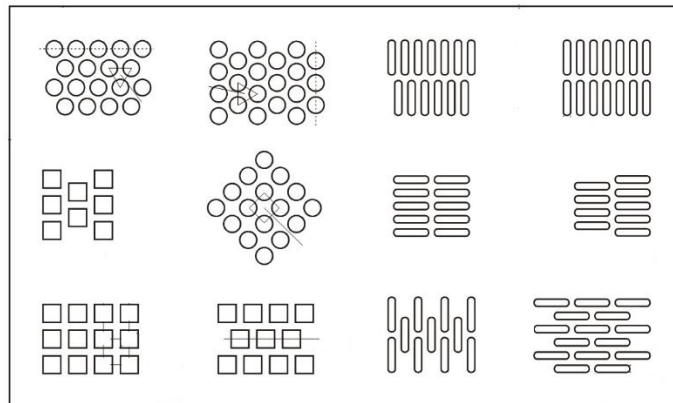


Imagen 104: Tipos de perforaciones en chapas.

9.4.3. MOTORIZACIÓN

En cuanto a la motorización, esta depende de la cantidad de material a procesar, pero en general para los volúmenes que se manejan en las máquinas vistas, se tienen motores de 2 a 3 HP y 1500 rpm.



Imagen 105: Motor eléctrico.

9.4.4. CAJA DE REDUCCIÓN

La reducción de velocidad también depende de la cantidad de material a procesar, pero la variación es de un motor de 1500 rpm a un tornillo que gira en torno a 9 rpm según los casos estudiados.



Imagen 106: Reductor de doble etapa.

9.4.5. SALIDA DE CERA

En cuanto a la salida de la extrusora, cada fabricante utiliza su diseño obtenido a partir de la experimentación. Pero en todos los casos coinciden en una salida de apertura regulable, para poder operar con distintos tipos de viscosidades y grados de humedad.



Imagen 107: Extremo de salida de la cera en máquinas comerciales.

9.4.6. LIMPIEZA DEL EXTREMO DEL SINFÍN

Se observa que todos los finales de las camisas permiten la apertura para la limpieza del tornillo y el interior de la camisa, esto se da por una cuestión sanitaria como también por posibles atascos de cera en el tornillo.

9.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Tornillo	Acero inox 304	Acero 4140	Aluminio	Fundición	Polímero
Facilidad de fabricación	9	9	7	7	7
Precio	8	9	7	7	7
Durabilidad	9	7	8	8	7
Limpieza	9	7	8	8	7
Resistencia	9	8	8	8	7
TOTAL	44	40	38	38	35

Tabla 10: Selección del material del tornillo.

Camisa	Chapa rolada	Chapa agujereada
Facilidad de fabricación	8	8
Precio	7	8
Durabilidad	8	7
Resistencia	8	7
TOTAL	31	30

Tabla 11: Selección de la chapa para la camisa.

Salida de cera	Atornillada	Abre fácil	Bisagra
Facilidad de fabricación	8	7	7
Precio	8	7	7
Durabilidad	8	7	7
Limpieza	8	8	8
TOTAL	32	29	29

Tabla 12: Selección del montaje de apertura.

Por lo evaluado en las distintas tablas comparativas y teniendo en cuenta lo comentado, concluimos que la extrusora estará fabricada en acero inoxidable SAE 304 y las chapas que dan forma a las bateas son del mismo material de 1 mm de espesor.

El tornillo sinfín se fabricará de acero inoxidable SAE 304 con paso variable y diámetro del eje constante.

La camisa se será de chapa de acero inoxidable SAE 304 de 2 mm de espesor, agujereada con corte por chorro de agua y posteriormente rolada hasta la medida deseada.

Por último, la salida de cera y apertura de la camisa se fabricará con una unión atornillada con perilla para un fácil montaje y apertura.

9.6. DISEÑO PROPUESTO PARA LA EXTRUSORA

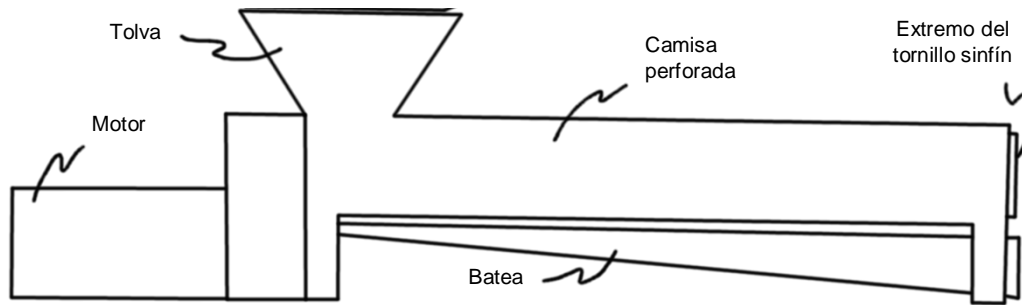


Imagen 108: Diseño propuesto para la extrusora.

9.6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La extrusora está compuesta por un sinfín de acero inoxidable de paso variable cuya boca de entrada está conectada a la salida de la batea de la desoperculadora, por la que ingresa el material que se va a extruir. La cera comprimida sale en estado sólido a través de una boquilla en el extremo del sinfín mientras que la miel que se escurrió en la camisa de la extrusora cae por gravedad en una bandeja para ser filtrada y envasada.

El tornillo sinfín es movido por un motor eléctrico acoplado a una caja reductora para lograr las RPM necesarias para la operación.

9.7. ENSAYO

Para poder dimensionar los elementos componentes de la extrusora de opérculos, debemos conocer cuál es la fuerza necesaria para separar la cera de la miel al prensarla. A tal efecto, realizamos un ensayo desoperculando un cuadro y prensando el opérculo extraído midiendo luego la fuerza que se ejerce. Utilizamos dos recipientes impresos en 3D que simulan la camisa de la extrusora y que cuentan con diferencias en cuanto a volumen y dimensiones de los orificios con el objetivo de corroborar a su vez la forma óptima de los mismos.

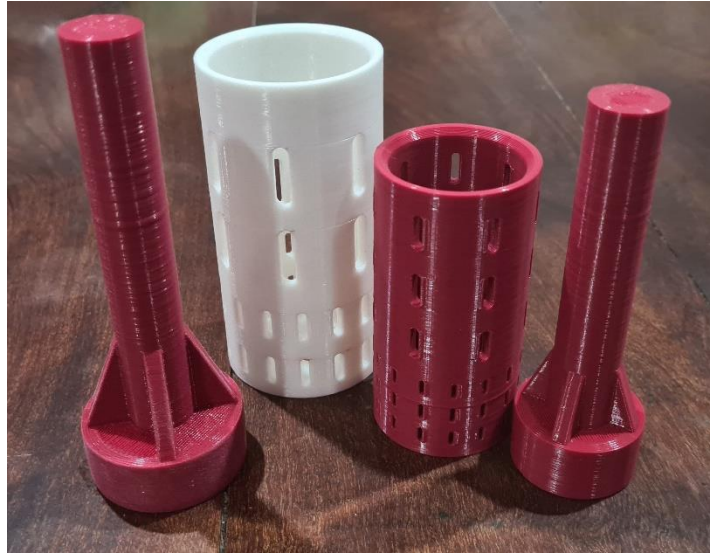


Imagen 109: Recipientes y émbolos usados para el prensado.

El experimento constó en llenar los recipientes con el opérculo extraído del cuadro, medir la altura del émbolo respecto al fondo del envase y luego aplicar una fuerza sobre el extremo del vástago, con el fin de que la miel escape por los agujeros y la cera quede contenida, todo esto sobre una balanza para así obtener el valor buscado. Por último, se midió la altura a la que quedó el émbolo para saber con el mismo la reducción de volumen.



Imagen 110: Opérculo.



Imágenes 111 y 112: Prensado del opérculo.

Como resultado de la experimentación podemos concluir que el tamaño de los agujeros del recipiente de mayor tamaño era muy grande ya que observamos que por los mismos empezaba a escapar cera debido a la presión interna. Por lo tanto, se adoptaron los agujeros más pequeños de 8 x 3 mm.



Imagen 113: Cera escapando por los agujeros.

Ya que no contábamos con un instrumento para medir el porcentaje de humedad presente en la cera, tuvimos que recurrir a una inspección visual. Podemos decir que los resultados son similares a la cera extruida que conseguimos en la Cooperativa Apícola de Nogoyá.



Imágenes 114 y 115: Opérculo prensado y miel extraída.

9.7.1. DATOS OBTENIDOS

El primer recipiente tiene una altura de 110 mm y un diámetro de 50 mm, por lo tanto, su área transversal es de 19,625 cm². Éste se cargó con 90 mm de material en su interior y al prensarlo el mismo se redujo hasta los 16 mm de altura, aplicando una fuerza de 32 kgf.

El segundo recipiente tiene una altura de 90 mm y un diámetro de 40 mm, por lo tanto, un área transversal de 12,56 cm². En el mismo se cargó material hasta una altura de 80 mm que luego de prensarlo se redujo a 17 mm, ejerciendo una fuerza de 25 kgf.

Las pruebas se repitieron una vez más para cada recipiente y en ambos casos los resultados fue el mismo.

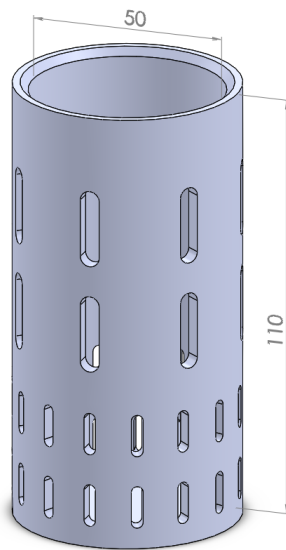


Figura 116: Medidas interiores del recipiente 1.

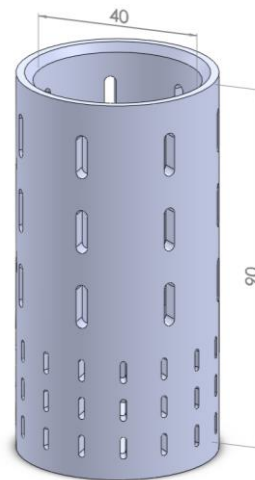


Figura 117: Medidas interiores del recipiente 2.

Recipiente 1					
Número de ensayo	Altura inicial [mm]	Altura final [mm]	Fuerza aplicada [kgf]	Reducción de volumen	Presión calculada [kg/cm ²]
Primero	90	16	32	5,63	1,63
Segundo	90	18	30	5	1,53

Tabla 13: Resultados obtenidos con el recipiente 1.

Recipiente 2					
Número de ensayo	Altura inicial [mm]	Altura final [mm]	Fuerza aplicada [kgf]	Reducción de volumen	Presión calculada [kg/cm ²]
Primero	80	17	25	4,71	1,99
Segundo	80	15	24	5,33	1,91

Tabla 14: Resultados obtenidos con el recipiente 2.

$$\text{Promedio de reducción del volumen} = \frac{5,63 + 5,00 + 4,71 + 5,33}{4} = 5,17$$

Como vemos en los valores obtenidos, el índice de reducción del volumen se encuentra, en promedio, en 5,17:1. Estos datos concuerdan con los proporcionados por un fabricante de este tipo de maquinaria de Saladillo, Buenos Aires, quien nos indicó que para obtener una cera bien prensada la reducción de volumen debe andar en torno a 5:1.

Tomando el dato de mayor presión obtenido con el recipiente 2 (aquel con los orificios más pequeños), y lo afectamos por un coeficiente de sobredimensionamiento de 20%.

$$P_f = P_{m\acute{a}x2} \cdot 1,20 = 1,99 \cdot 1,20 = 2,40 \frac{kg}{cm^2}$$

Por lo que usaremos este valor de presión final para dimensionar la potencia del motor y los espesores del tornillo y de la camisa.

El proceso de prensado del opérculo se hará de forma continuo y a baja velocidad en la extrusora con lo que se buscará obtener la separación de la cera presente en el mismo con la humedad óptima. Para lograr esto se instalará una boquilla de salida, la cual permitirá la regulación de acuerdo al resultado obtenido en cada operación de desoperculado y extrusión, ya que no todas las mieles y ceras son iguales y se obtendrán diferentes comportamientos en cada caso.

9.8. CÁLCULOS

En base a los datos de presión, reducción del volumen y capacidad de la desoperculadora se dimensionó el diámetro del tornillo sinfín y la camisa, como así también el largo de los mismos y los pasos variables de la rosca.

Luego, con la fuerza obtenida del ensayo de prensado podemos calcular el torque necesario en el sinfín y por consiguiente la potencia requerida del motor, como así también los espesores de las chapas que conforman la hélice del tornillo y la camisa.

9.8.1. ADOPCIÓN DEL DIÁMETRO DEL TORNILLO SINFIN

Se adopta un diámetro exterior de tornillo de 150 mm porque, además de ser lo más utilizado en el mercado, es una medida que nos permite mover una cantidad razonable de material, teniendo una altura de ala de la rosca baja que facilita la extracción de miel del opérculo.

El diámetro interior de la camisa coincide con el diámetro del tornillo sinfín para evitar que la miel haga retorno entre ellos y de paso la camisa le hace de soporte con lo que evitamos poner un rodamiento en el extremo.

9.8.2. CÁLCULO DEL ESPESOR DEL EJE DE LA ROSCA

Debido a sus dimensiones, el eje del tornillo se fabricará a partir de un tubo con el fin de reducir el peso excesivo que tendría colocar una barra maciza. Adoptamos un tubo redondo de acero inoxidable 304L, con costura y pulido exterior, de norma ASTM A-554, de 4" (101,6 mm) de diámetro exterior. Se verificará que el espesor del mismo sea suficiente para resistir la presión ejercida por el material que se procesa.

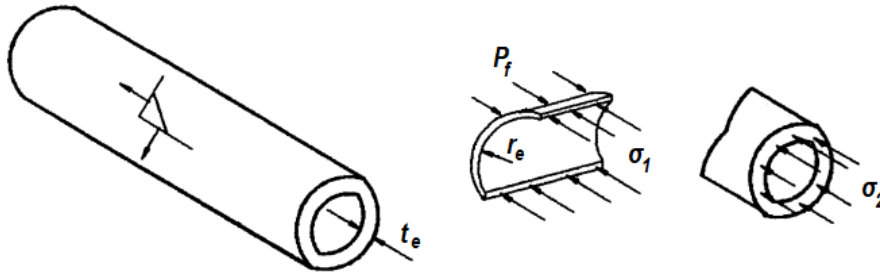


Imagen 118: Esfuerzos circunferencial y longitudinal del eje del tornillo.

Siendo:

- Esfuerzo circunferencial:

$$\sigma_1 = \frac{P_f \cdot r_e}{t_e} \quad P_f: \text{presión de diseño}$$

- Esfuerzo longitudinal:

$$\sigma_2 = \frac{P_f \cdot r_e}{2 \cdot t_e} \quad r_e: \text{radio del tubo}$$

$t_e: \text{espesor del tubo}$

- Límite de fluencia para el acero inoxidable (Faires 748, tabla AT10):

$$\sigma_{fl} = 2460 \frac{kg}{cm^2}$$

- Factor de seguridad según ASME para diseño de ejes:

$$F_s = 2,5$$

La tensión máxima será:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)}{2} \leq \frac{\sigma_{fl}}{F_s} \quad \Rightarrow \quad \sigma_{m\acute{a}x} = \frac{P_f \cdot r_e}{4 \cdot t} \leq \frac{\sigma_{fl}}{F_s}$$

Reemplazando con los datos obtenidos del ensayo:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{2,40 \frac{kg}{cm^2} \cdot 5,08 \text{ cm}}{4 \cdot t} \leq \frac{2460 \frac{kg}{cm^2}}{2,5}$$

$$t \geq \frac{2,40 \frac{kg}{cm^2} \cdot 5,08 \text{ cm} \cdot 2,5}{4 \cdot 2460 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$t \geq 0,003 \text{ cm} = 0,03 \text{ mm}$$

Esto nos indica que con un espesor muy pequeño podremos soportar la presión ejercida por el material, por tanto, adoptaremos un tubo de acero inoxidable de

3 mm de espesor que se consigue comercialmente y restará verificar, después de calcular el torque total, si soporta el esfuerzo de torsión.

9.8.3. CÁLCULO DEL FLUJO DE SALIDA DE LA DESOPERCULADORA

Para obtener un estimativo de la cantidad de opérculo y miel que salen de la desoperculadora conseguimos el dato de un productor quien nos afirmó que con 9 medias alzas con 8 cuadros en su interior se llena una batea de 1,50 m de largo por 0,50 m de ancho y 0,10 m de alto.

Con estos datos calculamos el volumen de la misma:

$$V_b = 1,50 \text{ m} \cdot 0,50 \text{ m} \cdot 0,10 \text{ m} = 0,075 \text{ m}^3$$

Cantidad total de cuadros:

$$T_c = 9 \text{ medias alzas} \cdot 8 \text{ cuadros} = 72 \text{ cuadros}$$

Volumen de opérculo y miel aportado por un cuadro:

$$V_c = \frac{V_b}{T_c} = \frac{0,075 \text{ m}^3}{72 \text{ cuadros}} = 0,00104 \frac{\text{m}^3}{\text{cuadro}}$$

Sabiendo que la capacidad máxima de la desoperculadora es $C_{m\acute{a}x} = 20$ cuadros por minuto, podemos calcular el flujo de material que vamos a tener presente en la entrada de la extrusora:

$$\Phi_{m\acute{a}x} = V_c \cdot C_{m\acute{a}x} = 0,00104 \frac{\text{m}^3}{\text{cuadro}} \cdot 20 \frac{\text{cuadros}}{\text{min}} = 0,0208 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

9.8.4. CÁLCULO DE LA LONGITUD DE LOS PASOS Y LARGO TOTAL DE LA ROSCA

Recordando que el diámetro interior de la camisa es de 150 mm y el diámetro exterior del eje del tornillo es de 101,6 mm, podemos calcular el volumen de cada paso del tornillo sinfín.

Volumen del paso inicial:

$$\begin{aligned} V_i &= \left(\frac{\pi \cdot D_c^2}{4} - \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} \right) \cdot l_i = \left[\frac{\pi \cdot (D_c^2 - d_e^2)}{4} \right] \cdot l_i = \left[\frac{\pi \cdot (150^2 - 101,6^2)}{4} \right] \cdot l_i \\ &= 9564,14 \text{ mm}^2 \cdot l_i \end{aligned}$$

Para obtener l_i , que es el largo del paso inicial, planteamos que el volumen del mismo debe ser igual a $\Phi_{m\acute{a}x}$, que es el flujo máximo de material a la entrada de la extrusora, girando la extrusora a su menor velocidad $\omega_{m\acute{i}n}$, de 9 revoluciones por minuto.

$$V_i = 9564,14 \text{ mm}^2 \cdot l_i = \frac{\Phi_{m\acute{a}x}}{\omega_{m\acute{i}n}}$$

$$l_i = \frac{\Phi_{\text{máx}}}{\omega_{\text{mín}} \cdot 9564,14 \text{ mm}^2} = \frac{0,0208 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \cdot 1 \times 10^9 \frac{\text{mm}^3}{\text{m}^3}}{9 \frac{1}{\text{min}} \cdot 9564,14 \text{ mm}^2} = 240 \text{ mm}$$

Por lo que la longitud del paso inicial será $l_i = 240 \text{ mm}$. Como dijimos anteriormente, para obtener una buena separación de la cera y la miel, se debe reducir en $i = 5$ veces el volumen a lo largo de la extrusora. Con esta información podemos calcular la longitud del paso final y, por último, estableciendo un total de 5 pasos totales, el largo total del tornillo sinfín.

$$l_f = \frac{l_i}{i} = \frac{240 \text{ mm}}{5} = 48 \text{ mm}$$

La longitud del paso final coincide con la diferencia de espacio entre cada vuelta, por lo que si llamamos paso A al paso inicial y paso E al paso final:

$$l_E = l_f = 48 \text{ mm}$$

$$l_D = l_E + 48 \text{ mm} = 96 \text{ mm}$$

$$l_C = l_D + 48 \text{ mm} = 144 \text{ mm}$$

$$l_B = l_C + 48 \text{ mm} = 192 \text{ mm}$$

$$l_A = l_i = l_C + 48 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

Finalmente, se agregó un tramo más de longitud $l_{A2} = 120 \text{ mm}$ con la intención de que la rosca continúe por detrás de la tolva de alimentación y arrastre el material que pueda llegar hasta allí.

Haciendo la sumatoria, obtenemos el largo total del tornillo sinfín:

$$l_{\text{total}} = 48 + 96 + 144 + 192 + 240 + 120 = 840 \text{ mm}$$

9.8.5. CÁLCULO DEL TORQUE A APLICAR EN EL TORNILLO SINFIN

Tomamos el dato de la presión afectada por el coeficiente de sobredimensionamiento (P_f). Esta presión máxima es la que necesitamos en el último paso del tornillo para efectuar una correcta separación. Este número corresponde al recipiente con los orificios más pequeños, que fueron seleccionados por sobre los otros dado que impiden de mejor manera que la cera escape a través de ellos. Con él y con el área transversal del tornillo sinfín calculamos la fuerza axial ejercida.

$$A_t = \frac{\pi \cdot (D_c^2 - d_e^2)}{4} = \frac{\pi \cdot (150^2 - 101,6^2)}{4} = 9564,14 \text{ mm}^2$$

$$F_a = P_f \cdot A_t = 2,40 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 95,64 \text{ cm}^2 = 230 \text{ kgf}$$

Por lo que la fuerza axial ejercida debe ser de 230 kgf. Con dicho valor, el diámetro de la camisa, la variación del paso, los distintos ángulos de la hélice y

el rozamiento estamos en condiciones de calcular el torque necesario para comprimir la carga.

Las expresiones matemáticas que se utilizan son las utilizadas para el caso del cálculo del par torsional necesario para hacer girar un tornillo en la elevación o descenso de una carga (tornillo de potencia).

Teniendo en cuenta el diagrama de cuerpo libre:

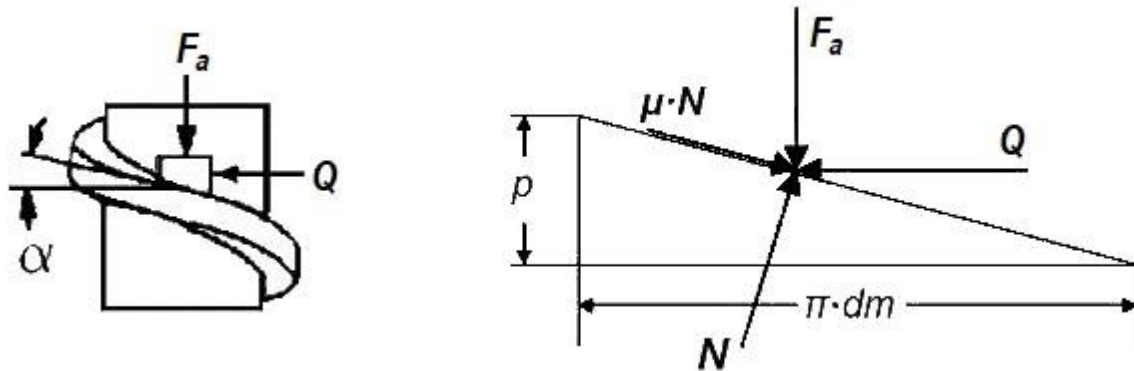


Figura 119: Diagrama de cuerpo libre y descomposición de fuerzas.

Realizamos la sumatoria de fuerzas horizontales y verticales:

- En dirección horizontal:

$$Q - N \cdot \sin(\alpha) - \mu \cdot N \cdot \cos(\alpha) = 0$$

- En dirección vertical:

$$F_a + \mu \cdot N \cdot \sin(\alpha) - N \cdot \cos(\alpha) = 0$$

De donde se obtiene que el esfuerzo N, que actúa en dirección normal al plano de la hélice del tornillo resulta ser:

$$N = \frac{F_a}{\cos(\alpha) - \mu \cdot \sin(\alpha)}$$

El esfuerzo Q, que representa la fuerza necesaria que habrá que aplicar al tornillo para hacerlo girar y producir la elevación de la carga en dirección axial, se determinará a partir de la siguiente expresión:

$$Q = \frac{F_a \cdot [\sin(\alpha) + \mu \cdot \cos(\alpha)]}{\cos(\alpha) - \mu \cdot \sin(\alpha)}$$

Siendo (p) el paso o avance de la rosca, la relación entre el ángulo de hélice (α) y el diámetro medio (dm) del tornillo viene dada por la expresión:

$$\tan(\alpha) = \frac{p}{\pi \cdot dm}$$

El par o momento torsional (T) que es necesario aplicar en el tornillo para elevar una carga (Fa) será igual al producto del esfuerzo Q por su radio primitivo:

$$T = Q \cdot \frac{dm}{2}$$

Que sustituyendo el valor de Q resulta un par torsional (T) de:

$$T = F_a \cdot \frac{dm}{2} \cdot \frac{p + \pi \cdot \mu \cdot dm}{\pi \cdot dm - \mu \cdot p}$$

Aplicamos esta ecuación a cada paso de nuestro caso, sabiendo que $F_a = 230 \text{ kgf}$, $dm = 150 \text{ mm}$ y considerando un coeficiente de fricción $\mu = 0,10$.

- Paso 1:

$$T_1 = 230 \text{ kgf} \cdot \frac{15 \text{ cm}}{2} \cdot \frac{24 \text{ cm} + \pi \cdot 0,10 \cdot 15 \text{ cm}}{\pi \cdot 15 \text{ cm} - 0,10 \cdot 24 \text{ cm}} = 1107,44 \text{ kgfcm}$$

- Paso 2:

$$T_2 = 230 \text{ kgf} \cdot \frac{15 \text{ cm}}{2} \cdot \frac{19,2 \text{ cm} + \pi \cdot 0,10 \cdot 15 \text{ cm}}{\pi \cdot 15 \text{ cm} - 0,10 \cdot 19,2 \text{ cm}} = 912,51 \text{ kgfcm}$$

- Paso 3:

$$T_3 = 230 \text{ kgf} \cdot \frac{15 \text{ cm}}{2} \cdot \frac{14,4 \text{ cm} + \pi \cdot 0,10 \cdot 15 \text{ cm}}{\pi \cdot 15 \text{ cm} - 0,10 \cdot 14,4 \text{ cm}} = 721,67 \text{ kgfcm}$$

- Paso 4:

$$T_4 = 230 \text{ kgf} \cdot \frac{15 \text{ cm}}{2} \cdot \frac{9,6 \text{ cm} + \pi \cdot 0,10 \cdot 15 \text{ cm}}{\pi \cdot 15 \text{ cm} - 0,10 \cdot 9,6 \text{ cm}} = 534,81 \text{ kgfcm}$$

- Paso 5:

$$T_5 = 230 \text{ kgf} \cdot \frac{15 \text{ cm}}{2} \cdot \frac{4,8 \text{ cm} + \pi \cdot 0,10 \cdot 15 \text{ cm}}{\pi \cdot 15 \text{ cm} - 0,10 \cdot 4,8 \text{ cm}} = 351,79 \text{ kgfcm}$$

Hacemos la sumatoria de todos los pasos para obtener el torque necesario total.

$$\begin{aligned} T_t &= 1107,44 + 912,51 + 721,67 + 534,81 + 351,79 = 3628,22 \text{ kgfcm} \\ &= 355,57 \text{ Nm} \end{aligned}$$

9.8.6. ANÁLISIS DE TORSIÓN DEL EJE DEL TORNILLO

Con este cálculo verificaremos si el espesor del tubo seleccionado resiste el esfuerzo de torsión al que se encuentra sometido.

Si lo consideramos como una sección cerrada simple de pared delgada, podemos decir que las tensiones tangenciales son aproximadamente constantes sobre una línea paralela al espesor de la pieza, es decir, perpendicular al contorno de la misma.

Entonces, planteamos que la tensión tangencial tiene que ser menor o igual al momento torsor máximo:

$$\tau_t \leq \tau_{m\acute{a}x}$$

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{T_t \cdot r_e}{I_p} = \frac{3628,22 \text{ kgcm} \cdot 5,08 \text{ cm}}{\frac{\pi}{32} (10,16^4 - 9,56^4) \text{ cm}^4} = 81,53 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_t = \frac{T_t}{2\pi \cdot r_e^2 \cdot t_e} \leq 81,53 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$t_e \geq \frac{3628,22 \text{ kgcm}}{2\pi \cdot 5,08^2 \text{ cm}^2 \cdot 81,53 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$t_e \geq 0,274 \text{ cm} = 2,74 \text{ mm}$$

Como seleccionamos un tubo de 3 mm de espesor, vemos que resiste el esfuerzo de torsión.

9.8.7. CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR Y SELECCIÓN DEL REDUCTOR

Se calcula la potencia necesaria del motor eléctrico. Sabiendo la potencia requerida para la extrusión y las RPM nominales necesarias:

$$Potencia = \frac{T_t \cdot \omega}{7021,56} = \frac{355,57 \cdot 9}{7021,56} = 0,46 \text{ HP}$$

A la salida del reductor necesitamos contar con 9 RPM, por lo que seleccionaremos uno que cumpla con esta relación de transmisión y sea capaz de soportar la potencia del motor.

Esta relación la podemos lograr con un reductor de doble etapa. Escogemos uno de la marca Motovario cuyo modelo es el NRV-P040/075 con una relación de transmisión total de $i = 150$.

En función del reductor seleccionado, se elige un motor trifásico de 1 HP y 1500 RPM, el cual se consigue comercialmente y es de una potencia superior a la calculada.

