Análisis del Proceso de Producción Industrial de Milanesas a Granel

FUNES, Cristian; SOTELO, Efraín

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
Año 2024

Análisis del proceso de producción industrial de milanesas a granel

FUNES, Cristian; SOTELO, Efraín

Proyecto Final de Ingeniería Mecánica presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero/a Mecánico/a

Director/a:

Ing. Pedro Sismondi – Ing. Guillermo, Rodríguez – Ing. Juan, Sismondi

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina

Año 2024

(Dedicatoria o lema)

- *Una milanesa no soluciona tus problemas, pero ayuda bastante.*
- *Un "te amo" nunca superará un "te hice milanesas con papas fritas".*
- *Podemos discutir sobre futbol, sobre economía o sobre politica, pero nunca vamos a discutir sobre lo bueno que es una milanesa con papas fritas.*

(Mas allá de los comentarios de gracia, el trabajo se lo dedicamos a nuestras familias, que nos apoyaron durante toda nuestras experiencia universitaria, a nuestros compañeros de facultad, con quienes pudimos formar un grupo de estudio y de amistad que va mas allá de solamente cruzarnos en las aulas, a nuestros compañeros, ahora colegas, de nuestras ultimas experiencias laborales, quienes nos ayudaron en momentos puntuales, a los docentes de la UNR, por su pasión y dedicación a la enseñanza.)

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de los ingenieros orientadores durante la realización de este trabajo, Ing Diego, Peruzzi, junto a cátedra de “Equipos Agroindustriales”, quienes nos dieron especial orientación en nuestra problemática, especialmente en los temas a realizar énfasis, los cuales nos permitieron dirigir la investigación que desembocaron en el tema finalmente elegido para desarrollar, y al Ing. Jorge Ronco, docente a cargo de la cátedra “Electro tecnología, Electrónica y Máquinas Eléctricas”, quien nos dio orientación a la hora de seleccionar los motores eléctricos que equiparán a la máquina desarrollada.

Como apartado especial, realizamos un agradecimiento especial al Ing. Gustavo Ruggeri, ingeniero electrónico especializado en mantenimiento, quien nos dio orientación a la hora de armar el cronograma de mantenimiento para la máquina diseñada de una forma más efectiva.

Resumen

En el presente informe, analizaremos en profundidad el proceso referido a la producción industrial de milanesas a granel, sus diferentes etapas, materias primas y características particulares, y haremos un resumen de estas etapas, analizando posibles oportunidades de mejora, tras lo cual realizaremos diferentes propuestas y analizaremos sus ventajas y desventajas, seleccionando la que consideremos más apropiada. Luego, se hizo un estudio sobre las propuestas realizadas, y seleccionamos la etapa más factible a desarrollar, siendo esta la empanadora, procediendo a diseñar este módulo en forma completa, en base a cálculos, guías y manuales, selección de componentes estándar actuales, derivando todo a obtener una estructura y unos componentes constituyentes de forma tal que se pueda maximizar el rendimiento de la misma. Finalmente, se elabora un plan de mantenimiento para la máquina, de forma tal de prolongar su vida útil lo máximo posible.

Palabras clave: producción – proceso – soluciones – desarrollo – análisis – diseño – mantenimiento.

Abstract

In this report, we will delve deeply into the process related to the industrial production of bulk **breaded cutlets** (milanesas). We will explore its various stages, raw materials, and specific characteristics. Additionally, we will summarize these stages, analyze potential improvement opportunities, and subsequently propose different solutions while evaluating their advantages and disadvantages and ultimately selecting the one we considered the most optimal. Subsequently, a study was conducted on the proposed solutions, and we identified the most feasible for development: the **breading process**. We proceeded to design this module comprehensively, relying on calculations, guidelines, and manuals. We selected current standard components, aiming to create an in-situ structure and constituent components that would maximize performance. Finally, we developed a maintenance plan for the machine to extend its lifespan as much as possible.

Keywords: production – process – solutions – development – análisis – design – maintenance.

Contenido

Agradecimientos **4**

Resumen **5**

Abstract **6**

Introducción **9**

Capítulo 1: Ingeniería conceptual y desarrollo de investigación **11**
- Conflicto 11
- ANÁLISIS CAUSA/EFECTO 16
- EFECTO ÚTIL DESEADO: ENUNCIADO RESOLVENTE 17
- INVESTIGACIÓN ESTADO DEL ARTE 18
  - Fileteadora 18
  - Tiernizadora 18
- Proceso de adobado 18
  - Rebozadora 19
- Esquema del Estado del Arte 20
- Resumen de rendimientos 20
- Ingeniería conceptual 21
- Propuestas conceptuales de solución 22
  - Proceso de fileteado 22
  - Proceso de atiernizado 23
  - Proceso de adobado 25
  - Alternativa, adobado mas atiernizado: marinado de ablandado 25
  - Proceso de empanado 27
- Ampliación del ECS (especto de concepto de solución) 28
- Validación de propuestas: ventajas y desventajas 29
  - Boceto 1 29
  - Boceto 2 30
  - Boceto 3 – a 30
  - Boceto 3 – b 30
  - Boceto 4 30
  - Boceto 5 31
  - Boceto 6 31
  - Boceto 7 31
- ECS y validación definitivo 31
- Tabla resumen de propuestas 32

Capítulo 2: Elección del desarrollo final **35**
- Resumen de problemática 35
- Relevamiento de datos 36
- Cálculos de diseño de la máquina 37
  - Tornillo transportador helicoidal 37
  - Datos preliminares 37
  - Clasificación de material a transportar 38
- Conjunto helicoidal 38
  - Dimensionamiento del helicoide 39
  - Factor de capacidad 39
  - Capacidad requerida 41
  - Un caso especial, factor F_0 41
  - Verificación del espesor del helicoide 46

Conjunto arteza del transportador helicoidal 48
Selección del motorreductor para el tornillo.....49
Dimensionamiento del eje 50
Dimensionamiento de la chaveta 51
Tensiones admisibles 51
Selección de rodamientos 53
Lubricación en los rodamientos.....56
Selección de retenes.....57
Fabricación de los bujes.....58
Selección del alemite 59
Cálculo de esfuerzos para el eje y brida de acople 59
Diseño de la caja porta rodamientos 62
Diseño de la caja semi hermetizada.....63
Diseño de la tolva.....64
Diseño de boca de descarga inferior 67
boca de descarga superior.....68
Tolva de distribución superior 70

Capítulo 3: Cinta transportadora.....72
Datos preliminares.....72
Selección de la banda 73
Diseño de la estructura de soporte 73
Rodillos de la cinta.....75
Rodillo prensa milanesas.....76
Selección del motor eléctrico 78

Capítulo 4: Estructura general de la máquina.....80
Panel eléctrico 80
Estructura de soporte de la máquina 80
Base soporte de la máquina 82

Capítulo 5: Programa de mantenimiento de la máquina 86
Mantenimiento autónomo o mantenimiento ligero.....86
Mantenimiento preventivo o mantenimiento estándar 87
Mantenimiento correctivo.....89

Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones 90
Conclusiones 90
Recomendaciones.....90

Bibliografía: catálogos y manuales 91

Anexo: Planimetría Final.....92

Introducción

Uno de los alimentos clásicos de la gastronomía argentina son las milanesas, un plato clásico de nuestra gastronomía que probablemente todos los argentinos comen con frecuencia y de muchas formas distintas.

Figura 1: milanesa tradicional argentina

En cuanto al grado de representatividad de la muestra, el trabajo efectuado a nivel de población, refleja las características de consumo de carnes rojas en el 74 % de la población nacional, mientras que el relevamiento hecho en hogares, explica el comportamiento en prácticamente la mitad de los hogares de nuestro país (48 %).

Posicionamiento de las carnes rojas frente a otras carnes

- La carne vacuna está asociada a 16 significaciones positivas, ocupando "comida rica/sabrosa" el primer lugar (47 %), "asado/tradición" el segundo (26%) y "valores nutricionales" el tercero (18%).
- Analizando los aspectos organolépticos, las carnes rojas presentan ventajas en sabor, color y olor con respecto a otras carnes, disputando más espacios de mercado cuando se evalúan las variables terneza, facilidad de digestión y cantidad de grasa.
- Los atributos funcionales positivos de la carne vacuna que más se destacan con respecto a otras carnes son su facilidad de preparación, su adaptabilidad al paladar familiar y su condición de alimento rendidor.
- Milanesas, bifes, asado y estofados, en ese orden de importancia son las comidas con carne vacuna que más se comen en el hogar.
- La cantidad de carne vacuna que consume anualmente un consumidor es 68 kg, de los cuales 62 kgs corresponden a consumo en el hogar y 6 kgs fuera del hogar.
- Cantidad de días al mes que se consume carne vacuna (media): 17
- Cantidad de comidas con carne vacuna al mes (media): 24,6
- Analizando los negocios que venden carne vacuna al público, surge con claridad la supremacía de las carnicerías, apareciendo en segundo lugar los super e hipermercados como lugares de compra frecuentemente utilizados. **(Primer Mapa del Consumo de Carne Vacuna en la Argentina / Ing. Agr. M. Sc. Adrian Bifaretti – IPCVA)**

Las mismas consisten en un bife o filet, normalmente de carne vacuna, porcina y o avícola la cual pasa por diferentes etapas bien definidas donde al final es rebozada en pan rallado como receta original.

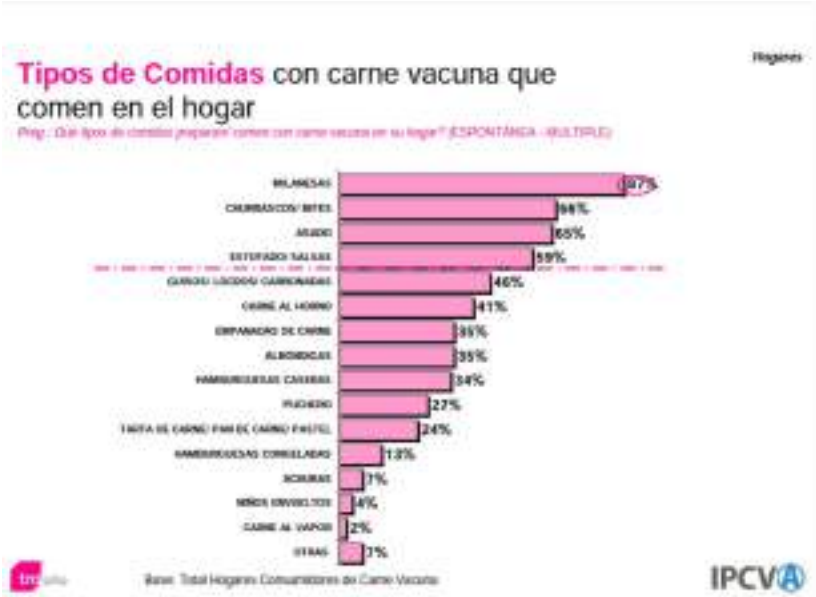


Figura 2: consumo de carne vacuna en el hogar [Fuente: Tomado de IPCVA Argentina 2022]

Capítulo 1: Ingeniería conceptual y desarrollo de investigación

Conflicto

Actualmente este proceso muy tradicional se realiza a mano por 1 persona que con unos mínimos conocimientos de las etapas de elaboración puede obtener un producto de muy buena calidad a un tiempo relativamente bajo para pequeños volúmenes de producción.

Proceso de elaboración:

1- Planificar la cantidad de milanesas a elaborar.
2- Calcular la cantidad de cada ingrediente a utilizar según las proporciones estipuladas en la FT.
3- Pesar todos los ingredientes, a excepción de la carne, de acuerdo a lo calculado en el punto anterior.
4- Realizar la premezcla de los componentes menores (sal y condimentos) previamente pesados, asegurando una mezcla homogénea.
5- Poner en una batea la harina, el pan rallado o rebozador según corresponda.
6- Preparar la mezcla líquida o pastosa, y agregar la premezcla de sal y condimentos si corresponde. Mezclar enérgicamente de manera de lograr una distribución homogénea. En el caso de utilizar huevos frescos, desinfectarlos inmediatamente previo a su uso con una solución de hipoclorito de sodio (200 ppm) durante 15 minutos, según el manual de BPM. Verificar que no queden restos de cáscara en la mezcla. Batir la mezcla de forma periódica a lo largo del proceso de elaboración. Controlar que la temperatura no sea mayor a 4°C. En caso de que la temperatura sea mayor, llevar la mezcla a cámara de enfriado, correctamente identificada y acondicionada hasta alcanzar una temperatura menor o igual a 4°C.
7- Pesar la carne, según lo calculado.
8- Filetear y tiernizar (si corresponde) la carne respetando las BPM establecidas en el manual de la carnicería. Controlar que la temperatura de la carne en ningún momento supere los 7°C. En caso de que la temperatura sea mayor, llevar a cámara los filetes correctamente identificados y acondicionados y refrigerar hasta alcanzar la temperatura mencionada.

9- Aderezar la carne aplicando la premezcla de sal y condimentos, si corresponde.
10- Sumergir los filetes de carne en la mezcla líquida o pastosa y colocarlos en la batea con la mezcla de rebozado o empanado.
11- Rebozar o empanar manualmente, generando presión mecánica con las palmas de la mano para obtener una adherencia uniforme, pudiéndose realizar mecánicamente.
12- Repetir pasos 11 y 12 de considerarse necesario.
13- Llevar a unidad de enfriado inmediatamente, no pudiendo superar un plazo mayor a una hora luego de finalizada su elaboración. Las milanesas deben de estar correctamente identificadas con la siguiente información:

- Nombre del producto
- N° de lote
- Fecha de elaboración
- Fecha de vencimiento (48 horas posteriores a la fecha de elaboración)

La identificación debe acompañar al producto hasta la venta de la última unidad del lote.

14- Mantener enfriadas hasta su venta (temperatura entre -1 y 4ºC). No congelar.
15- Descartar los sobrantes remanentes, tanto de la mezcla líquida o pastosa como de la mezcla seca utilizada para empanar o rebozar.
16- Registrar en los formularios de producción diarios, de acuerdo a lo establecido en las BPM.

Los registros deben ser mantenidos por un plazo mínimo de un año. **(INAC, Ficha Técnica de Elaboración y Memoria descriptiva de Milanesa de carne vacuna, enfriada)**

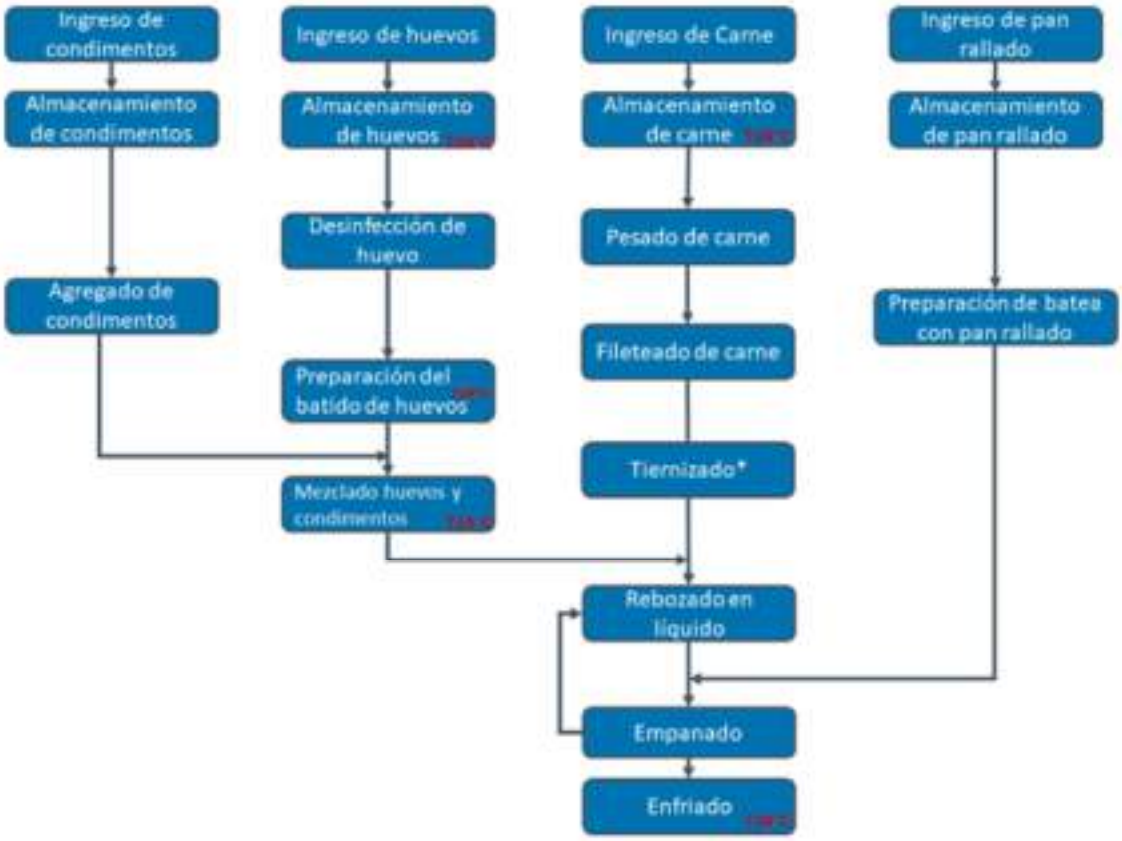


Figura 1-1: diagrama de flujo del proceso de fabricación de milanesas provisional

A modo de resumen las etapas de elaboración consisten en:

1. Una vez elegido el tipo de carne, cortar los bifes de un espesor de no más de 1cm de espesor.
2. Luego viene una etapa clave el “atiernizado” o “aplastamiento” de los bifes en donde utilizando una clásica herramienta manual o las mismas manos del operario, se pasan por una serie de “golpes” con un mazo o martillo especial el cual aplana los bifes y además les produce muescas o cortes que rompe las fibras del músculo y en consecuencia los “tierniza” o hablanda.

Figura 1-2: martillo atiernizador manual

3. Una vez listo el “atiernizado” se pasa la carne por un adobo, compuesto por sal, ajo, perejil y huevo.
4. Por ultimo y no menos importante está el rebozado que incluye el pan rallado para obtener una capa de recubrimiento la cual se debe mantener lo más seco y limpio, tamizándolo en cuanto sea necesario para que no queden grumos.

Figura 1-3: rebozado

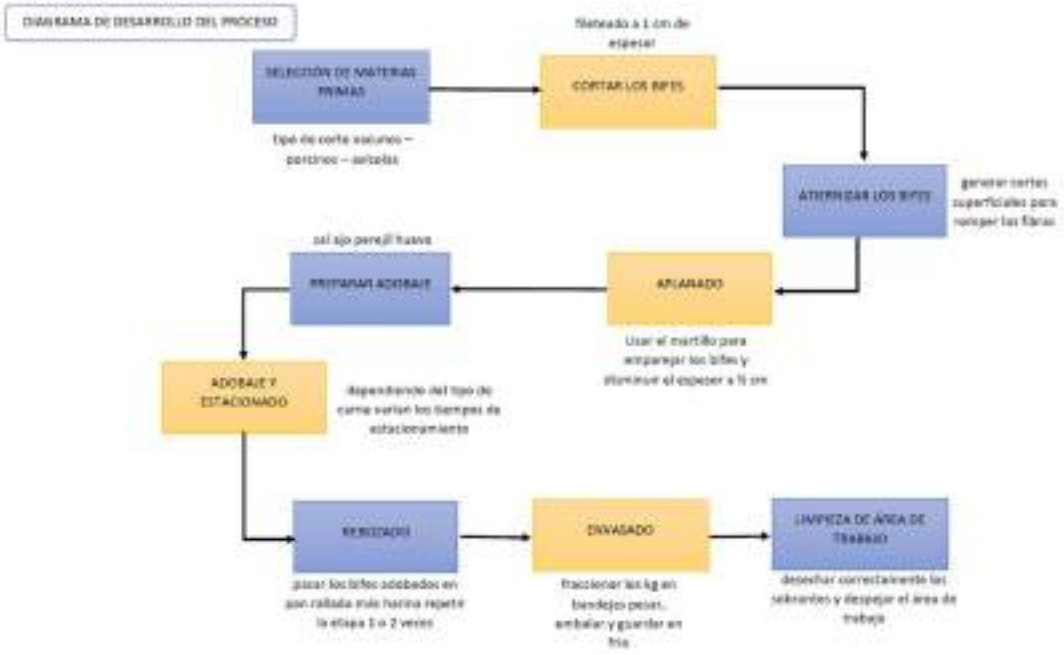


Figura 1-4: Diagrama de desarrollo simplificado

Ahora bien, en una escala más alta a nivel de un negocio como una gran Carnicería que maneja entre 50 a 100kg semanales esos tiempos se incrementan notablemente.

Figura 1-5: principales lugares de venta de carne [fuente: Tomado de IPCVA Argentina 2022]

En base a la experiencia en el rubro una persona demora solamente en la etapa de atiernizado unos 40 min a 1 hora aproximadamente por cada 10 kg de carne sin contar las etapas de corte de los bifes y del empanado.

Sumado a lo anterior, la utilización del herramental como cuchillas, mazo atiernizador e inclusive las manos del operario generan problemas ergonómicos como malestar en la muñeca luego de un tiempo de uso constante de las mismas, aumentando aún más los tiempos de fabricación lo que se traduce en costos más altos por no poder cubrir la demanda.

ANÁLISIS CAUSA/EFECTO

A modo de identificar posibles conflictos que intervienen en el problema considerado, realizamos un diagrama Ishikawa cualitativo, lo que nos permitirá entender un poco mejor cuales son los posibles problemas que se presentan en una tarea que es, desde que se industrializó, casi completamente manual y artesanal.