9.8.8. CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA CAMISA

Por medio de la teoría de tubos de pared delgada se supone despreciable a σ_r y se considera que σ_θ se distribuye uniformemente en el espesor de la pared. Con esa hipótesis, planteamos que la tensión circunferencial debe ser menor o igual a la tensión admisible.

$$\sigma_\theta \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma_\theta = \frac{P_f \cdot r_c}{t_c} = \frac{P_f \cdot r_c}{R_c - r_c} = \frac{2,60 \frac{kg}{cm^2} \cdot 7,5 \text{ cm}}{7,7 \text{ cm} - 7,5 \text{ cm}} = 97,5 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{fl}}{F_s} = \frac{2460 \frac{kg}{cm^2}}{2,5} = 984 \frac{kg}{cm^2}$$

$$97,5 \frac{kg}{cm^2} < 984 \frac{kg}{cm^2}$$

Por lo tanto, la tensión a la que está sometida la camisa es mucho menor que la admisible y se verifica que el espesor de 2 mm adoptado para la misma verifica para la presión interna.

9.8.9. CÁLCULO DEL ESPESOR DE LOS FILETES DE LA ROSCA

Se calcula el espesor mínimo a la cizalladura planteando que la tensión admisible debe ser mayor o igual que la de corte a la que se encuentra sometido el filete. El esfuerzo cortante es máximo en la base de la rosca y va decreciendo linealmente hacia el borde del mismo, donde es nulo.

$$\tau_{adm} \geq \tau_c$$

$$\tau_{admisible} = \frac{0,5 \cdot \sigma_{fl}}{F_s} = \frac{0,5 \cdot 2460 \frac{kgf}{cm^2}}{2,5} = 492 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\tau_c = \frac{F_a}{0,5 \cdot A_r} = \frac{F_a}{0,5 \cdot \pi \cdot d_e \cdot t_f} \leq 492 \frac{kgf}{cm^2}$$

Donde A_r es el área resistente que se encuentra sometida a la mayor fuerza de corte, esto es, en la unión del eje y la hélice.

$$t_f \geq \frac{230 \text{ kgf}}{0,5 \cdot \pi \cdot 10,16 \text{ cm} \cdot 492 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}$$

$$t_f \geq 0,03 \text{ cm} = 0,3 \text{ mm}$$

Adoptamos un espesor de chapa para fabricar los filetes de 3 mm. Se elige un valor mucho más grande respecto al calculado ya que nos facilitará cuestiones de manufactura y ensamblaje como ser la unión mediante soldadura al eje del tornillo.

9.9. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LA EXTRUSORA



Imagen 120: Extrusora de opérculos.

9.9.1. ESTRUCTURA

La extrusora estará montada sobre la estructura inferior de la desoperculadora, unida desde las bridas delantera y trasera con placas de acero inoxidable 304 de 8 mm de espesor y fijada mediante tornillos que facilitarán las tareas de desarme. (Imagen 121).

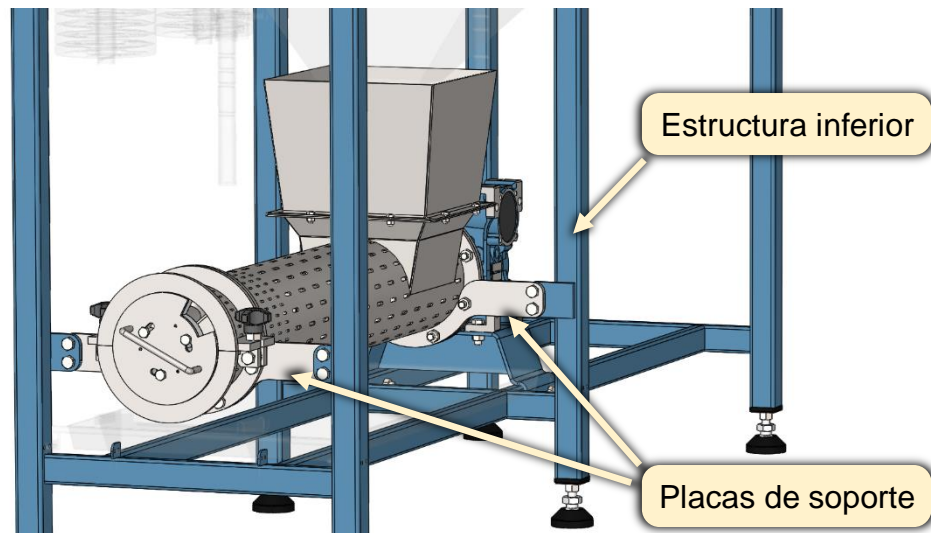


Imagen 121: Sujeción de la extrusora a la estructura de la desoperculadora.

Como se señala en la imagen 122, por encima de la máquina se encontrará la boca de alimentación que tendrá forma de embudo y se fijará por su parte inferior mediante una brida atornillada. En su extremo superior tendrá un tamaño superior a la descarga de la desoperculadora que asegurará que todo el opérculo caiga en su interior.

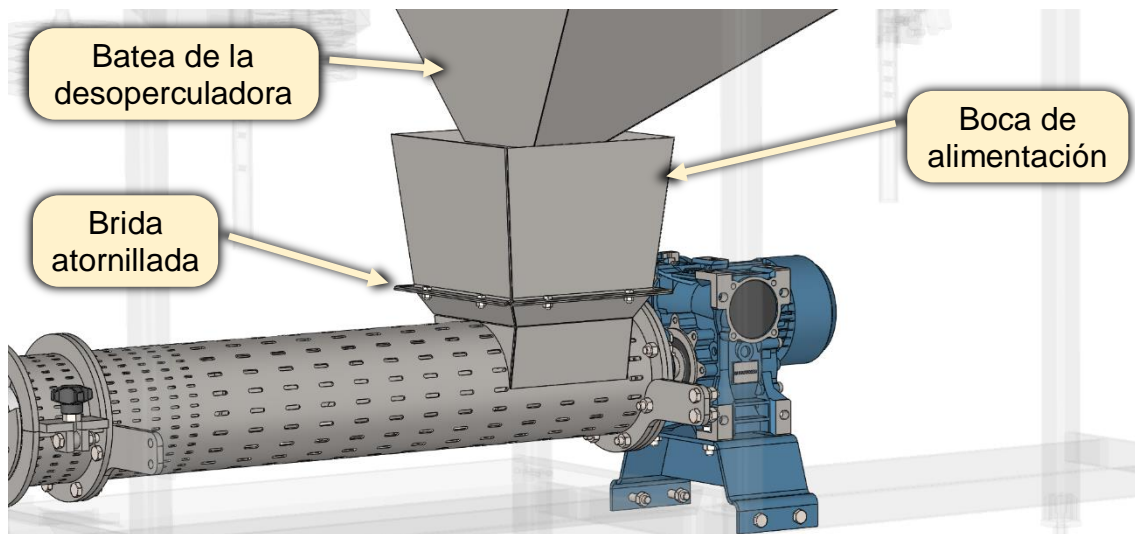


Imagen 122: Boca de alimentación.

9.9.2. MOTORREDUCTOR

En el extremo del tornillo sinfín se ubicará el motor trifásico de 1 HP y 1500 rpm que, pasando por un reductor de velocidad, accionará el giro de la rosca. (Imagen 123).

Se usará un variador de frecuencia que permitirá cambiar la velocidad de giro de la máquina para obtener un correcto prensado del producto en función de las propiedades de la miel de la zona. El variador será del tipo monofásico a trifásico

lo que nos permitirá elegir un adecuado motor trifásico asíncrono y su entrada monofásica le facilitará al operario conectarlo a red eléctrica.

Para la elección del reductor nos basamos en la velocidad de giro del motor y la velocidad que necesitamos en el tornillo sinfín para la operación de extrusión. Por lo visto en otras máquinas y de acuerdo a la cantidad de material que vamos a procesar, la velocidad nominal del tornillo debe ser de 9 rpm. Se seleccionó un reductor de la marca Motovario cuyo modelo es el NRV-P040/075 con una relación de transmisión total de $i = 150$.

La disposición será tal que hará que el motor quede en dirección longitudinal con respecto a toda la máquina (imagen 123). El mismo se fijará con 4 tornillos a una placa de 5 mm de espesor a su vez atornillada a la estructura inferior.

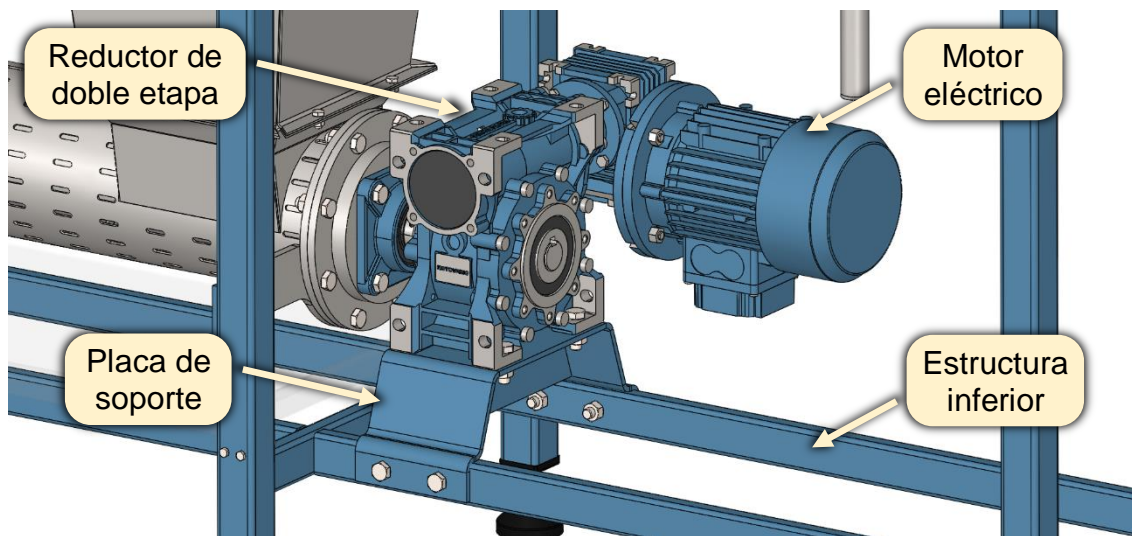


Imagen 123: Sujeción del motorreductor a la estructura de la desoperculadora.

9.9.3. TORNILLO SINFÍN

Será construido sobre un tubo de sección circular de acero inoxidable 304L, con costura y pulido exterior, de norma ASTM A-554, de 4" (101,6 mm) de diámetro exterior y 870 mm de largo, con un espesor de 3 mm (imagen 124). Las espiras que comprimirán el material tendrán un diámetro exterior de 150 mm y se confeccionarán a partir de una chapa de acero inoxidable de la misma calidad que el caño, con un espesor de 3 mm. Se cortarán discos que posteriormente se rolarán para darle a cada una la longitud del paso deseada y finalmente se soldarán una a la punta de la otra formando una espiral.

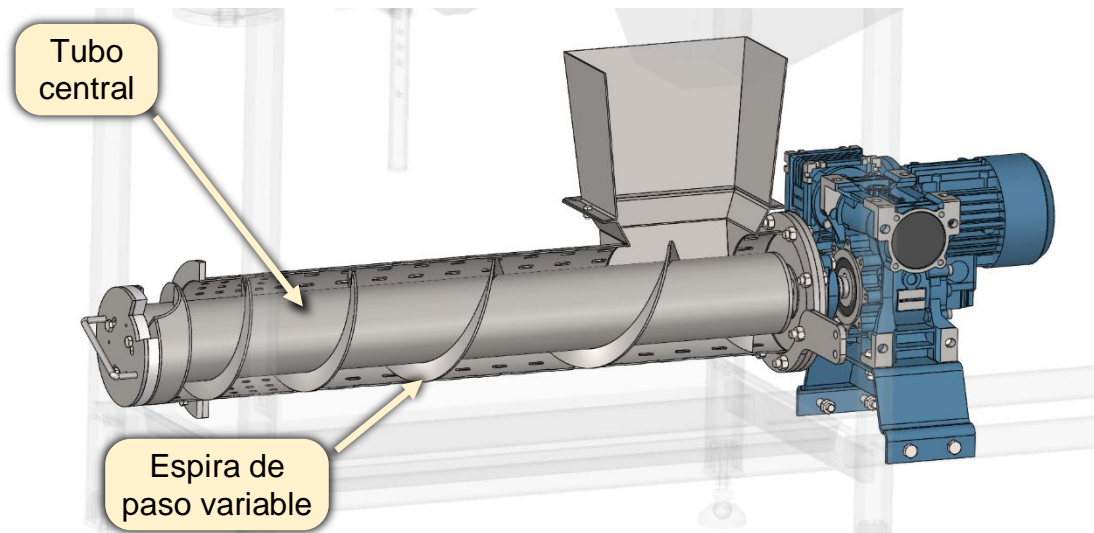


Imagen 124: Tornillo sinfín.

9.9.4. CAMISA

Para la camisa del tornillo se utilizará una chapa de acero inoxidable SAE 304 de 2 mm de espesor. Se perforarán sobre la misma agujeros oblongos que permitirán un mejor escurrimiento de la miel. Estos tendrán un tamaño de 5 x 15 mm hasta los 650 mm y de 3 x 8 mm desde ese punto y hasta el extremo. Posteriormente será rodada a 150 mm de diámetro interior. Contará con una longitud de 900 mm, una abertura para el ingreso del material desde la desoperculadora y una tapa en el extremo para facilitar su limpieza y vaciarla en caso de atore. (Imagen 125).

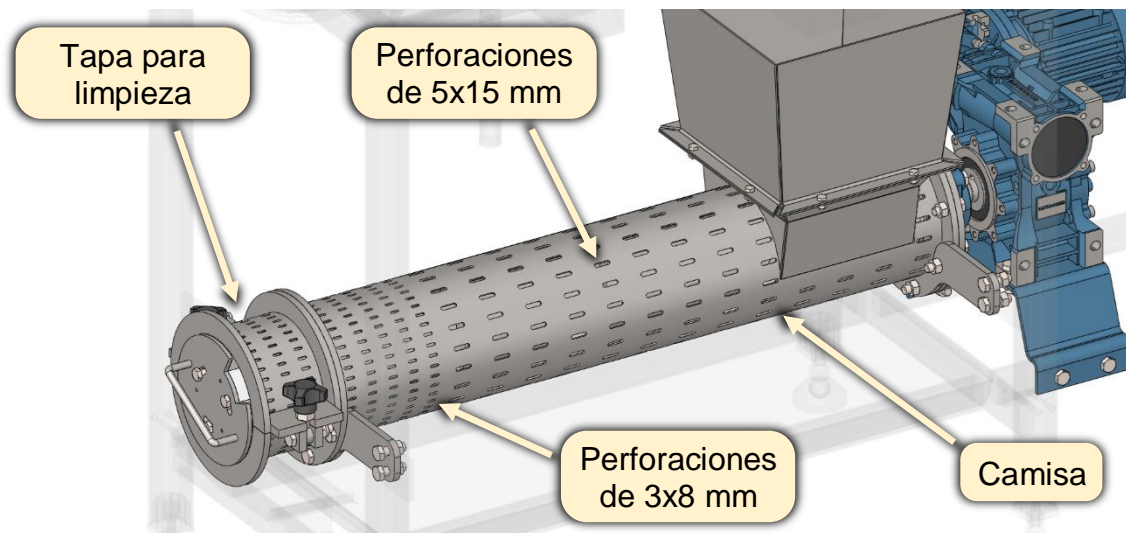


Imagen 125: Camisa.

Como se observa en la imagen 126, la apertura de la camisa se ubicará en el extremo final de la misma y se realizará con perillas roscadas para un fácil

montaje y desarme. Esto nos permite que sea una pieza sencilla de fabricar y nos de la funcionalidad buscada en el purgado y limpieza del tornillo y camisa.

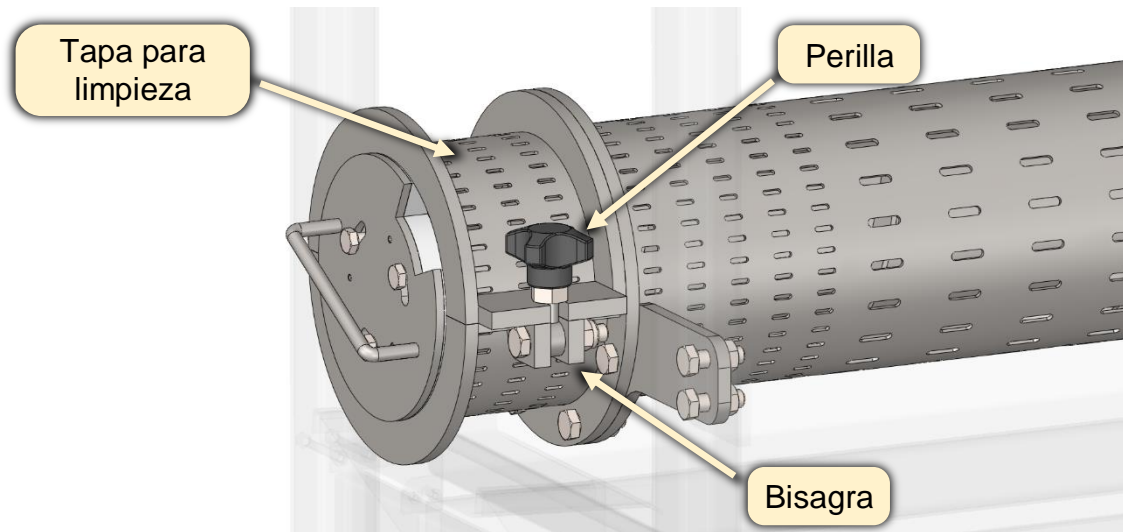


Imagen 126: Extremo cerrado, con tapa, para trabajar.

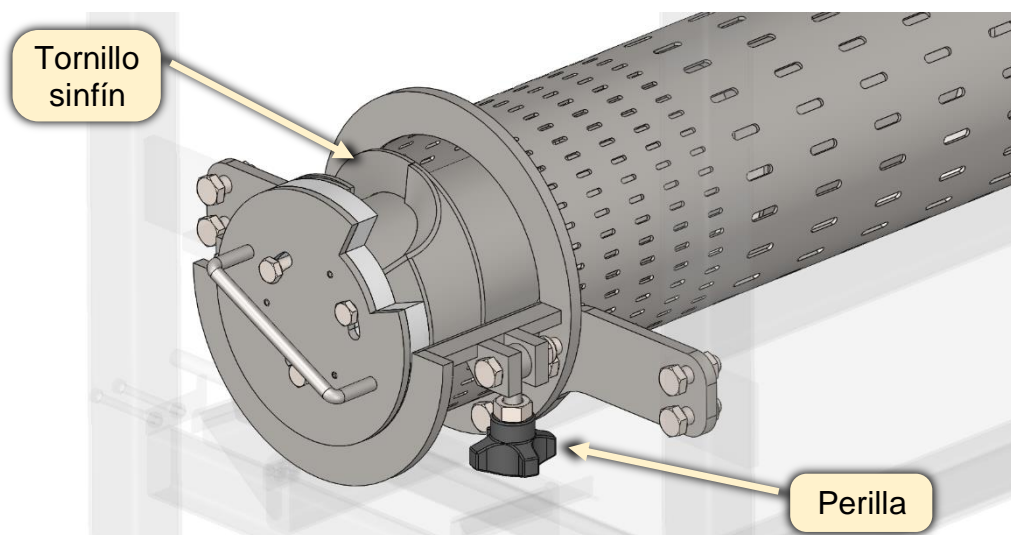


Imagen 127: Extremo abierto, sin tapa, para limpieza.

9.9.5. BATEA

Por debajo de la camisa y a lo largo de toda su longitud se ubicarán la batea y la bandeja del extremo (imagen 128), que tendrán la función de recolectar la miel y restos de cera que puedan llegar a caer. Luego, la cera y miel recolectadas serán filtradas para su posterior envasado.

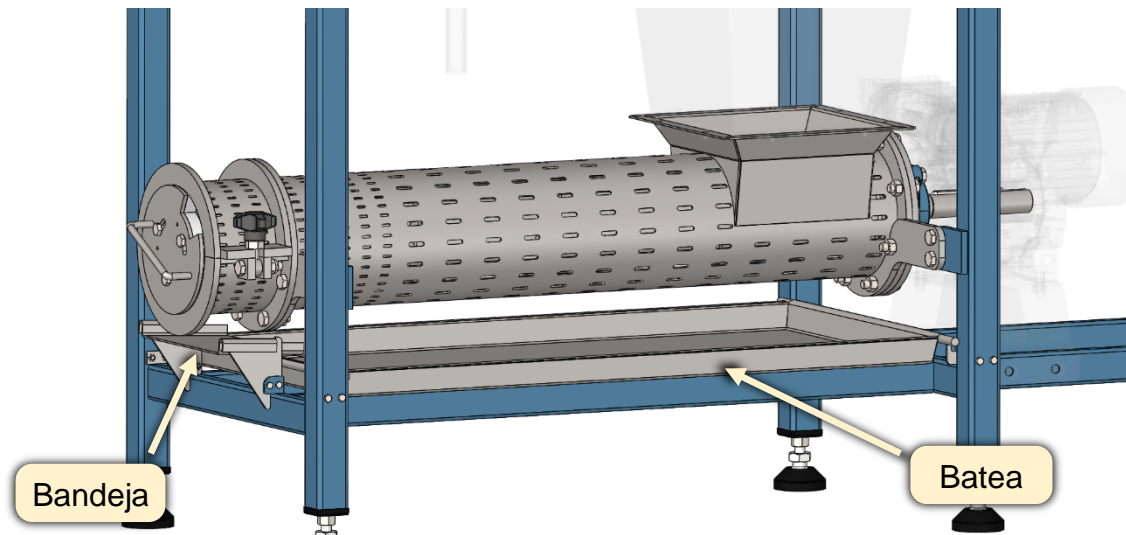


Imagen 128: Batea y bandeja.

Las bateas se fabricarán de acero inoxidable 304 de 1 mm de espesor y contarán con pliegues a sus lados que apoyarán sobre guías montadas sobre la estructura que harán que éstas se deslicen y se puedan retirar fácilmente para su limpieza, como se aprecia en la imagen 129.

La bandeja del extremo se desliza en sentido longitudinal a la extrusora y se soportará sobre dos placas guías laterales. La batea se extraerá en sentido transversal a la máquina para una fácil limpieza y contará con una boca para conectar una manguera que, unida a su vez a una bomba, llevará la miel a un tanque.

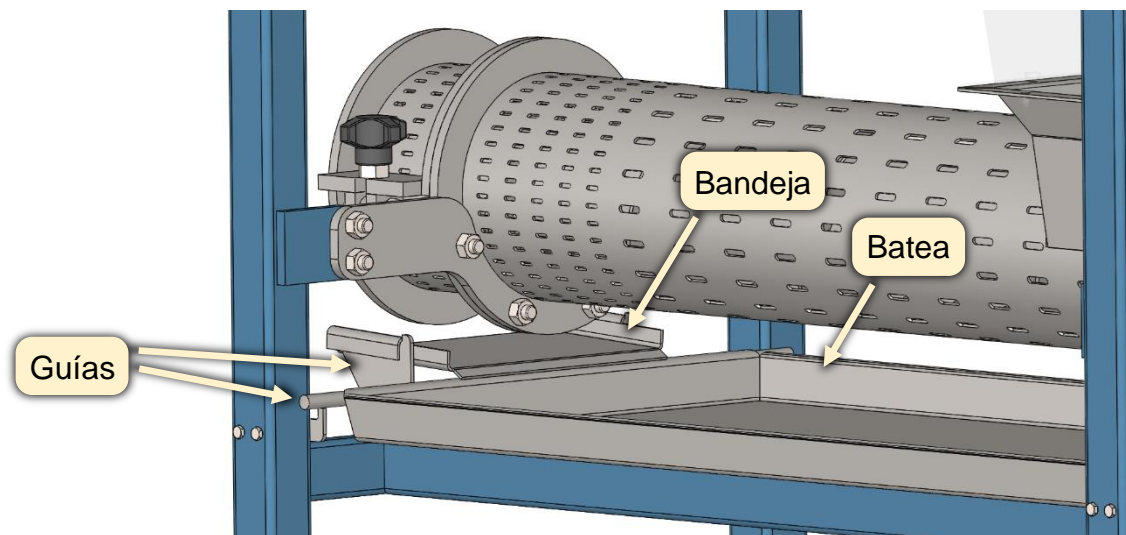


Imagen 129: Batea, bandeja y guías.

9.9.6. SALIDA DE CERA

La salida de cera se efectuará por el extremo libre del tornillo sinfín (imagen 130), a través de una tapa que cuenta con una abertura de sección regulable que se

puede mover con una manija y fijar en una posición mediante tres tornillos y que permitirá trabajar con distintas viscosidades de miel y grados de humedad.

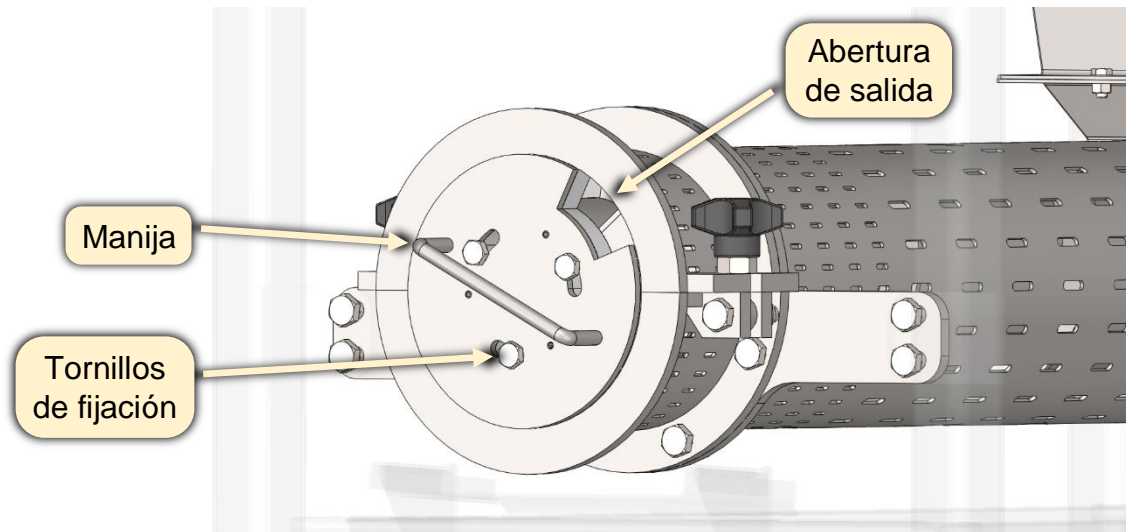


Imagen 130: Salida de cera regulable.

Como se ve en la imagen 131, en el extremo del tornillo sinfín se colocará una chapa que hará de desvío para la cera prensada y que combinará con la abertura de salida. Por último, se colocará una chapa que cerrará la sección de rosca sin uso para evitar que en este lugar muerto se acumule suciedad.

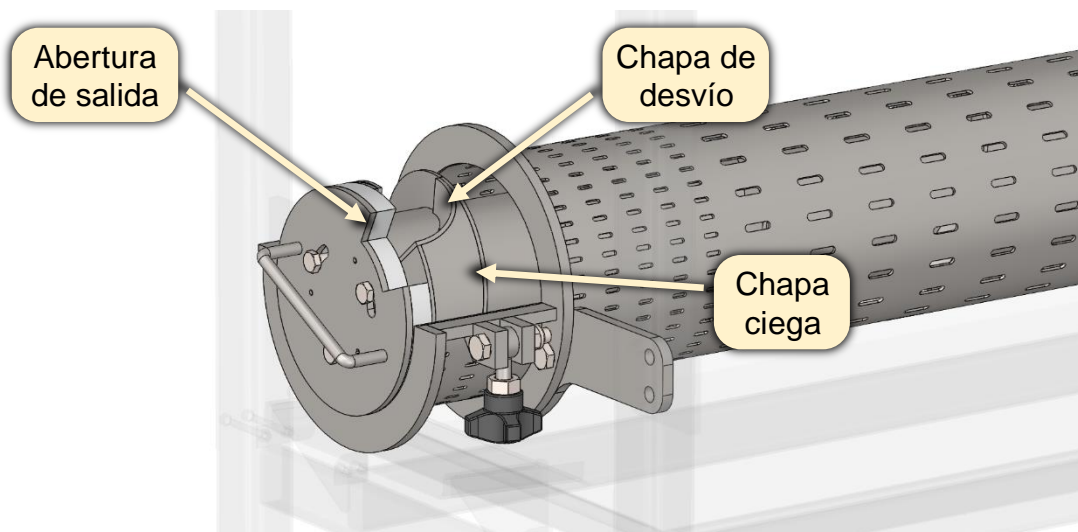


Imagen 131: Desviación de salida.

9.9.7. EXTREMOS

En ambos extremos se selló el interior del tubo para impedir que el material extruido ingrese a su interior. Para ello se utilizó una barra maciza de 20 mm de ancho y con un diámetro exterior que coincide con el interior del tubo. Sobre estos se realizarán perforaciones roscadas ciegas para sujetar por un lado la

tapa de regulación y por el otro extremo la brida sobre la que quedará fijado el eje de accionamiento.

En la punta de salida de la cera (imagen 132) se colocará un buje de teflón entre el tubo usado como eje y la tapa de regulación. El mismo tendrá una tolerancia tal que sirva como superficie de rozamiento sobre la camisa, previniendo que entren en contacto las partes metálicas.