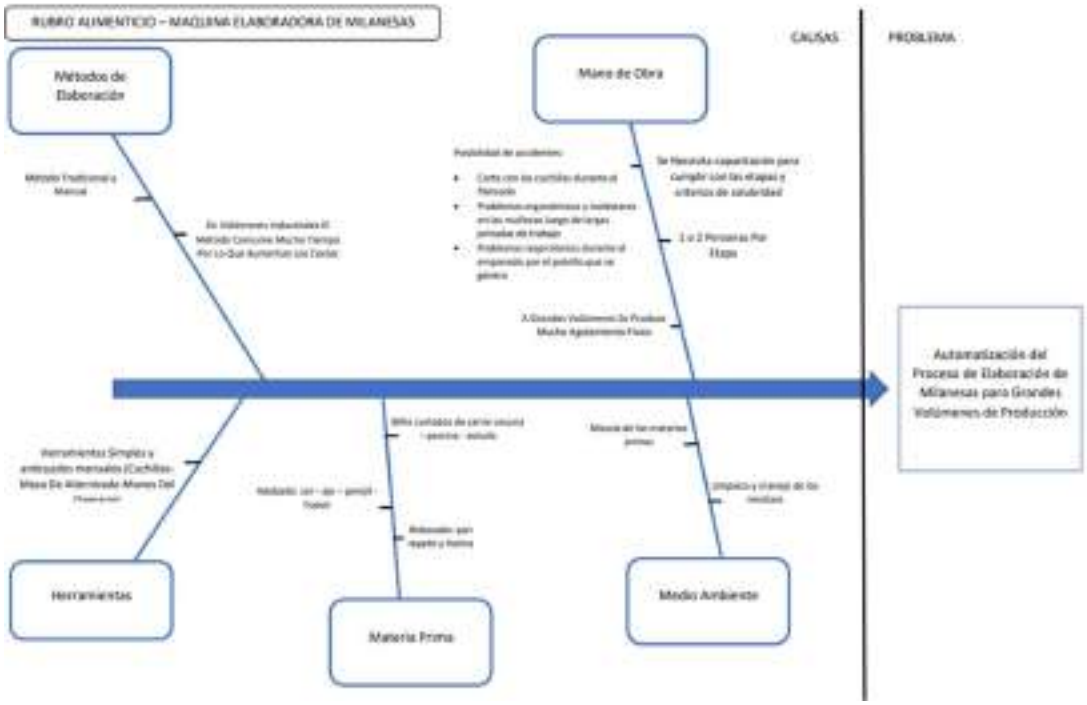


Figura 1-6: Ishikawa Cualitativo

Una vez realizado el Ishikawa cualitativo se procede a realizar un análisis cuantitativo para determinar la causa raíz que, una vez atacada, se estima que mejoraría el proceso considerablemente.

Tabla 1-1: Ishikawa cuantitativo

CAUSAS	SOLUCIONES	CRITERIOS						TOTALES
MÉTODO DE ELABORACIÓN	**Solución**	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Método tradicional y manual	actualizar el metodo para hacerlo mas eficiente	3	2	0	3	2	2	12
en volúmenes industriales el metodo consume mucho tiempo, por lo que aumentan los costos	automatizar	3	3	3	3	3	1	16
MANO DE OBRA	**Solución**	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
posibilidad de accidentes	utilizar elementos de protección adecuados	0	0	3	3	2	2	10
necesidad de cumplir con las etapas y criterios de salubridad	capacitación adecuada	1	1	2	1	2	1	8
1 o 2 personas por ciclo	aumentar contratación de personal	1	2	1	2	2	1	9
a grandes volumenes se produce mucho agotamiento fisico	aplicar ciclos de rotación de personal	3	1	3	1	0	0	8
HERRAMIENTAS	**Solución**	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
herramientas manuales simples y anticuadas	herramientas eléctricas	1	1	3	2	3	0	10
MATERIAS PRIMAS	**Solución**	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
bifes cortados de carne vacuna, porcina o avícola adobado rebozado	preparación previa de materiales	0	0	1	1	1	1	4
MEDIO AMBIENTE	**Solución**	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
mezcla de materias primas	definir sectores de utilización	0	0	1	1	1	1	4
limpieza y manejo de residuos	optimizar descartes	0	0	0	0	1	1	2

De esta forma, como podemos ver al cuantificar las causas y soluciones en el proceso de elaboración, la principal raíz del problema radica en el método de elaboración, más precisamente, en que para elevados volúmenes de fabricación el método tradicional o manual consume demasiado tiempo, lo que vuelve ineficiente a toda la cadena de producción, al no cumplir con la demanda solicitada.

EFECTO ÚTIL DESEADO: ENUNCIADO RESOLVENTE

Las milanesas, de forma tradicional, son fabricadas a en un proceso completamente manual y artesanal, algo que resulta ser muy laborioso y tardado, demorando mucho tiempo y consumiendo muchos recursos, logrando, en palabras de un conocido carnicero, una producción de aproximadamente 10kg/hora, lo que resulta aceptable para pequeñas carnicerías, pero no es lo más eficiente o rentable desde el punto de vista de la alta producción a granel, como es el caso de la fabricación para envasados para distribución a minoristas, producción para comedores, etc. Teniendo todo lo anterior en cuenta, nos proponemos el dividir la maquina en sus diferentes

etapas y, a partir de un análisis posterior, seleccionar la etapa más conveniente para profundizar.

INVESTIGACIÓN ESTADO DEL ARTE

Como ya se mencionó anteriormente, por simplicidad, podemos separar el proceso de elaboración en 4 partes fundamentales, de tal forma de obtener diferentes mecanismos para cada etapa, las cuales pasamos a detallar a continuación.

Fileteadora

La fileteadora es, básicamente, una cortadora de bifes semi automática donde se introducen los cortes gruesos de carne (más fáciles y rápidos de lograr), los que son luego arrastrados por dos cintas transportadoras texturadas, arrastrando los bifes hacia la cuchilla de corte, logrando así un espesor de corte más homogéneo, lo que a su vez permitirá lograr una mayor eficiencia en el uso de recursos. Con la misma, se busca lograrse rindes de hasta 500kg/hora, substancialmente superior a las capacidades físicas de un solo operario, logrando de esta forma hacer, por hora y con una sola máquina, el trabajo que normalmente le llevaría hacer a, al menos, 50 operarios en forma manual.

Tiernizadora

La tiernizadora sería una máquina que tiene como objetivo realizar múltiples cortes superficiales sobre los bifes de la carne, logrando así romper los nervios internos del bife, aplanarlo para obtener un tamaño homogéneo y disminuir el espesor a 0.5cm.

Al igual que la maquina anterior, en este caso también se busca una elevada tasa de producción, pudiendo llegar a los 100kg/hora.

Proceso de adobado

La parte del proceso de adobado es muy particular, ya que, a diferencia del resto de tareas, no hay una máquina como tal capaz de automatizar dicho proceso, en cambio, si existe una capaz de acelerar dicho proceso y aumentar su eficiencia, llamada bombo masajeador de milanesas, consistente en una tolva tipo mezcladora, la cual logra una óptima absorción del mejunje en la carne. Para lograr una mezcla y

absorción optima sin dañar o romper los bifes, en lugar de emplear paletas emplea barrar gruesas lisas de acero inoxidable, a la vez que la misma gira a muy bajas rpm.

El proceso de masajeo consiste en colocar los bifes ya cortados y atiernizados en el interior de la tolva, junto con el mejunje ya condimentado, logrando así una eficiencia del 100% en el caso de los bifes de pollo, con un rendimiento de 45kg/hora para una tolva de 20kg.

En esta parte del proceso es donde estaría la verdadera dificultad, ya que, además de variar el tiempo de masajeo según la carne a rebosar, también se dificultaría lograr una óptima automatización sin incluir un obrero intermedio en el proceso, encargado de sacar los bifes ya masajeados y adobados del tambor y colocarlos nuevamente en la cinta transportadora.

Rebozadora

En la rebozadora se plantea una maquina capaz de empanar completa y eficazmente el bife previamente embebido en el mejunje.

Un detalle importante sobre este apartado es que durante el mismo se debe priorizar que al principio de la máquina se forme un cono de pan rallado, ya que de otra forma no podría trabajar de forma adecuada y eficiente. Con la máquina se estima un rendimiento de hasta 50kg/hora.

Una vez finalizado todo este proceso, lo que se obtiene finalmente es una milanesa completamente terminada y lista para su embalaje.

Un detalle importante a mencionar para la construcción de las máquinas es que, al tratar con alimentos, las mismas deben cumplir con los estándares de salubridad exigidos por SENASA, por lo que el material preferente para su fabricación debe ser acero inoxidable.

Esquema del Estado del Arte

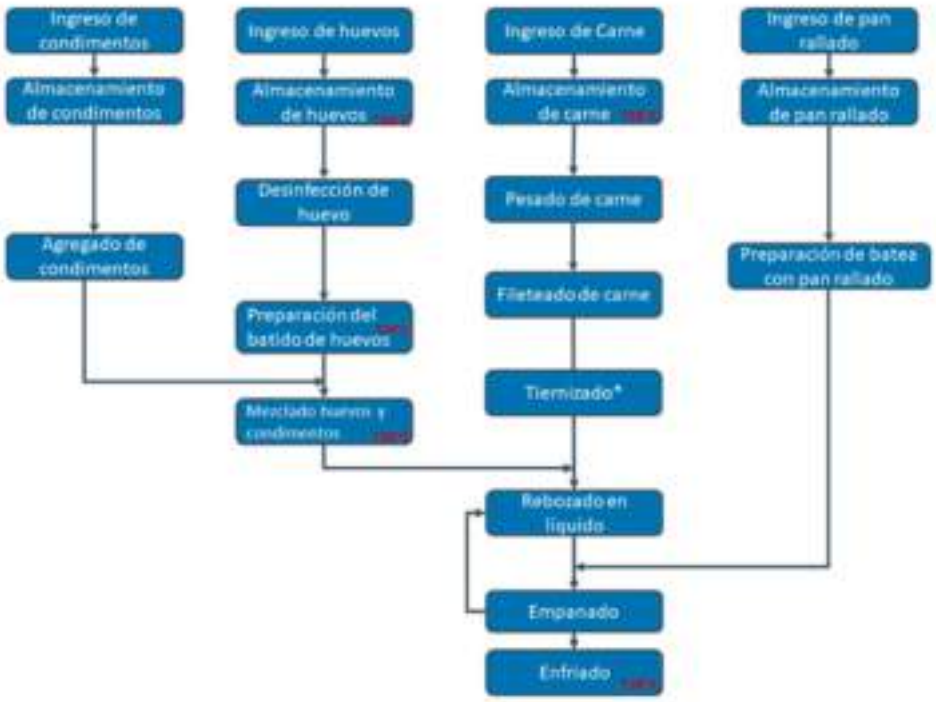


Figura 1-8: espectro de conceptos de solución [Fuente: Tomado de INAC Argentina 2022]

Resumen de rendimientos

A continuación, podemos apreciar una comparación de los tiempos de fabricación de una milanesa realizada por un operario (columna 2) comparada con el tiempo requerido por el mismo operario si emplea la máquina propuesta (columna 1). Los tiempos están expresados en segundos.

Figura 1-9: análisis de rendimiento (manual vs semi automático)

Queda más que claro la diferencia entre la utilización de una maquinaria automatizada y un operario que realiza el mismo proceso en forma manual, para un mismo volumen de producción, obteniendo una mejora en el rendimiento de casi 12 veces, a la vez que el empleo de la misma permitiría extender las jornadas de producción de forma considerable, al no verse comprometido el proceso por el desgaste físico del operario.

Ingeniería conceptual

Como bien mencionamos anteriormente, el proceso de la elaboración de milanesas era, y sigue siendo, un proceso altamente artesanal, realizando en forma manual cada una de sus etapas, incluso en el ámbito industrial.

Figura 1-10: elaboración de milanesas [Fuente: empresa HOLIS]

La imagen mostrada anteriormente corresponde a la empresa de alimentos HOLIS, la cual realiza sus tareas de producción a escala industrial de forma totalmente manual, produciendo hasta 2500 toneladas al año, lo cual, si bien es una cantidad considerable, en caso de requerir o pretender un aumento de la producción, la única alternativa seria la contratación masiva de nuevos operarios, lo cual encarece de forma lineal el proceso de producción, aumentan los ingresos pero mantiene la tasa de retorno (porcentaje de ganancias).

Hasta ahora, la única solución adoptada de forma masiva a la necesidad de aumentar la producción es contratar más personal, por lo cual nosotros nos propusimos como meta el simplificar esta tarea, facilitando las grandes producciones a menor escala de personal.

Propuestas conceptuales de solución

A partir de lo indicado en el estado del arte, procedemos a realizar una serie de bocetos representativos de posibles soluciones al problema, que a su vez mantengan los lineamientos originales como base.

Proceso de fileteado

- Boceto 1

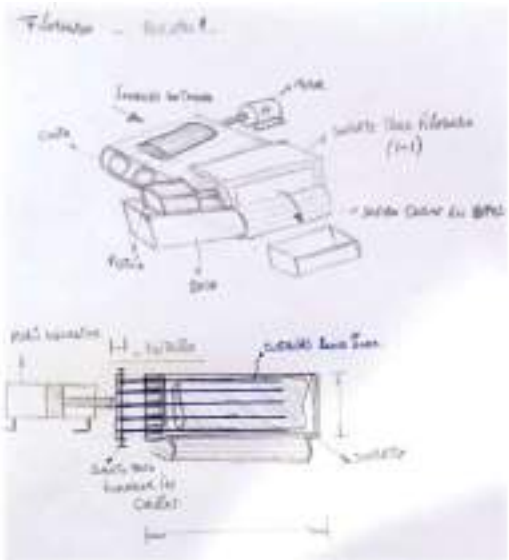


Figura 1-11: propuesta 1 para fileteadora de carne

Como primera propuesta, se plantea una fileteadora de carne del tipo oscilante, la cual realiza cortes múltiples, fileteando toda la pieza de carne en una única operación. El bosquejo enseñado representa una vista isométrica y una frontal de la fileteadora. Esta máquina presenta como desventajas que requiere que la carne esté a una temperatura relativamente baja como para tener suficiente firmeza, a la vez que, luego de cada operación, se debe desarmar y limpiar las cuchillas de restos de carne.

- Actualización

Como método de utilización, considerando que la carne puede no estar en el punto óptimo de congelación, como mejora, se podrían agregar accesorios (topes o agarres), que mantengan la carne en su lugar durante el corte.

- Boceto 2

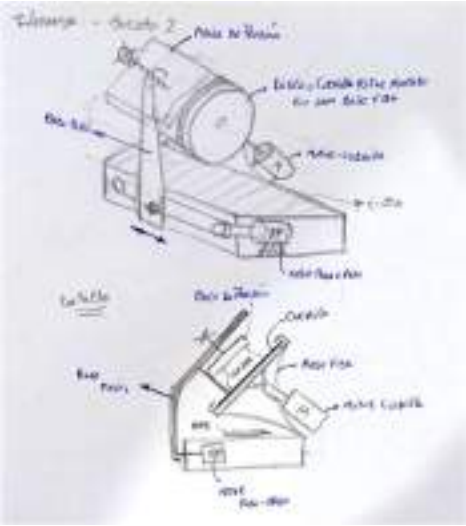


Figura 1-12: propuesta 2 para fileteadora de carne

Como segunda propuesta, presentamos un bosquejo de una fileteadora símil cortadora de fiambre. Esta presenta como desventaja que, al igual que la anterior, requiere que la carne tenga una temperatura relativamente baja para un correcto funcionamiento, pero, como ventaja, su estructura física y su forma de trabajar hace que sea un mecanismo fácilmente adaptable a procesos de automatización.

Proceso de atiernizado

- Boceto 3 – a

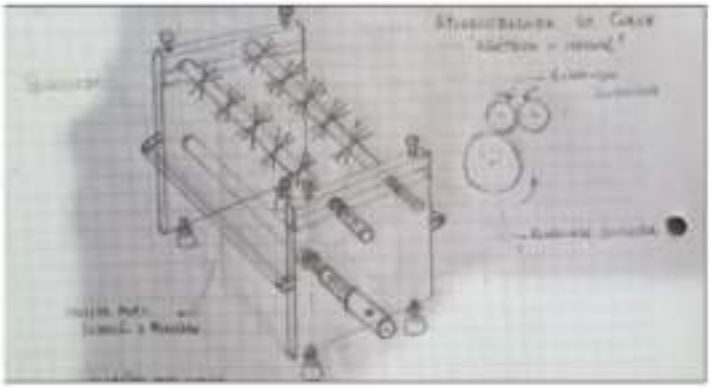


Figura 1-13: bosquejo de atiernizadora

Como propuesta para la parte del atiernizado, se propone el diseño de la maquina bosquejada en la imagen 14, en la cual la carne ingresa por la parte superior,

una serie de cuchillas realizan sucesivos cortes en el bife, y sale finalmente el bife trabajado por la parte inferior. Esta máquina presenta como ventaja el ser fácilmente acoplable a un motor eléctrico para su adhesión al proceso de fabricación en serie.

- Boceto 3 – b

Como segunda propuesta para el atiernizado, proponemos tiernizadora horizontal tipo prensa, la cual, mediante una placa con pinchos, penetra el bife a medida este avanza, rompiendo la fibra de forma similar al anterior.

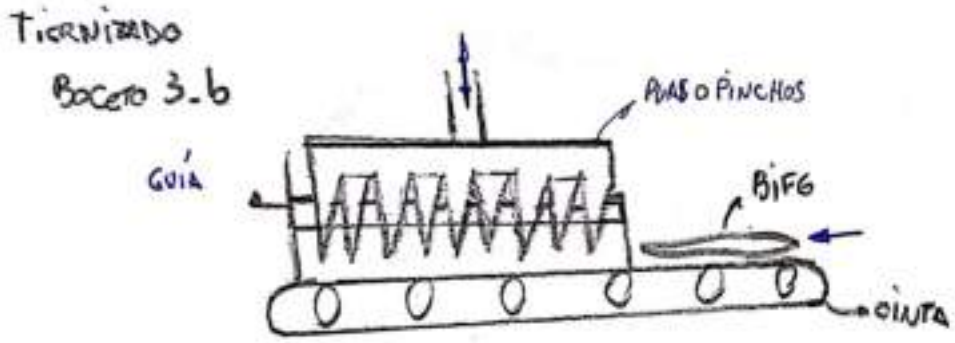


Figura 1-14: propuesta 2, para tiernizadora

Proceso de adobado

- Boceto 4

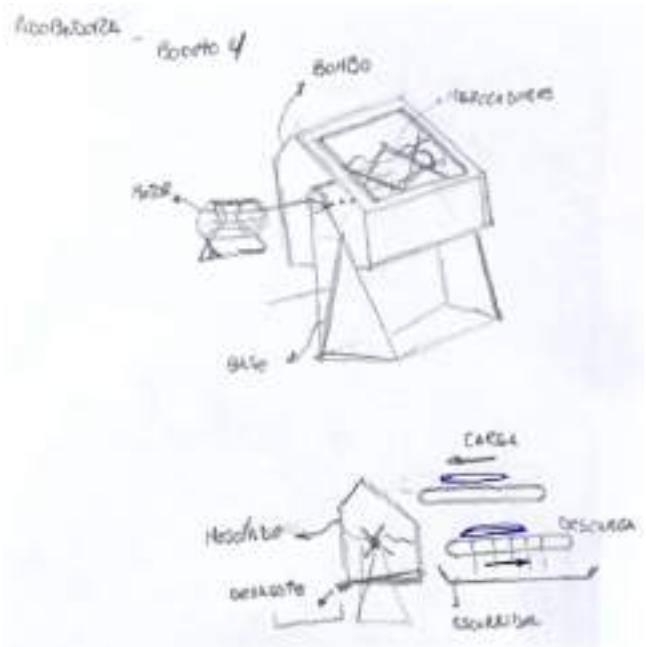


Figura 1-15: boceto de adobadora

Como propuesta para realizar el adobado, proponemos un boceto de una mezcladora, la cual cumple la tarea de adobar la carne, mezclar condimentos, huevo y demás con los bifes, para darle gusto.

Alternativa, adobado más atiernizado: marinado de ablandado

Como una alternativa a los pasos anteriores, proponemos emplear un proceso de atiernizado químico, basado en la utilización de la máquina de adobado nombrada anteriormente. Esto se justifica por la siguiente cita:

*Los marinados suelen tener elementos ácidos que ablandan la carne. Imaginemos un **adobo** o un **asado** o un **pavo navideño**. Seguro la carne dormirá bañada en un aderezo de vinagre —el elemento **ácido**—, ají molido, ajo y especies. Todo eso suavizará la carne y le dará más sabor. Pero como el aderezo demora en penetrar, el efecto de suavidad suele sentirse en la parte exterior. Por eso se recomienda **inyectar** el aderezo.*

Figura 1-16: El ácido de la marinada disuelve las fibras y suaviza la carne. Se recomienda inyectarla para que actúe desde dentro.

El mismo efecto tiene la mezcla de sal y agua: **salmuera**. La sal suaviza la carne y la ayuda, a la larga, a retener sus jugos. Este es un método muy usado en la cocina escandinava —el gravlax combina sal, azúcar y eneldo— y también para el **pollo a la brasa** local. Pero sucede lo mismo que con el marinado: la sal **demora** en ingresar a la carne, de ahí que se usen inyecciones de salmuera, con el efecto de que el resultado final puede resultar muy salado. **(FUENTE: INAC, Proceso de marinado y/o salmuera).**

Como se dijo anteriormente, esta alternativa nos permite combinar dos etapas del proceso en una sola (tiernizado + adobado) mejorando la productividad, los tiempos y los costos de las maquinarias; con la salvedad a que se tiene que tener un cuidado mayor a la cantidad de especias, condimentos e ingredientes de la mezcla además de un control correcto del tiempo de marinado.

Proceso de empanado

- Boceto 5/6

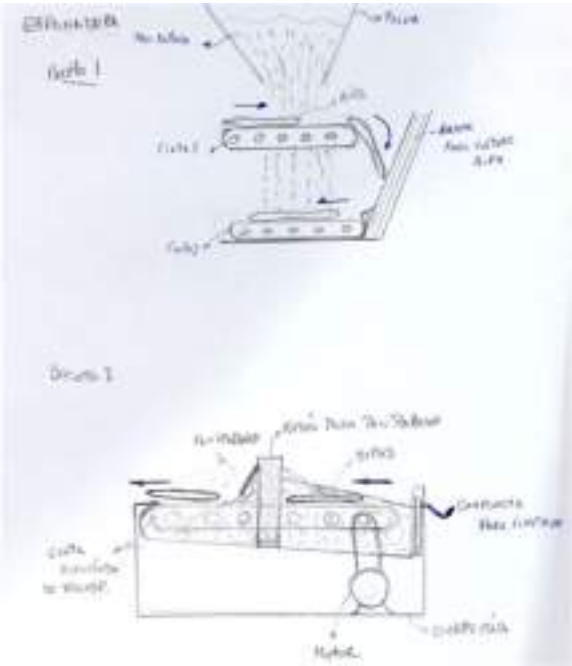


Figura 1-17: bosquejo de dos opciones de empanadoras

Para el proceso de empanado, proponemos dos diseños de empanadoras diferentes. El primer diseño consiste en una cinta transportadora de 2 niveles, con una tolva en la parte superior. El bife previamente adobado llega a través de la cinta transportadora, donde el pan rallado cae desde la tolva ubicada en la parte superior, pasando la milanesa luego hacia el final de la cinta, cayendo sobre una rampa inclinada, dándose vuelta y cayendo sobre una cinta inferior, empanando el lado opuesto del bife, saliendo ya la milanesa terminada. El proceso de empanado doble se hace posible ya que la cinta es del tipo acanalada.

Este sistema, como desventaja, presenta el hecho de que la milanesa, al caer para darse vuelta, puede perder parte del empanado, comprometiendo la calidad del producto final.

El segundo diseño, propone un diseño de empanado integro, pasando el bife por un baño completo en pan rallado, saliendo la milanesa terminada en una única operación. La diferencia principal de estas dos propuestas es que esta última cuenta con un retén que crea un envolvente de pan rallado que, al pasar el bife, permite cubrir las dos caras.

- Boceto 7

Como una segunda alternativa para el empanado, proponemos una empanadora a tornillo. Esta empanadora tiene como ventaja que se puede retroalimentar de forma continua, mediante un tornillo sin fin, que eleva el sobrante de pan rallado, a la vez que rompe los grumos, reduciendo el desperdicio y la contaminación, también tiene la ventaja que puede mezclar bien el pan rallado y evita que se forme polvillo.

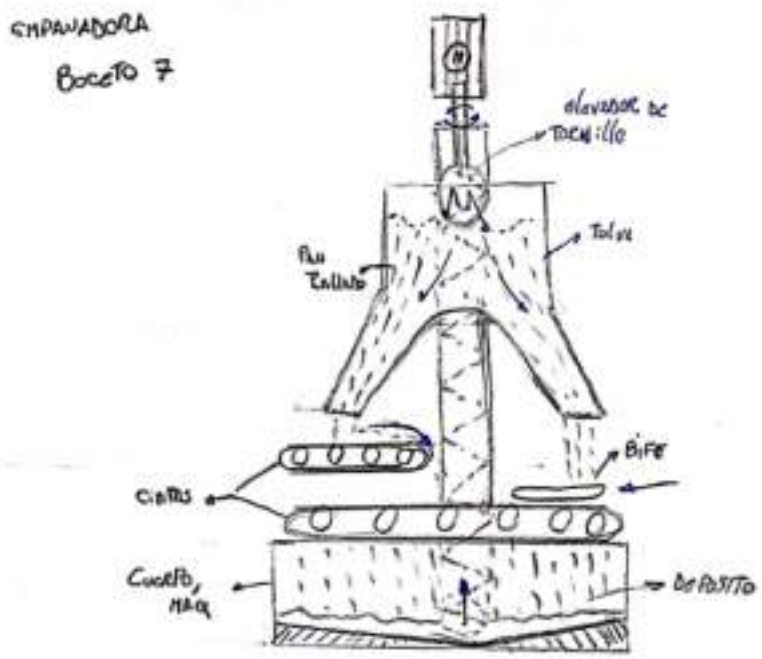


Figura 1-18: propuesta 3 para empanado

Ampliación del ECS (especto de concepto de solución)

Con los bocetos realizados, realizamos una ampliación del primer ECS realizado, en forma de bosquejo, en base a la investigación del estado del arte. A continuación, podemos apreciar cómo queda el nuevo esquema al incorporar las ideas anteriores.

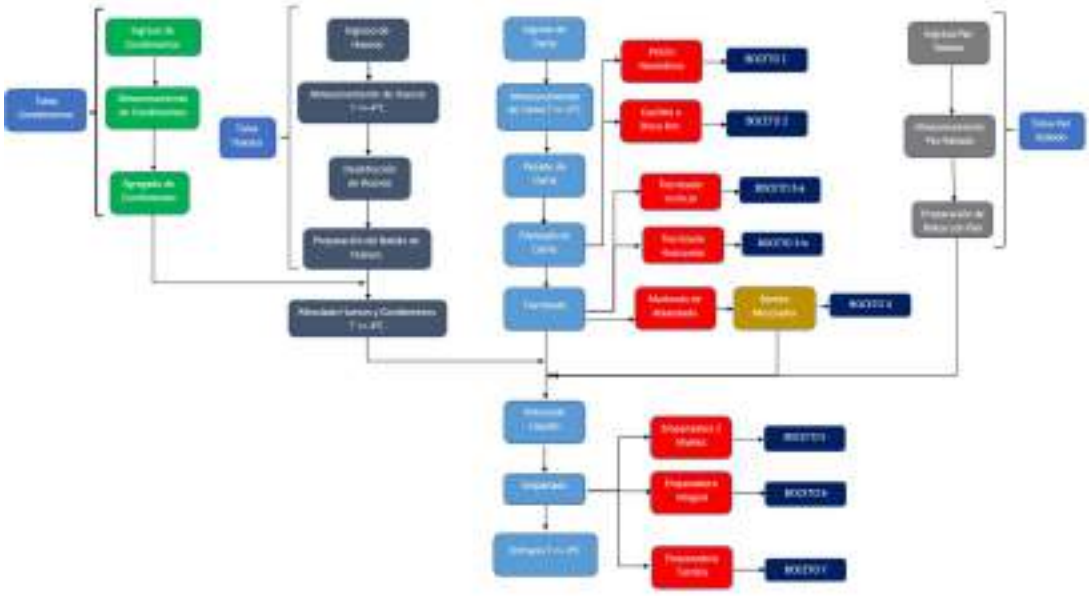


Figura 1-19: ECS actualizado definitivo

Validación de propuestas: ventajas y desventajas

Como **propuesta de validación** en este caso al tratar con un diseño de una **máquina de gran complejidad** cuya funcionalidad principal es que **cumpla** con **numerosas etapas de elaboración**, cada una con sus correspondientes tiempos y resultados, nos vimos en la compleja tarea de analizar y seleccionar de los numerosos bocetos presentados en anteriores tareas **cual sería la mejor propuesta** para cada etapa en función de sus **ventajas y desventajas**, las mismas se detallan a continuación:

Boceto 1

En el caso de la primera opción para la fileteadora de carne, tenemos como ventaja que esta opción nos va a proporcionar el mayor volumen de producción, ya que puede equiparse con hasta 5 cuchillas y realizar 6 cortes en simultaneo, mientras que, como desventaja, este diseño presenta la dificultad de ser más dependiente de la consistencia de la carne que la alternativa siguiente, además de que presenta la dificultad de que no se podría fácilmente automatizar, requiriendo de un operario adicional para posicionar los bifes recién cortados en la cinta transportadora.

Boceto 2

La opción del boceto 2, a diferencia de la opción anterior, no puede lograr el mismo nivel de volumen de producción, pero como ventaja, no sería tan sensible a los cambios de temperatura de la carne (igual mente se recomienda un cierto grado de refrigeración de la carne por cuestiones de salubridad), a la vez que puede colocar cada bife cortado en una cinta transportadora de forma automática sin mayores dificultades, simplificando la cadena de producción.

Boceto 3 – a

Como bien indicamos, la máquina bosquejada presenta la ventaja de ser fácilmente acoplable a un motor eléctrico para poderla adherir al proceso de fabricación en serie automatizable, pero como desventaja puede resultar un poco agresiva con la carne.

Boceto 3 – b

Esta opción tiene la ventaja que puede añadirse al sistema de producción en serie de las milanesas con mucha facilidad, sin requerir de un mayor espacio, ya que la máquina en cuestión está suspendida, pero, por otro lado, presenta la desventaja de que requiere que la cinta se desplace por intervalos para permitir que los bifes puedan ser ablandados, además, de que presenta el inconveniente de que se puedan trabar los bifes durante el proceso.

Boceto 4

La máquina bosquejada presenta la ventaja de ser un diseño de relativa simplicidad y de fácil construcción, pero como desventaja, al tener cantos y bordes vivos, a la vez que posee paletas mezcladoras, se corre el riesgo de romper los bifes si estos no son lo suficientemente resistentes. Una solución para la misma seria hacerla de geometría redonda lo cual además me permite implementar la opción del marinado la cual se cree es la mejor alternativa ya que combinaría la etapa anterior con el adobado recortando los tiempos, reduciendo los costos y aumentando la productividad.

Boceto 5

El boceto 5 presenta como desventaja el hecho de requerir el cambio del sentido de circulación de los bifes para permitir el empanado de ambos lados, lo que complicaría el diseño de la máquina.

Boceto 6

Esta opción permite el empanado de toda la milanesa en su conjunto, pero presenta la desventaja de que se requiere de un control riguroso de los grumos que puedan quedar, ya que el diseño es propenso a los atascos debido a los grumos que puedan formarse con el adobe y el rebosador.

Boceto 7

Esta opción para la empanadora tiene la desventaja de resultar voluminosa y poco compacta, pero tiene la ventaja de no produce polvillo y de que es inmune a los grumos, ya que, de formarse estos, los mismos son recogidos por el tornillo sin fin y pulverizados al elevarlos, manteniendo así un muy alto nivel de rendimiento e independencia del operador.

ECS y validación definitivo

Una vez analizado y detallado las ventajas y desventajas de los bocetos presentados, pasamos a **la primera selección de la posible solución a la problemática**, como se mencionó anteriormente en este caso al ser una maquina con múltiples partes y componentes primero plantearemos bien **los objetivos y funciones que debe cumplir basándonos en el cumplimiento de EDU**, los mismos son:

- Debe ser capaz de automatizar todo un proceso de elaboración de milanesas cumpliendo con todas las etapas del proceso (fileteado, tiernizado, adobado y rebosado) y manteniendo los estándares de calidad y salubridad del producto.
- Debe ser capaz de cumplir con los tiempos que requiere cada etapa y fundamentalmente a grandes volúmenes debe ser rentable es decir tener un gran impacto en la reducción de los tiempos desde que se ingresa la carne hasta que sale el producto terminado comparado con el método tradicional manual.

- Debe ser capaz de poder adaptarse a los distintos tipos de carne (vacuna-avícola-porcina) regulando los tiempos, espesores de bifes y presión ejercida durante el empanado.
- La máquina debe se modular para facilitar el mantenimiento y limpieza de la misma.
- Por último, asegurar aspectos técnicos como evitar que se traben las cuchillas o los bifes durante el corte, eliminar sobrante de pan rallado y grumos durante el empanado, asegurar un nivel homogéneo de adobado y tiernizado.

Tabla resumen de propuestas

Tabla 1-2: resumen de propuestas

RESUMEN DE PROPUESTAS			
BOCETO	VENTAJA/S	DESVENTAJA/S	CONCLUSIÓN
FILETEADO			
1: Fileteadora múltiple oscilante	Mayor volumen de producción (hasta 6 bifes por corte)	Sensible a la consistencia de la carne, difícil de automatizar (requiere un operario adicional)	IDEA DESCARTADA
2: Fileteadora de disco	Menos dependiente de la consistencia de la carne, automatización simple	Volumen de producción más reducido	IDEA ACEPTADA COMO FUTURO DISEÑO

Tabla 1-2: (Continuación)

ATIERNIZADO			
3-a: Atiernizadora vertical de cuchillas	Fácil de automatizar	Puede resultar agresiva con el bife	IDEA ACEPTADA COMO PROPUESTA SECUNDARIA
3-b: Atiernizadora horizontal tipo prensa	Fácil de automatizar, mayor simplicidad del sistema	Obliga a la cinta a desplazarse por intervalos, reduce la tasa de producción, posible dificultad para el desplazamiento de los bifes	IDEA DESCARTADA
ADOBADO			
4: Adobadora tipo mezcladora	Diseño simple y de fácil construcción	Por su geometría, podría dañar los bifes, no apto para bifes de pollo	IDEA DESCARTADA

Tabla 1-2: (Continuación)

ATIERNIZADO Y ADOBADO			
ALTERNATIVA: Bombona para atiernizado y adobado	Geometría más acorde a una mezcladora, mayor delicadeza en el trato de los bifes, apto para bifes de pollo, puede acoplarse al sistema de marinado como método de ablandado, eliminaría la necesidad de una máquina de atiernizado, mayor simplicidad y facilidad de automatización del proceso	Posible viabilidad del sistema	IDEA ACEPTADA COMO FUTURO DISEÑO
EMPANADO			
5: Empanadora simple	Ninguna aparente	El cambio de sentido complica el diseño de la máquina, compromete la calidad final del producto	IDEA DESCARTADA
6: Empanadora integral	Empanado íntegro del bife, diseño compacto	Sensible a los grumos, requiere control riguroso y limpieza continua	IDEA DESCARTADA
7: Empanadora de tornillo	No produce polvillo, puede pulverizar los grumos y lograr una mezcla más homogénea, rendimiento elevado	Diseño voluminoso	IDEA ACEPTADA COMO FUTURO DISEÑO

Capítulo 2: Elección del desarrollo final

Debido a la extensión del proyecto, sumado a la concordancia con la cátedra según las diferentes instancias de evaluación previa, se optó por seleccionar la etapa del proceso que consideramos la más completa.

Nos decidimos por la empanadora debido a que es el módulo más complejo en cuanto a contenidos mecánicos, de diseño, de cálculos y de investigación, lo que nos permite abarcar gran cantidad de contenido abordado a lo largo de nuestra formación como profesionales.

Resumen de problemática

Como primer acercamiento al proyecto, nos planteamos el desarrollo de una empanadora de alto rendimiento, con capacidad de satisfacer una producción de 100kg/hora de milanesas, a razón de 50kg/hora de bifes procesados, con el adicional de una proyección de crecimiento en torno al 100%, a lo que adicionamos como condición extra la necesidad de que la máquina sea capaz de suministrar un caudal constante 4 veces superior al necesario, con el fin de garantizar que se forme un montículo a la entrada de la misma, pudiendo garantizar así la calidad del producto final, sin ver perjudicado el rendimiento de la línea de producción.

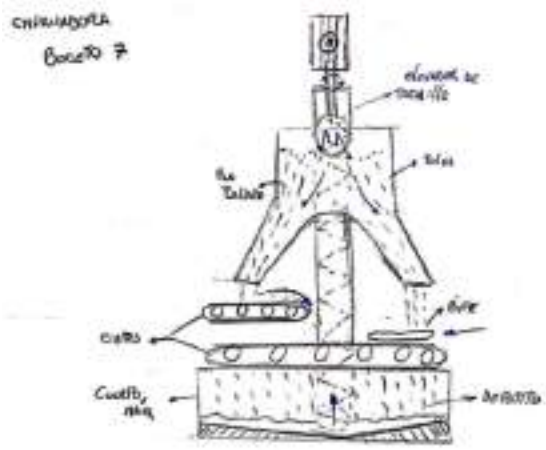


Figura 1-20: ECS actualizado definitivo

Relevamiento de datos

Ya que planteamos una condición de contorno de un frigorífico, consideramos un nivel de producción de 100kg/hora de milanesas terminadas, a razón de 50 kg/hora de bifes, un consumo de 50kg/hora de pan rallado y unas pérdidas contempladas promedio del 15% de la producción, entre daños a los bifes, grumos en el pan rallado que ya no puedan utilizarse y deben filtrarse y el peso adicional que brinda la mezcla de huevo, condimentos, agua, sal, jugo de la carne y otros elementos de carácter despreciable, debido a su bajo aporte en peso y volumen, respecto al aportado por el pan rallado y los bifes.

Figura 2-1: relevamiento de datos, determinación de volumen de pan rallado

Tenemos que, por cada 50kg de bifes, necesitamos 50kg de pan rallado (considerando la situación ideal, donde 1kg de carne rinde 2kg de milanesas). Teniendo en cuenta que requerimos 4 veces la cantidad de pan rallado necesaria por hora para garantizar la calidad, lo ideal sería contar con 200kg de pan rallado en movimiento constante, para lo cual consideramos un depósito de 20kg de pan rallado entre las tolvas superior e inferior, con una capacidad de desplazamiento de caudal equivalente a 200kg/hora de pan rallado, a lo que adicionamos los extras (15% de perdidas, 100% por futura expansión).

$Q_{ideal} = 4 \times 50\ kg/hr = 200\ kg/hr$

$$Q_{diseño} = Q_{ideal} + 15\%\ pérdidas + 100\%\ expansión = Q_{ideal} * 1.15 * 2 = 460\ {}^{kg}/_{hr}$$

(ecuación 1.1)

Sabemos por ensayos realizados que 250cm^3 de pan rallado equivalen a 170gr, con lo cual 1000cm^3 (1L) equivalen a 680gr, así:

$$Q_{diseño} = 460\,{}^{kg}/_{hr} * \frac{1Lt}{0.68kg} * \frac{1hr}{3600seg} = 0.1879\,{}^{Lt}/_{seg}$$

(ecuación 1.2)

Este último dato calculado lo consideramos como nuestro dato de partida para realizar los cálculos y estimaciones que siguen y sobre los cuales se basará nuestro diseño de la empanadora.

Cálculos de diseño de la máquina

En este apartado a continuación, abordaremos en profundidad los cálculos referentes al diseño de nuestra máquina empanadora de milanesas, para lo cual tomaremos de base el manual Martin, CEMA y otras bibliografías que consideramos útiles para dimensionar la máquina. Adicional a esto, recurrimos a diferentes proveedores de uso comercial para descargar los modelos estándar (SKF, MACMASTER, ELESA GANTER), lo que nos ahorra tiempo de diseño al proporcionarnos las piezas ya modeladas y a la medida requerida, adaptando nuestro diseño a las piezas disponibles en el mercado.

Tornillo transportador helicoidal

Para diseñar el tornillo, nos basamos principalmente en el manual Martin para diseño de transportadores helicoidales, siendo una guía sumamente completa y fácil de seguir para el diseño de los mismos.

Datos preliminares

Q_D = 0.1879 Lt/seg

Long = 2.3m

T_{Trab} = 15°C

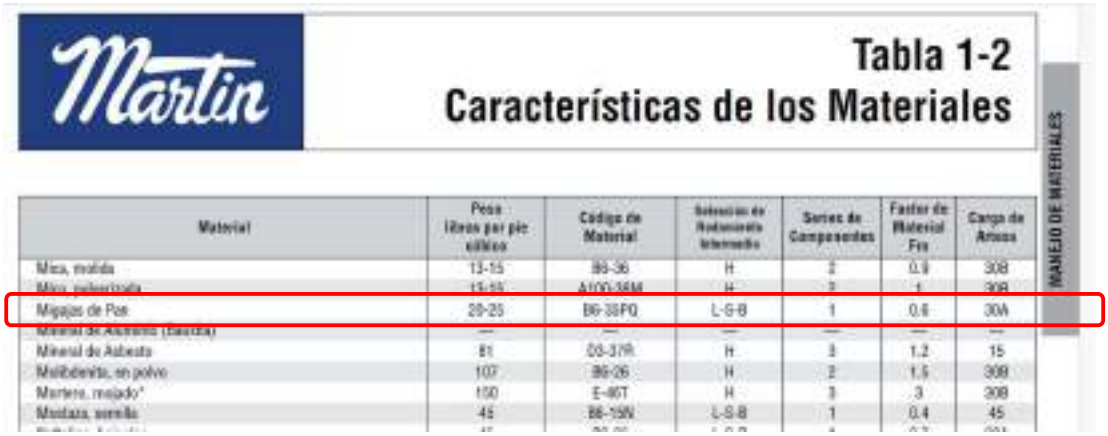
T_{amb} = 20°C

Inclinación = 60°

Seleccionamos estos datos como base teniendo en cuenta que la máquina se utilizará en un frigorífico, el cual se encontrará a una temperatura más baja que la temperatura ambiente. La longitud e inclinación del tornillo responden a una necesidad de tamaño de la máquina y de concepción de los transportadores helicoidales, ya que estos deben poseer una inclinación suficiente que permita evitar la completa caída del material transportado, pero, además, nos siga garantizando una máquina compacta.

Clasificación de material a transportar

Disponible en el manual Martin en la tabla 1 – 2, nuestro material a transportar son migajas de pan, las cuales tienen las siguientes características.



Martin

Tabla 1-2
Características de los Materiales

MANEJO DE MATERIALES

Material	Peso (libras por pie cúbico)	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Series de Componentes	Factor de Material Fm	Carga de Artesa
Mica, molida	13-15	B6-36	H	2	0.8	30B
Mica, pulverizada	13-15	A100-36M	H	3	1	30B
Migajas de Pan	20-25	B6-38FQ	L-S-B	1	0.6	30A
Mineral de Asbesto (Bauxita)	—	—	—	—	—	—
Mineral de Asbesto	81	D3-37R	H	3	1.2	15
Molibdenita, en polvo	107	B6-26	H	2	1.5	30B
Mortero, mojado*	150	E-46T	H	3	.3	30B
Mostaza, semilla	45	B6-15N	L-S-B	1	0.4	45

Figura 2-2: propiedades de las migajas de pan (pan rallado) [fuente: manual Martin]

- Densidad = 20 – 25 [lb/pie^3]
- Fm (fact. Mat.) = 0.6
- Carga de artesa = 30% A

El dato del factor de material será necesario cuando calculemos la potencia necesaria en el motor, mientras la carga de la artesa nos será útil para determinar el diámetro y la velocidad de giro del tornillo sin fin.