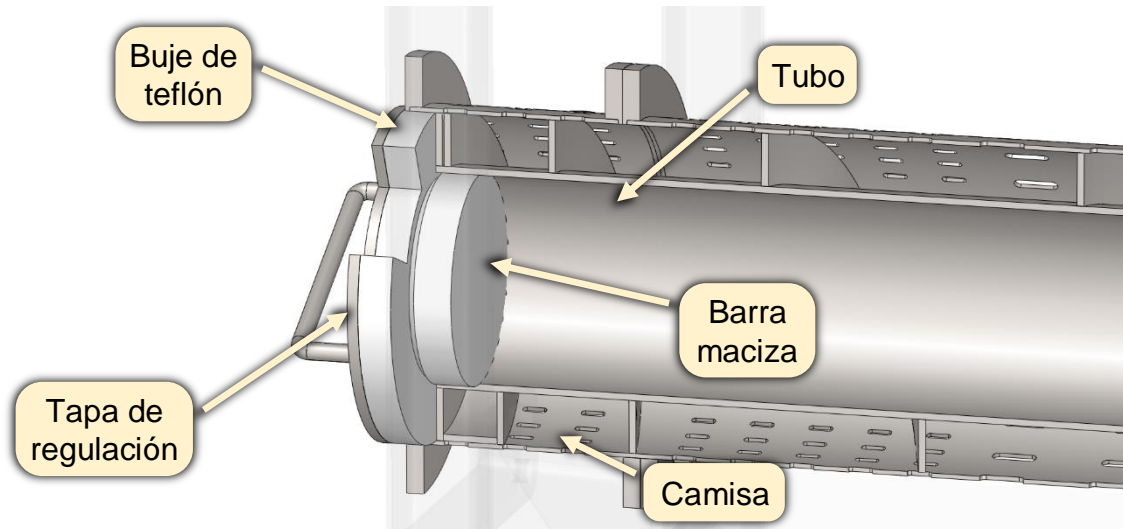


Imagen 132: Extremo libre.

En la punta de accionamiento (imágenes 133 y 134), se usará una brida atornillada para permitir el desmontaje y sobre la misma se soldará el eje de tracción. Éste tendrá un diámetro de 30 mm y se sujetará a través de un rodamiento con caja UCF206, el cual a su vez estará fijado con tornillos a la brida de la camisa. Por detrás de éste se colocará un retén de medidas 30 x 50 x 8 mm bloqueado por un aro seeger 50 x 2 DIN 472 que impedirán que escape material del interior del tornillo sinfín.

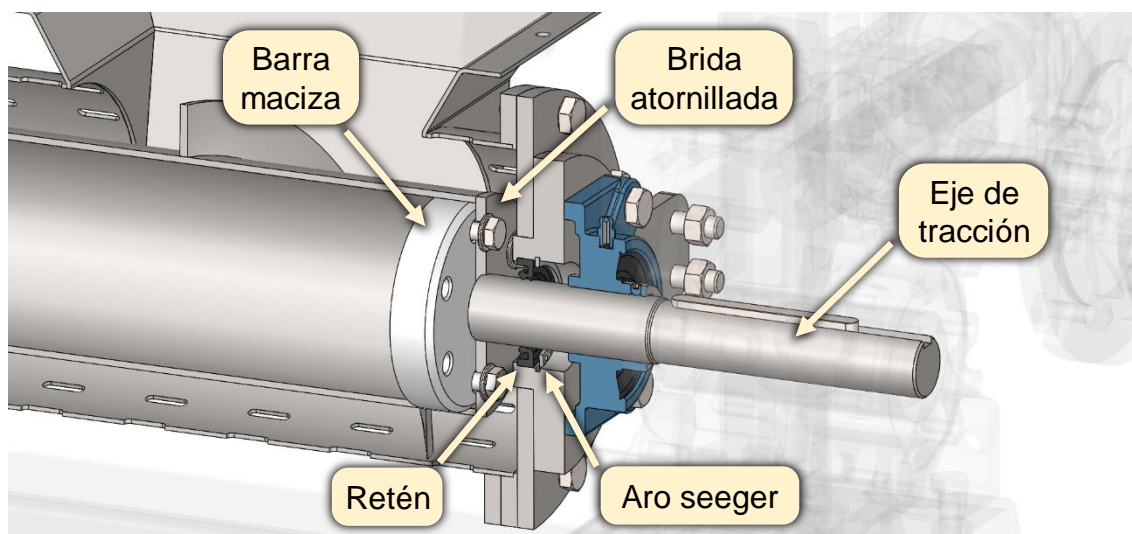


Imagen 133: Extremo de accionamiento.

El rodamiento estará atornillado a una placa espaciadora y ésta a su vez se soldará a la brida de la camisa.

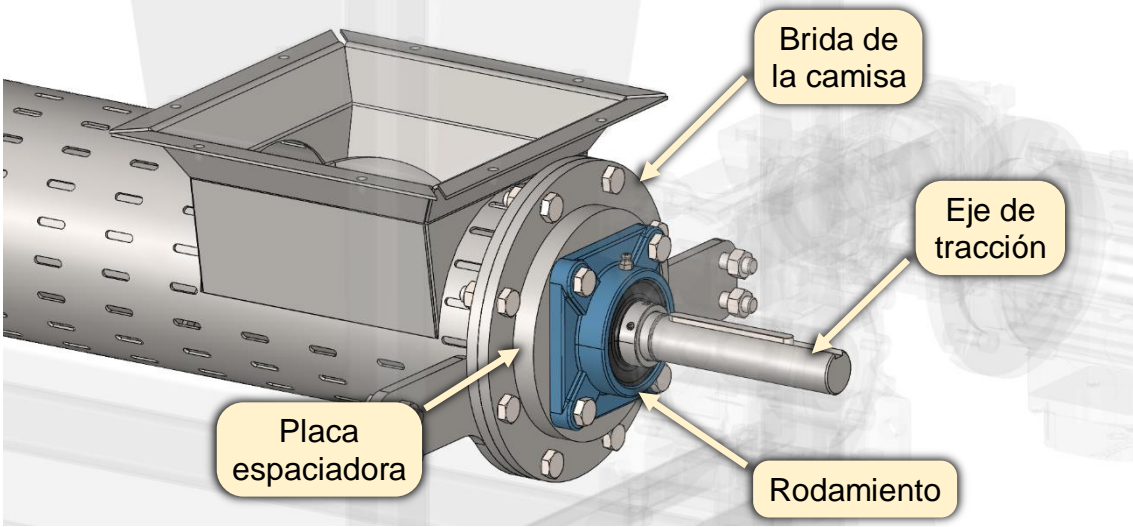


Imagen 134: Eje de tracción.

10. CONCLUSIONES

La máquina desarrollada en este proyecto ha logrado cumplir con los objetivos generales y, en gran medida, con los específicos. Se realizó una exhaustiva investigación de campo sobre las máquinas existentes, aprovechando toda la información útil para el desarrollo de nuestro propio diseño. Un aspecto fundamental fue la necesidad de satisfacer una alta capacidad de producción a bajo costo, lo que nos llevó a simplificar el modelo. No obstante, con el objetivo de crear un producto más versátil y adaptado a las demandas del mercado, fue necesario integrar etapas adicionales en el proceso. Esta decisión, aunque incrementó el costo de la máquina, dificultando su accesibilidad para los pequeños productores, también nos permitió mejorar significativamente la productividad en el proceso de desoperculado y extrusión.

En cuanto a los objetivos específicos, podemos afirmar que el diseño propuesto logró reducir el esfuerzo físico de los operarios y simplificar las tareas. Además, se disminuyeron las zonas móviles de contacto de la máquina con el producto, lo que simplificó las tareas de limpieza. Asimismo, el proceso diseñado redujo la necesidad de operaciones posteriores de filtrado para separar la cera de la miel.

Queremos destacar que durante el desarrollo de este proyecto nos enfrentamos a diversas etapas que requirieron investigación, consultas con expertos, lectura, ensayos, ingeniería inversa y otros métodos. Estas experiencias no solo enriquecieron el desarrollo del proyecto, sino que también nos proporcionaron valiosos conocimientos para nuestra futura vida profesional.

11.IMÁGENES

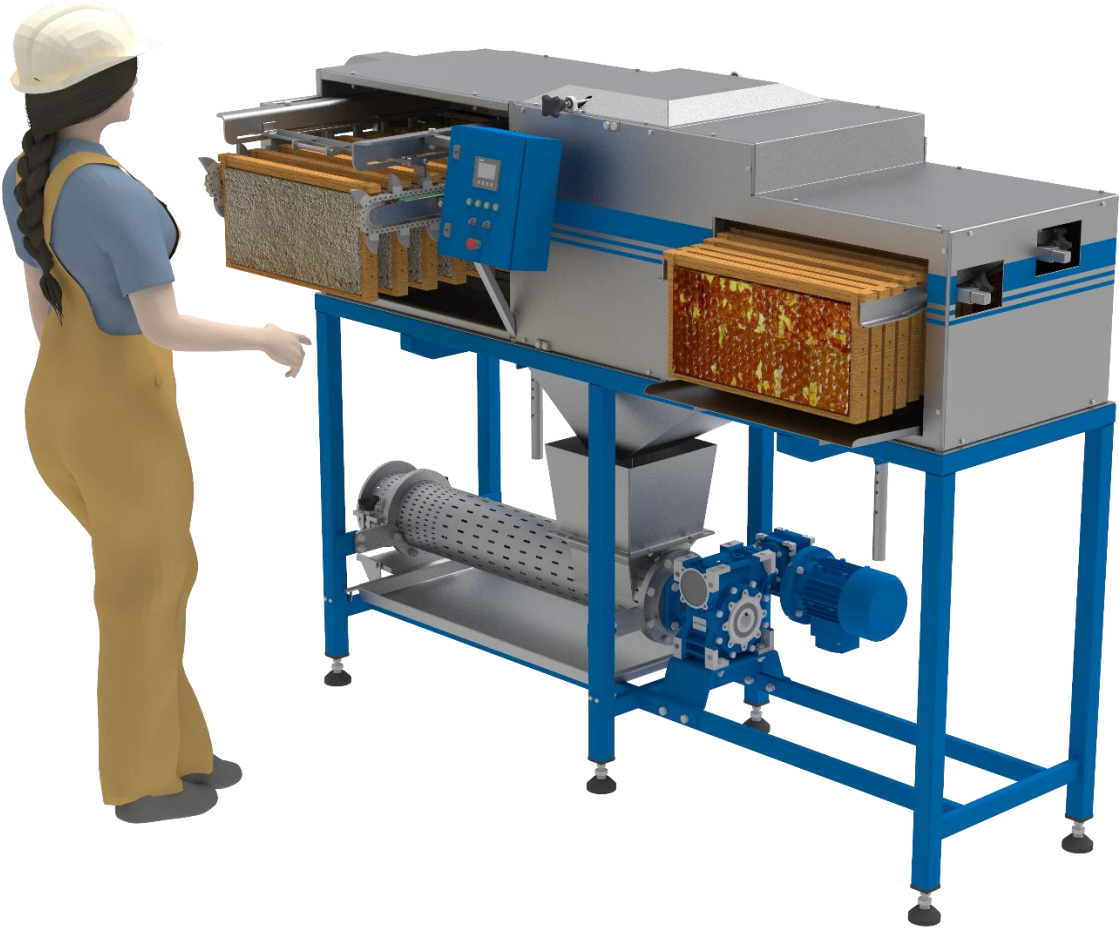


Imagen 135.

12. BIBLIOGRAFÍA:

SENASA <http://www.senasa.gob.ar>

INTA <https://inta.gob.ar>

INDEC <https://www.indec.gob.ar>

Código Alimentario Argentino

http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp

ApiTEC <http://www.inti.gob.ar/apitec>

<http://www.apicultura.com.ar>

<https://www.honeyflow.com>

<https://www.bonamel.com>

<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales>

<http://www.inderco.com/productos>

<http://www.farli.com>

<http://www.fragusysilcar.com.ar>

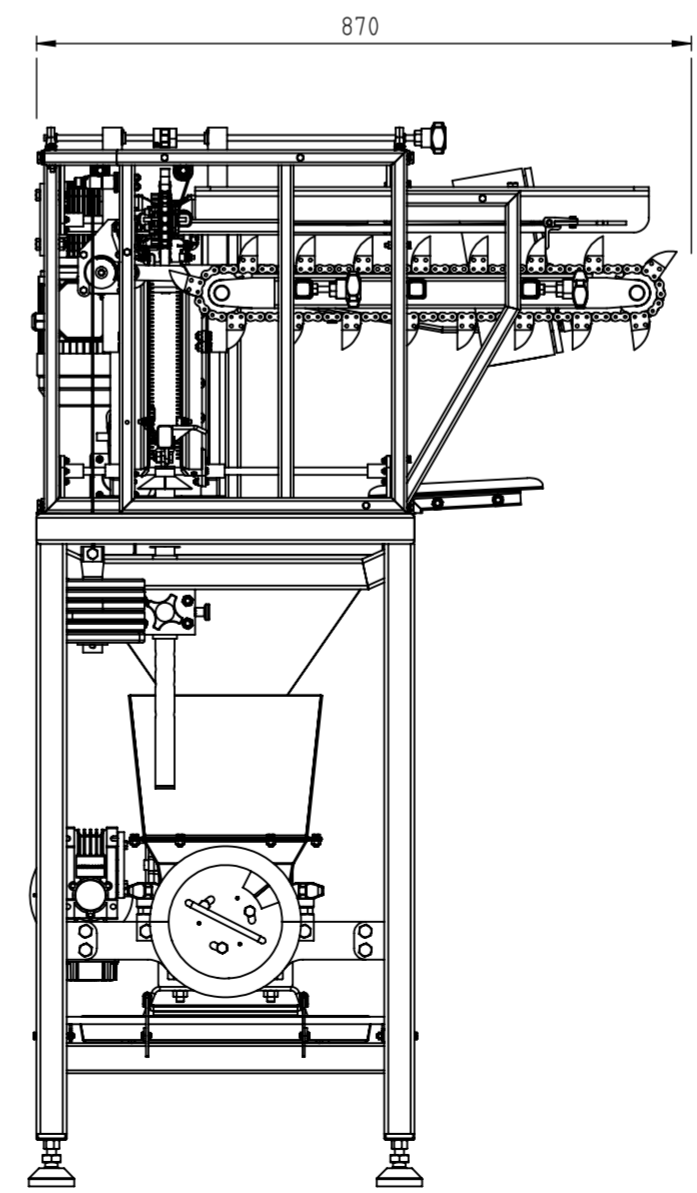
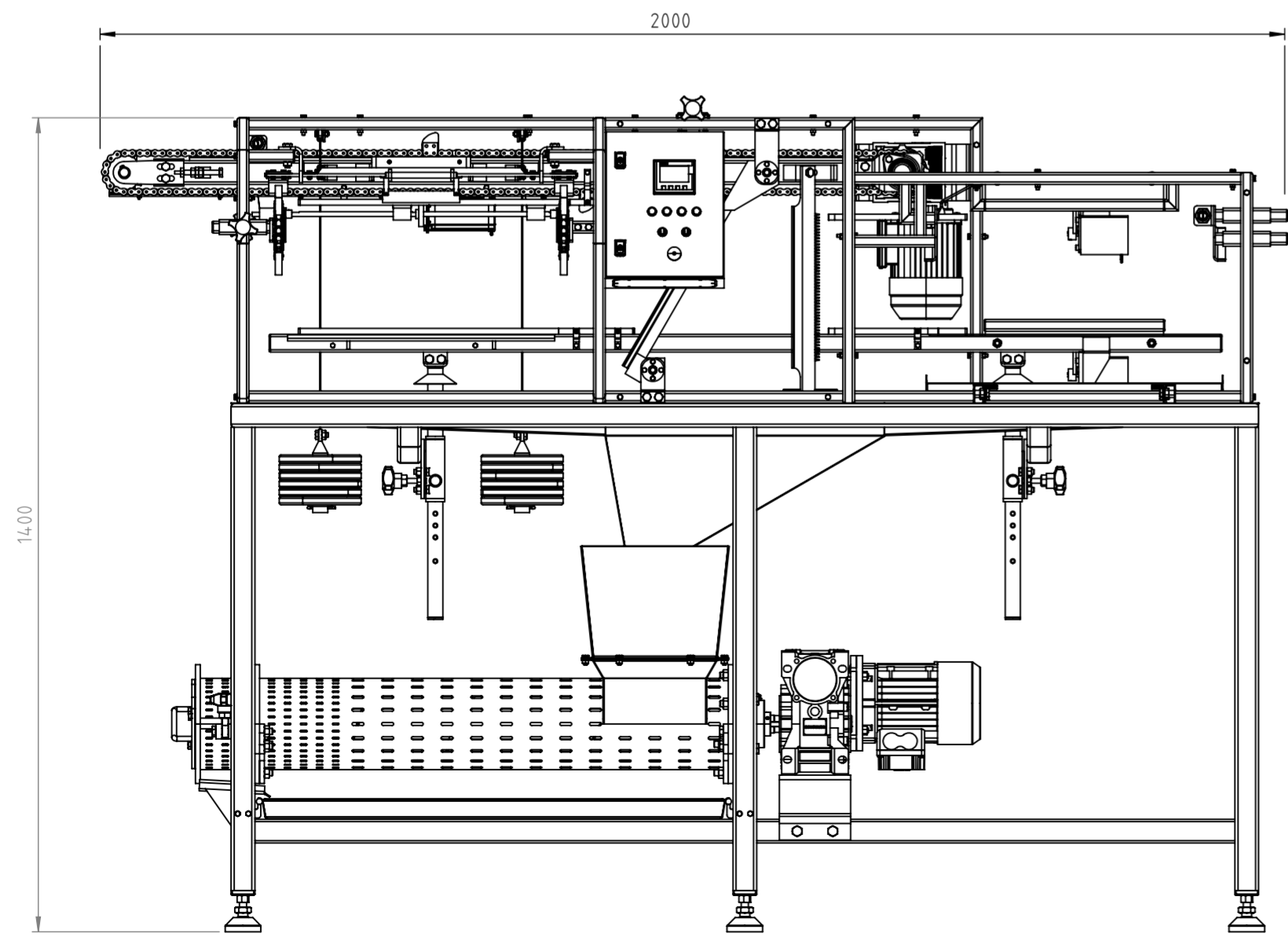
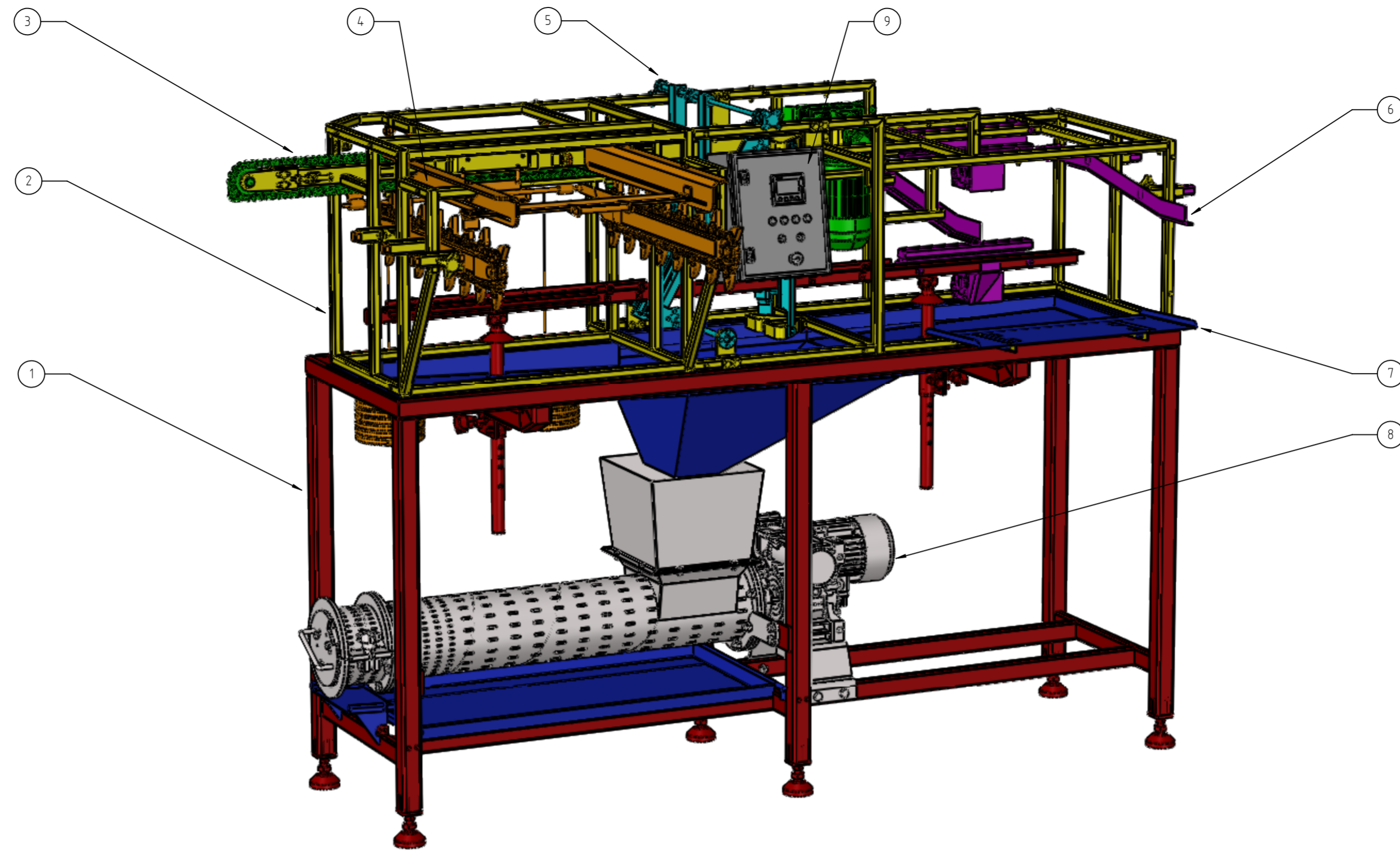
<http://www.apiculturaargentina.com.ar>

<http://www.vairolatti.com.ar>

<http://tomaszlyson.com>

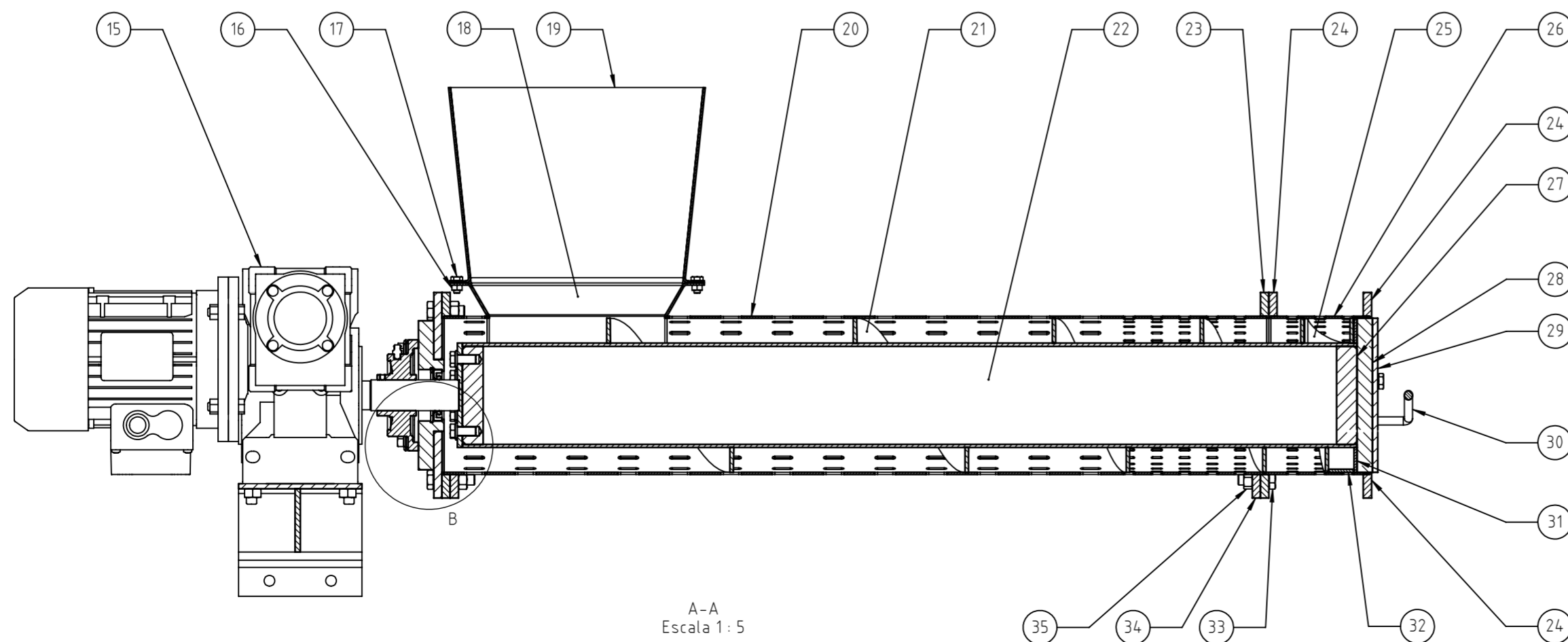
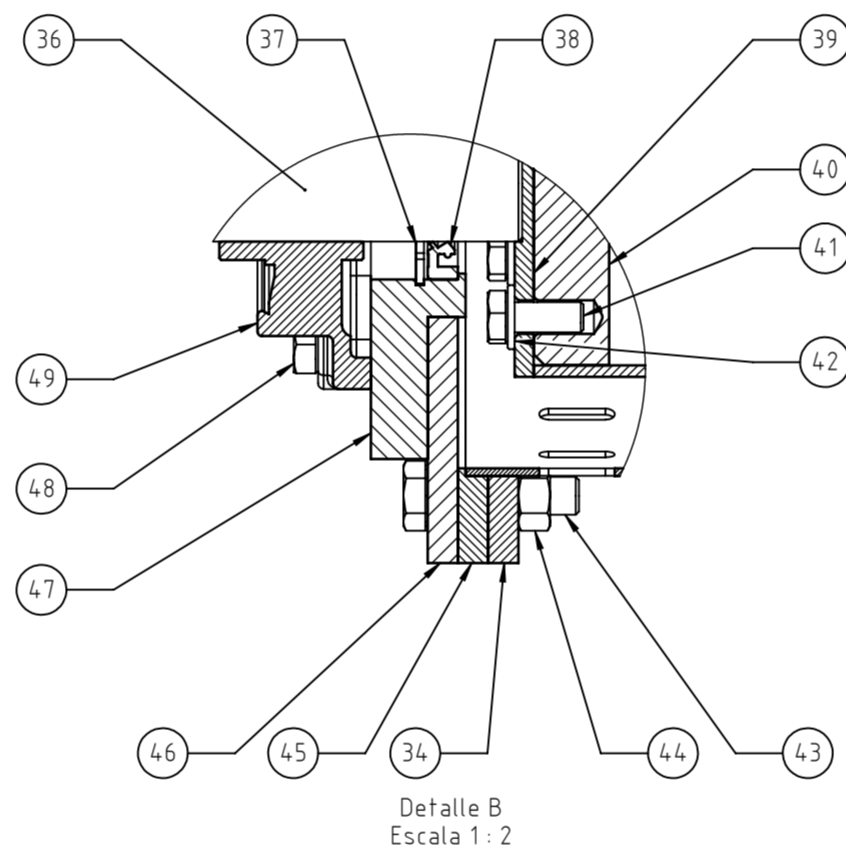
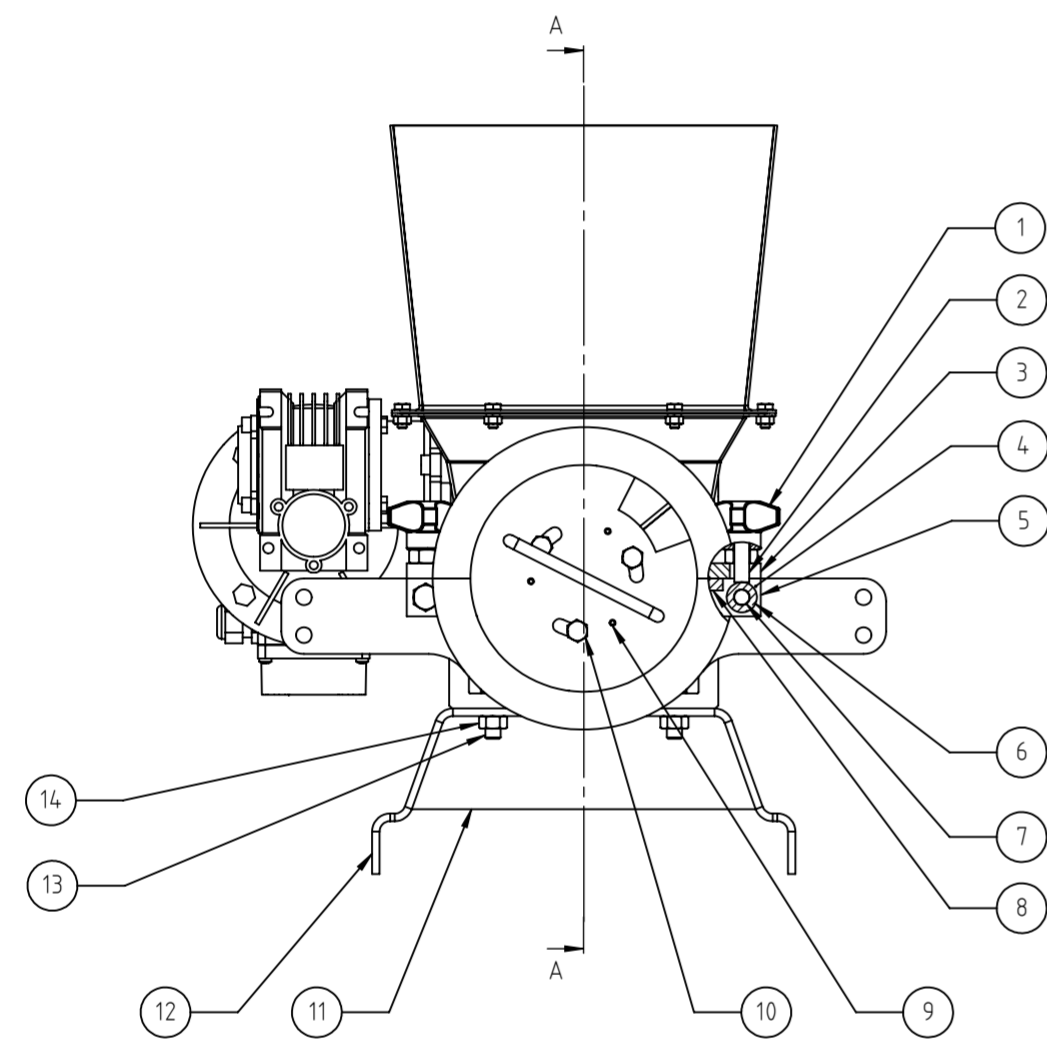
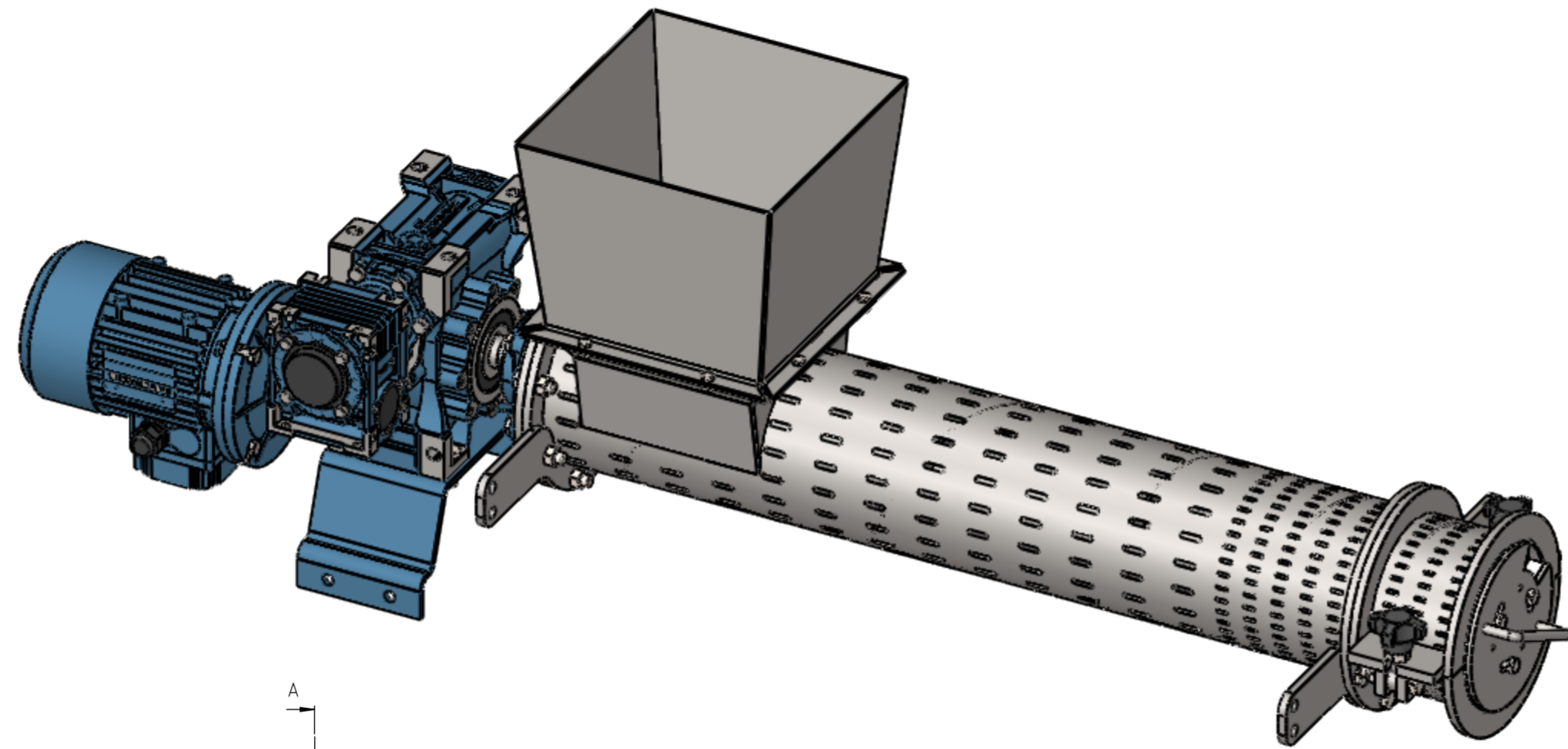
<https://www.legaitaly.com>