Conjunto helicoidal

Es el principal conjunto del tornillo transportador y el componente más crítico de la máquina en su conjunto, ya que nos permitirá realizar el desplazamiento del pan rallado desde la tolva inferior y elevarlo hasta la tolva superior, además de tener la tarea de triturar los grumos que se formen durante el empanado y que se desprendan de las milanesas. Dado que el mismo tendrá un ángulo considerable, nos decidimos

por emplear un tornillo helicoidal con núcleo central en toda su longitud. Debido a que estamos hablando de una maquina destinada a la industria alimenticia y regulada por SENASA, todo el conjunto estará fabricado en **acero inoxidable AISI 304.**

Dimensionamiento del helicoide

Para poder dimensionar de forma adecuada el transportador, debemos partir del porcentaje de carga que va a transportar. A partir de la tabla 1 – 6 de la guía Martin, determinamos las especificaciones que debe cumplir nuestro tornillo helicoidal, con una carga de la artesa del 30% y un diámetro de 4”.

30%
A

4	0.41	53	130
6	1.49	180	120
9	5.45	545	100
10	7.57	720	96
12	12.90	1100	90
14	20.80	1770	85
16	31.20	2500	80
18	45.00	3380	75
20	62.80	4370	70
24	109.00	7100	65
30	216.00	12960	60
36	368.80	18400	50

Figura 2-3: según carga de nuestro transportador, especificaciones a cumplir por el helicoidal [fuente: manual Martin]

Los datos mostrados en la gráfica anterior son meramente tentativos, procederemos a realizar los cálculos para determinar si nuestra elección es la correcta, según nuestros requerimientos. Antes de introducirnos en los cálculos, debemos determinar una serie de factores que nos permitan estimar de forma precisa estos datos.

Factor de capacidad

Dado que nuestro material a transportar es migajas de pan, según la guía Martin, y debido a la inclinación del helicoide, decidimos un paso corto. Esto nos permitirá mayor facilidad a la hora de elevar el material desde la tolva inferior y hacia la superior, reduciendo nuestros requerimientos dimensionales del tornillo. Este dato es obtenido de la tabla 1 – 3.

Factores de Capacidad para Transportador con Paso Especial CF_1		
Paso	Descripción	CF_1
Estándar	Paso = Diámetro del Helicoidal	1.00
Corto	Paso = 2/3 Diámetro del Helicoidal	1.30
Medio	Paso = 1/2 Diámetro del Helicoidal	2.00
Largo	Paso = 1 1/2 Diámetro del Helicoidal	0.67

Figura 2-4: factor de capacidad según el paso [fuente: manual Martin]

Según la tabla 1 – 4, seleccionamos el coeficiente según el tipo de transportador helicoidal, en nuestro caso helicoidal estándar, por lo que CF2 = 1.

Factores de Capacidad para Transportador con Helicoidal Especial CF_2			
Tipo de Helicoidal	Carga del Transportador		
	15%	30%	45%
Helicoidal con Corte	1.05	1.57	1.43
Helicoidal con Corte y Doblez	N.R.*	3.75	2.54
Helicoidal de Listón	1.04	1.37	1.62

*No se recomienda.
Si no se utilizan ninguno de los tipos anteriores de helicoidal: CF2 = 1.0

Figura 2-5: factor de capacidad según tipo de helicoide [fuente: manual Martin]

Finalmente, de la tabla 1 – 5, completamos los factores de capacidad del transportador, seleccionamos un CF3 = 1 ya que no tenemos ninguna paleta.

Capacidad para Transportador con Paletas Mezcladoras CF_3					
Paletas Estándar de Paso Invertido a 45°	Paletas por Paso				
	Ninguna	1	2	3	4
Factor CF_3	1.00	1.08	1.16	1.24	1.32

Figura 2-6: factor de capacidad según paletas mezcladoras [fuente: manual Martin]

El último factor que necesitamos es el debido a la inclinación del tornillo. Hay que considerar que, a medida que aumenta la inclinación, la eficiencia del sistema se reduce debido al retorno del material. Lógicamente esto posee un cierto limite, aunque existen excepciones con tornillos transportadores completamente verticales. Dado que preferimos ser más escuetos en cuanto a nuestro caso de estudio, nos decantamos por **una inclinación de 60° en el tornillo**, la cual es considerada como la máxima inclinación posible en la mayoría de casos, lo que nos da una reducción porcentual en torno al 90% y se traduce en un factor de 0.1, así CFi = 0.1.

Capacidad requerida

Realizada esta primera tarea, procedemos a calcular la capacidad requerida por nuestra máquina, partimos del dato calculado al principio, que es la Q de diseño, sabemos que nuestra maquina debe ser capaz de proporcionarnos un flujo de 460 kg/hr, lo que convertido a lb/hr nos da 1014.13, de esta forma nuestra capacidad requerida se calcula como sigue.

$$C_{req} = \frac{Q_{eq}}{\rho_{eq}} \times CF_i = \frac{1014.13^{lb}/_{hr}}{25^{lb}/_{pie^3}} \times 0.1 = 405.6\,{}^{pie^3}/_{hr} \text{ (ecuación 1.3)}$$

Mientras la capacidad equivalente nos da:

$$C_{eq} = C_{req} \times CF_1 \times CF_2 \times CF_3 = 608.5\,{}^{pie^3}/_{hr} \text{ (ecuación 1.4)}$$

Con estos datos, podemos calcular el número de revoluciones al que girará el tornillo.

$$n = \frac{C_{eq}}{{}^{pie^3}/_{hr}\, a\ 1\ rpm} = \frac{608.5\,{}^{pie^3}/_{hr}}{6.4\,{}^{pie^3}/_{hr} \times 1rpm} = 95.07rpm \text{ (ecuación 1.5)}$$

Un caso especial, factor F_0

De los valores antes mencionados, podemos observar uno en cuestión, Fo (factor por sobrecarga), el cual resulta especialmente difícil de obtener, principalmente por la poca potencia requerida por el motorreductor que necesitamos. En una situación normal, la forma de calcular este coeficiente se realiza como sigue.

Primero debemos determinar la potencia necesaria para mover el transportador en vacío.

$$HP_f = \frac{L \times N \times F_d \times F_b}{1000000} = \frac{2.5 \times 100 \times 12 \times 1}{1000000} = 0.003HP \text{ (ecuación 1.6)}$$

Luego procedemos a calcular la potencia necesaria para mover el material.

$$HP_m = \frac{C \times L \times \rho \times F_f \times F_m F_p}{1000000} = \frac{608.4 \times 2.5 \times 2.5 \times 1 \times 0.6 \times 1}{1000000} = 0.023HP \text{ (ecuación 1.7)}$$

Sumando estas potencias, obtenemos 0.026HP.

Antes de continuar con el cálculo de la potencia total, debemos afectar esta potencia por el factor de sobrecarga, para lo cual se debe emplear la siguiente imagen:

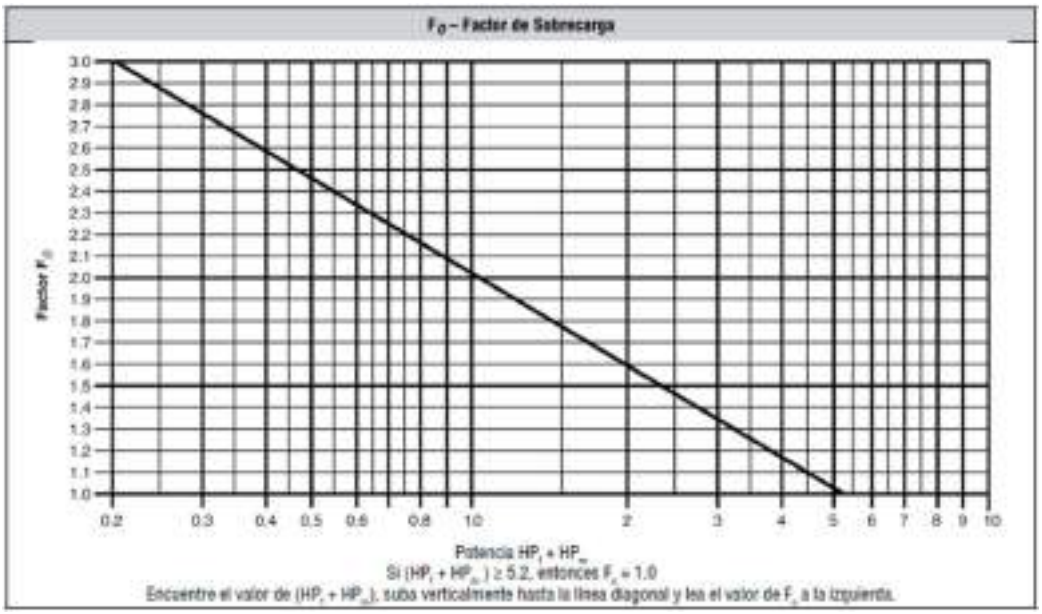


Figura 2-7: factor por sobrecarga [fuente: manual Martin]

Sin embargo, tenemos la dificultad de que, debido a la baja potencia demandada por nuestra máquina, nos queda fuera de escala emplear esta gráfica, por lo cual debemos obtener información de la misma que nos sea útil en la determinación del factor de sobrecarga. Lo primero que hacemos en cargar el grafico en la página “https://apps.automeris.io/wpd/ “, la cual nos permite obtener una estimación del factor Fo fuera de la escala original del gráfico. sabemos que el gráfico es de escala logarítmica sobre el eje X, así que, una vez configurado y alineado los ejes según los siguientes parámetros.

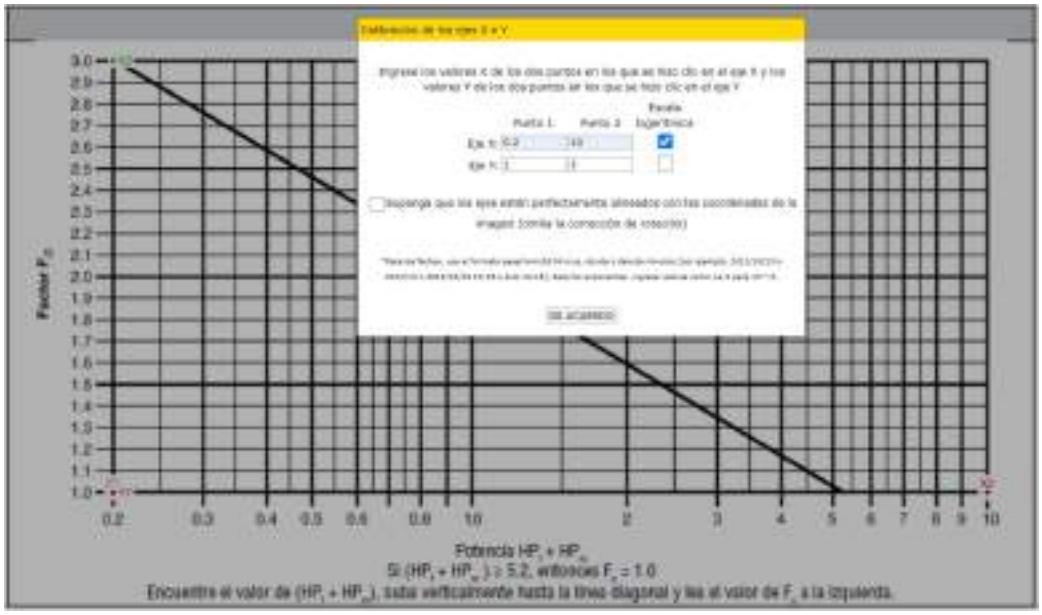


Figura 2-8: factor por sobrecarga [fuente: manual Martin]

Obtenemos los resultados siguientes.

Figura 2-9: factor por sobrecarga [fuente: manual Martin]

Llevando esta información a un gráfico de Excel, llegamos a la siguiente curva logarítmica.

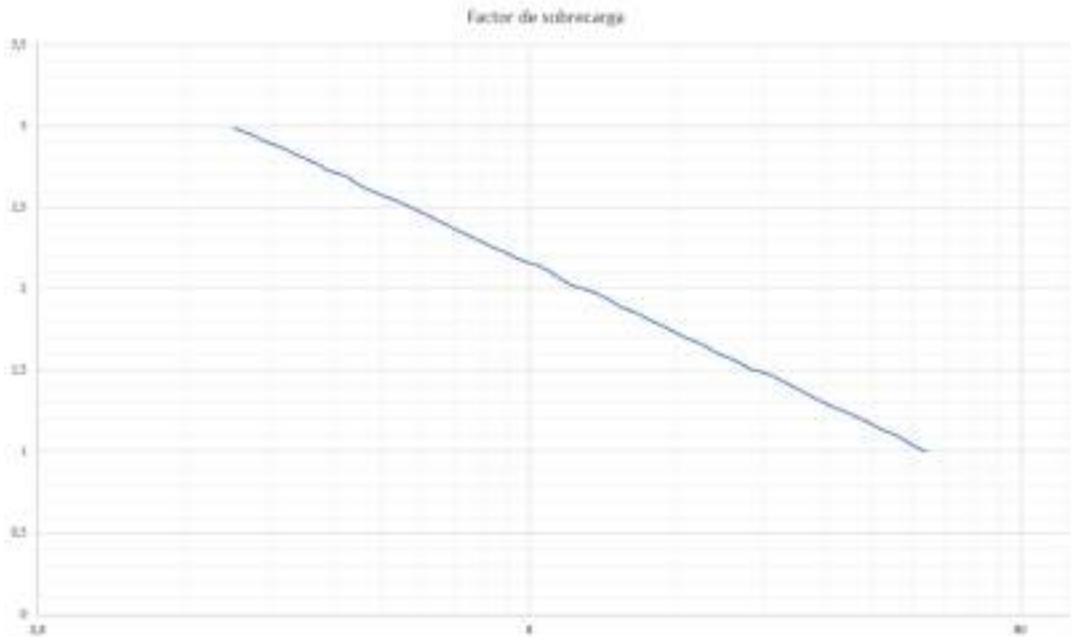


Figura 2-10: factor por sobrecarga (reconstruido) [fuente: manual Martin]

A partir de esta gráfica, y sabiendo que la progresión de datos bajo la escala logarítmica es una línea recta, podemos proyectar la curva hasta interceptar el eje y, obteniendo así un factor de sobrecarga aproximado de 3.5.

Una vez determinado el factor de sobrecarga, podemos proceder a calcular la potencia total requerida para el tornillo.

$$HP_R = \frac{(HP_f + HP_m) \times F_0}{e} = \frac{(0.003 + \ .023) \times 3.5}{0.95} = 0.095HP \text{ (ecuación 1.8)}$$

De esta manera, podemos ver que el tornillo nos demandaría una potencia de 0.095HP en el motorreductor.

Para mejorar la rigidez del helicoide, el mismo irá soldado a un tubo rígido sin costura de 3x1/5 [pul], fabricado en acero inoxidable AISI 316. Al realizar esto, nos garantizamos estabilidad dimensional absoluta y una mayor resistencia de todo el conjunto, ya que el mismo puede ser fabricado en materiales de menor espesor, manteniendo la resistencia mecánica. Para garantizarnos que el mismo no se vea afectado por los productos alimenticios necesarios para producir las milanesas (pan rallado, huevo, condimentos, sal, etc) el mismo irá soldado por ambos lados y a lo largo de toda la hélice del helicoide en contacto con el tubo, así como también en la brida de acople al eje del motorreductor, según se aprecia en la siguiente imagen.

Figura 2-11: tornillo sin fin

En la brida de acople decidimos realizar un resalte de 4mm, lo que nos permitirá garantizar la concentricidad al ensamblar el conjunto helicoidal, a la vez que se facilitará el armado del mismo, podemos apreciar este detalle en la imagen 2-11.

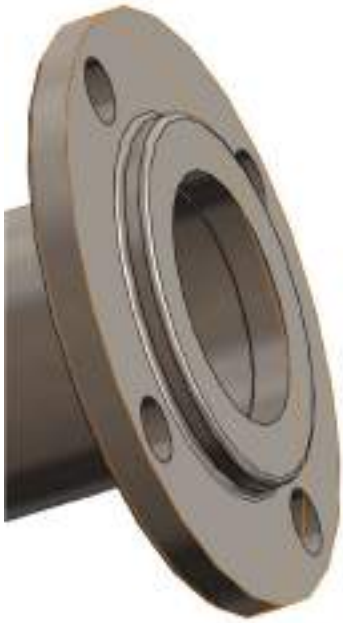


Figura 2-12: detalle en brida de acople

Verificación del espesor del helicoide

Una vez definido el helicoide, se hace necesario verificar que el mismo posee un espesor suficiente para poder soportar condiciones críticas durante su funcionamiento, ya que una elección inadecuada de este puede incurrir en importantes daños a la máquina, que podrían ser extremadamente costosos de solventar cuando ocurran, especialmente hablando de un elemento que se confecciona completamente en acero AISI 316. Para esto, definiremos nuestras condiciones de contorno, las cuales necesitamos que nuestro tornillo las cumpla efectivamente.

- Para asegurarnos de que nuestro tornillo esta correctamente dimensionado, plantearemos la peor condición posible, que es el completo atascamiento de la hélice, exigiendo así al tornillo al límite de sus capacidades, viendo la limitación únicamente en el torque que es capaz de imprimirle el motorreductor.

Figura 2-13: parámetros del tornillo para el análisis estático

Como se verá más adelante, el tornillo se verá sometido a un torque máximo de 80 [N/mm^2].

Estas condiciones nos permiten representar un instante en el que tornillo queda bloqueado, y el momento torsor, actuando directamente sobre la brida de acople, nos indica los efectos que tendrá sobre el tornillo en sí, en su confinamiento en el interior de la artesa, por lo que todo el esfuerzo se imprime únicamente sobre el eje y la hélice y a lo largo de toda su longitud, esto nos permitirá obtener las máximas deformaciones angulares y el máximo esfuerzo al que se somete el tornillo.

Nuestro material, en este caso AISI 316, tiene un límite elástico de 17236 [N/cm^2], lo que, sumado a un espesor de hélice de 2mm, nos arroja los siguientes resultados de tensiones.

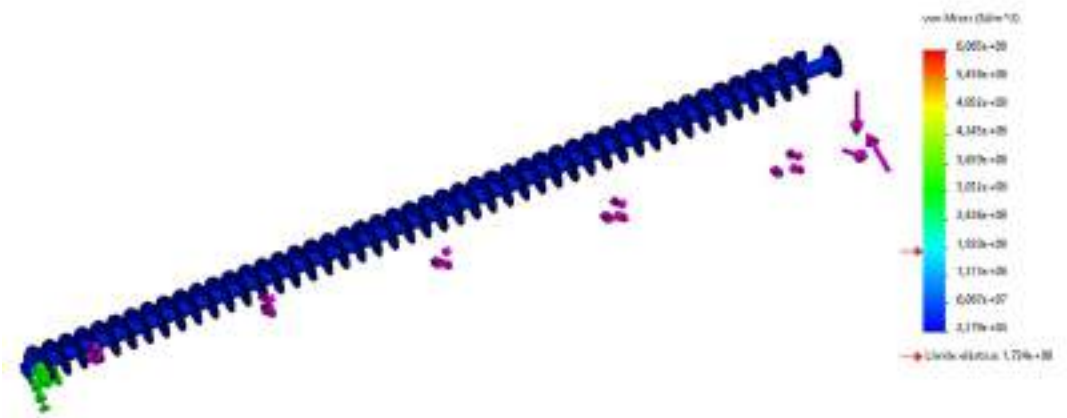


Figura 2-14: gráfico de tensiones (Von Misses)

Así, podemos apreciar que el tornillo se encuentra en perfectas condiciones de exigencias, ya que no hay puntos de gran solicitud. Cuando miramos las deformaciones, obtenemos estos resultados:

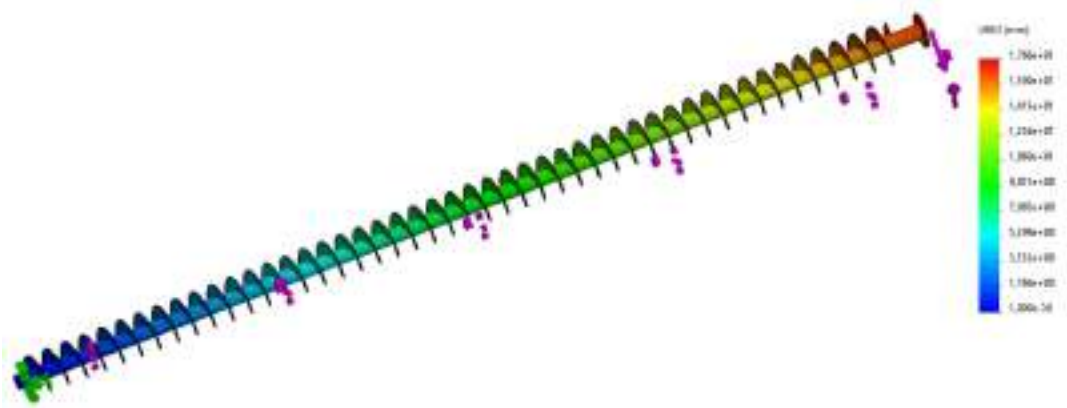


Figura 2-15: gráfico de deformaciones

Así, según los datos obtenidos en las dos imágenes anteriores, podemos apreciar que una hélice fabricada en acero AISI 316 y un espesor de 1.5mm será suficiente para nuestra condición crítica.

Conjunto artesa del transportador helicoidal

Dado que necesitamos que el tornillo sea hermético, decidimos utilizar un tubo para que actuara de contención o artesa, el cual es de una medida de 4” y un espesor de 5mm, fabricado en acero AISI 316 para lograr una elevada resistencia a la oxidación y al cloro facilitando la higiene y limpieza del mismo.

El tubo posee una boca de carga inferior de 130 [mm] x 65 [mm] y una superior de idénticas medidas desfasadas 90°.

Figura 2-16: conjunto tornillo transportador

En ambos extremos del tubo se coloca un buje partido, el cual nos permitirá hermetizar completamente el tornillo y evitar que se filtre pan rallado desde el interior de este, y, a la vez, nos permitirá armar y desarmar fácilmente el conjunto manteniendo la alineación y concentricidad del conjunto.