13. ANEXOS:



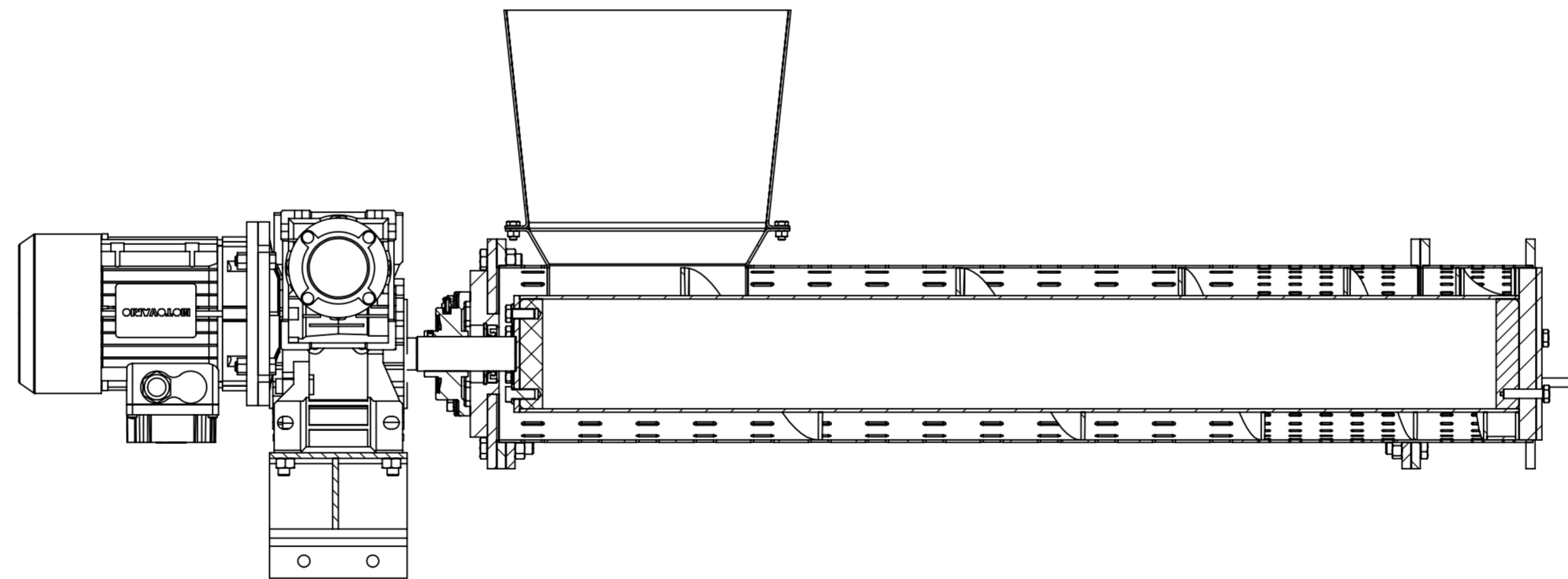
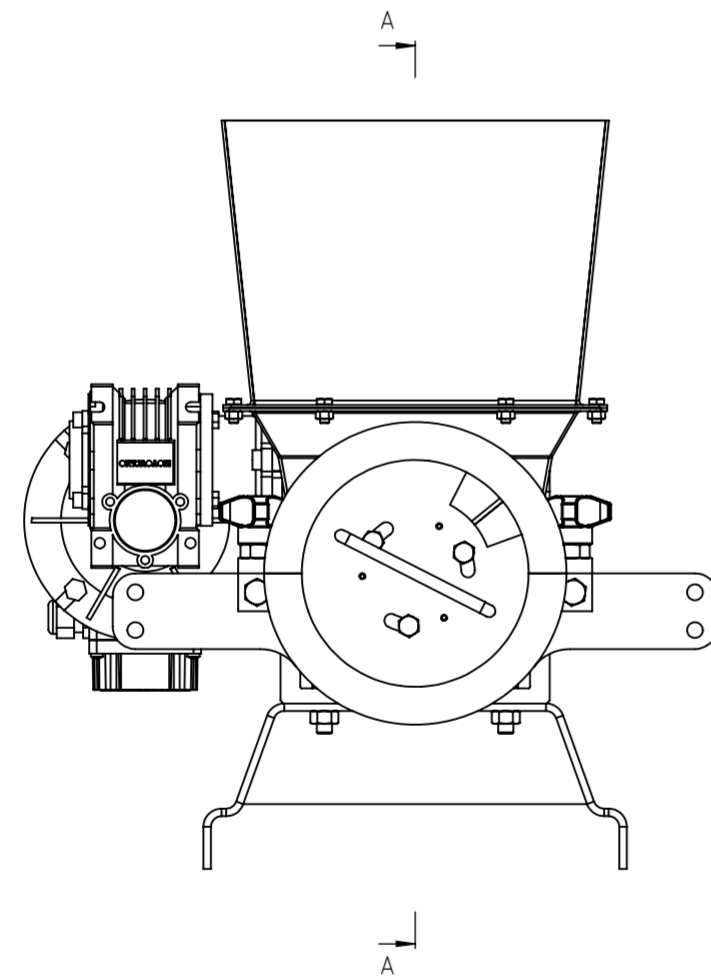
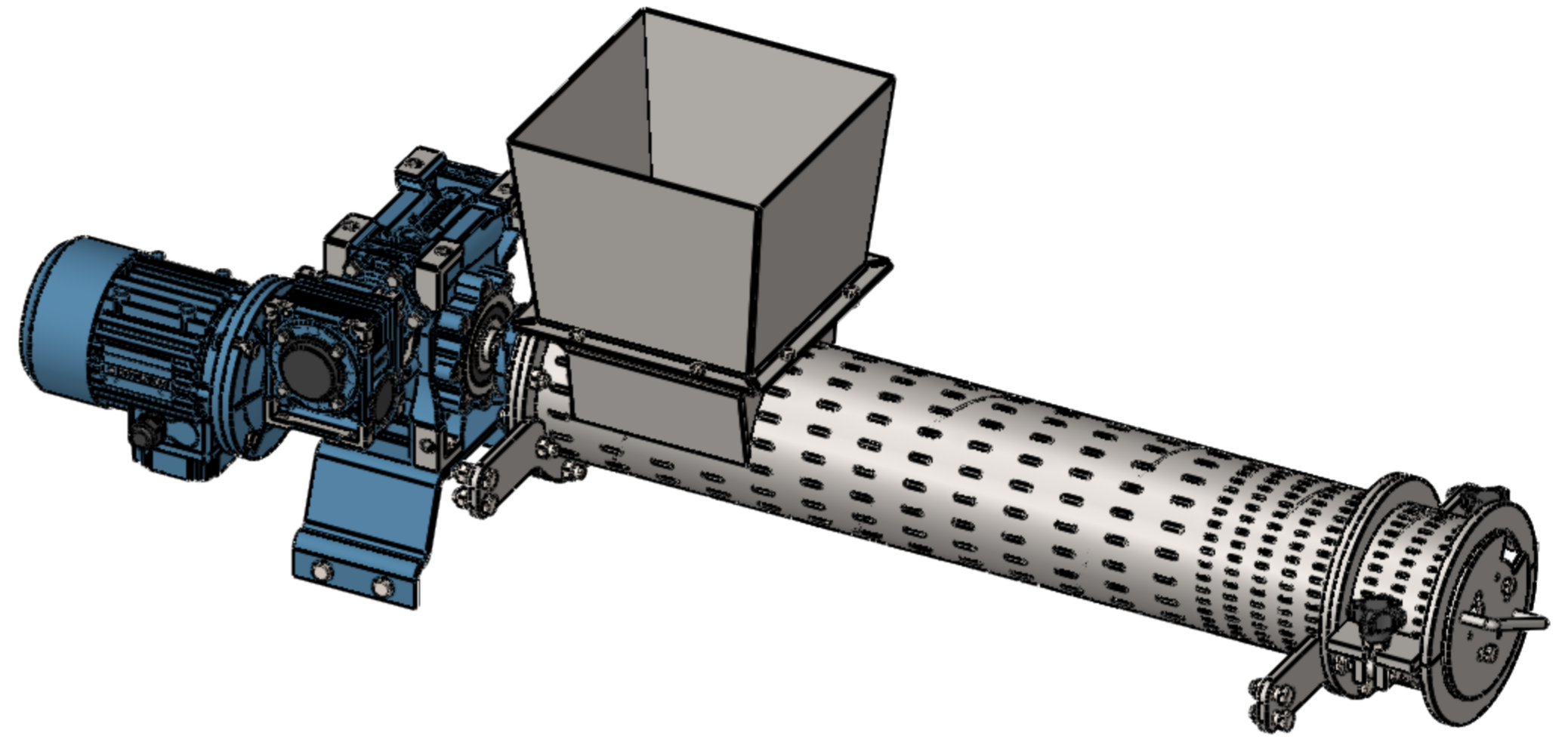
Pos.	Cant.	Denominación	N° Plano	N° de Pieza	Material	Masa	Observaciones
9	1	Tablero	1				
8	1	Extrusora	1				
7	1	Bateas	1				
6	1	Sistema de descarga	1				
5	1	Sistema de corte	1				
4	1	Sistema de alimentación	1				
3	1	Sistema de transmisión	1				
2	1	Estructura superior	1				
1	1	Estructura inferior	1				

Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	8/8/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	8/8/2024	Gussalli		
	Revisó:	8/8/2024	Grignafini		
	Aprobó:	8/8/2024	Gussalli		
Escala:		1:10		Desoperculadora y extrusora de opérculos	Material:
Formato:		A2			Tratamiento térmico:
					Peso:
				N° plano:	00
				Pág. N°	



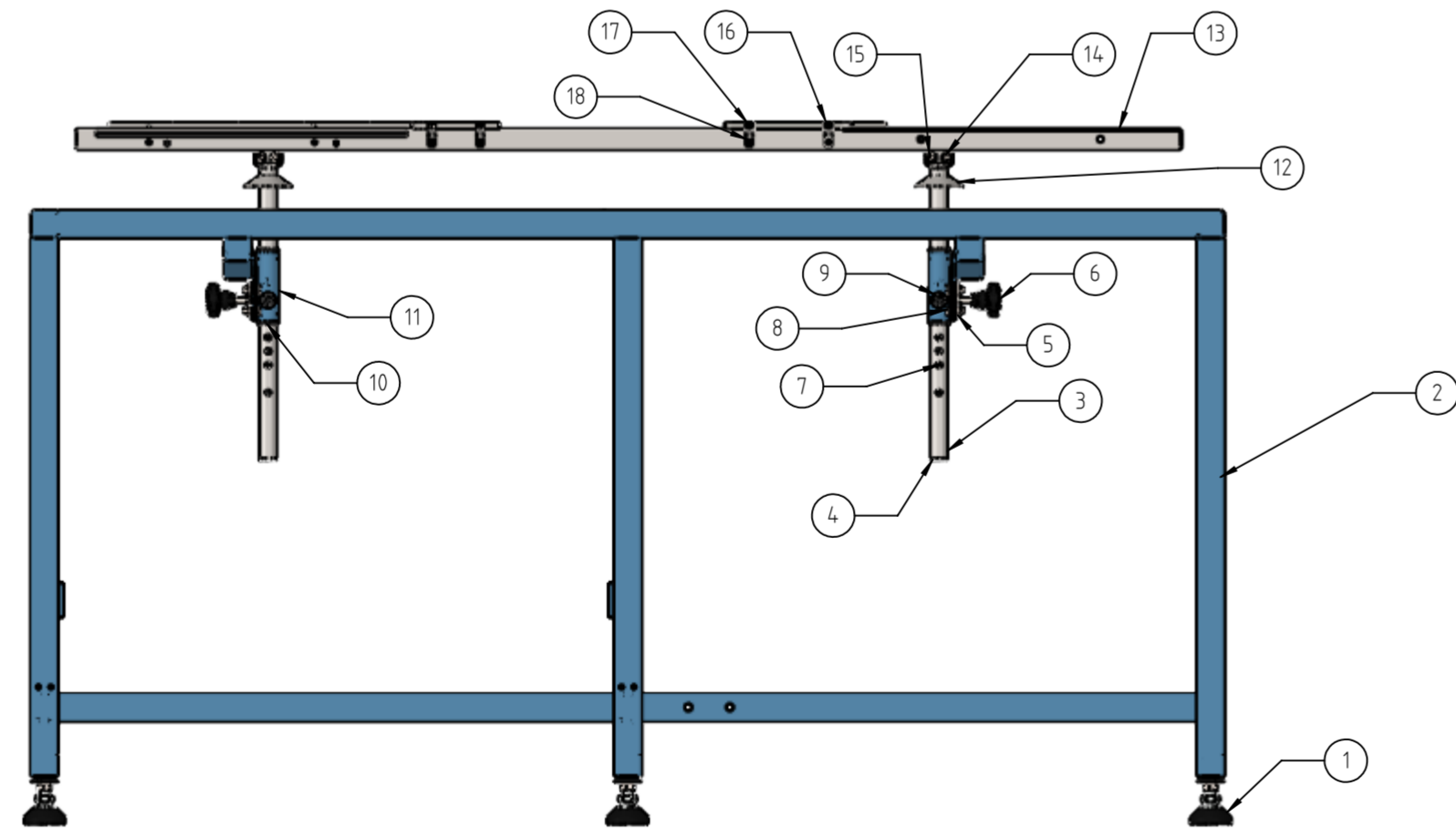
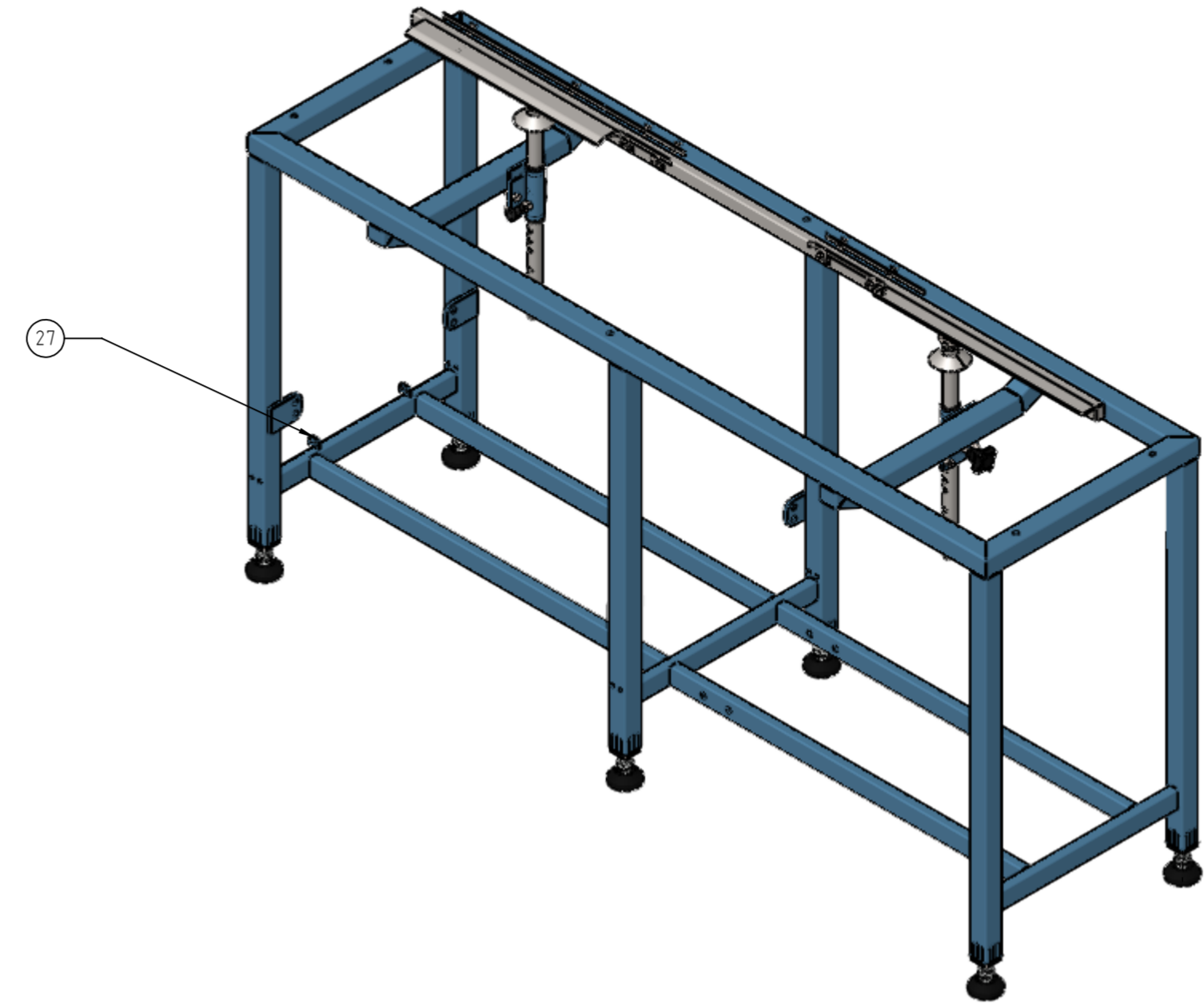
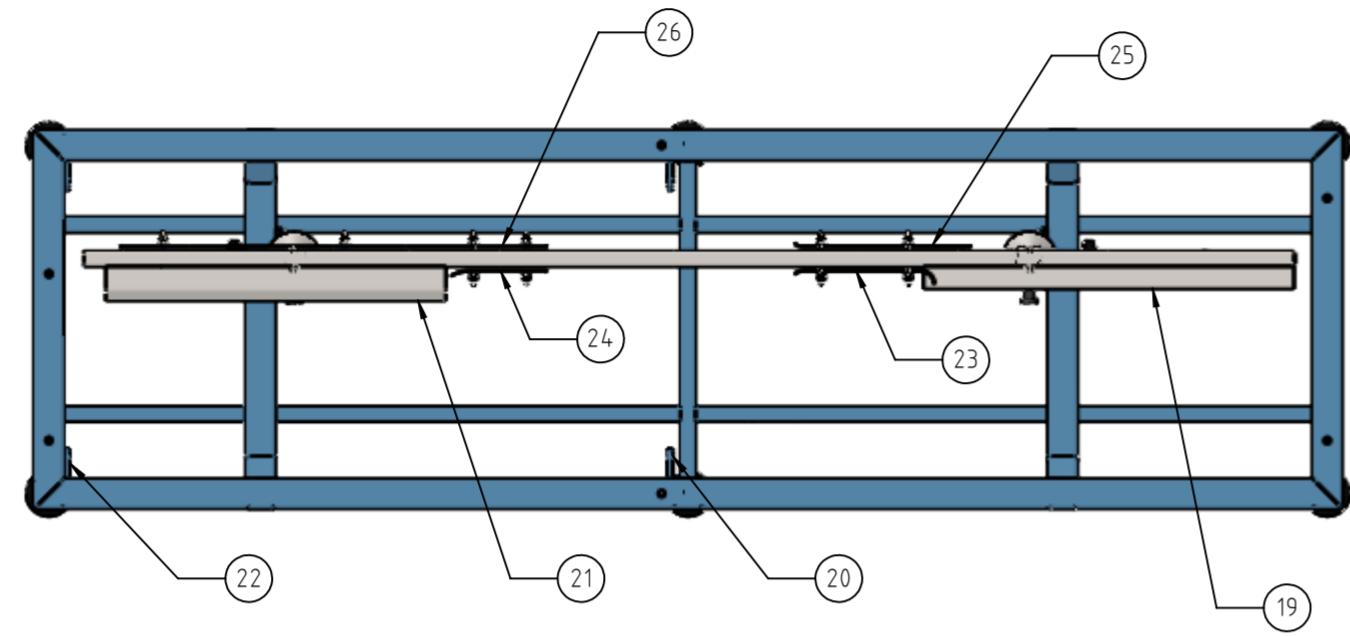
49	1	Caja portarodamiento					UCF 206
48	4	Tornillo caja portarod.				Acero inox.	ISO 4017 M10x30
47	1	Brida porta refén	E01			Acero inox.	
46	1	Brida ext. trasero				Acero inox.	
45	1	Brida ext. trasero camisa				Acero inox.	
44	1	Tuerca brida trasera				Acero inox.	ISO 4032 M10
43	8	Tornillo brida trasera				Acero inox.	ISO 4017 M10x30
42	8	Arandela Grower				Acero inox.	DIN 6905 M10
41	8	Tornillo brida tapa				Acero inox.	ISO 4017 M8x20
40	1	Tapa extremo trasero				Acero inox.	
39	1	Brida de fracción				Acero inox.	
38	1	Refén				Nitrilo	30x50x8
37	1	Aro seeger				Acero	DIN 472 50x2
36	1	Eje de fracción	E02			Acero	
35	4	Tuerca placa soporte				Acero inox.	ISO 4032 M10
34	2	Placa soporte extrusora				Acero inox.	
33	4	Tornillo placa soporte				Acero inox.	ISO 4017 M10x30
32	1	Chapa ciega				Acero inox.	
31	1	Cierre de rosca				Acero inox.	
30	1	Manija de regulación				Acero inox.	
29	1	Placa de regulación				Acero inox.	
28	1	Buje				Teflón	
27	1	Tapa extremo delantero				Acero inox.	
26	1	Camisa cierre para limpieza				Acero inox.	
25	1	Rosca de desviación				Acero inox.	
24	3	Media brida ext. delantero				Acero inox.	
23	1	Brida fija ext. delantero				Acero inox.	
22	1	Tubo eje				Acero inox.	Ø4",e=3mm,L=870mm
21	1	Rosca				Acero inox.	
20	1	Camisa				Acero inox.	
19	1	Tolva				Acero inox.	
18	1	Brida de entrada				Acero inox.	
17	8	Tornillo tolva				Acero inox.	ISO 4017 M6x12
16	8	Tuerca tolva				Acero inox.	ISO 4032 M6
15	1	Motorreductor				Acero inox.	2 HP, n2 = 9 RPM
14	4	Tuerca soporte				Acero inox.	ISO 4032 M10
13	4	Tornillo soporte				Acero inox.	ISO 4017 M10x30
12	1	Soporte motorreductor				Acero	
11	1	Placa refuerzo soporte				Acero	
10	3	Tornillo regulación apertura				Acero	ISO 4017 M8x35
9	3	Espina elástica				Acero	DIN 1481 4x20
8	2	Placa fija cierre rápido				Acero inox.	
7	2	Tornillo buje cierre rápido				Acero inox.	ISO 4017 M10x50
6	2	Buje de cierre rápido				Acero inox.	
5	4	Placa soporte buje				Acero inox.	
4	2	Tuerca cierre rápido				Acero inox.	ISO 7040 M10
3	2	Placa cierre rápido				Acero inox.	
2	2	Tornillo de perilla				Acero inox.	M10
1	2	Perilla				Plástico	Pza. 781 - reforz. M10
Pos.	Cant.	Denominación	N° Plano	N° de Pieza	Material	Masa	Observaciones

Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	18/8/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	18/8/2024	Gussalli		
	Revisó:	18/8/2024	Grignafini		
	Aprobó:	18/8/2024	Gussalli		
	Escala:	1:5		Extrusora	Material:
	Formato:	A2			Tratamiento térmico:
					Peso:
				N° plano:	E00
					Pág. N°