Figura 2-17: buje partido

Selección del motorreductor para el tornillo

Dado que buscamos hacer la máquina lo más estándar posible, nos limitaremos a piezas comerciales disponibles, para lo cual decidimos optar por un motorreductor de 0.25 HP de la marca WEG.

Decidimos seleccionar un motorreductor helicoidal de tipo C, código C01, potencia nominal de 0.25 HP y 100 rpm en el eje de salida del reductor, WEG nos brinda la ventaja de que pueden producir un motorreductor con especificaciones a pedido, lo que nos brinda mayor precisión a la hora de respectar los parámetros establecidos para la máquina.

Technical data

	Nominal torque [Nm]	Number of stages	Ratio range	Speed range at 1400 rpm 50 Hz [rpm]	Power range 50Hz [kW]	Output shaft [mm]	Output flange IEC [mm]	Housing material
C00	50	2	2.44 - 47.44	29 - 573	0.12 - 0.75	20 x 40	120/140/160	Aluminum
C01	85	2	3.09 - 66.50	21 - 453	0.12 - 1.5	20 x 40	120/140/160	
C03	200	2 / 3	3.34 - 286.32	4 - 419	0.12 - 3	25 x 50	120/140/160/200	
C05	400	2 / 3	3.69 - 326.43	4 - 386	0.12 - 7.5	30 x 60 35 x 70	160/200/250	
C06	600	2 / 3	3.73 - 375.71	3 - 376	0.12 - 9.2	35 x 70	200/250	
C07	820	2 / 3	5.30 - 351.33	4 - 264	0.12 - 15	40 x 80	250/300	Cast iron
C08	1500	2 / 3	5.12 - 368.94	4 - 274	0.12 - 22	50 x 100	300/350	
C09	3000	2 / 3 / 4	4.22 - 3282.07	0.4 - 332	0.12 - 30	60 x 120	350/450	
C10	4500	2 / 3 / 4	4.19 - 2638.78	0.5 - 334	0.12 - 37	70 x 140	350/450	
C13	8000	2 / 3 / 4	4.00 - 1891.77	0.7 - 350	0.12 - 55	90 x 170	450/550	
C14	13000	2 / 3 / 4	5.17 - 2162.84	0.7 - 271	0.12 - 55	110 x 210	450/550	
C16	18000	2 / 3 / 4 / 5	5.96 - 22405.25	0.1 - 235	0.12 - 110	120 x 210	550/660	

Figura 2-18: motor seleccionado de tabla WEG [fuente: catálogo WEG]

Dimensionamiento del eje

Para poder dimensionar el eje, primero debemos seleccionar el material de partida para fabricarlo. Debido a la aplicación que tendrá el motorreductor, decidimos seleccionar una barra de acero macizo SAE 1045, ya que es económica, fácil de conseguir y posee propiedades mecánicas que la vuelven adecuada para la aplicación necesaria. Para poder realizar el cálculo, despejaremos el diámetro de la siguiente ecuación.

$$\tau_{adm} = \frac{16 \times Mt}{\pi \times d^3} = \frac{\tau_{fl}}{N} \text{ (ecuación 1.9)}$$

$$Mt = 71620 \times \frac{pot}{n} \text{ (ecuación 1.10)}$$

Donde

- Mt: momento torsor.
- D: diámetro del eje.
- N: coeficiente de seguridad.
- τ_{fl}: tensión de fluencia.
- n: revoluciones del árbol.

Considerando que el eje del motorreductor gira a 100rpm y la potencia del motor es de 0.25HP, resulta

$$Mt = 71620 \times \frac{0.25\ [HP]}{100\ [rpm]} = 179.05\ [kgcm]$$ (ecuación 1.11)

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times 179.05\ [kgcm]}{\pi \times \frac{4148\ [{}^{kg}/_{cm^2}]}{2}}} = 0.76\ [cm]$$ (ecuación 1.12)

De esta manera y **con un coeficiente de seguridad de 2**, nos da un diámetro mínimo en el eje de 7.6 mm.

Dimensionamiento de la chaveta

Para la transmisión de la potencia desde el conjunto motorreductor al helicoide del tornillo se utilizará un acoplamiento tipo chaveta. Entre los diferentes tipos que existen, seleccionaremos la chaveta plana.

Las chavetas planas son cuerpos de acero macizo, utilizadas para fijar engranajes, poleas, piñones y demás dispositivos de rotación a un eje. Comúnmente utilizadas en la industria metal mecánica en general, además de actuar como mecanismo de fijación, tiene como labor actuar como elemento fusible ante un exceso de carga por parte del elemento al que se está transmitiendo la potencia, protegiendo tanto el eje como la rueda en cuestión. Las más comunes son las chavetas tipo A (ambas puntas redondeadas).

Dado que la chaveta debe actuar como elemento fusible, es importante que esta sea de un material blando, particularmente más blando que el material del que se fabrica el eje, seleccionamos para esto un SAE 1020 laminado simple y realizamos los cálculos de las dimensiones de la chaveta.

- Chaveta
- SAE 1020 laminado simple
- σ_r: tensión de rotura: 4569 [kg/cm^2]
- σ_{fl}: tensión de fluencia: 3373 [kg/cm^2]

Tensiones admisibles

$$\tau_{adm} = \frac{\tau_{fl}}{\gamma} = \frac{0.6 \times \sigma_{fl}}{\gamma} = \frac{0.6 \times 3374 [kg/cm^2]}{1.5} = 1349.6\ [kg/cm^2]$$ (ecuación 1.13)

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{fl}}{\gamma} = \frac{3374\ [kg/cm^2]}{1.5} = 2249\ [kg/cm^2]$$ (ecuación 1.14)

- chavetero del árbol
- SAE 1045 laminado simple

- σ_r: tensión de rotura: 6749 [kg/cm^2]
- σ_{fl}: tensión de fluencia: 4148 [kg/cm^2]
- F_t: fuerza de trabajo
- d: diámetro del árbol: 35 [mm]
- γ: coeficiente de seguridad para cargas uniformes (Faires pág. 367): 1.5

Al poseer el conjunto motorreductor un chavetero de dimensiones ya definidas (ancho y alto) procederemos a calcular la longitud de la chaveta.

$$Ft = \frac{2 \times Mt}{d} = \frac{2 \times 179.05\ [kgcm]}{1.8\ [cm]} = 198.94\ [kg] \text{ (ecuación 1.15)}$$

Longitud de trabajo por corte:

$$l = \frac{Ft}{b \times \tau_{adm}} = \frac{198.94\ [kg]}{1\ [cm] \times 1349.6\ [kg/cm^2]} = 0.14\ [cm] \text{ (ecuación 1.16)}$$

Longitud de trabajo por aplastamiento.

$$l = \frac{Ft}{\frac{t}{2} \times \sigma_{adm}} = \frac{198.94\ [kg]}{\frac{0.3\ [cm]}{2} \times 2249\ [kg/cm^2]} = 0.59\ [cm] \text{ (ecuación 1.17)}$$

De esta manera, se opta por colocar una única chaveta de dimensiones 5 x 3 x 12, seleccionada de la siguiente tabla, correspondiente a las chavetas tipo DIN 6885 A.

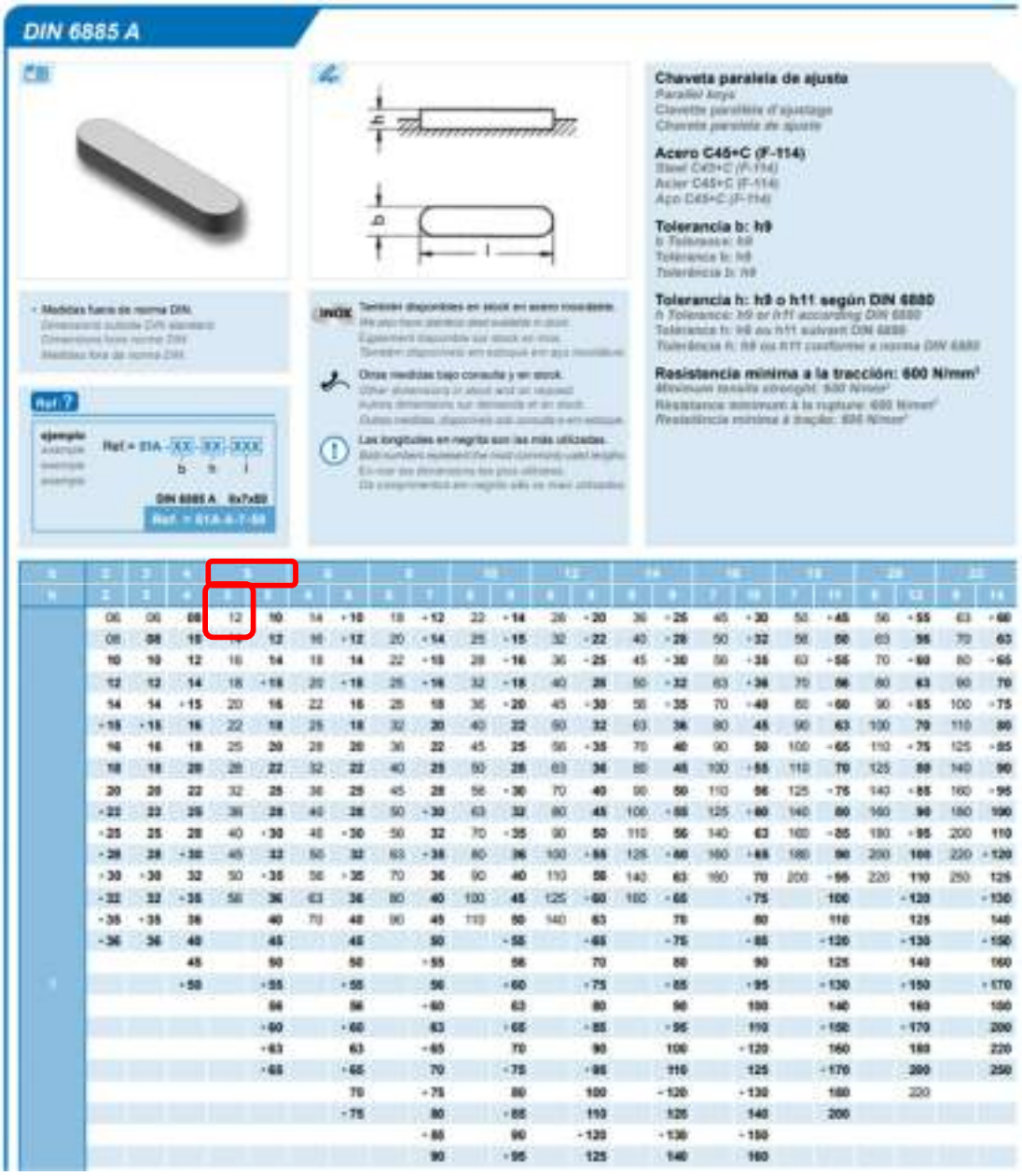


Figura 2-19: claveta seleccionada [fuente: norma DIN]

Selección de rodamientos

Para el dimensionamiento y selección de rodamientos, partiremos del manual de selección de rodamientos SKF, en su versión 2019.

Tomemos como partida el siguiente diagrama.

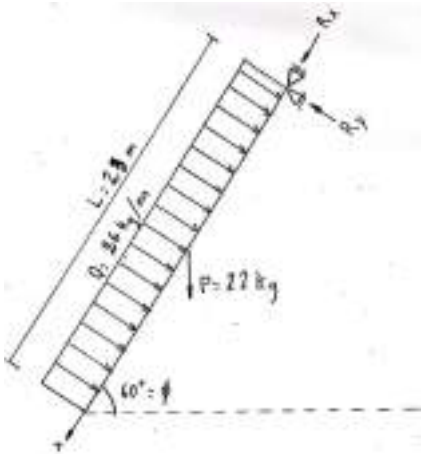


Figura 2-20: diagrama de cuerpo libre

Las reacciones en los apoyos serán:

- Rx: reacción en el apoyo en el eje x (axial).
- Ry: reacción en el apoyo en el eje y (radial).
- Q: peso del helicoide (carga repartida).
- P: fuerza puntual del peso del helicoide.
- L: longitud del helicoide.

Datos:

- Q: 9.6 [kg/m]
- P = Q * L = 22 [kg]

Cálculo de las reacciones:

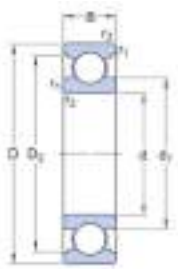
- $Rx = P \times sen(60) = 22 \times sen(60) = 19\ [kg] \rightarrow Fa = 0.19\ [kN]$
- $Ry = P \times \cos(60)\ 22 \times \cos(60) = 11\ [kg] \rightarrow Fr = 0.11\ [kN]$

Dados los resultados obtenidos anteriormente, y con el diámetro del eje motriz, seleccionamos un rodamiento con una hilera de rodillos cónicos “30206”, y otro radial rígido a bolas “6005”. Con esto se busca reducir posibles desviaciones del eje, lo que podría comprometer la integridad del mecanismo motriz.

Figura 2-21: rodamiento de rodillos seleccionado [fuente: catálogo SKF]

Figura 2-22: especificaciones técnicas del rodamiento seleccionado [fuente: catálogo SKF]

Figura 2-23: rodamiento de bolas seleccionado [fuente: catálogo SKF]



Dimensiones

d	25 mm	Diámetro interno
D	47 mm	Diámetro exterior
B	12 mm	Ancho
d_1	≈ 32 mm	Diámetro del resalte
D_2	≈ 42.2 mm	Diámetro del retaje
$r_{1,2}$	min. 0.6 mm	Dimensión del chaflán

Figura 2-24: especificaciones técnicas del rodamiento seleccionado [fuente: catálogo SKF]

A continuación, calculamos la carga dinámica equivalente a la que se somete el rodamiento.

$$P = x \times Fr + y \times Fa \text{ (ecuación 1.18)}$$

$$\frac{Fa}{Fr} = \frac{0.19\ [kN]}{0.11\ [kN]} = 1.73$$

$$\frac{Fa}{Fr} \leq e \rightarrow P = Fr = 0.11\ [kN]$$

Con este dato, podemos estimar la vida útil (en horas) que tendrá el rodamiento. Para realizar este cálculo, podemos emplear la siguiente formula

$$L_{10h} = \left(\frac{10^6}{60 \times n}\right) \times L_{10} = \left(\frac{10^6}{60 \times 100\ [rpm]}\right) \times \left(\frac{C}{P}\right)^{\rho} \text{ (ecuación 1.19)}$$

Pero también podemos optar por emplear la página de SKF y su herramienta “SKF Bearing Select”, decidimos optar por esta última, obteniendo así una vida útil estimada de $2x10^5$ [hs].

Lubricación en los rodamientos

La importancia y correcta selección del lubricante se basa en las funciones que se espera que desempeñe éste.

- Evitar efectos de rozamiento: crean una película que aísla las partes móviles entre sí, evitando contacto entre ambas y, en consecuencia, evitando un desgaste excesivo de ambas.
- Reducción del desgaste.
- Ahorrar energía y disminuir el calentamiento.
- Facilitar arranque en frío.
- Reducir el ruido.

- Refrigerar: puede reducir el calor generado en la máquina por fricción y combustión entre un 10 y un 25%.
- Previene la corrosión de las partes metálicas.
- Actúan como sellantes, evitando fugas o contaminación por fugas de otros gases y fluidos que puedan reducir el rendimiento del motor.
- Para seleccionar el lubricante, debemos tener en cuenta las condiciones operativas de la máquina. En este caso buscamos lograr un sello estanco, reducir el desgaste y evitar la corrosión.

Para seleccionar la grasa correspondiente para nuestra aplicación, emplearemos el siguiente cuadro, basado en la clasificación ISO 6743 – 9, que posee la siguiente nomenclatura.

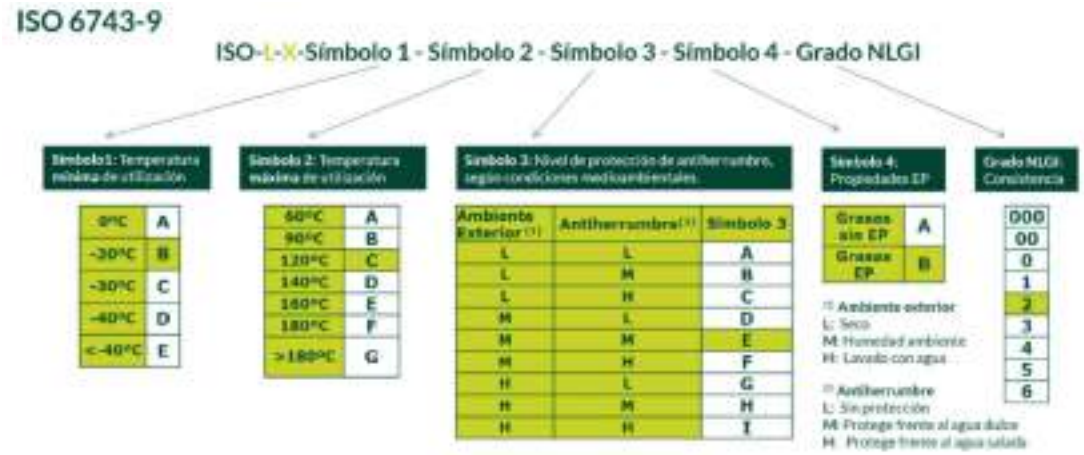


Figura 2-25: determinación del lubricante correspondiente [fuente: SKF]

Según esta nomenclatura, y basados en los parámetros antes mencionados, seleccionaremos una grasa lubricante del tipo ISO X – AAGA2.

Selección de retenes

Finalmente, y para sellar la caja de engranajes, optaremos por utilizar dos retenes apoyados ambos sobre bujes para evitar fricción entre estos y el eje, con lo que lograremos evitar marcar el eje y, en consecuencia, evitaríamos tener que rectificar el eje eventualmente.

Se seleccionaron dos retenes idénticos del catálogo DBH del tipo “Lt”, principalmente pensando en la simplicidad del armado, mantenimiento y sustitución de repuestos de la máquina, además de que la diferencia en costos es lo suficientemente baja como para justificar esta decisión.

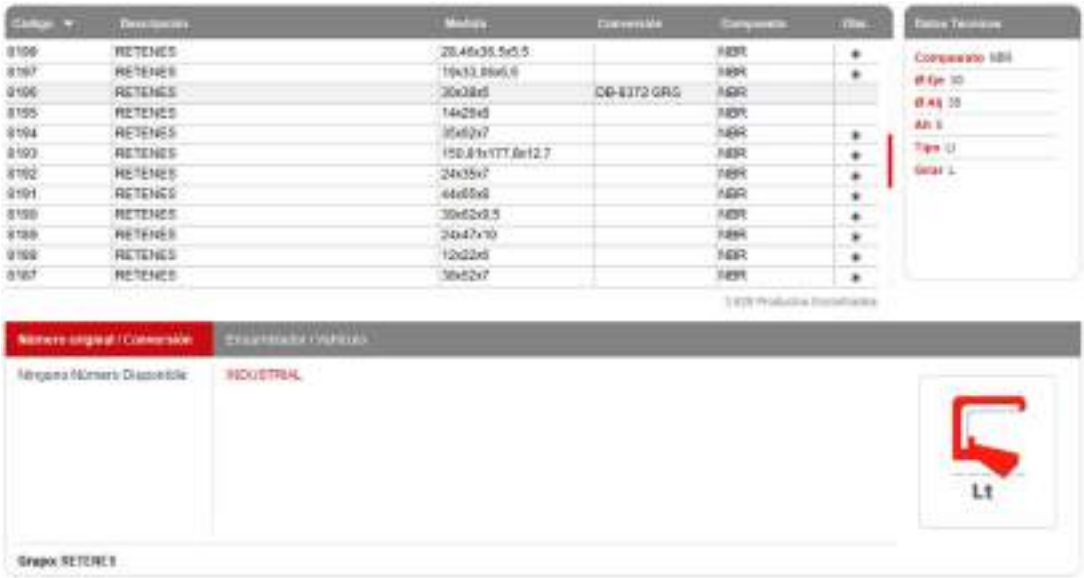


Figura 2-26: especificaciones del retén seleccionado [fuente: DBH]

Fabricación de los bujes

Como bien mencionamos, los retenes irán apoyados sobre bujes, los cuales debemos de seleccionar el material adecuado para fabricarlos. De las diferentes opciones disponibles para fabricar bujes, decidimos considerar dos alternativas, a saber, grilón y teflón, y analizar cuál de las dos es más factible.

Optamos utilizar bujes de grilón, ya que es un termoplástico que se obtiene a partir de la poliamida 6, comúnmente usado en aplicaciones industriales debido a que tiene excelentes propiedades mecánicas, eléctricas, terminas y químicas, y es fácilmente modificable al agregarle aditivos, mientras el teflón (marca comercial referida al politetrafluoroetileno) es un polímero inerte, impermeable ante la acción de cualquier compuesto y posee el coeficiente de rozamiento más bajo conocido, además de ser resistente a ambientes húmedos, es auto lubricado y muy fácil de limpiar. Si pensamos en problemas que puedan tener estas piezas, por el lado del teflón, es que este es muy difícil de mecanizar, es inestable mecánicamente y es difícil que mantenga tolerancias precisas, lo que nos obliga a emplear maquinaria CNC de alta precisión para fabricar los bujes, mientras el grilón es muy fácil de mecanizar, pudiendo fabricar los bujes sin mayores dificultades en un torno paralelo convencional. Otro punto de conflicto es el costo, el teflón tiene un costo aproximadamente 3 veces mayor al grilón, lo que, sumado al costo superior de mecanizarlo, nos hace difícil su

elección como material para fabricar los bujes, aun teniendo en cuenta su mayor durabilidad debido a su menor desgaste.

Selección del alemite

En cuando al alemite, seleccionamos uno normalizado del catálogo PEX lubricante tipo recto de rosca 10 x 1.5, debido a que de esta forma se tendrá un fácil acceso al mismo.