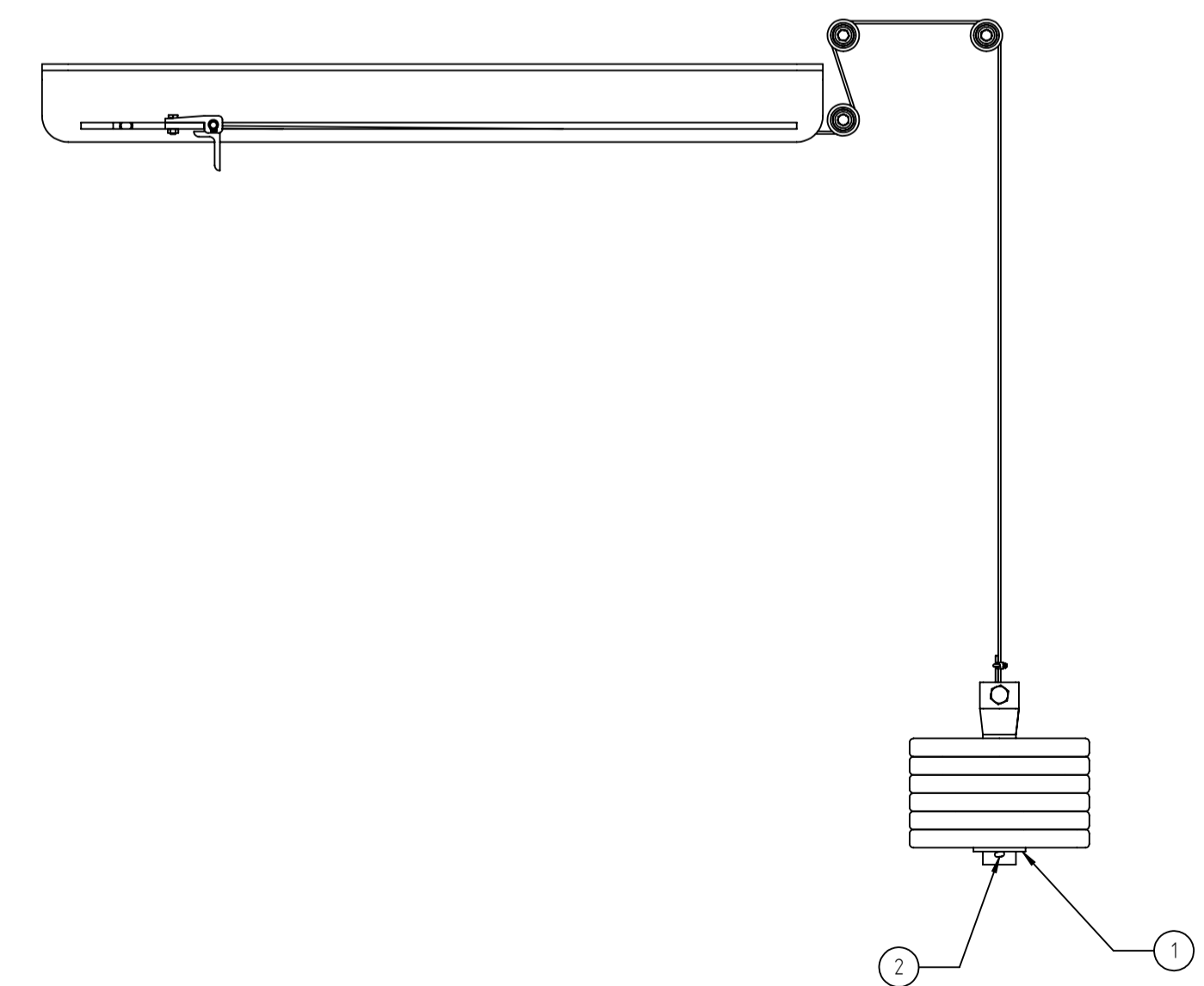
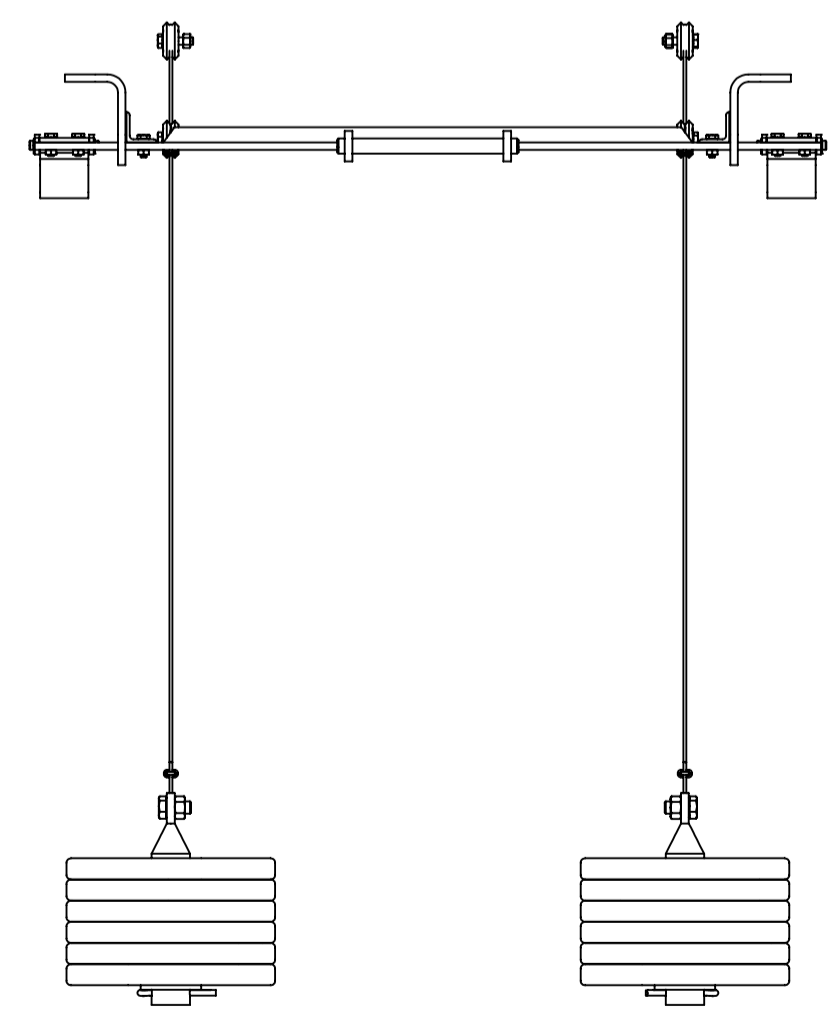
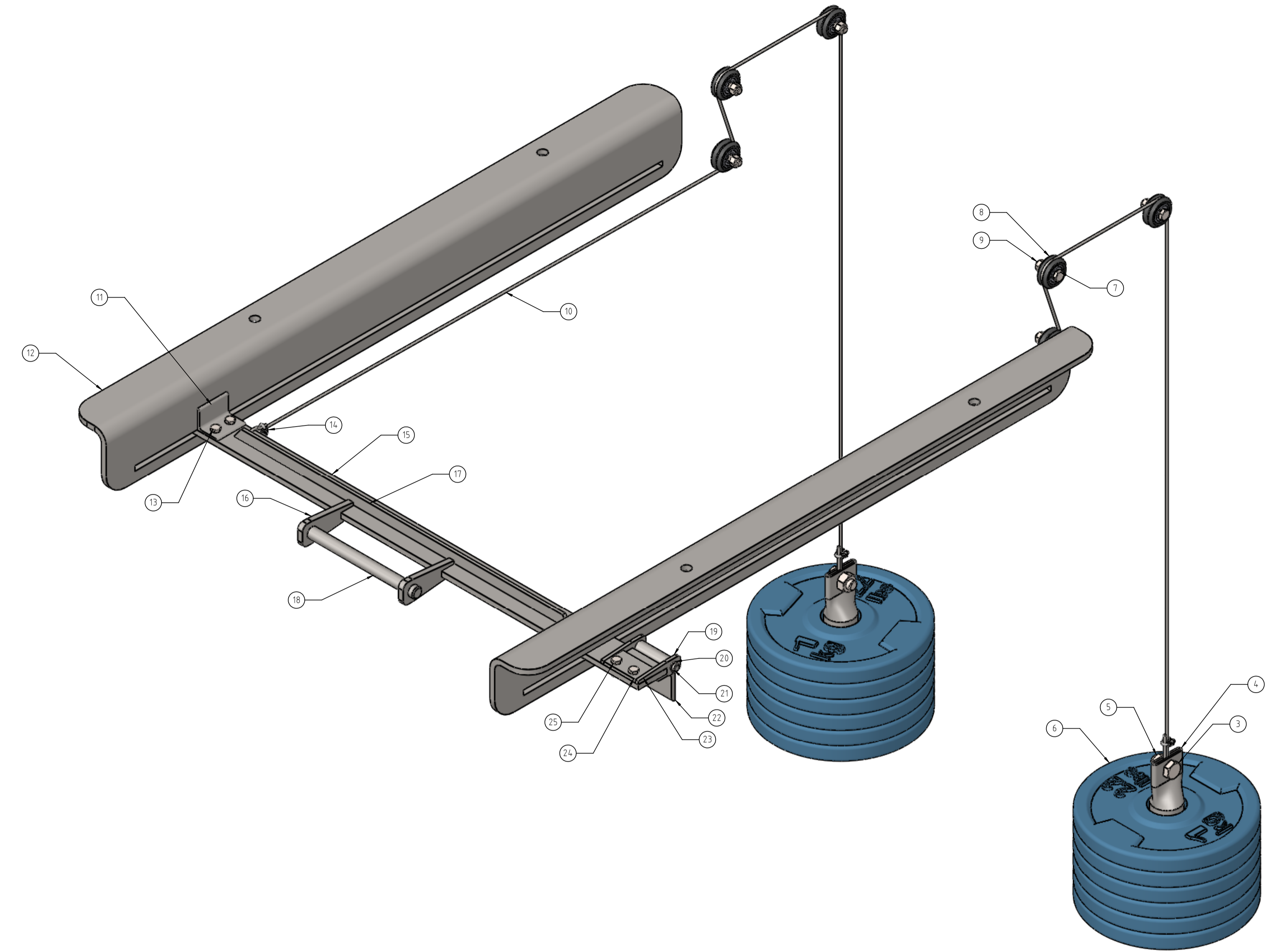
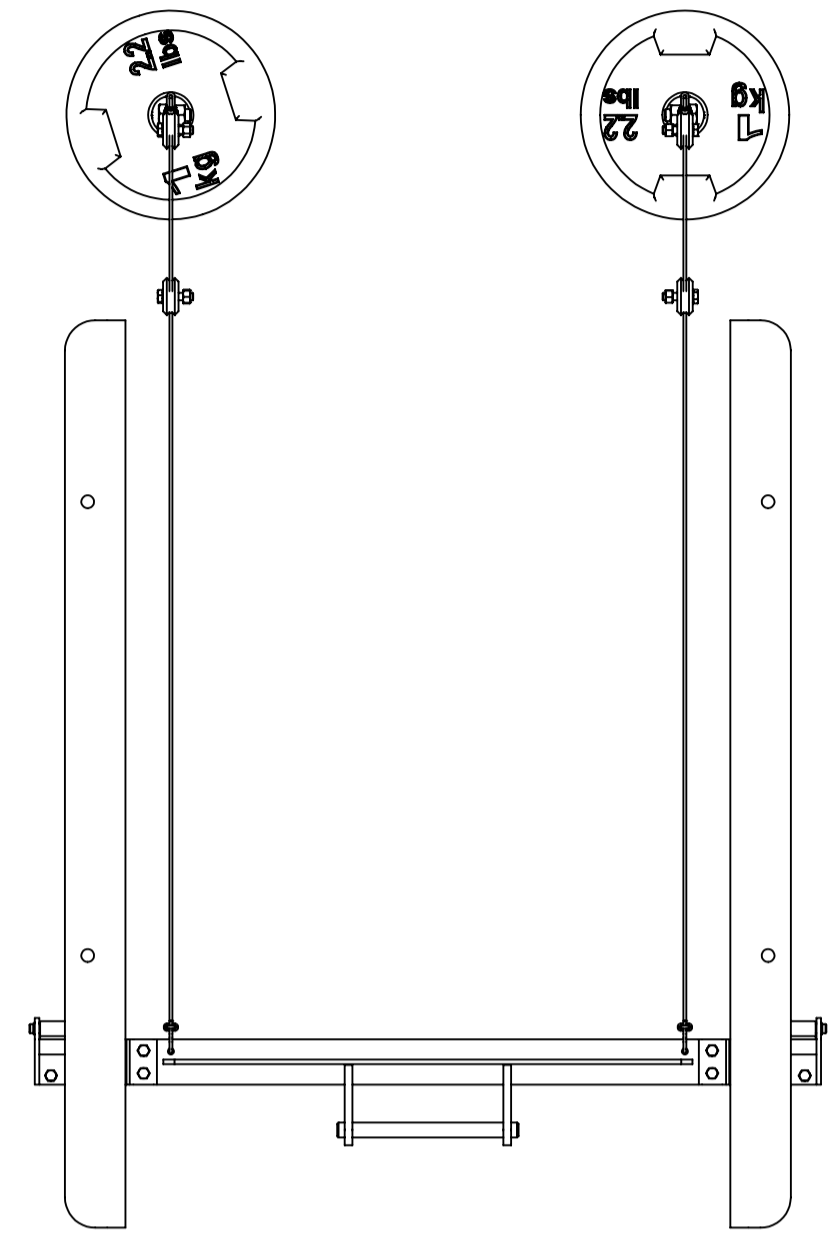
A-A
Escala 1:5

Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	13/8/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe	
	Dibujó:	13/8/2024	Gussalli			
	Revisó:	13/8/2024	Grignafini			
	Aprobó:	13/8/2024	Gussalli			
Material:	Escala: 1:10,5			Extrusora	Tratamiento térmico:	
Formato: A2			Peso:			
Formato: A2			N° plano: No		Pág. No	



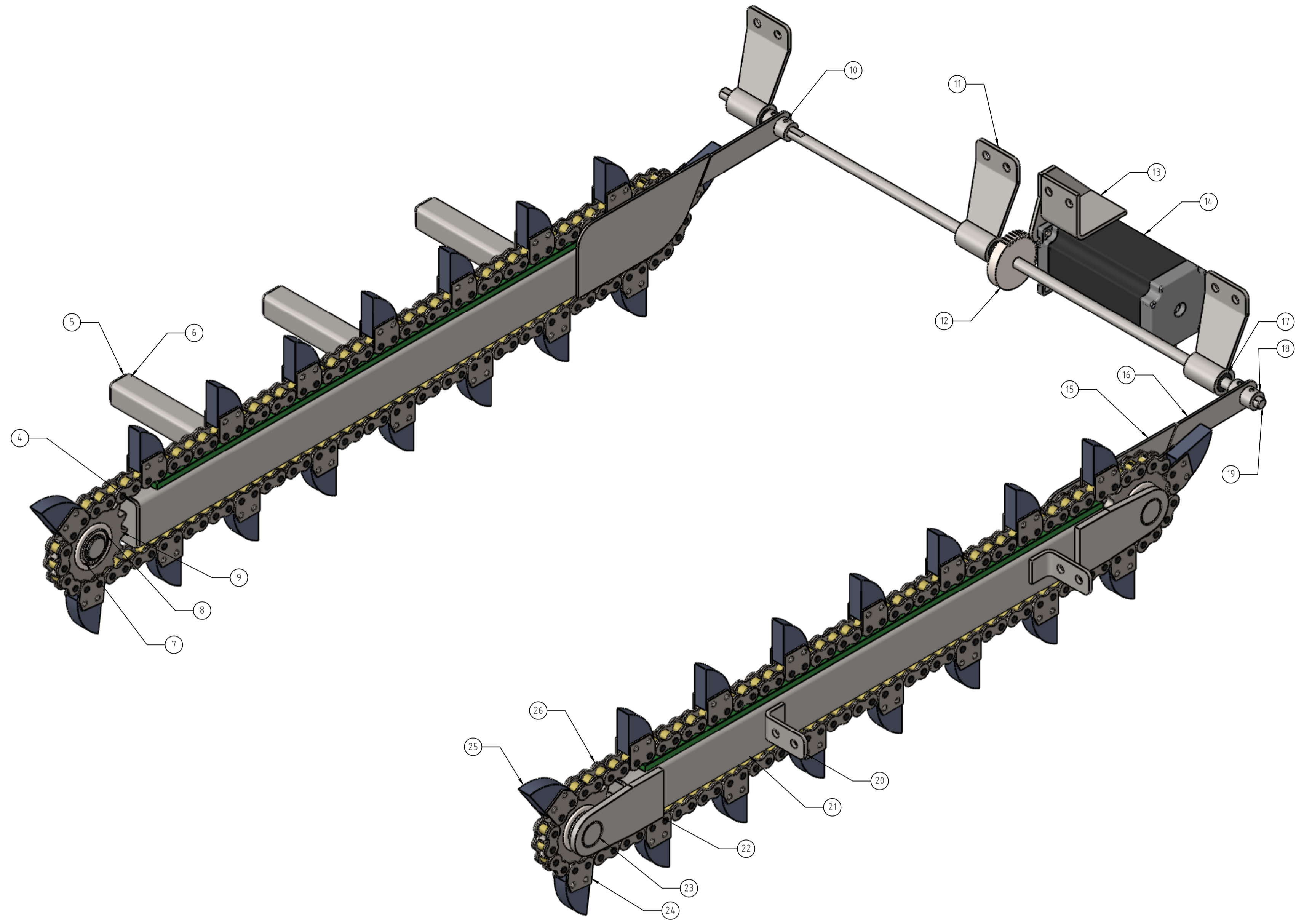
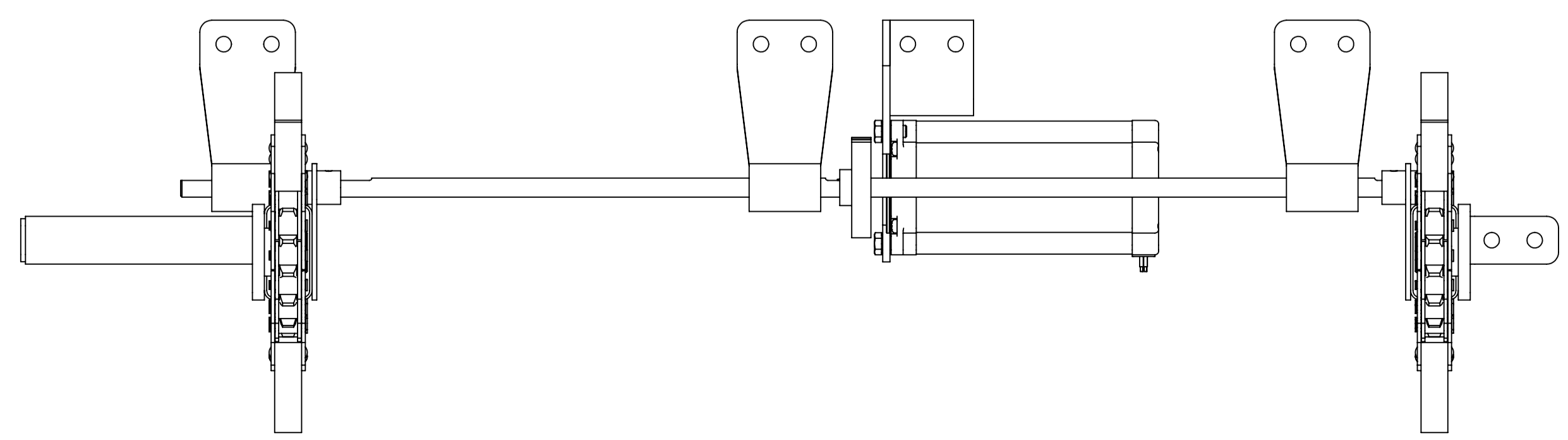
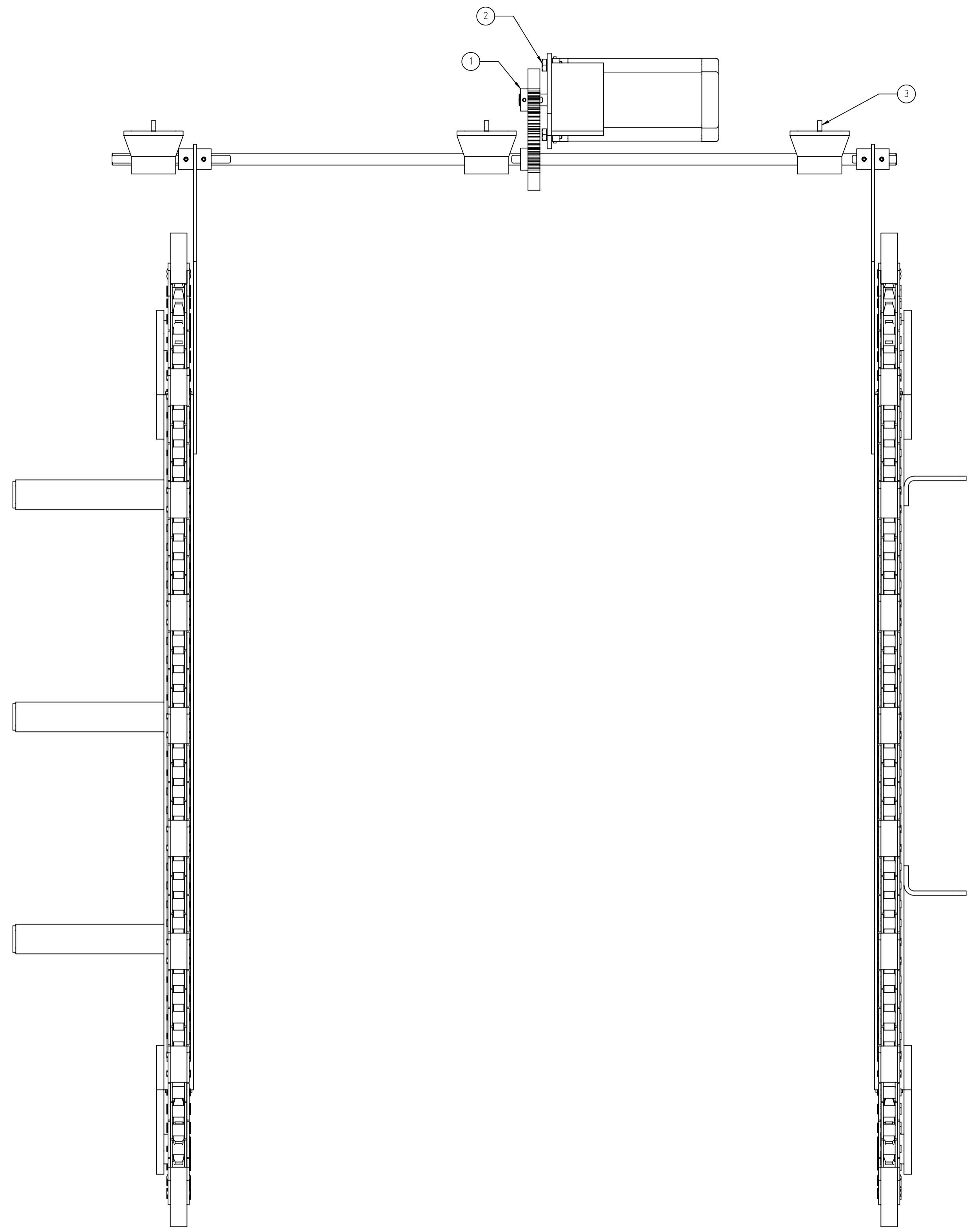
Pos.	Cant.	Denominación	N° Plano	N° de Pieza	Material	Masa	Observaciones
27	2	Soporte bandeja			Acero inox		
26	1	Guía lateral 4	0310		Acero inox		
25	1	Guía lateral 3	0309		Acero inox		
24	1	Guía lateral 2	0312		Acero inox		
23	1	Guía lateral 1	0311		Acero inox		
22	2	Soporte extrusora post.			Acero		
21	1	Soporte cuadros carga	0307		Acero inox		
20	2	Soporte extrusora ant.			Acero		
19	1	Soporte cuadros descarga	0319		Acero inox		
18	10	Tuerca			Acero inox		ISO 4032 M4
17	10	Tornillo			Acero inox		ISO 4017 M4 X 30
16	10	Soporte guía lateral	0313		Acero inox		
15	4	Tuerca			Acero inox		ISO 4034 M8
14	4	Tornillo			Acero inox		ISO 4017 M8 X 20
13	1	Guía	0303		Acero inox		
12	2	Sombrero	0306		Acero inox		
11	2	Camisa caño regulación	0201		Acero		
10	4	Buje			Teflón		
9	2	Pasador	0204				
8	8	Tornillo			Acero inox		ISO 4017 M8 X 20
7	12	Buje			Acero inox		
6	2	Perilla	0203				
5	8	Tuerca			Acero inox		ISO 4034 M8
4	2	Tapa caño regulación	0301		Acero inox		
3	2	Caño regulación guía	0300		Acero inox		
2	1	Estructura de caño 40x40	0100		Acero		
1	6	Pie regulable	0000				

Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	21/08/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	21/08/2024	Gussalli		
	Revisó:	21/08/2024	Grignafini		
	Aprobó:	21/08/2024	Gussalli		
Escala:	1:10				Material:
Formato: A2	D_EI_Estructura-inferior				Tratamiento térmico:
					Peso:
					N° plano: No
					Pág. No



Pos.	Cant.	Denominación	N° Plano	N° de Pieza	Material	Masa	Observaciones
25	4	Tornillo			Acero inox		ISO 4017 M4 X 12
24	2	Chapa bisagra			Acero inox		
23	4	Soporte bisagra	0106		Acero inox		
22	2	Tope bisagra	0109		Acero inox		
21	2	Eje bisagra	0108		Acero inox		
20	4	Seeger			Acero		DIN 471 4 X 0,7
19	2	Bisagra	0107		Acero inox		
18	1	Manija	0104		Acero inox		
17	1	Soporte manija	0103		Acero inox		
16	1	Refuerzo superior	0105		Acero inox		
15	1	Guía empuje	0101		Acero inox		
14	4	Prensa cable			Acero inox		
13	4	Tornillo			Acero inox		ISO 4017 M4 X 12
12	2	Guía soporte	0100		Acero inox		
11	2	Guía lateral	0102		Acero inox		
10	2	Cable			Acero inox		
9	6	Tuerca			Acero inox		ISO 4032 M5
8	6	Polea					
7	6	Tornillos			Acero inox		ISO 4017 M5 X 20
6	12	Contrapesos			Fundición		
5	2	Tuerca			Acero inox		ISO 4032 M8
4	2	Caño soporte contrapeso	0116		Acero inox		
3	2	Tornillo			Acero inox		ISO 4017 M8 X 16
2	2	Chaveta partida			Acero inox		ISO 1234 4 X 36
1	2	Arandela	0117		Acero inox		

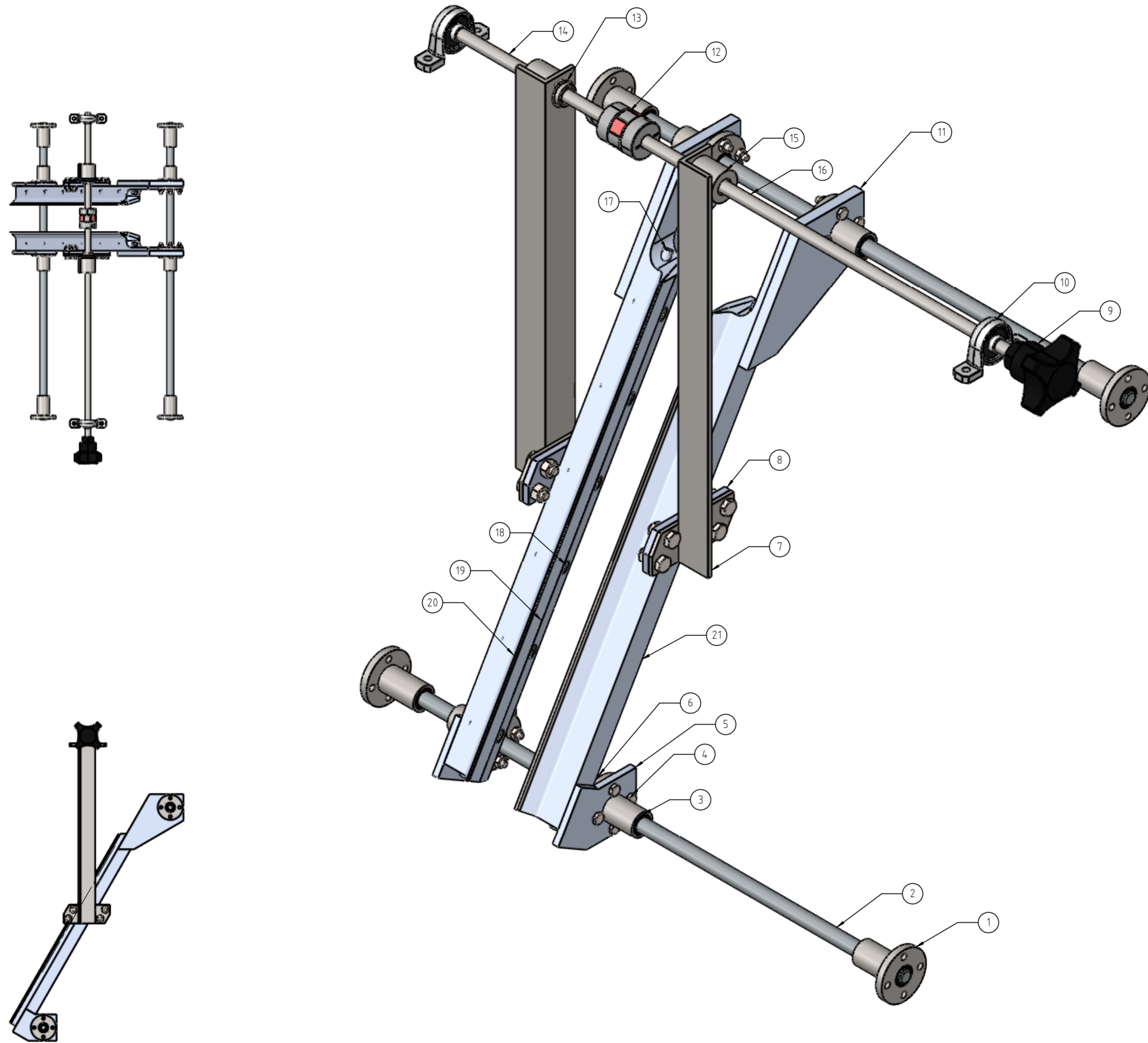
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyecto:	21/08/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	21/08/2024	Gussalli		
	Revisó:	21/08/2024	Grignafini		
	Aprobó:	21/08/2024	Gussalli		
Formato:	D_SA_Sistema-alimentación 1			Material:	
Formato:	A1			Trafamiento térmico:	
				Peso:	
				N° plano:	NO
				Pág:	NS