Figura 2-27: alemite seleccionado [fuente: catálogo PEX]

Cálculo de esfuerzos para el eje y brida de acople

Primeramente, comenzamos calculando la sujeción del eje y la brida de acople.

- Datos:

Material del eje: SAE 1045

τ_{fl}: tensión de fluencia = 0,6 * 4148 [Kg/cm2] (resistencia De fluencia) = 2488,8[kg/cm2]

- Tornillos:

Para el caso de los tornillos, seleccionamos una calidad 8.8 estándar como base, estos poseen una resistencia de 800 [N/mm^2], o aproximadamente 8157.73 [kg/cm^2].

τ_{fl}: tensión de fluencia = 0,6 * 8157.73 [Kg/cm2] (resistencia De fluencia) = 4894.64 [kg/cm2] (Valor adoptado de forma práctica).

El momento torsor que se debe transmitir fue calculado previamente, y nos dio 179.05 [kgcm]. Tenemos que la distancia entre centros de los tornillos de sujeción de la brida es de 12.5mm, de esta forma, podemos determinar el diámetro necesario para los tornillos empleando los cálculos siguientes.

$$\tau f = \frac{Mt/r}{A} \rightarrow A = \frac{Mt/r}{\tau f} = \frac{179.05\ [kgcm]}{8157.73\ [kg/cm^2] \times 1.25\ [cm]} = 0.018\ [cm^2] \text{ (ecuación 1.20)}$$

Dado que el área resistente es muy baja, equivalente a 1.8 mm^2, no tenemos limitaciones en cuanto a la selección de tornillos. Seleccionamos 4 tornillos métrica 5x1.

Repitiendo el cálculo pero para los tornillos de acople entre brida y brida, tenemos que el momento torsor es el mismo pero cambia la distancia y, por ende, nuestra área resistente, recalculando:

$$\tau f = \frac{Mt/r}{A} \rightarrow A = \frac{Mt/r}{\tau f} = \frac{179.05\ [kgcm]}{8157.73\ [kg/cm^2] \times 3.3\ [cm]} = 0.0066\ [cm^2] \text{ (ecuación 1.21)}$$

De esta forma, podemos ver que tampoco tenemos limitación en cuanto a la elección de tornillos, seleccionamos 4 tornillos métrica 8 x 1 para diferenciarlos de los tornillos interiores.

Rosca[a] d	Área de esfuerzo nominal $A_{s,nom}$[b] mm²	Clase de calidad 4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
		Carga de prueba, F_p ($A_{s,nom} \times S_{p,nom}$), N								
M3	5,03	1 130	1 560	1 410	1 910	2 210	2 920	3 270	4 180	4 880
M3,5	6,78	1 530	2 100	1 900	2 580	2 980	3 940	4 410	5 630	6 580
M4	8,78	1 980	2 720	2 460	3 340	3 860	5 100	5 710	7 290	8 520
M5	14,2	3 200	4 400	3 980	5 400	6 250	8 230	9 230	11 800	13 800
M6	20,1	4 520	6 230	5 630	7 640	8 840	11 600	13 100	16 700	19 500
M7	28,9	6 500	8 960	8 090	11 000	12 700	16 800	18 800	24 000	28 000
M8	36,6	8 240[c]	11 400	10 200[c]	13 900	16 100	21 200[c]	23 800	30 400[c]	35 500
M10	58	13 000[c]	18 000	16 200[c]	22 000	25 500	33 700[c]	37 700	48 100[c]	56 300
M12	84,3	19 000	26 100	23 600	32 000	37 100	48 900[d]	54 800	70 000	81 800
M14	115	25 900	35 600	32 200	43 700	50 600	66 700[d]	74 800	95 500	112 000
M16	157	35 300	48 700	44 000	59 700	69 100	91 000[d]	102 000	130 000	152 000
M18	192	43 200	59 500	53 800	73 000	84 500	115 000	—	159 000	186 000
M20	245	55 100	76 000	68 600	93 100	108 000	147 000	—	203 000	238 000
M22	303	68 200	93 900	84 800	115 000	133 000	182 000	—	252 000	294 000
M24	353	79 400	109 000	98 800	134 000	155 000	212 000	—	293 000	342 000
M27	459	103 000	142 000	128 000	174 000	202 000	275 000	—	381 000	445 000
M30	561	126 000	174 000	157 000	213 000	247 000	337 000	—	466 000	544 000
M33	694	156 000	215 000	194 000	264 000	305 000	416 000	—	576 000	673 000
M36	817	184 000	253 000	229 000	310 000	359 000	490 000	—	678 000	792 000
M39	976	220 000	303 000	273 000	371 000	429 000	586 000	—	810 000	947 000

[a] Cuando en una designación de rosca no se indica el paso de la misma, se especifica el paso grueso.
[b] Para calcular $A_{s,nom}$, véase el apartado 9.1.6.1.
[c] Para elementos de fijación con tolerancia en la rosca fina de acuerdo con la Norma ISO 965-4 sometidos a galvanización en caliente, se aplican valores más reducidos, de acuerdo con la norma ISO 10684:2004, véase el anexo A.
[d] Para los elementos de fijación estructurales, 50 700 N (para M12), 68 800 N (para M14) y 94 500 N (para M16).

Figura 2-28: selección de tornillos para brida [fuente: según norma DIN para tornillo]

En la siguiente imagen podemos apreciar la brida terminada.

Figura 2-29: brida de acople

Diseño de la caja porta rodamientos

Teniendo en cuenta todos los elementos previamente calculados y dimensionados, debemos diseñar una caja que permita alojarlos a todos, a la vez que permitir un fácil acceso a estos al facilitar el desarme de la misma. A continuación, observamos explosionados los componentes que conforman el conjunto de la caja porta rodamientos, ordenados según un criterio de ensamble lógico.

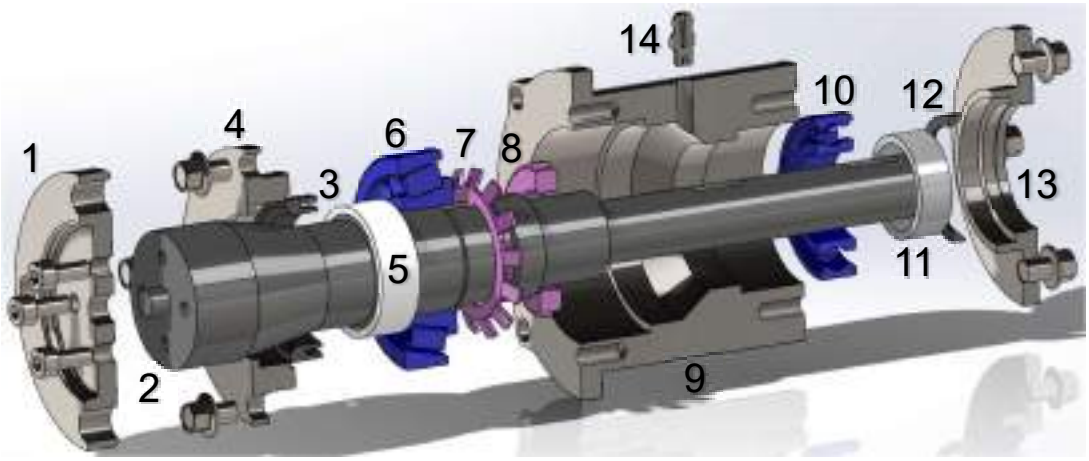


Figura 2-30: caja porta rodamientos

1. brida de acople principal. Material: AISI 420
2. Eje. Material: SAE 1045
3. Retén “Lt” 28.6x38.1x6. Material: NBR
4. Tapa principal. Material: AISI 420
5. Buje 33x38x12. Material: grilón
6. Rodamiento 30206
7. Arandela de fijación MB 6
8. Tuerca de fijación KM 6
9. Caja porta rodamiento. Material: SAE 1020
10. Rodamiento 6005
11. Buje 25x30x10. Material: grilón
12. Retén “Lt” 30x38x5. Material: NBR
13. Tapa secundaria. Material: AISI 420
14. Alemite recto M10x1.5

Diseño de la caja semi hermetizada

El conjunto motorreductor debe estar completamente aislado del resto de la máquina, debido a que puede desprender material contaminante (suciedad, aceites, grasas), a la vez que buscamos evitar que el ambiente corrosivo creado por la presencia del pan rallado y el huevo, junto con diferentes condimentos, puedan estos afectar a los materiales que, si bien no entran en contacto directo con los alimentos, no se tuvo mayor cuidado en la elección de los materiales para fabricarlos, optando por materiales más simples y menos costosos, menos resistentes a agentes agresivos, pero a la vez debe permitir que el mismo se refrigere adecuadamente.

Teniendo esto en cuenta, diseñamos un buche que contendrá todo el conjunto motorreductor y la caja porta rodamientos.

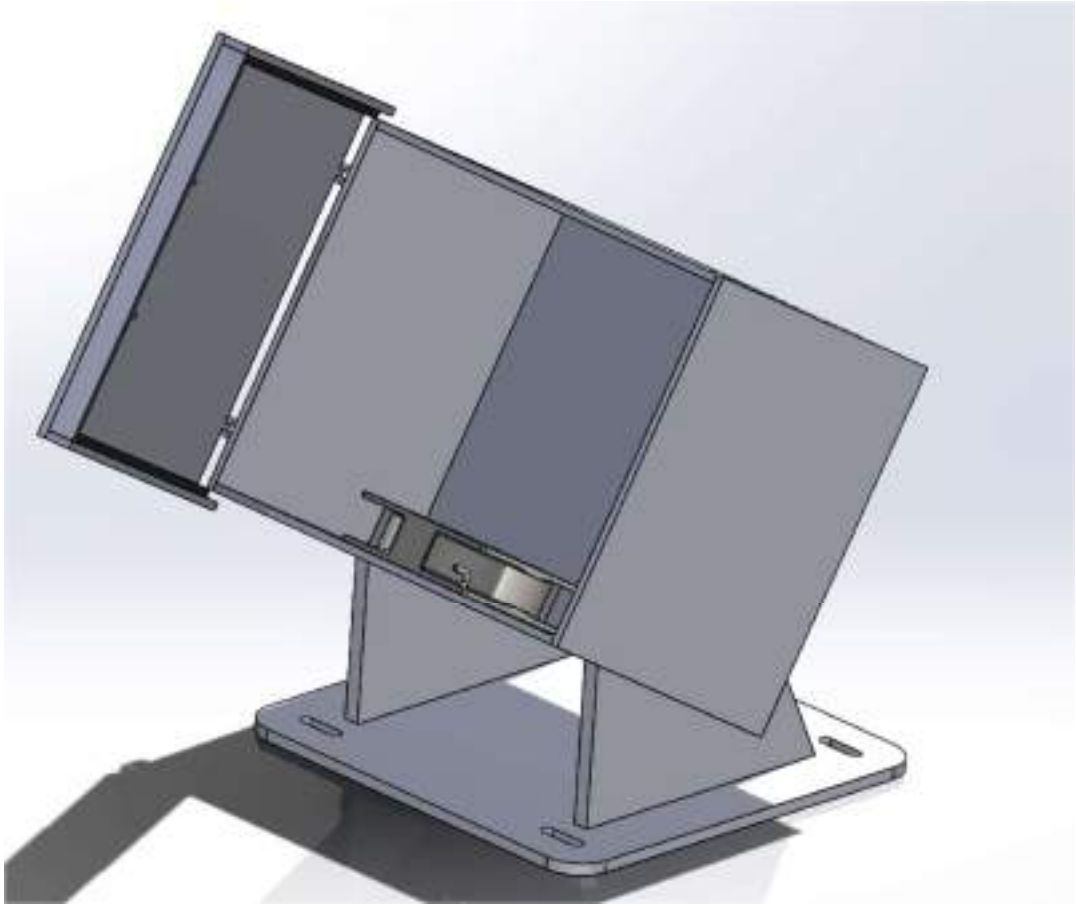


Figura 2-31: buche

La caja posee una tapa con burlete en 3 de sus cantos, que permiten un cierre y sello adecuados de la misma, a la vez que, de esta manera, se facilita el

mantenimiento del conjunto motriz, siendo de muy fácil acceso y desarme. Debido a que la caja aísla al conjunto motriz, también dificulta su refrigeración, por lo que se optó por colocar un ventilador de 220V y 125mm de diámetro, del lado exterior de la misma, de esta manera logramos extraer el aire caliente del interior de la caja, logrando una buena refrigeración del motor y evitando que este se vea afectado por las partículas en el ambiente que podría enviar hacia adentro el ventilador. El canto posterior, en la zona de las bisagras, no posee burlete, lo que permitirá la existencia de una hendidura en esa zona y el ingreso de aire fresco del exterior, el cual es succionado por el ventilador del motor, y, luego, extraído del interior por el forzador de aire externo, logrando una eficaz refrigeración del motor.

Diseño de la tolva

El diseño de la tolva consideramos un paso crítico en el aprovechamiento de la máquina, ya que tiene que tener el volumen suficiente como para lograr una eficiencia elevada, pero ser lo suficientemente compacta como para que su volumen y, consecuentemente, su peso al estar cargada, estorbe la manipulación de la máquina y comprometa su integridad y estabilidad dimensional.

Nuestra base para diseñar la tolva se basó en el pesaje y volumen que poseen las bolsas de pan rallado, las cuales tienen un peso de 30kg y nos planteamos como objetivo que el operario solo deba abrir una bolsa y pueda vaciar completamente su contenido en la tolva de recuperación, de esta manera, llegamos al diseño que mejor optimizaba nuestros requerimientos de volumen y dimensión.

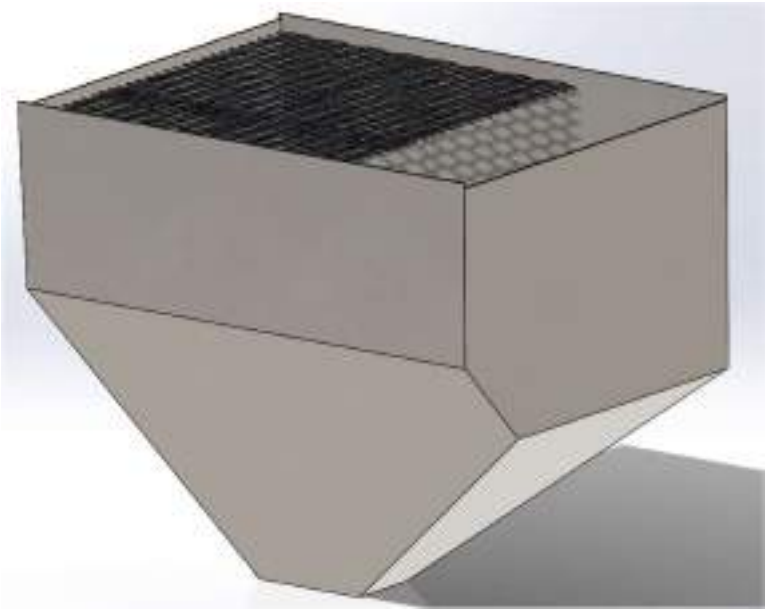


Figura 2-32: tolva de recuperación

La forma que posee la tolva, con 4 caras rectas de altura mínima de 250mm en el canto más bajo (apreciable en la imagen anterior) y una caída en forma prismática hacia una de las esquinas, nos dará la posibilidad y flexibilidad que buscamos a la hora de armar la máquina, a la vez que optimiza la descarga del pan rallado hacia el sector donde se ubicaría el tornillo, para completar la recirculación y devolver el pan rallado a la parte superior de la máquina y hacia la tolva secundaria, según lo apreciado en la siguiente imagen.

Luego, por intermedio de SolidWorks, determinamos las diferentes propiedades físicas de la tolva, considerando el volumen útil de la misma (limitados a un máximo de 20mm desde el borde superior y hasta el inferior. De todas estas propiedades, nos interesa el volumen de la misma, que nos da 181 litros de capacidad. Según mencionamos al principio, 1000 [cm^3] (1 litro) de pan rallado pesan 680 [gr], lo que, teniendo en cuenta nuestra capacidad total de 181 litros, nos da una capacidad total de 123.08 [kg] en la tolva de recuperación inferior, muy por encima de los 30 [kg] que posee una bolsa de pan rallado de escala industrial, de la clase que usan en frigoríficos, lo que nos brinda la posibilidad de introducir hasta 4 bolsas de pan rallado dentro de la tolva, sin tener inconveniente alguno en cuanto a su capacidad y, de esta forma, lograr una autonomía considerable al reducir la tarea del operario a rellenar la máquina 2 horas, en el momento de la instalación, y cada una hora, una vez alcanzado el objetivo de expansión máxima del 100%.

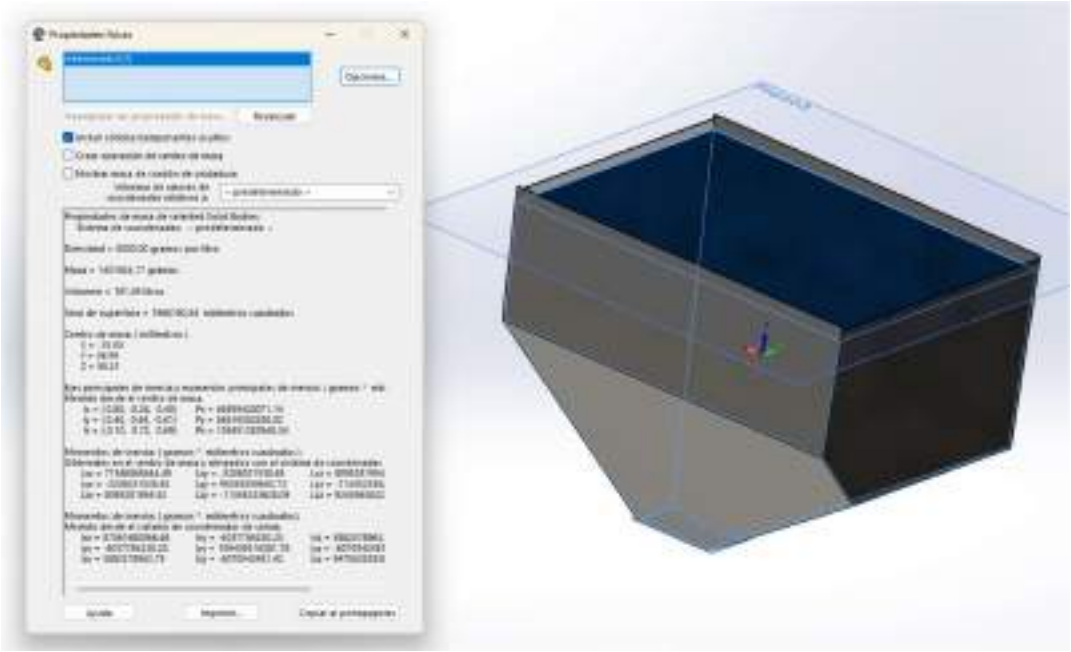


Figura 2-33: determinación de propiedades físicas de la tolva

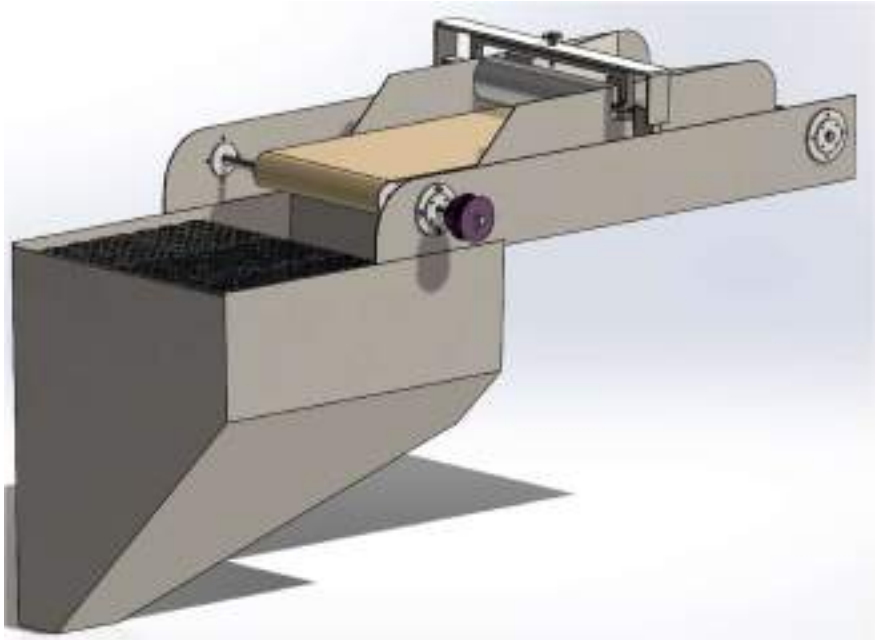


Figura 2-34: acople de la cinta a la tolva

La tolva decidimos fabricarla en chapa plegada de acero AISI 316 de 2.5mm de espesor y le colocamos una rejilla en la parte superior, lo que evitaría que el operario pueda introducir las manos dentro de la tolva, con el correspondiente riesgo que conlleva si alcanza la boca de alimentación del tornillo, y además permite una

primera granulación de los grumos que podrían ingresar en la tolva de recuperación producto de la mezcla de pan rallado y mejunje, además de evitar que las milanesas terminadas puedan ingresar en la tolva y, en consecuencia, sean atrapadas por el tornillo.