26	2	Cadena	0006		Acero inox		
25	34	Empujador	0006		Acero inox		
24	34	Eslabón especial	0006		Acero inox		
23	4	Eje piñón	0002		Acero inox		
22	4	Soporte eje piñón	0001		Acero inox		
21	2	Caño soporte	0000		Acero inox		
20	2	Soporte Guía	0011		Acero inox		
19	1	Eje motor	0017		Acero inox		
18	4	Maza	0015		Acero inox		
17	4	Buje	0023		Teflón		
16	2	Brazo soporte cuadro	0014		Acero inox		
15	2	Planchuela guía	0013		Acero inox		
14	1	Motor					PAP NEMA 23 114 mm
13	1	Soporte motor	0021		Acero inox		
12	1	Rueda dentada			Aluminio		
11	4	Chapa soporte eje motor	0025		Acero inox		
10	4	Prisionero			Acero inox		
9	4	Piñón			Acero inox		Z 16
8	4	Seeger			Acero		DIN 472 18,3 x 1
7	4	Rodamiento			Acero inox		
6	3	Caño regulación de ancho	0012		Acero inox		
5	3	Tapa	0012		Acero inox		
4	4	Tapa			Acero inox		
3	4	Refuerzo chapa soporte	0026		Acero inox		
2	4	Tornillo			Acero inox		ISO 4017 M5 X 10
1	1	Rueda dentada			Aluminio		
Pos.	Cant.	Denominación	N° Plano	N° de Pieza	Material	Masa	Observaciones

Tolerancias generales:		Proyectó: 21/08/2024 Grignafin	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
Según Norma IRAM-ISO 2768-m		Dibujó: 21/08/2024 Gussalli		
		Revisó: 21/08/2024 Grignafin		
		Aprobó: 21/08/2024 Gussalli		
Escala: 1:2				Material:
				Tratamiento térmico:
				Peso:
				N° plano: NO
				Pág. NS

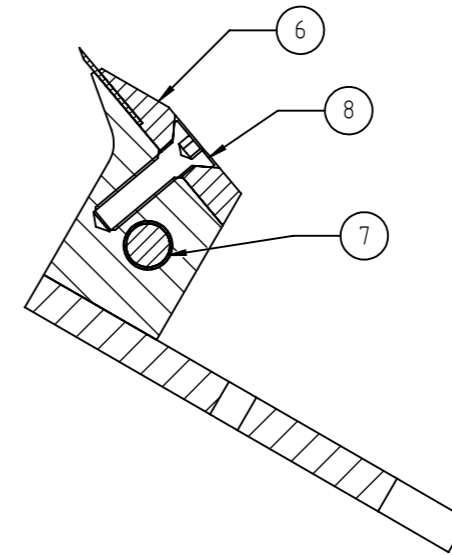
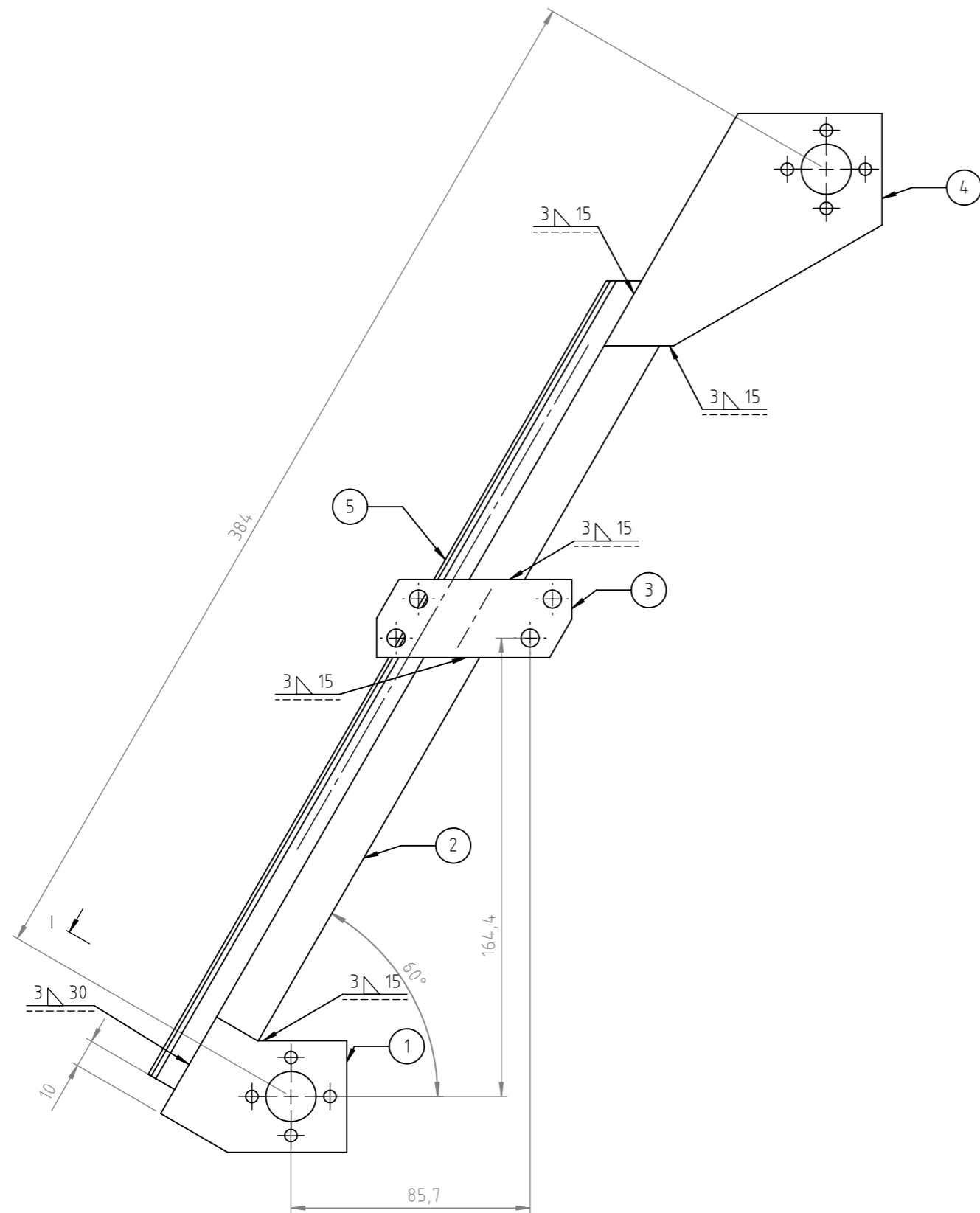
D_SA_Sistema-alimentación 2



21	2	Bloque	0002		Aluminio		
20	2	Filo			Acero inox		
19	2	Sujeta cuchilla	0003		Aluminio		
18	12	Tornillo					
17	2	Resistencia					
16	1	Varilla roscada delantera			Acero inox		
15	2	Rosca de regulación	0302		Acero inox		
14	1	Varilla roscada trasera			Acero inox		
13	2	Aro seeger			Acero inox		DIN 471 15 X 1
12	1	Acople flexible	0305		Acero inox		
11	2	Chapa sujeción superior	0007		Acero inox		
10	2	Rodamiento					
9	1	Perilla					
8	2	Chapa sujeción regulación	0300		Acero inox		
7	2	Brazo regulación	0301		Acero inox		
6	16	Tuerca			Acero inox		ISO 4032 M4
5	2	Chapa sujeción inferior	0006		Acero inox		
4	16	Tornillo			Acero inox		ISO 4017 M4 X16
3		Buje	0201				
2	2	Varilla guía	0202		Acero		
1	8	Soporte buje guía	0200		Acero inox		
Pos.	Cant.	Denominación	N° Plano	N° de Pieza	Material	Masa	Observaciones

Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	21/08/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	21/08/2024	Gussalli		
	Revisó:	21/08/2024	Grignafini		
	Aprobó:	21/08/2024	Gussalli		
Escala:	1:5				Material:
					Tratamiento térmico:
					Peso:
Formato:	A2				N° plano: No
					Pág. No

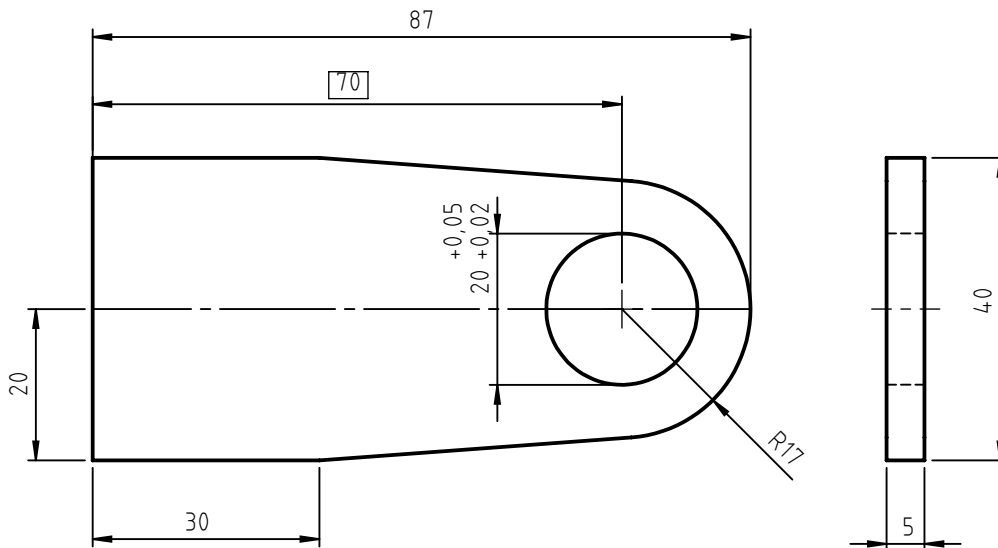
D_SC_Sistema-corte-completo




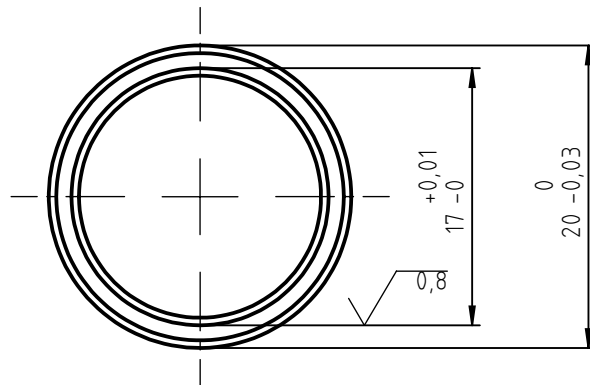
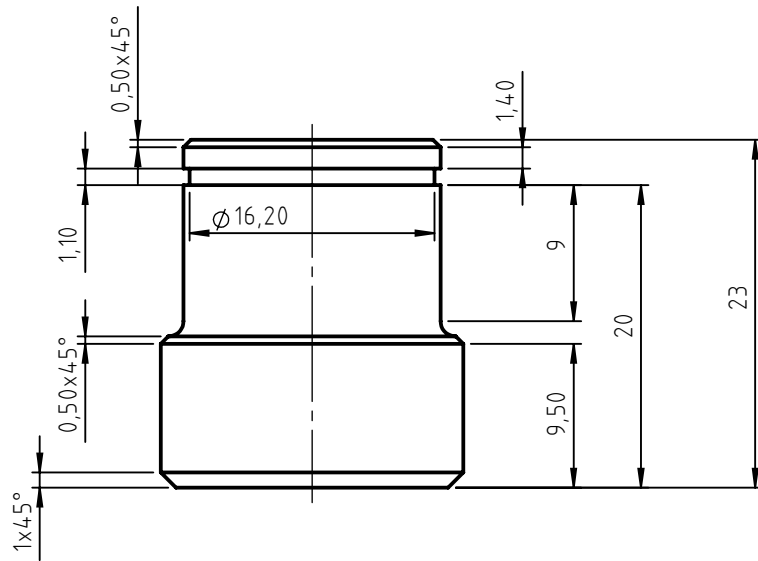
I-I
Escala 1:1


Pos.	Cant.	Denominación	N° Plano	N° de Pieza	Material	Masa	Observaciones
8	6	Tornillos	1		Acero		M4x16 DIN 7991
7	1	Resistencia eléctrica	1				Ø6,35x350 mm
6	1	Sujeta cuchilla	1		Aluminio		
5	1	Filo	1		Acero		350 mm
4	1	Chapa sujeción superior	1		Aluminio		
3	1	Chapa sujeción bloque	1		Aluminio		
2	1	Bloque	1		Aluminio		
1	1	Chapa sujeción inferior	1		Aluminio		

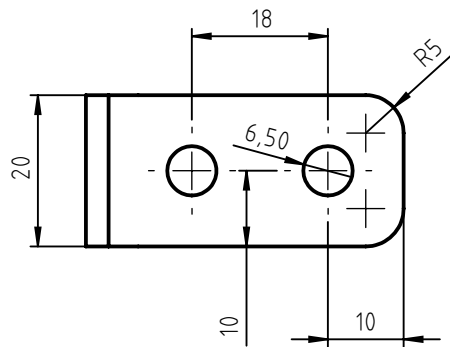
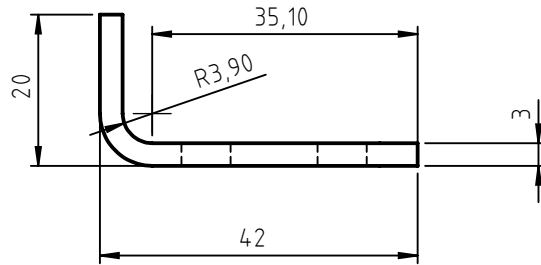
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	02/08/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe	
	Dibujó:	02/08/2024	Gussalli			
	Revisó:	02/08/2024	Grignafini			
	Aprobó:	02/08/2024	Gussalli			
	Escala:	1:2			Material:	
		D_SC_Sistema-corte			Tratamiento térmico:	
					Peso:	
	Formato:	A3			N° plano: SC_00	Pág. No




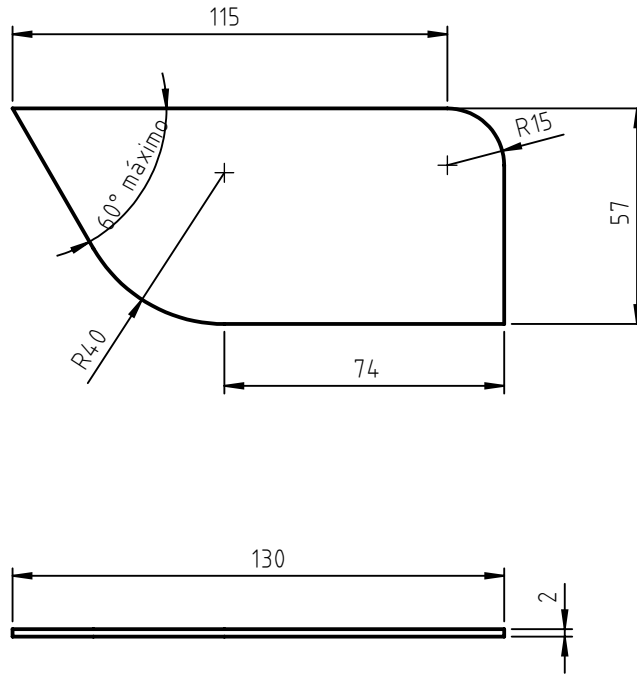
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala:	1:1			Material: Acero inox 304
	D_SA_00_01_Soporte-eje-piñón			Tratamiento térmico:	
Formato:	A4			Cantidad: 4	
				Nº plano: 0001	Pág. Nº



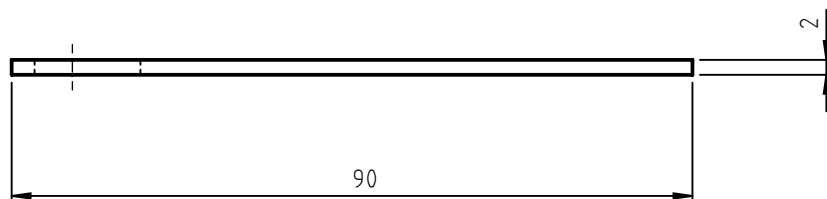
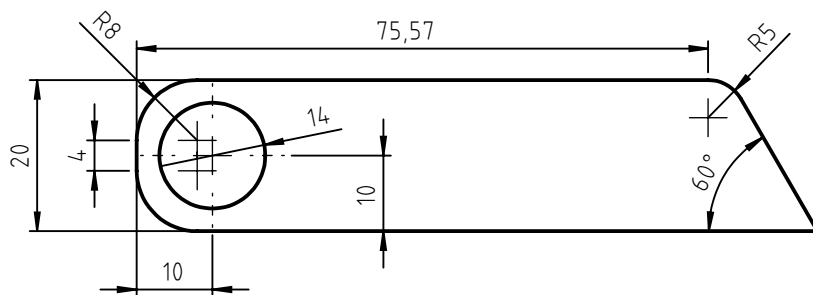
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala:	2:1			Material: Acero inox 304
	D_SA_00_02_Eje-piñón				Tratamiento térmico:
	Formato:	A4			Cantidad: 2
				N° plano: 0002	Pág. No




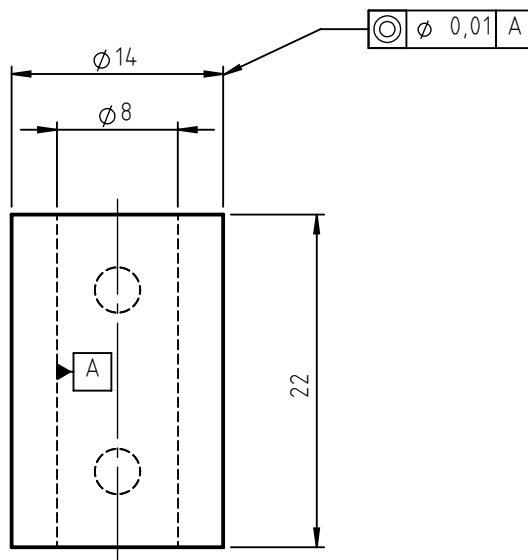
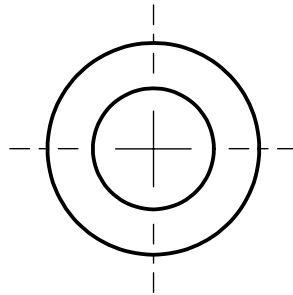
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala:	1:1			Material: Acero inox 304
	D_SA_00_11_Soporte-guía			Tratamiento térmico:	
				Formato:	A4
				N° plano: 0011	Pág. No




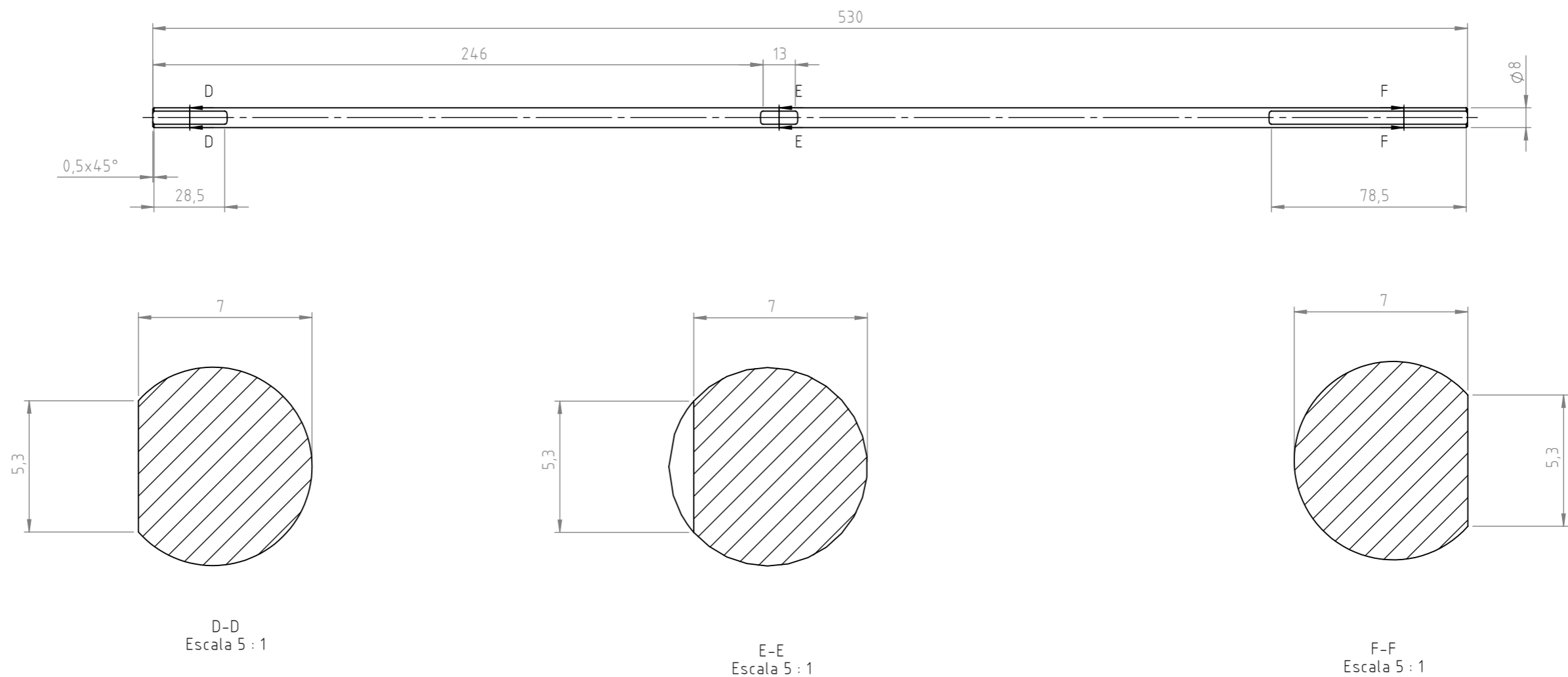
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala:	D_SA_00_13_Planchuela-guía			Material: Acero inox 304
1:2				Tratamiento térmico:	
				Cantidad: 2	
Formato:				Nº plano: 0013	Pág. Nº
A4					



Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala: 1:1	D_SA_00_14_Brazo-soporte-cuadro			Material: Acero inox 304
				Tratamiento térmico:	
Formato: A4				Cantidad: 2	
				N° plano: 0014	Pág. N°



Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala:	2:1			Material: Acero inox 304
	D_SA_00_15_Maza-brazo-soporte			Tratamiento térmico:	
	Formato:	A4			Cantidad: 2
				N° plano: 0015	Pág. No

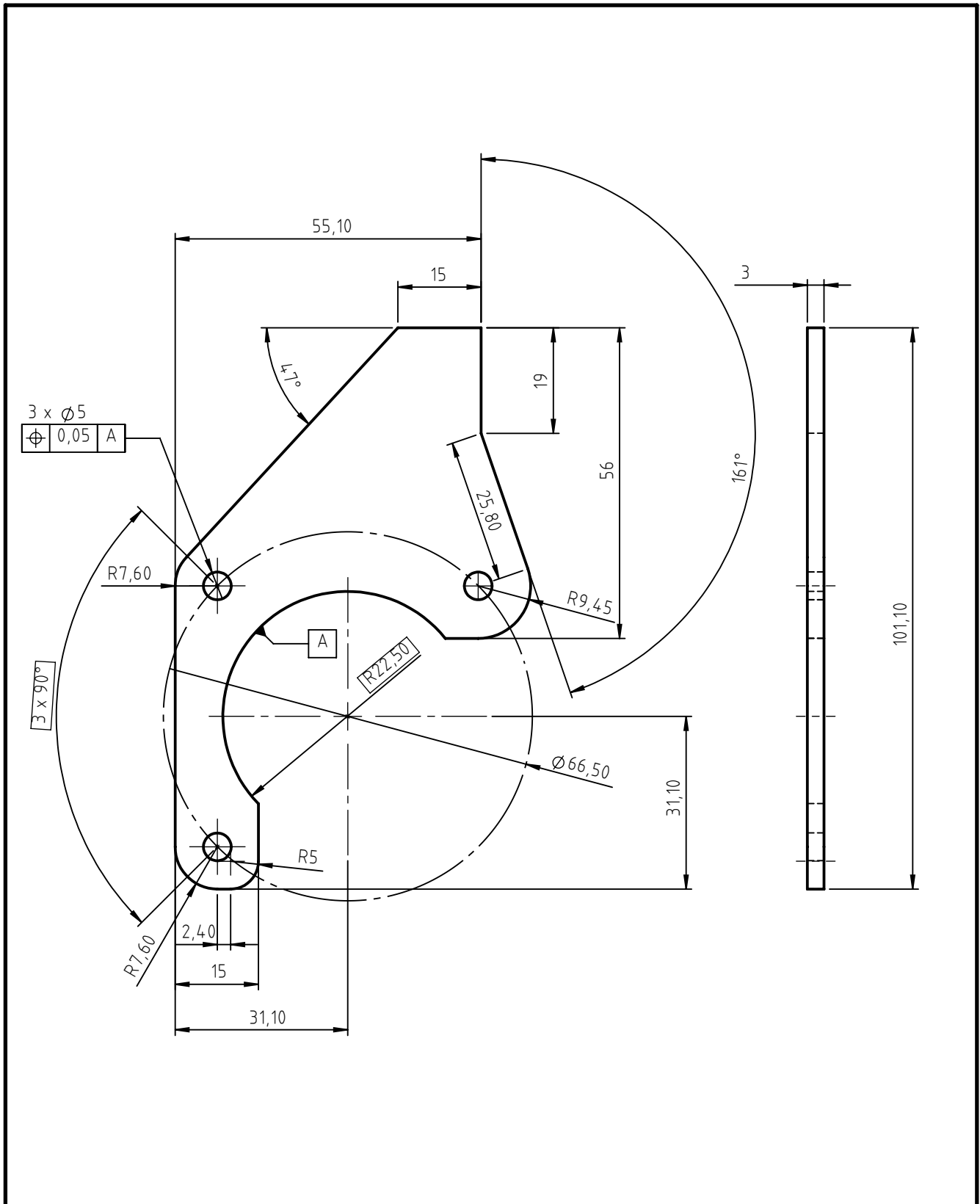


D-D
Escala 5 : 1

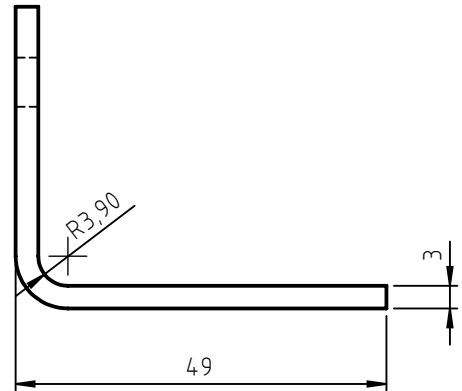
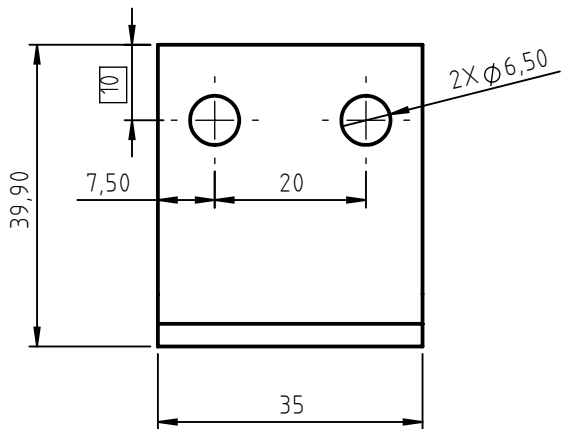
E-E
Escala 5 : 1


F-F
Escala 5 : 1

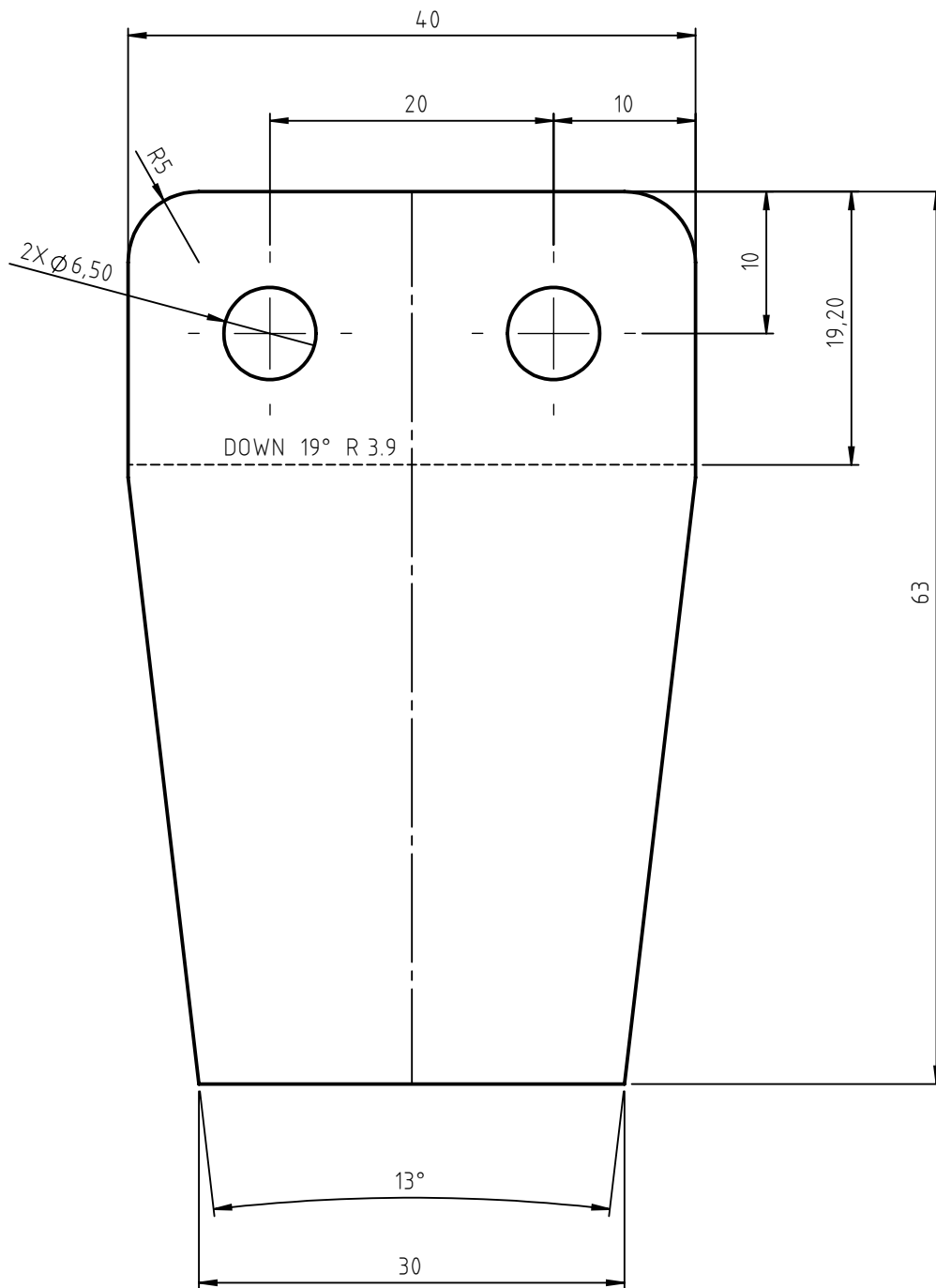
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe	
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli			
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini			
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli			
Material: Acero inox 304	Escala:	D_SA_00_17_Eje-motor			Tratamiento térmico:	
	1:2				Cantidad: 1	
					Nº plano: 0017	
	Formato: A3				Pág. Nº	




Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala:	1:1			Material: Acero inox 304
	D_SA_00_20_Chapa-sujeción-motor			Tratamiento térmico:	
Formato:	A4			Cantidad: 1	
				N° plano: 0020	Pág. No

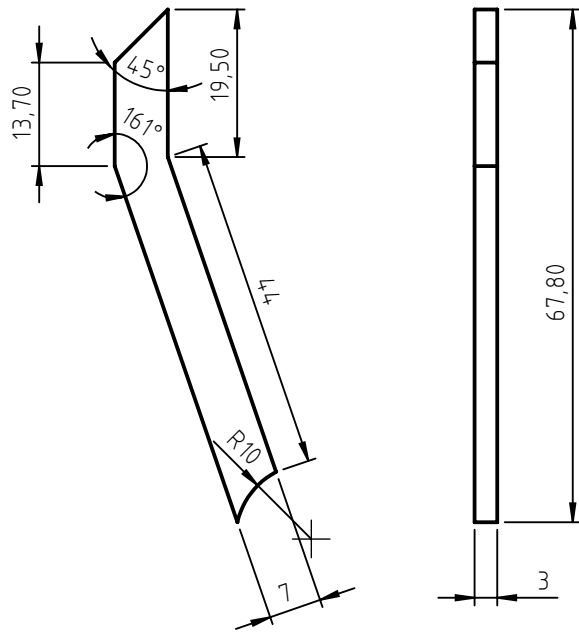



Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala:	1:1			Material: Acero inox 304
	D_SA_00_21_Refuerzo-soporte-motor			Tratamiento térmico:	
Formato:	A4			Cantidad: 1	
				Nº plano: 0021	Pág. Nº

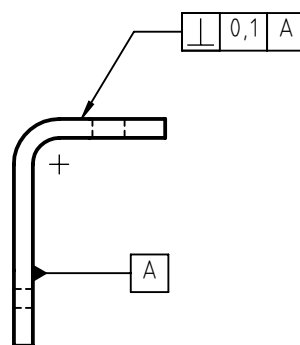
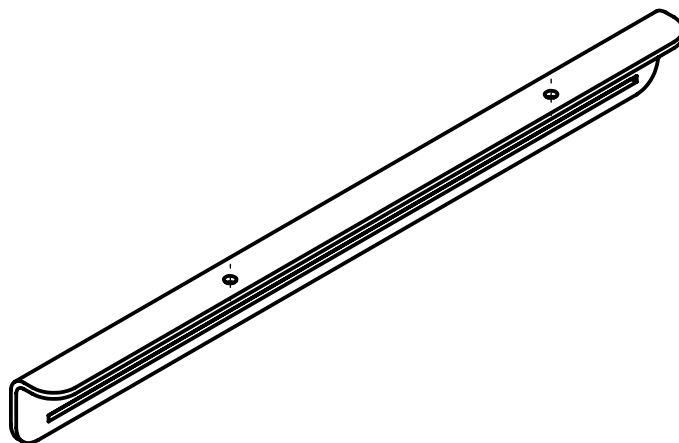
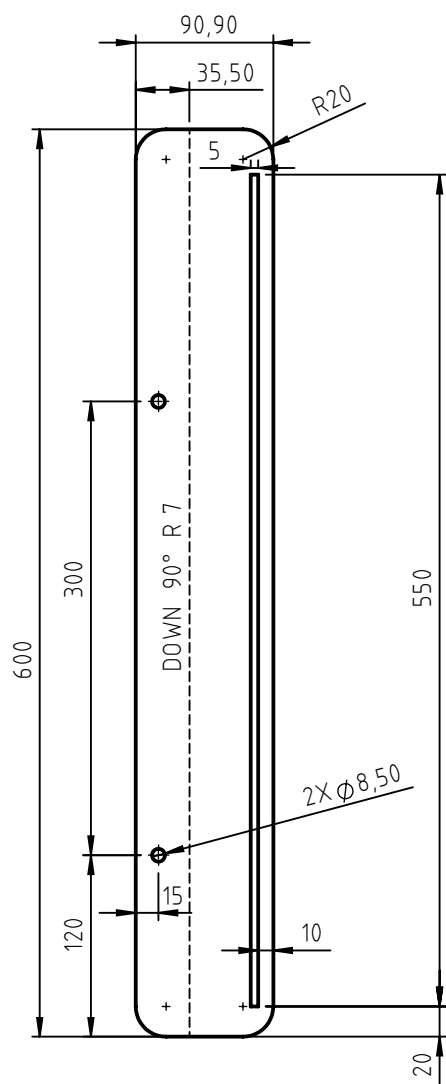



Espesor 5 mm

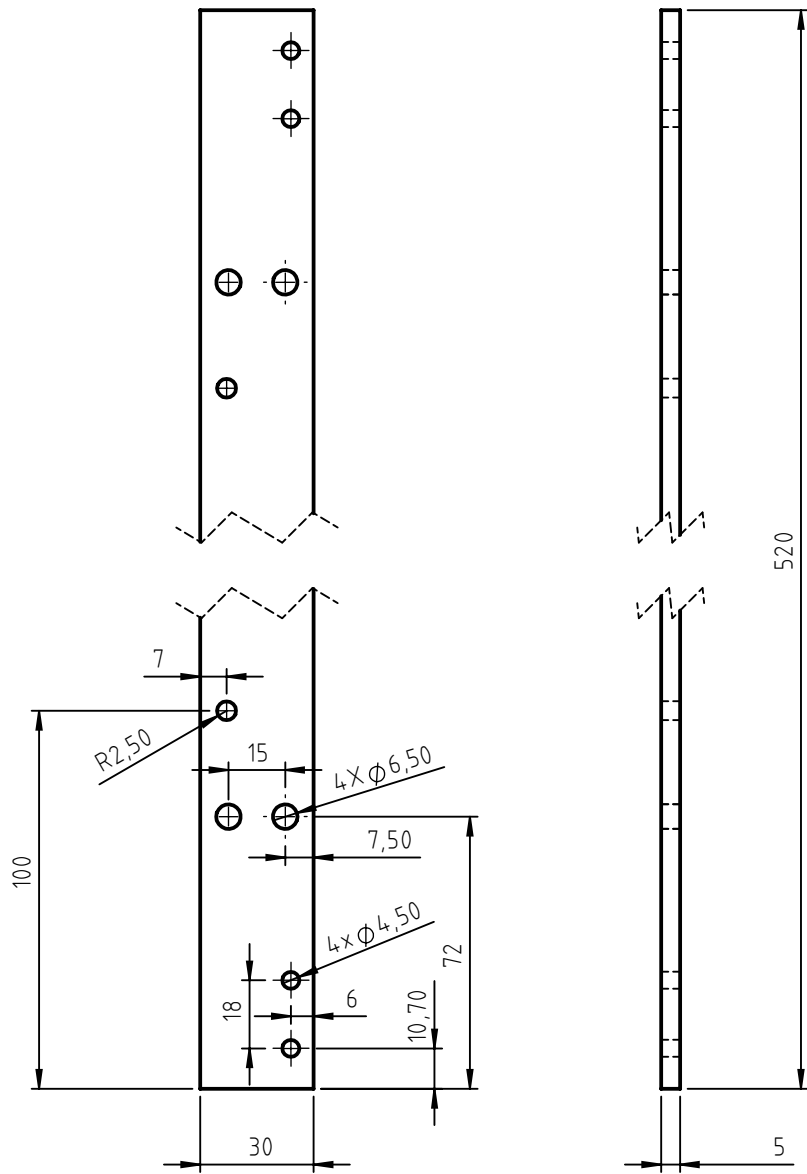
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/09/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/09/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/09/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/09/2024	Gussalli		
	Escala: 2:1	D_SA_00_25_Soporte-eje-motor			Material: Acero inox 304
				Tratamiento térmico:	
Formato: A4				Cantidad: 3	
				N° plano: 0025	Pág. N°



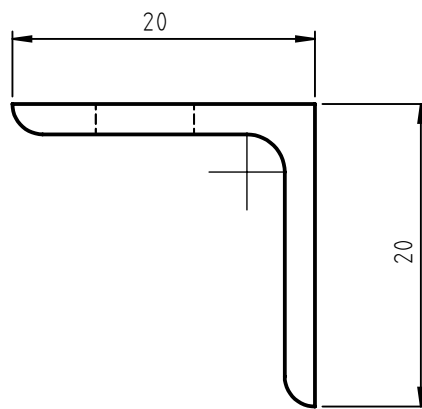
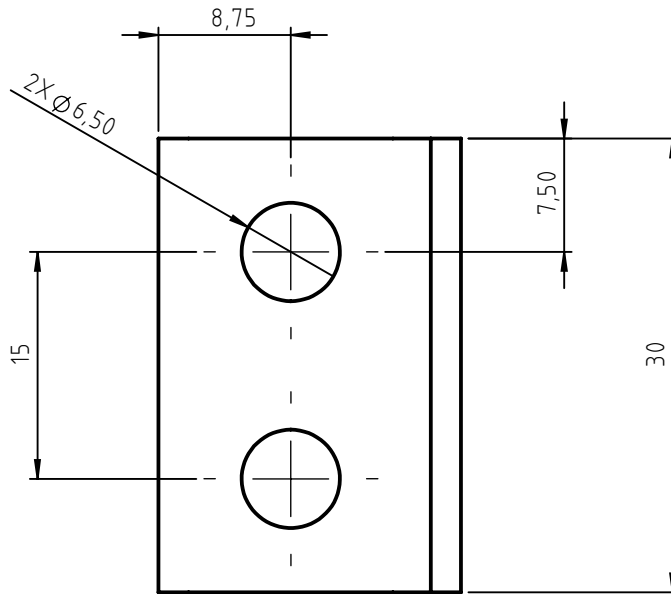
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala: 1:1	D_SA_00_26_Refuerzo-soporte-eje			Material: Acero inox 304
				Tratamiento térmico:	
Formato: A4				Cantidad: 3	
				N° plano: 0026	Pág. N°




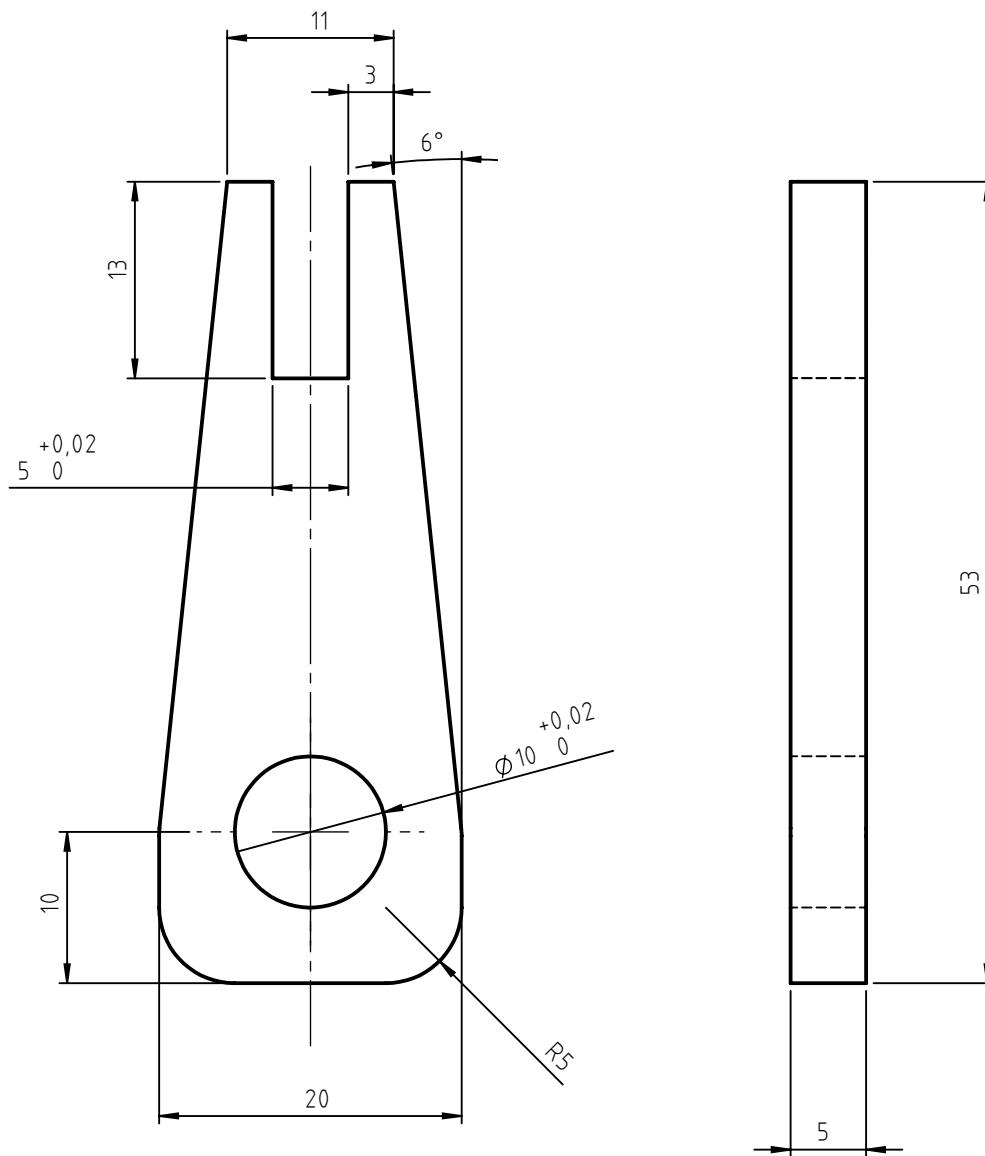
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/09/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/09/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/09/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/09/2024	Gussalli		
	Escala: 1:5	D_SA_01_00_Guía-soporte			Material: Acero inox 304
	Tratamiento térmico:				
Formato: A4	Cantidad: 2				
	Nº plano:	0100		Pág. Nº	




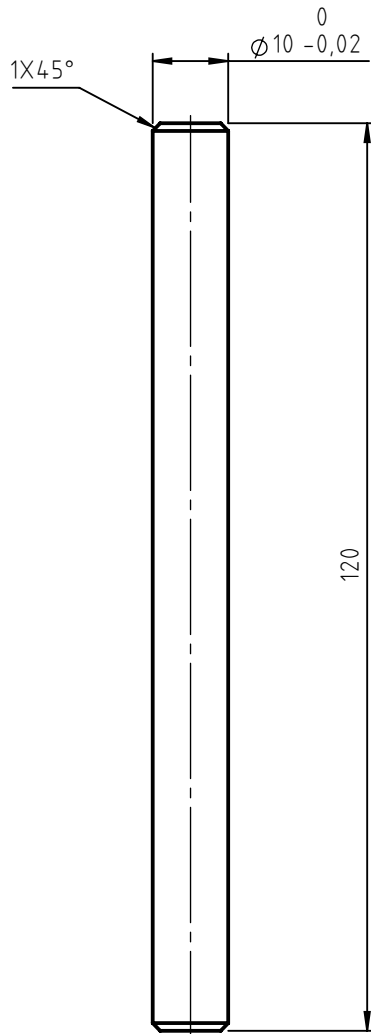
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/09/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/09/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/09/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/09/2024	Gussalli		
	Escala: 1:2	D_SA_01_01_Guía-empuje			Material: Acero inox 304
				Tratamiento térmico:	
Formato: A4				Cantidad: 1	
				N° plano: 0101	Pág. N°




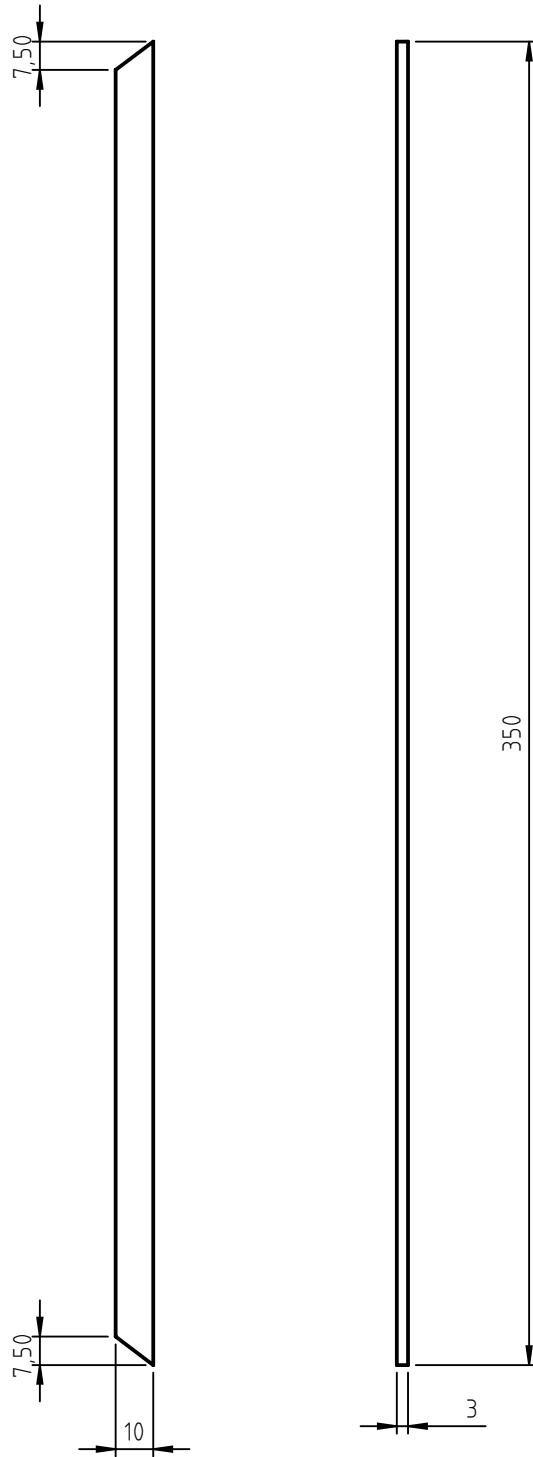
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala:	2:1			Material: Acero inox 304
	D_SA_01_02_Guía-lateral			Tratamiento térmico:	
				Cantidad: 2	
	Formato:	A4			Nº plano: 0102
					Pág. Nº



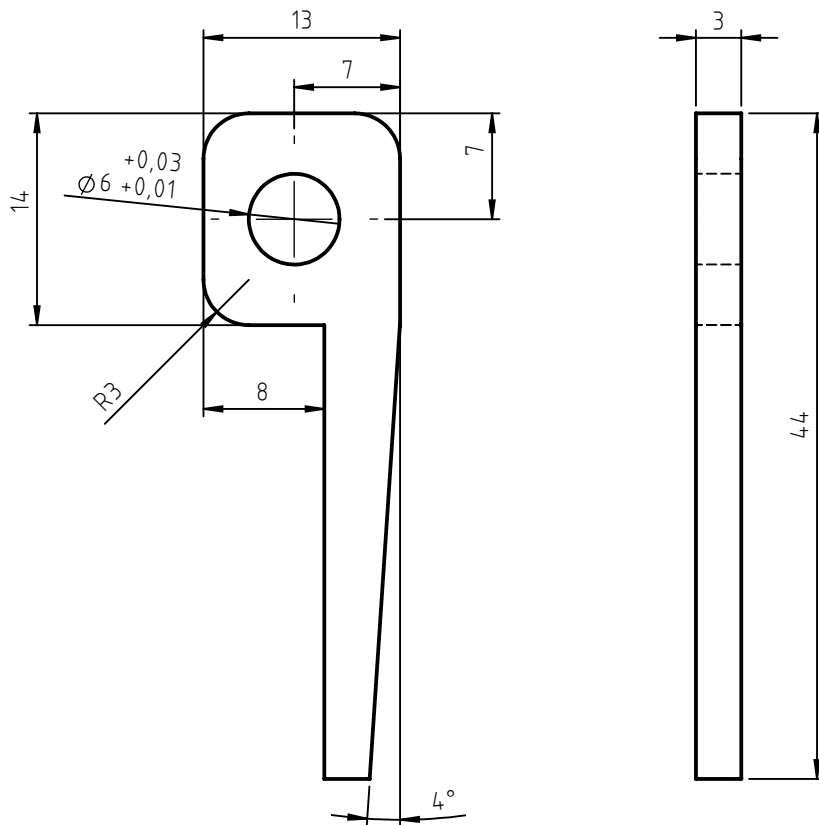
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala:	2:1			Material: Acero inox 304
	D_SA_01_03_Soporte-manija			Tratamiento térmico:	
Formato:	A4			Cantidad: 2	
				N° plano: 0103	Pág. No




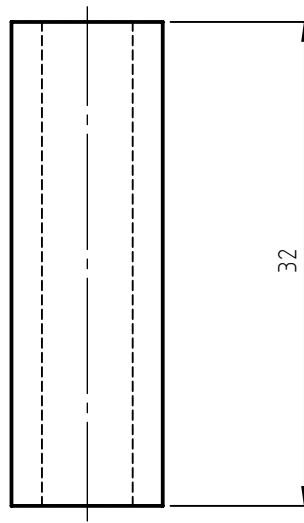
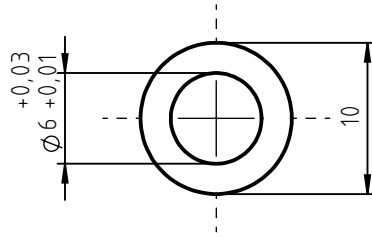
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala: 1:1	D_SA_01_04_Manija			Material: Acero inox 304
	Tratamiento térmico:				
Formato: A4	Cantidad: 1				
	N° plano: 0104				Pág. Nº




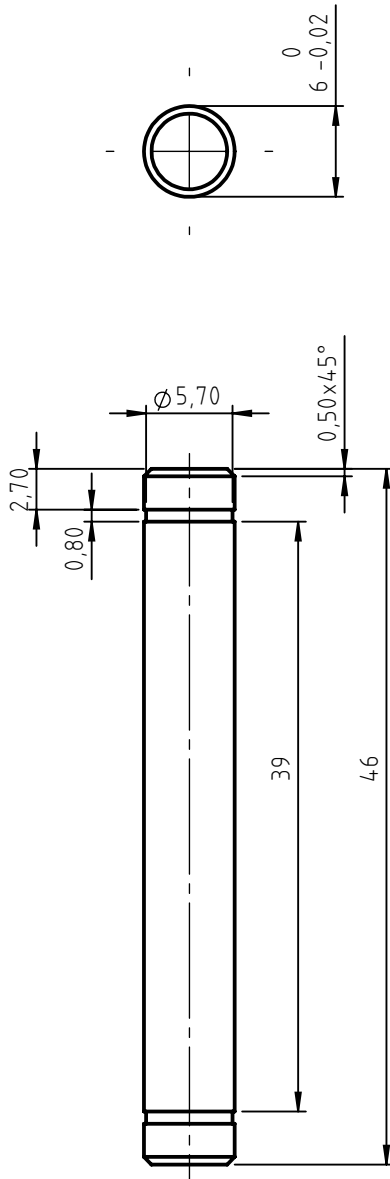
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala: 1:2	D_SA_01_05_Refuerzo-superior			Material: Acero inox 304
				Tratamiento térmico:	
Formato: A4				Cantidad: 1	
				N° plano: 0105	Pág. N°




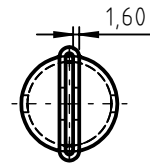
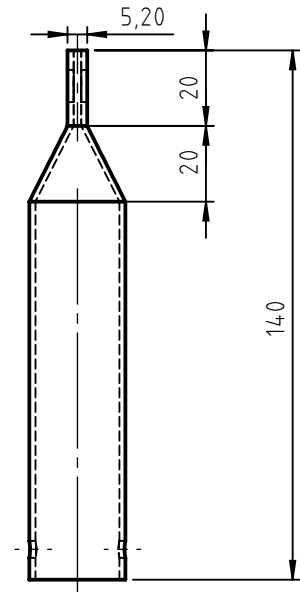
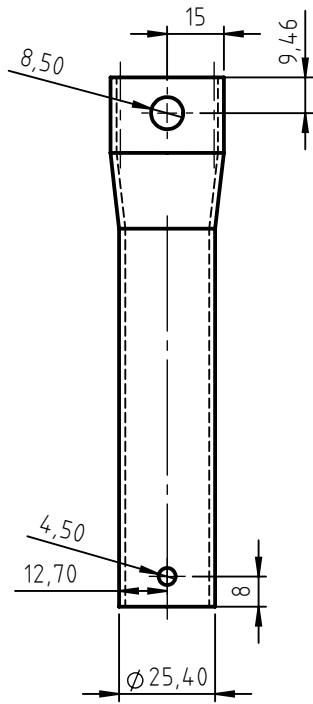
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala: 2:1	D_SA_01_06_Soporte-bisagra			Material: Acero inox 304
				Tratamiento térmico:	
Formato: A4				Cantidad: 4	
				Nº plano: 0106	Pág. Nº




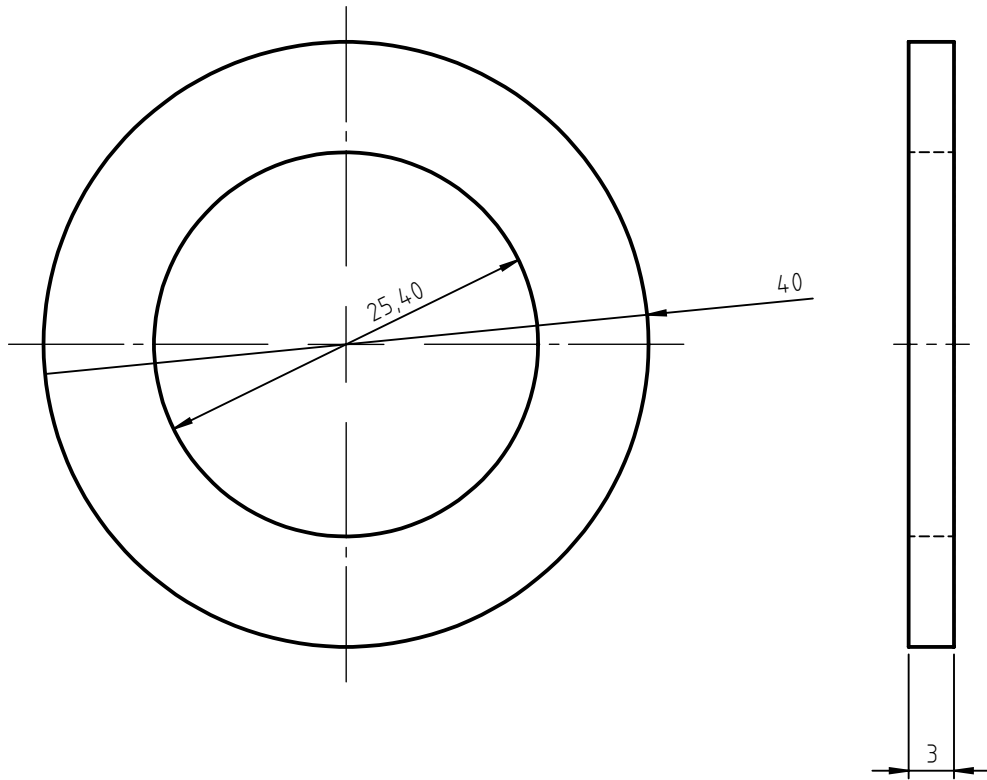
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala:	2:1			Material: Acero inox 304
	D_SA_01_07_Bisagra			Tratamiento térmico:	
				Formato:	A4
				N° plano: 0107	Pág. No