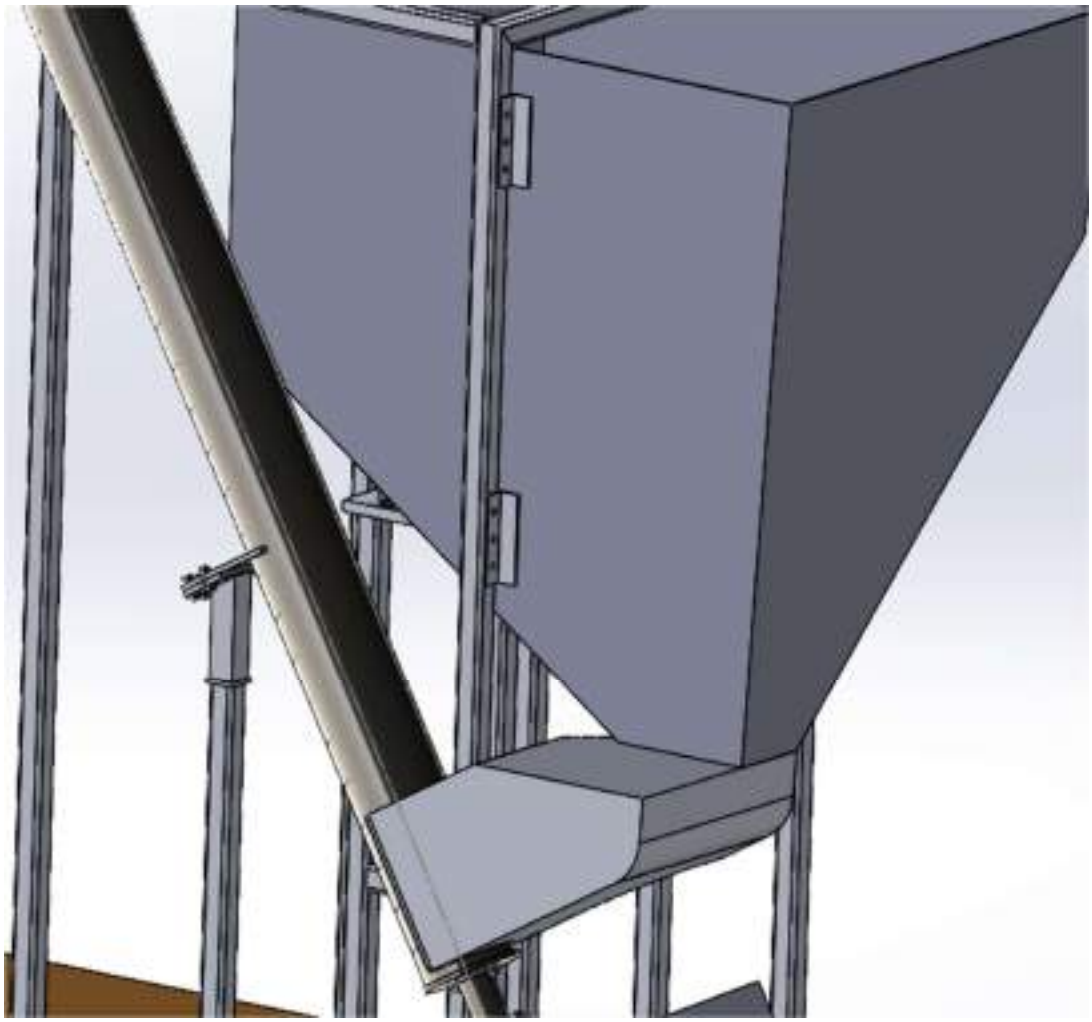
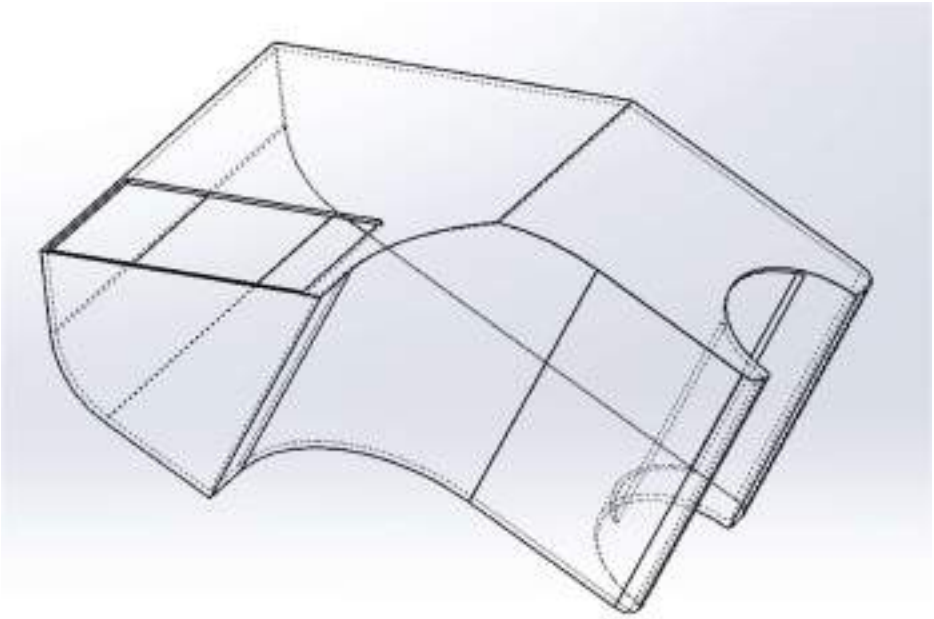


Figura 2-35: salida de la tolva y hacia la boca de descarga

Diseño de boca de descarga inferior

La boca de descarga inferior fue diseñada pensando en la seguridad del operario y la optimización de la alimentación al tornillo, ya que, por su geometría, impide que el operario pueda alcanzar el tornillo si, por algún motivo, introduce su mano dentro de la tolva, además de que permite focalizar la alimentación del tornillo, logrando un flujo suave y constante de pan rallado hacia el tornillo, optimizando el

rendimiento del mismo. A continuación, podemos ver una imagen de la boca de descarga inferior.



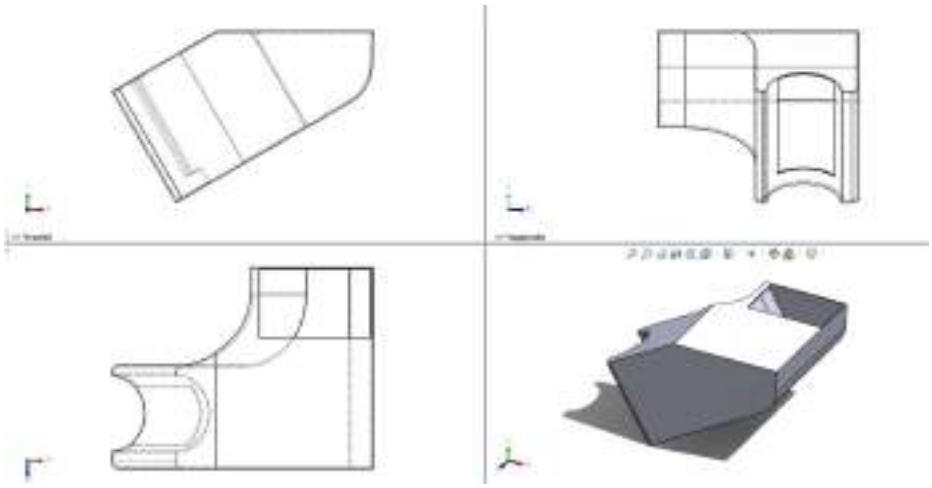


Figura 2-36: boca de descarga

La boca será fabricada en acero AISI 316 de 2.5mm de espesor.

boca de descarga superior

En cuanto a la boca de descarga superior, podemos apreciarla en la siguiente imagen.

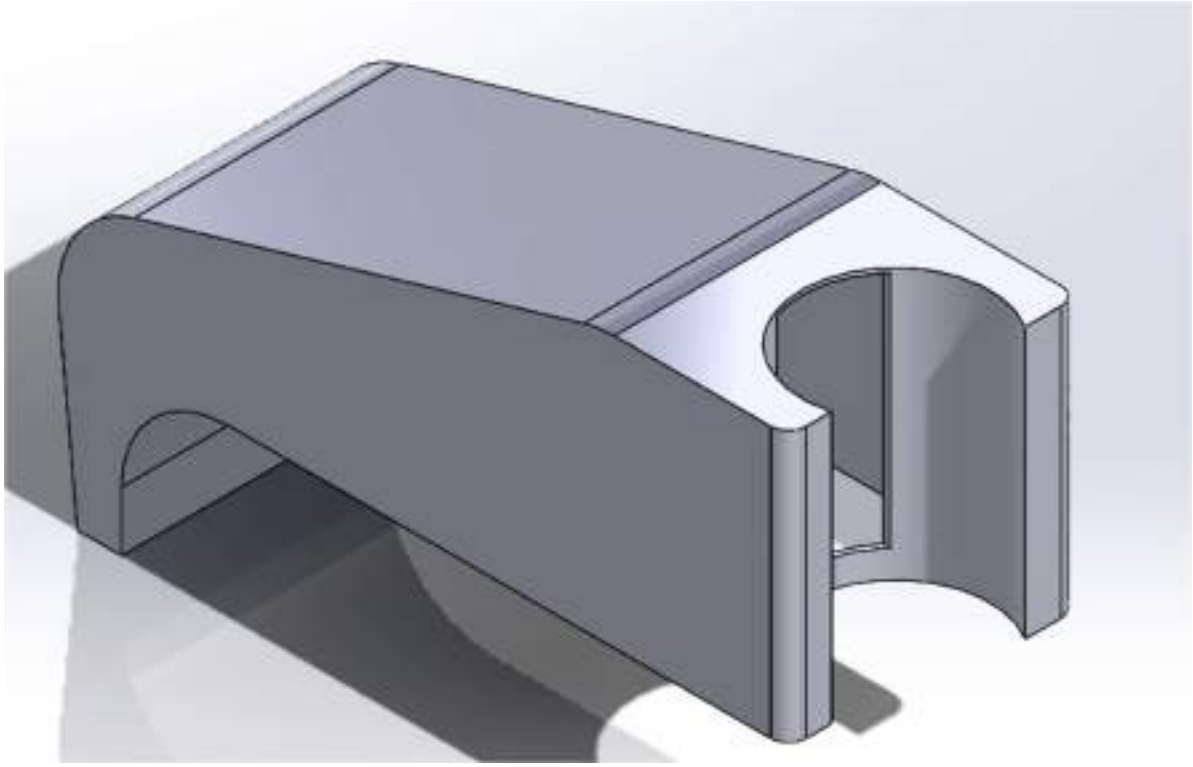


Figura 2-37: boca de descarga superior

La misma está diseñada de forma tal de distribuir de forma homogénea el pan rallado en la tolva de recuperación inferior, a la vez que permitirá garantizar que el flujo de pan rallado sea constante y, a la vez que el mismo se vacía de la tolva superior y circula hacia la inferior, permitirá garantizar una alimentación constante y que la tolva permanezca siempre cargada con pan rallado, logrando así un funcionamiento eficaz de ambas etapas de la misma. El diseño que posee, siendo más ancha en la entrada y haciéndose más estrecha a medida se acerca el final, permitirá aumentar la velocidad de circulación del pan rallado, lo que a su vez nos permitirá garantizar una distribución homogénea en toda la tolva y ayudando en la granulación del mismo. La misma será fabricada en acero inoxidable AISI 316 de 2.5 mm de espesor.

Tolva de distribución superior

La tolva de distribución tiene la geometría siguiente.

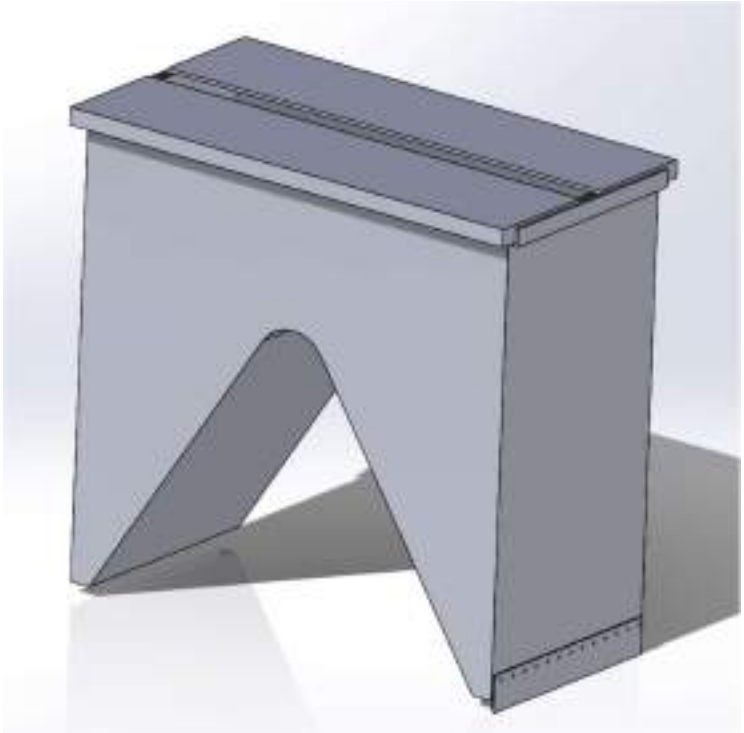


Figura 2-38: tolva superior

Esta tolva fue diseñada teniendo en cuenta dos etapas de panificado, una primera etapa en el punto medio de la cinta transportadora de la máquina, y una segunda etapa sobre el final de la misma, esto nos permitirá maximizar el rendimiento de la máquina ya que se logra milanesas más gruesas con un mayor contenido de pan rallado. En el lado frontal de la tolva, se coloca un deflector, el cual permitirá la formación de un montículo de pan rallado, el cual garantizará la completa inmersión de la milanesa en el pan rallado. A la vez, en la parte superior de la tolva, se coloca una tapa dividida en dos partes, lo que nos permitirá evitar que el polvillo de pan rallado se escape de la tolva, perdiendo material y contaminando las inmediaciones de la máquina. Esta tolva será fabricada en acero inoxidable AISI 316 de 2.5 mm de espesor.

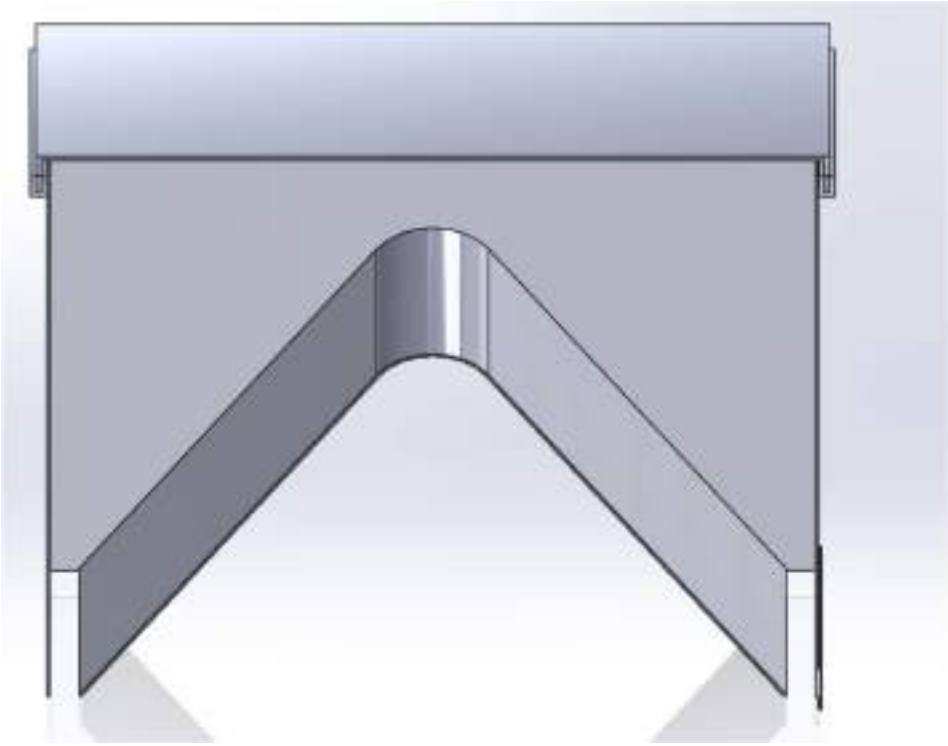


Figura 2-39: tolva superior

Capítulo 3: Cinta transportadora

Datos preliminares

Para poder transportar los bifes a través de la máquina empanadora, y sacar finalmente las milanesas terminadas, utilizaremos una cinta transportadora, la cual no solo debe permitirnos transportar los bifes, sino que debe permitir la formación del colchón de pan rallado sobre el que descansará el bife, cubriendo la parte inferior de éste de pan rallado, y a la vez cubrir la parte superior del mismo completamente, para ser luego presionado entre la cinta y un rodillo, lo que termina de darle forma a la milanesa, la que es luego retirada de forma manual al final de la cinta. Además, la cinta debe tener una geometría tal que permita la decantación del pan rallado hacia la tolva de recuperación, el cual es luego transportado por el tornillo helicoidal hacia la tolva superior, completando el ciclo.

Para poder diseñar la cinta, debemos tener en cuenta el material que debemos transportar, su densidad, el volumen que debemos transportar del mismo, etc. En nuestro caso, el material a transportar será una mezcla de bifes y pan rallado en una mitad de la cinta, y milanesas y pan rallado en la otra mitad.

A la hora de diseñar nuestra cinta, nuestras limitantes, a diferencia del tornillo, se verán principalmente influenciadas por la disponibilidad de bifes, ya que proyectamos una capacidad máxima de producción de milanesas de 200 kg/h, lo que se traduce en 100 kg/h de bifes a procesar, teniendo en cuenta la futura ampliación de 100%. A la vez, si consideramos que, en promedio, entran unas 3 milanesas terminadas por kg, las cuales tienen una longitud promedio de 250 mm, podemos resumir nuestras variables como sigue.

- Carga máxima: 200kg
- Estimación de la velocidad:
  200 [kg/h] / 3 = 600 milanesas procesadas por hora. Si consideramos que cada milanesa mide 25 [cm] en promedio, y consideramos una distancia entre milanesas de 50 [cm], tenemos que la velocidad de desplazamiento de la cinta es de 450 [m/h], lo que se traduce en una velocidad de 0.125 m/s.

Selección de la banda

La cinta será la encargada de transportar los bifes. A la hora de seleccionar la misma, tuvimos en cuenta que debe de permitir la formación del colchón de pan rallado sobre el que descansará el bife para lograr un efectivo recubrimiento del mismo con pan rallado. Teniendo esto en cuenta, seleccionamos una banda transportadora de alambres engarzados.

Figura 3-1: banda transportadora

Estas bandas son ideales para nuestras necesidades ya que permitirán el correcto escurrimiento del pan rallado y, en conjunto con la geometría del cuerpo de la cinta, la formación de un colchon de pan rallado. La misma puede ser fabricada a medida por el proveedor **Duratech Technology Co., Ltd,** el material de fabricación seleccionado es, en este caso, acero AISI 304.

Diseño de la estructura de soporte

La estructura será la parte más importante de la cinta transportadora, ya que, además de brindar soporte y rigidez a la misma, esta debe tener una geometría tal que permita la formación del colchón de pan rallado y una inclinación adecuada que permita el escurrimiento del mismo hacia la tolva de recuperación en la medida que la cinta gira. De esta forma, la geometría final de la misma es la siguiente.

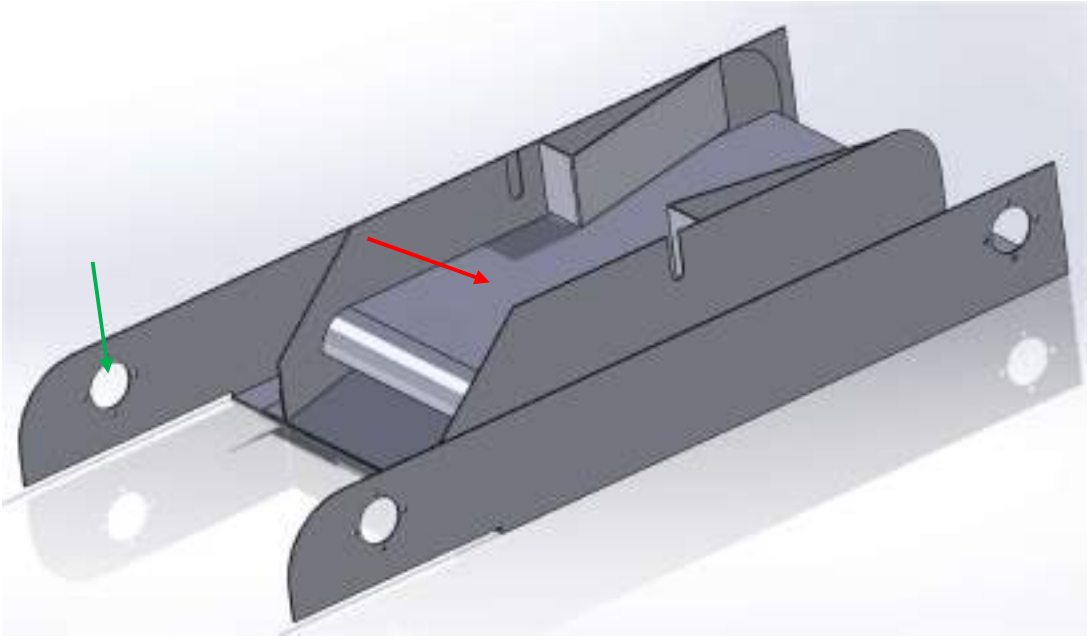


Figura 3-2: estructura de la cinta

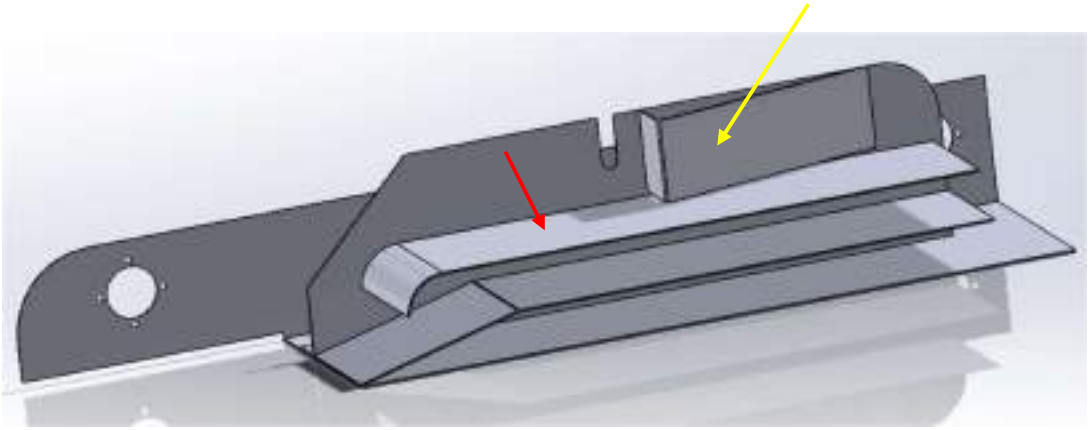


Figura 3-3: estructura de la cinta (en corte)

La estructura en cuestión está realizada en chapa plegada AISI 316. En la imagen anterior, con una flecha roja, indicamos la presencia de una chapa que recorre gran parte de la longitud de la estructura, esta chapa actúa de base para que el pan rallado pueda formar el colchón sobre el que descansa el bife sin que el pasaje del mismo por sobre la abertura de la tolva (intermedio de la banda seleccionada) impida la formación del mismo. A la vez, indicado con flechas amarillas, podemos apreciar dos aletas idénticas a los costados de la banda, estas provocarán un efecto de reducción de anchura (de 332mm a 200mm) y un efecto de embudo, lo que nos garantizará la completa inmersión de los bifes en pan rallado, lo que a la vez nos permitirá maximizar el rendimiento de la máquina, al maximizar la eficiencia del pan

rallado ya que, como mencionamos antes, mientras más pan rallado se consuma, más rentable es el producto para el frigorífico, ya que las milanesas se venden al peso y, mientras más pan rallado contengan, más rentable es la producción. También, en color verde, podemos apreciar en la figura 3-2 la presencia de las bridas para alojamiento de los rodamientos de los cilindros, lo que nos permitirá un adecuado montaje de los cilindros, de forma solidaria a la estructura, y un adecuado centrado de la banda respecto de la estructura, a la vez que nos permitirá el desmontaje rápido de la misma en caso de ser necesario reemplazar los rodamientos o la banda.