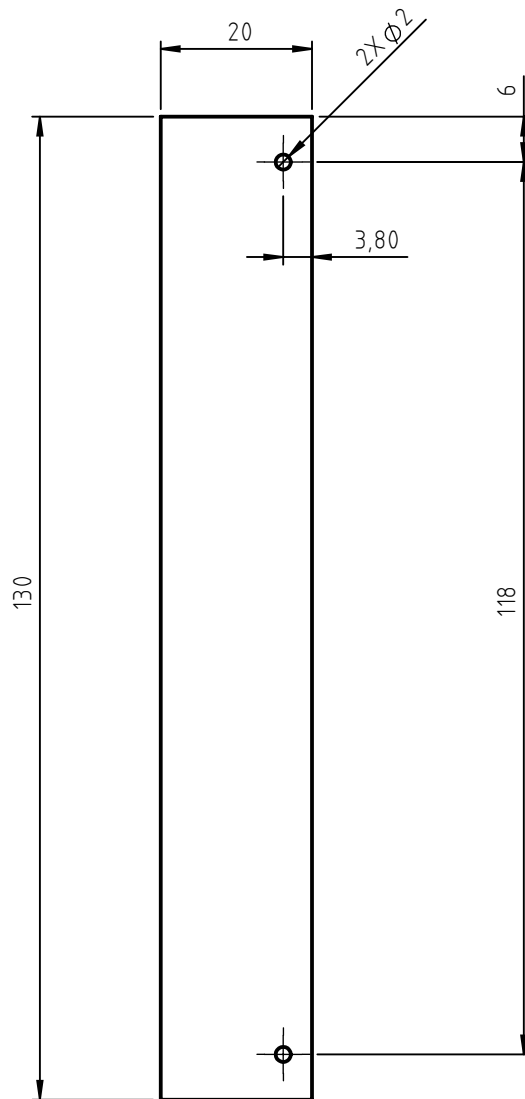
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala:	2:1			Material: Acero inox 304
	D_SA_01_08_Eje_bisagra			Tratamiento térmico:	
Formato:	A4			Cantidad: 2	
	N° plano:	0108		Pág. No	




Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala: 1:2	D_SA_01_16_Caño-soporte-contrapesos			Material: Acero inox 304
				Tratamiento térmico:	
Formato: A4				Cantidad: 2	
				Nº plano: 0116	Pág. Nº

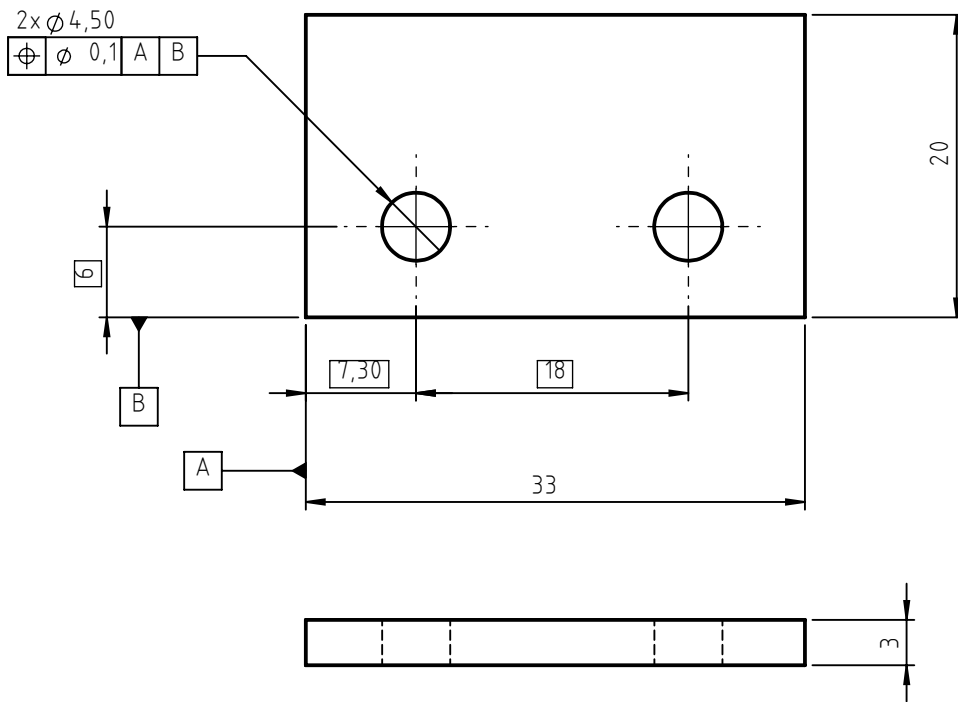



Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala:	2:1			Material: Aero inox 304
	D_SA_01_17_Arandela-tope				Tratamiento térmico:
	Formato:	A4			Cantidad: 2
				Nº plano: 0117	Pág. No

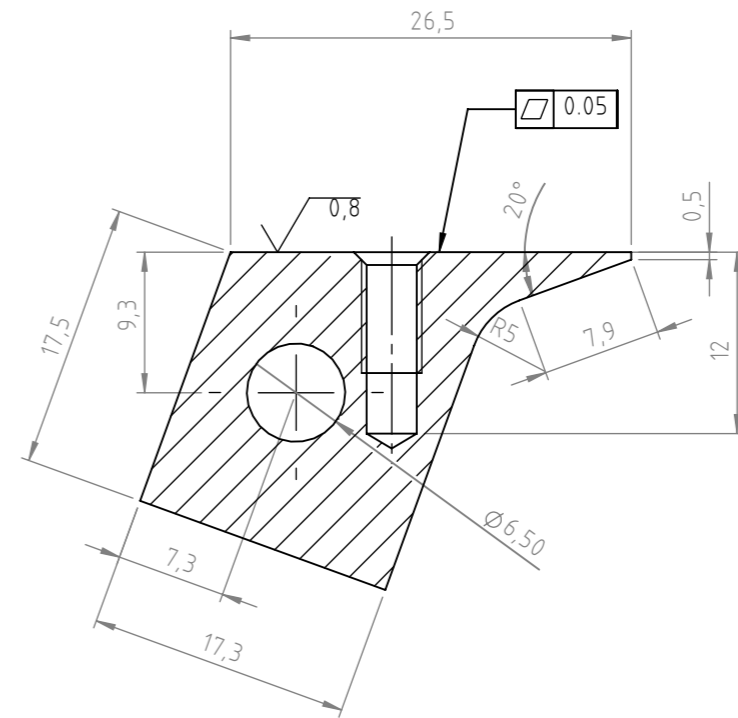
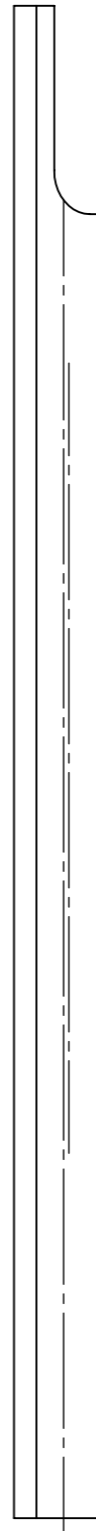
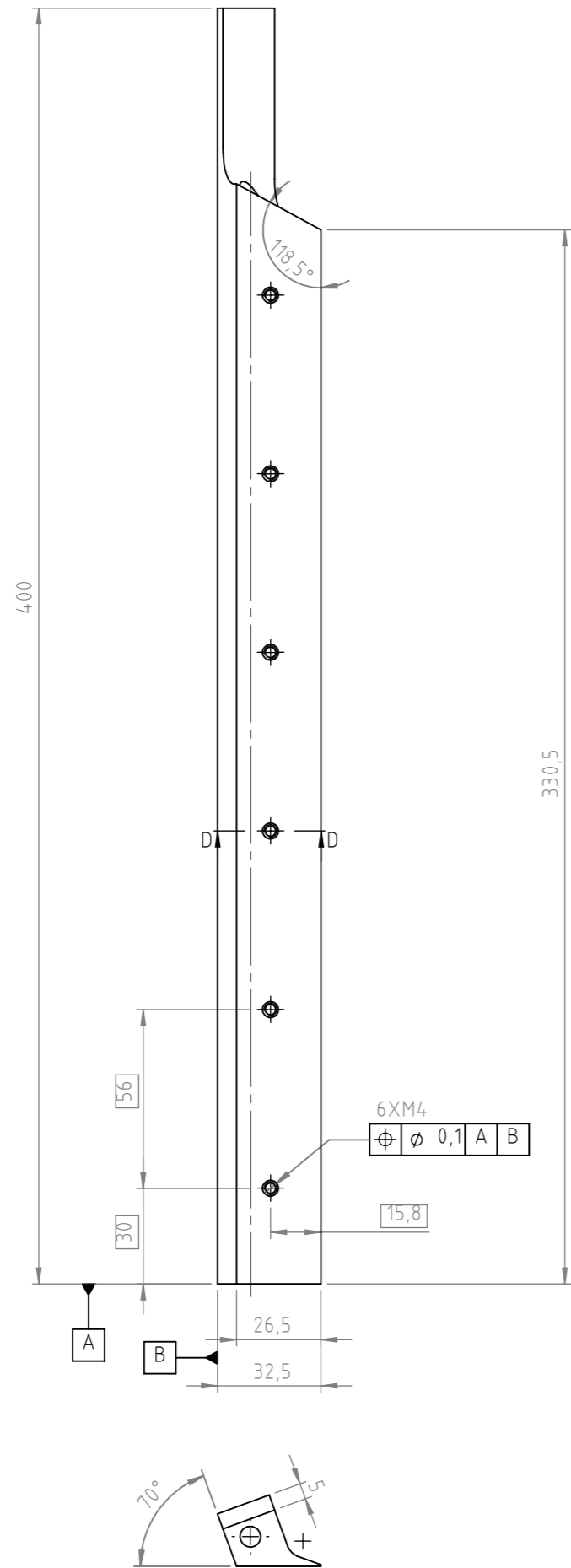


Espesor 2 mm

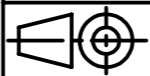
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/09/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/09/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/09/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/09/2024	Gussalli		
	Escala: 1:1	D_SA_01_22_Chapa-traba-cuadros			Material: Acero inox 304
				Tratamiento térmico:	
Formato: A4				Cantidad: 1	
				N° plano: 0122	Pág. N°

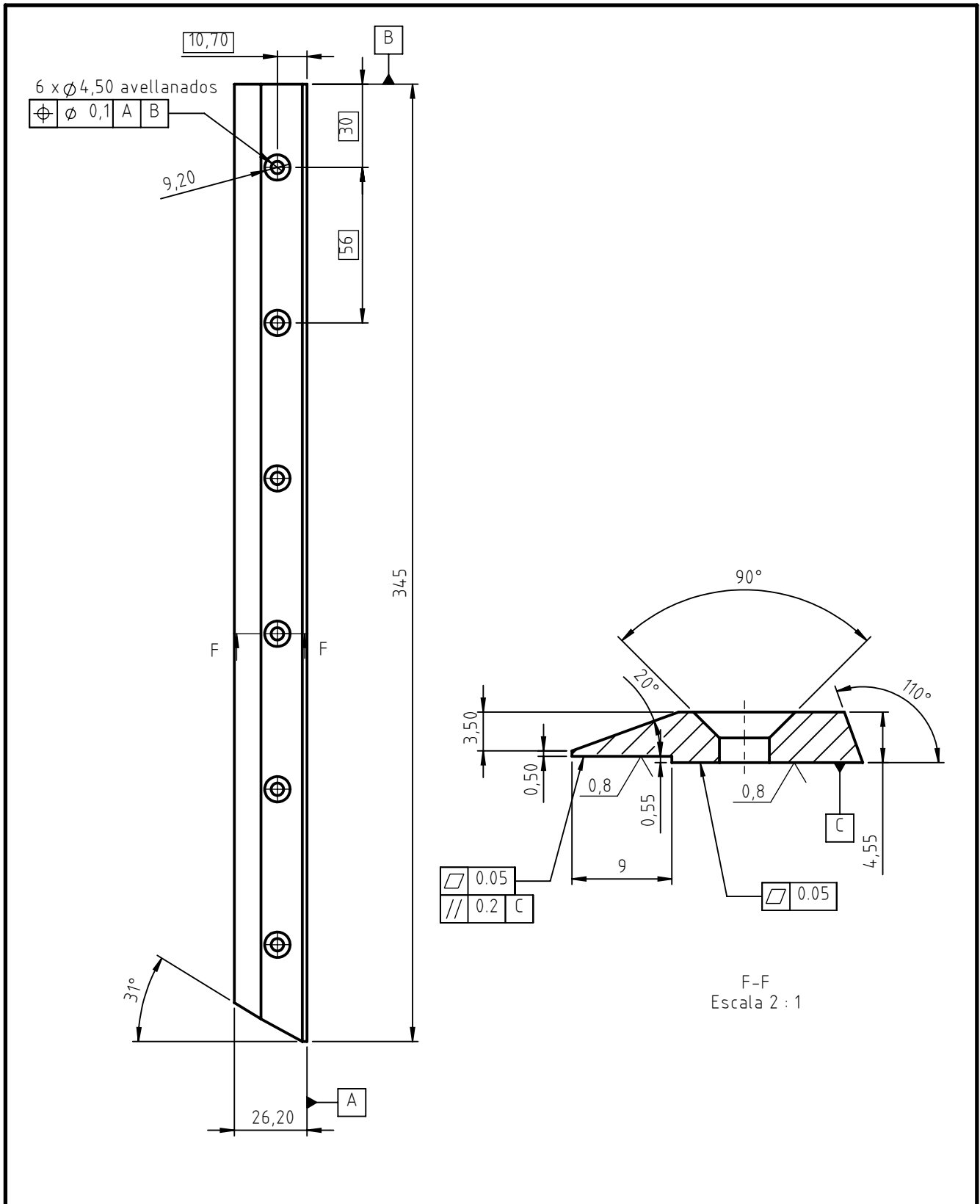


Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/09/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/09/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/09/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/09/2024	Gussalli		
	Escala:	2:1			Material: Acero inox 304
	Pieza1^D_SA_01_Cargador			Tratamiento térmico:	
Formato:	A4			Cantidad: 2	
				Nº plano: P101	Pág. Nº

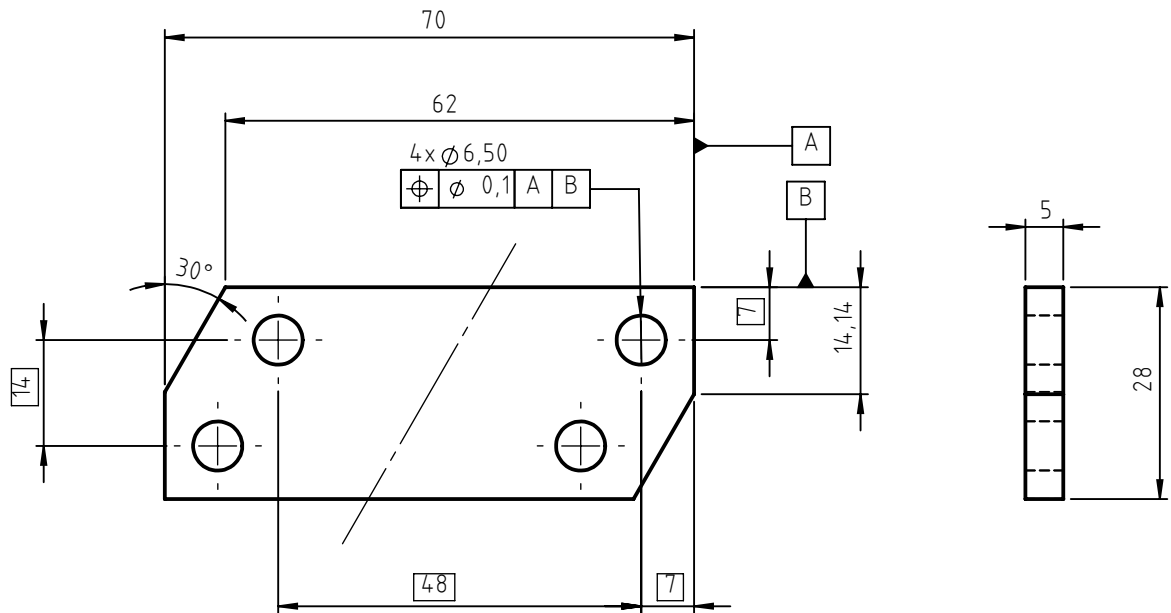



D-D
Escala 2 : 1

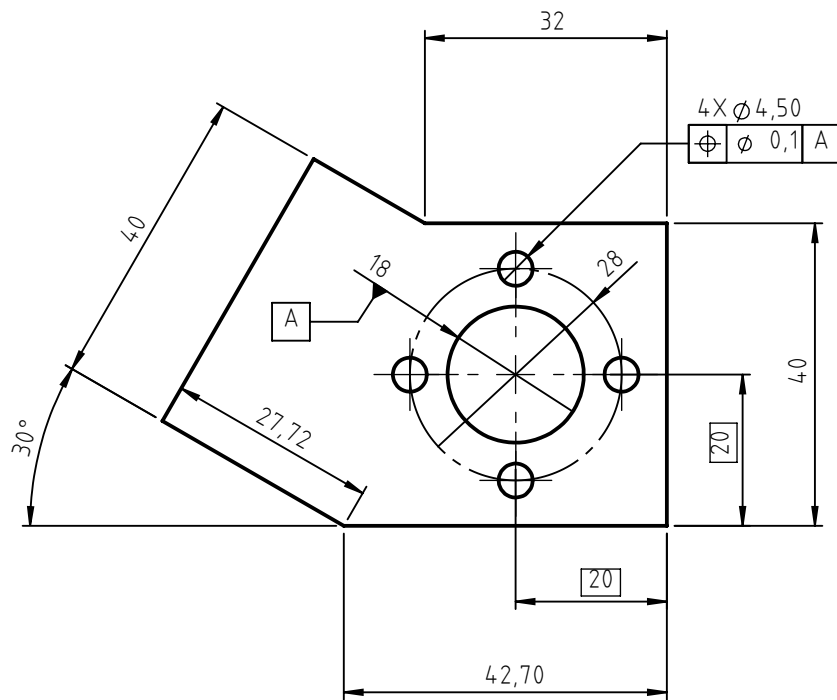
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/09/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe		
	Dibujó:	11/09/2024	Gussalli				
	Revisó:	11/09/2024	Grignafini				
	Aprobó:	11/09/2024	Gussalli				
Escala:	1:2	D_SC_00_02_Bloque			Material: Aluminio		
					Tratamiento térmico:		
Formato:	A3				Cantidad: 2		
					N° plano:	0002	Pág. No




Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/09/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/09/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/09/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/09/2024	Gussalli		
	Escala:	1:2			Material: Aluminio
	D_SC_00_03_Sujeta-cuchilla			Tratamiento térmico:	
Formato:	A4			Cantidad: 2	
				N° plano: 0003	Pág. No

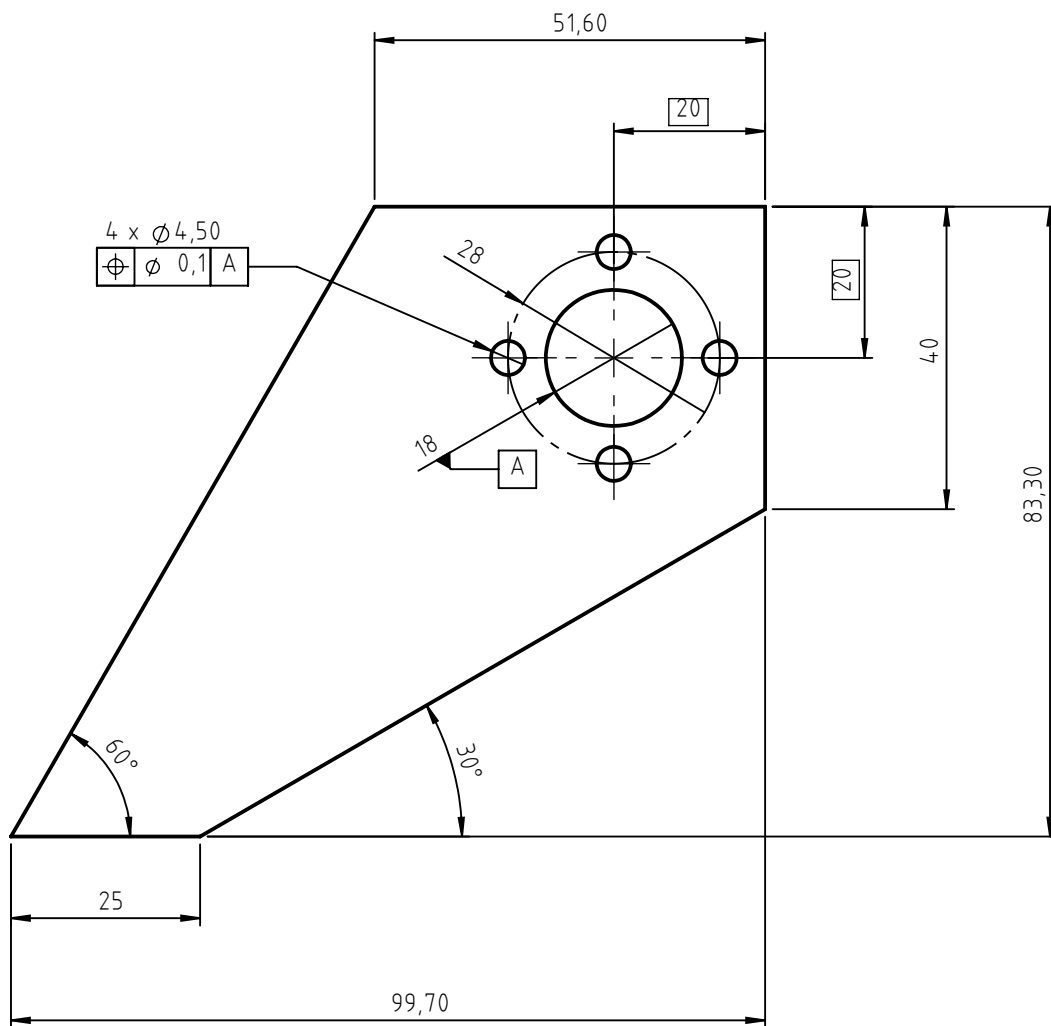


Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/09/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/09/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/09/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/09/2024	Gussalli		
	Escala:	1:1			Material: Aluminio
	 D_SC_00_05_Chapa-sujeción-bloque			Tratamiento térmico:	
Formato:				A4	
				Nº plano: 0005	Pág. No




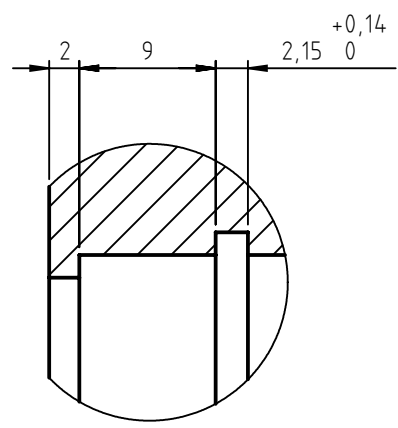
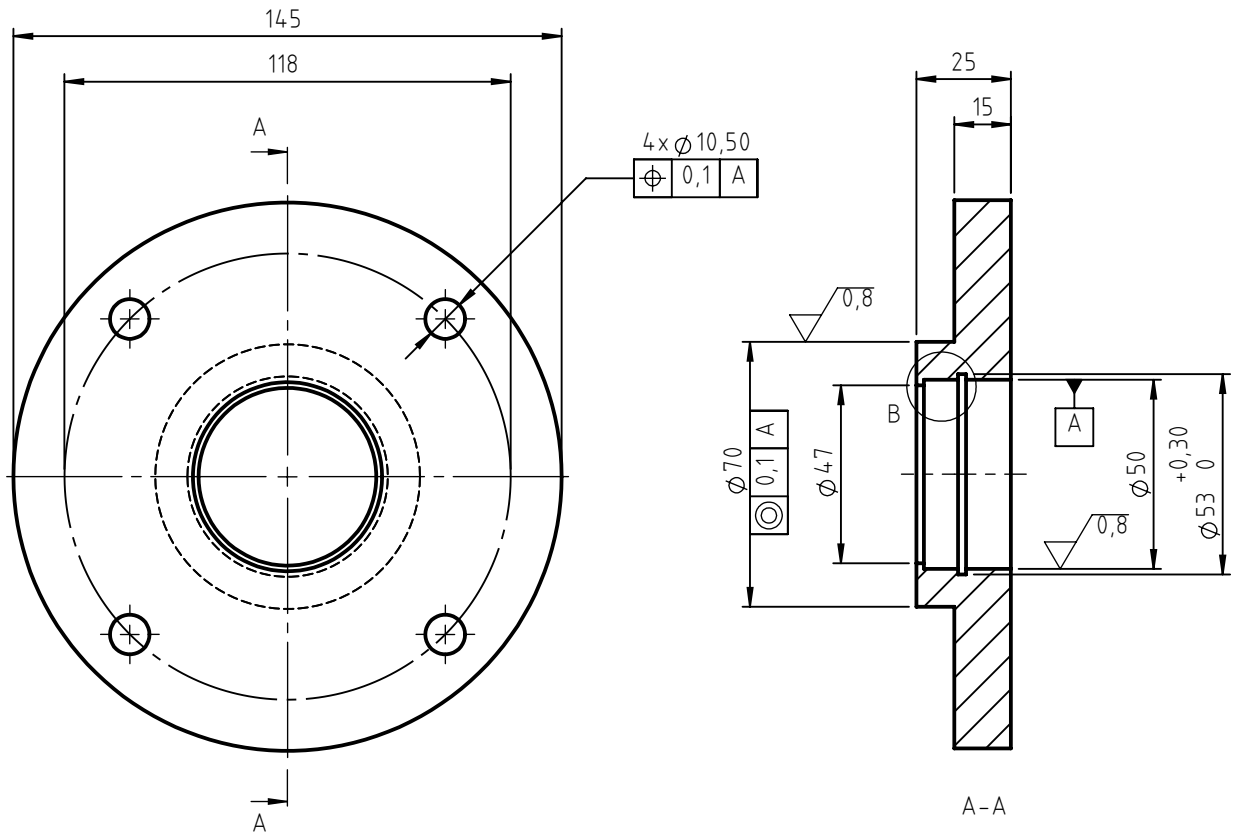
Espesor 5 mm

Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/09/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/09/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/09/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/09/2024	Gussalli		
	Escala:	1:1			Material: Aluminio
	D_SC_00_06_Chapa-sujeción-inferior				Tratamiento térmico:
	Formato:	A4			Cantidad: 2
				N° plano: 0006	Pág. No



Espesor 5 mm

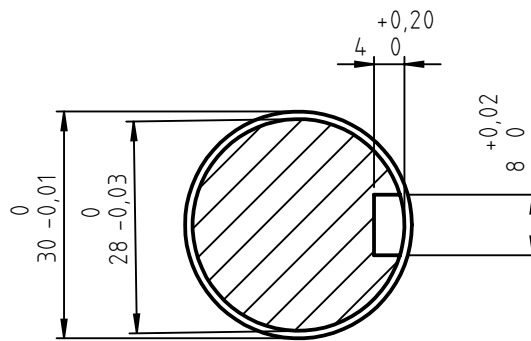
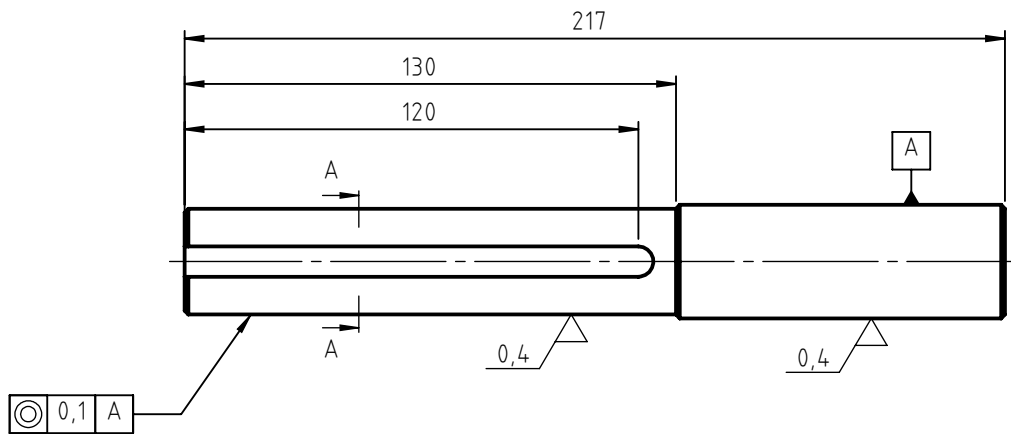
Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/09/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/09/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/09/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/09/2024	Gussalli		
	Escala:	1:1			Material: Aluminio
	D_SC_00_07_Chapa-sujeción-superior			Tratamiento térmico:	
	Formato:	A4			Cantidad: 2
				N° plano: 0007	Pág. No



Detalle B
Escala 2 : 1

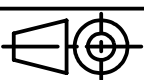
Chafilanes no acotados = 1x45°

Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Material: Acero inox SAE 304				
Escala: 1:2	E_01_Brida-porta-retén				Tratamiento térmico:
					Cantidad: 1
Formato: A4					N° plano: E01



A-A
Escala 1:1

Chaflanes no acotados = $1 \times 45^\circ$

Tolerancias generales: Según Norma IRAM-ISO 2768-m	Proyectó:	11/9/2024	Grignafini	Proyecto final	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
	Dibujó:	11/9/2024	Gussalli		
	Revisó:	11/9/2024	Grignafini		
	Aprobó:	11/9/2024	Gussalli		
	Escala:	1:2			Material: Acero SAE 1045
	E_02_Eje-tracción				Tratamiento térmico:
					Cantidad: 1
	Formato:	A4			Nº plano: E02