Rodillos de la cinta

La cinta, debido a su baja longitud, posee unicamente dos ejes idénticos en sus extremos. En nuestro caso, tenemos que las milanesas se desplazan a una velocidad de 0.125 m/s, lo que, dado el diámetro del rodillo (64mm), nos permite aplicar la norma DIN – 22101 para calcular la velocidad de giro del tambor motriz.

$$N_T = \frac{60 \times V}{\pi \times D_T} = \frac{60 \times 0.125[\frac{m}{s}]}{\pi \times 0.064[m]} = 37.3[rpm] \cong 40[rpm] \text{ (ecuación 3.1)}$$

De esta manera, nos da que el tambor motriz gira a 40 [rpm]. Cada eje está compuesto por un eje central sólido con agujeros para prisioneros en 3 ubicaciones diferentes (detalles en plano correspondiente), hermanados a 3 cilindros de perfil símil engranajes mediante prisioneros, 2 por engranaje, ubicados de forma contrapuesta no pasantes. Adoptamos este enfoque ya que de esta manera ahorramos material y debido a que, según se ve en la figura 3-1, la banda de alambres engarzados se compone de 3 secciones diferenciadas, de esta manera podemos repartir la tensión de forma pareja en toda la cinta, a la vez que nos evitamos la necesidad de poner una cadena en los extremos de la banda, lo que daría origen a una fuente de contaminación de los alimentos, ya que las cadenas deben ser necesariamente lubricadas, además de que el pan rallado ocasionaría un ambiente altamente abrasivo para la cadena, obligándonos a limpiar de forma exhaustiva y constante la banda con el fin de evitar que la misma se corte por mala lubricación. El rodillo conductor será accionado, como bien mencionamos, por un motorreductor idéntico al tornillo, pero con una relación de reducción diferente (el fabricante nos facilita esto), lo que nos permite accionar la banda en forma directa mediante un sistema de poleas de idéntica medida y una correa dentada. Esta última elección resulta la más apropiada para motorizar la cinta debido a la flexibilidad de montaje que nos brinda, pudiendo ocultar el mecanismo del motorreductor dentro del cuerpo de la máquina, a la vez que las

correas son las más apropiadas para transmitir movimientos en todo tipo de ambientes sin que se vea comprometida su integridad, y, al ser dentada, nos garantizamos la confiabilidad en la traslación del movimiento del eje de salida del reductor hacia la cinta. La polea irá montada al eje del tambor conductor mediante un prisionero doble no pasante, garantizando la confiabilidad y estabilidad en el ensamble y evitando posibles patinamientos.

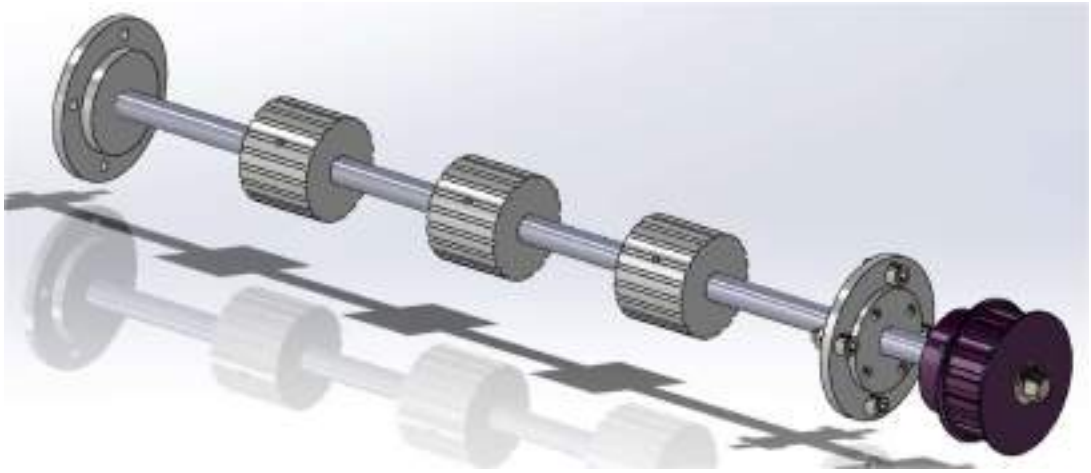


Figura 3-4: rodillo conductor

El eje conducido es de idéntica medida y geometría al conductor.

Rodillo prensa milanesas

Como última parte de la cinta transportadora, debemos de diseñar un mecanismo que nos permita prensar las milanesas una vez las mismas fueron empanadas, logrando así la máxima adhesión y retención posible de pan rallado. Para lograr esto, diseñamos un mecanismo que consiste en un rodillo aprisionador de giro libre, el cual se desliza mediante guías solidarias a la cinta y, mediante un mecanismo de tornillo centrado en el dispositivo, podemos regular la altura del rodillo, en función de la altura de las milanesas que se vallan a preparar, a la vez que nos permite regular la fuerza con la que se van a aprisionar las milanesas en la medida que estas vallan saliendo. En este apartado en particular, dado que asumimos que los bifes provienen de una máquina que los corta a una altura idéntica entre sí, no nos generará inconvenientes en cuanto a la fijación de una altura en particular.

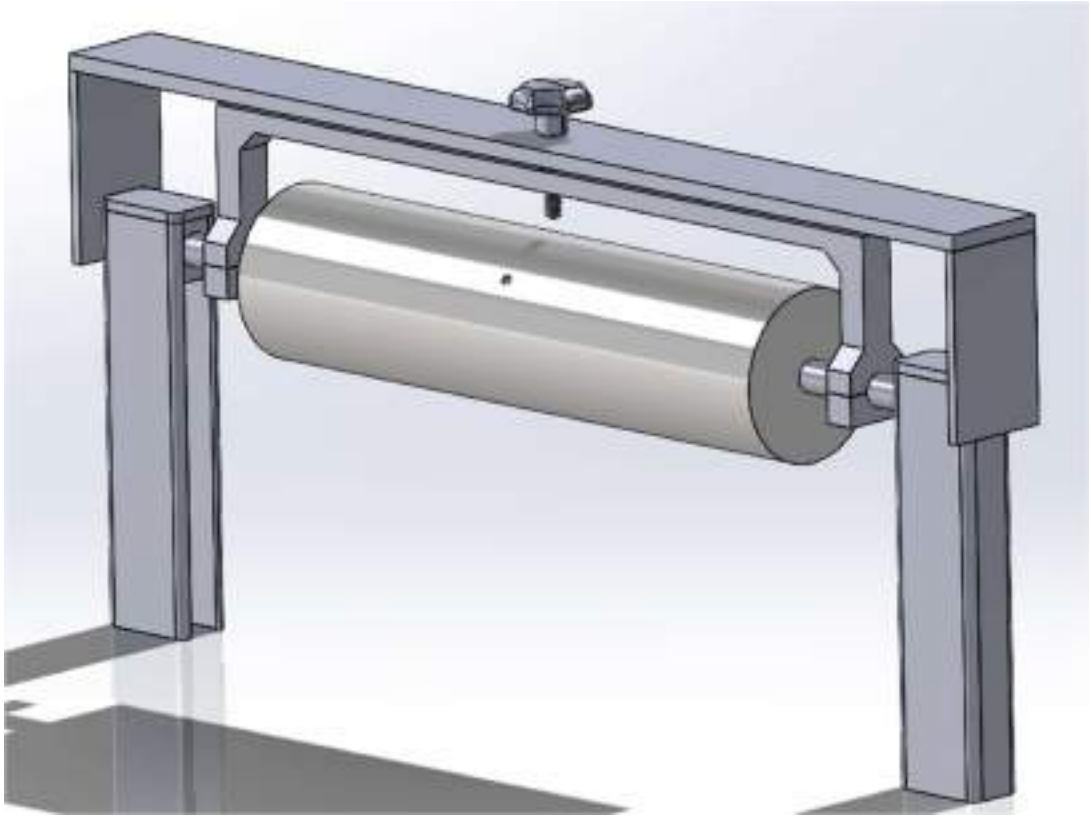


Figura 3-5: rodillo aprisionador

De esta manera, la geometría final de la cinta transportadora es la siguiente:

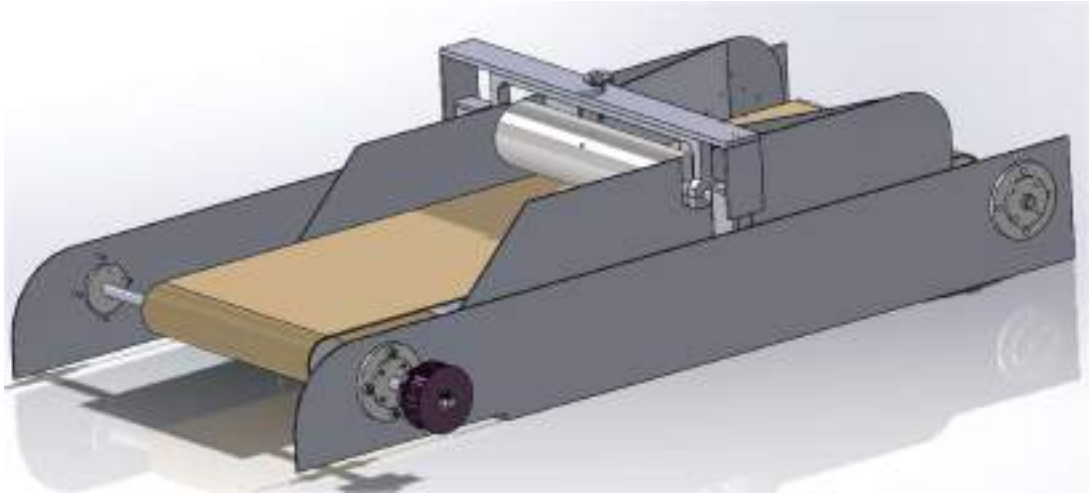


Figura 3-4: cinta transportadora

De esta manera, diseñamos una cinta transportadora que es adecuada para nuestras necesidades, que nos permitirá lograr una máxima eficiencia de producción y logrando el cometido buscado.

Selección del motor eléctrico

Dado que la cinta posee una longitud máxima cercana a los 1100mm, como máximo solo transportaría 1 milanesa en todo momento, y, dado que el pan rallado no opondrá casi resistencia debido al formato de la banda, esta tendrá muy poca exigencia, por lo que podemos optar por utilizar el mismo motor WEG que para el tornillo transportador, con su correspondiente ahorro de costes y simplificación de la máquina, pero considerando que el mismo deberá ser hermanado a una caja reductora de eje axial, por simplicidad de diseño, con una velocidad de 40 rpm en su eje de salida para permitirnos el rendimiento deseado. También, al igual que el motor empleado en el tornillo sin fin, debemos aislarlo lo mejor posible del ambiente corrosivo, de forma tal de prolongar su vida útil y reducir su necesidad de mantenimiento, favoreciendo los ahorros de costos aparejados al mismo. El formato del motor elegido es el siguiente.

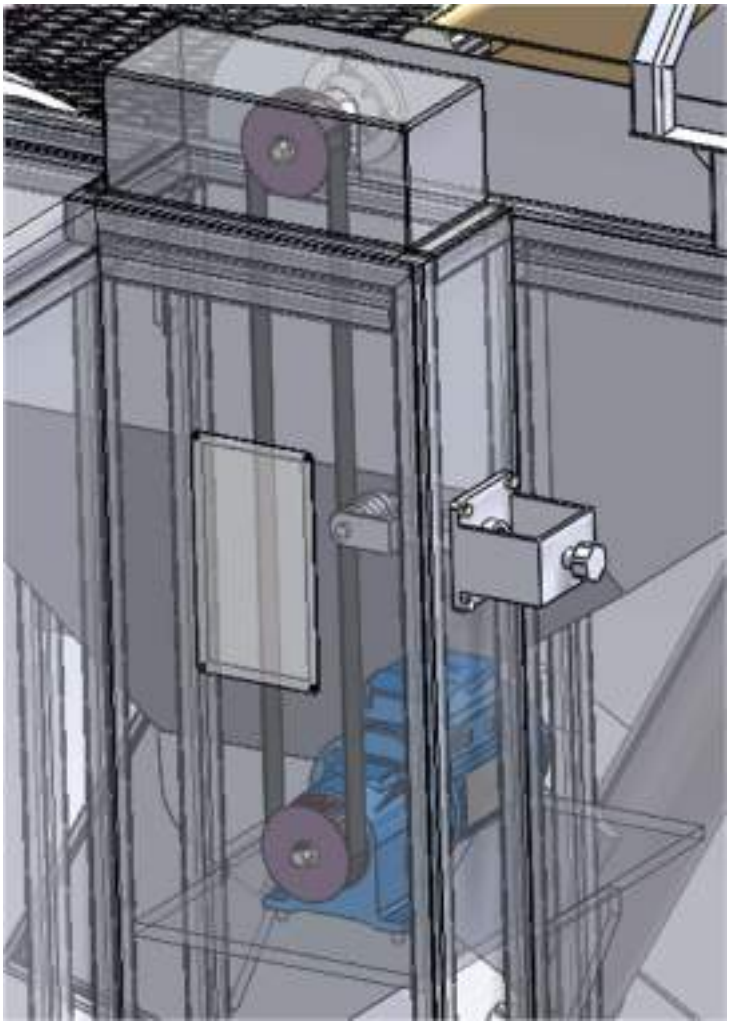


Figura 3-5: ubicación del motor eléctrico

Como podemos ver, el motor irá montado en un estante interno a la máquina y completamente cubierto por paneles de chapa, lo que nos permitirá aislarlo del ambiente y, de esta forma, protegerlo de éste. También, en la misma imagen podemos apreciar la presencia de un tensor de tipo tornillo con rodamientos lineales, esto nos permitirá darle de forma sencilla la tensión apropiada a la correa, garantizando así un óptimo funcionamiento. El formato elegido para el tensor responde a la simplicidad del mecanismo en el que se emplea y la facilidad de acceso al mismo, permitiendo un ajuste rápido de éste cuando sea necesario. El panel frontal posee una tapa de acrílico transparente que nos permitirá realizar el control periódico de la correa dentada y el estado del tensor de forma rápida, sin necesidad de desmontar el panel entero.

Capítulo 4: Estructura general de la máquina

Panel eléctrico

Ubicado en el frente de la máquina, para facilidad de uso y mantenimiento, colocamos el panel eléctrico. Dentro de este panel estarán todos los componentes que permitirán comandar y accionar la máquina de forma eficaz, pero, además, dentro del mismo estará ubicada la electrónica que permitirá comandar la máquina mediante PLC, ya que la misma formará parte de un proceso de producción mayormente automatizado, lo que también facilitaría el comando de la misma, debido a que pueden automatizarse el control de diferentes parámetros, como el nivel de pan rallado disponible, conteo de milanesas producidas, estado general de las piezas mecánicas, nivel de obstrucción de filtros, tiempo restante hasta mantenimiento, etc.

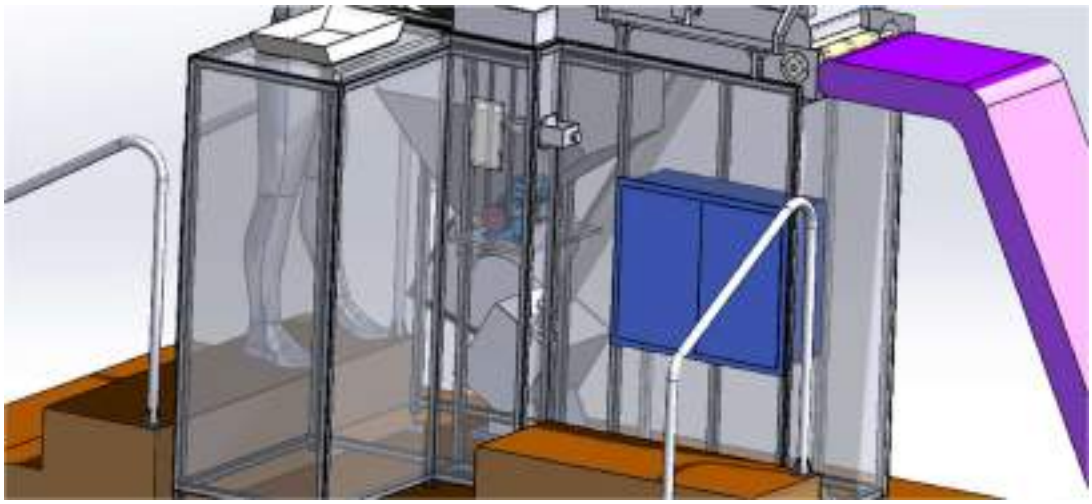


Figura 3-6: panel eléctrico

Estructura de soporte de la máquina

Como parte final de la máquina, montamos la misma sobre una estructura conformada en caño 30x30x2, siendo estos los más comunes y fácilmente conseguibles, proporcionando además una elevada resistencia y rigidez estructural y resultando fácil de soldar, pero siendo además suficientemente ligera como para ser fácil de armar. La estructura fue diseñada en torno a la máquina, de forma tal que la misma se adapta perfectamente a cada parte de la misma, por lo que su diseño es el que mejor optimiza el uso de materiales. La misma consta de un marco superior y uno

inferior, unidos entre sí por diversas patas que brindan estabilidad a la máquina, y en el marco inferior, al final de cada pata, se suelda una planchuela que permitirá atornillar las patas, las cuales cumplen la función de nivelar la máquina y reducir las vibraciones de la misma.

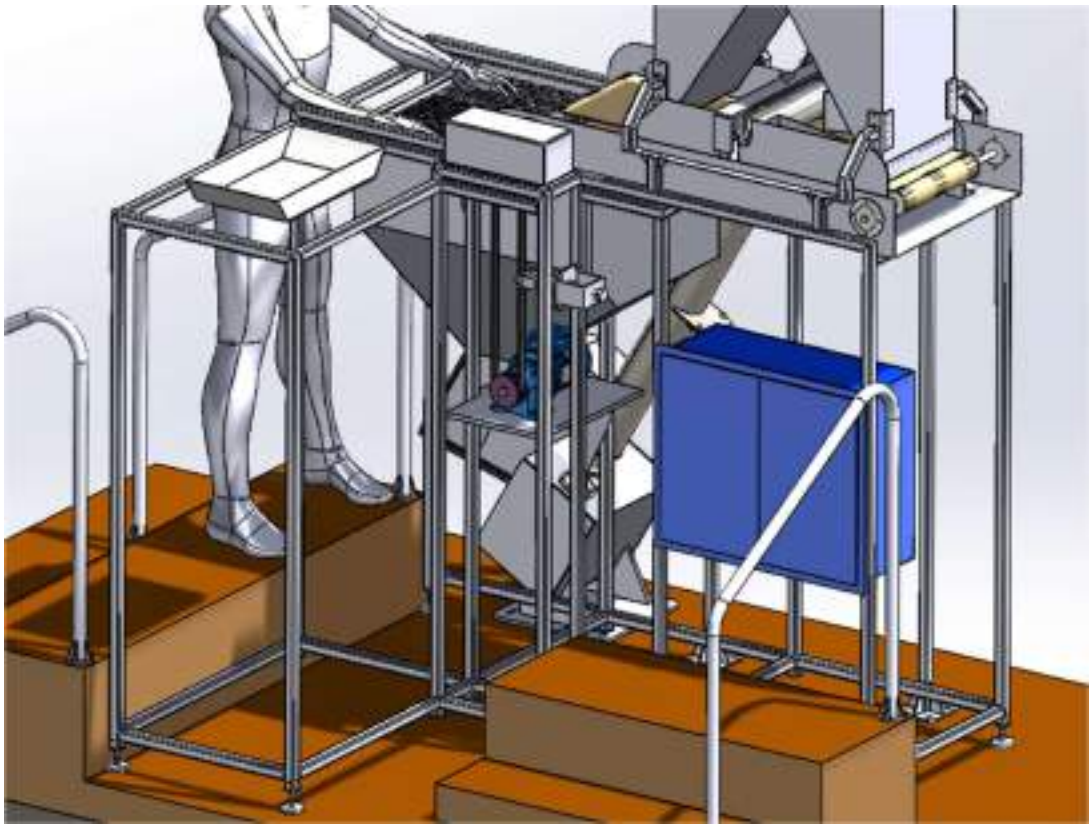


Figura 3-7: estructura de soporte de la máquina

Finalmente, las milanesas terminadas salen por la parte frontal de la cinta, donde se ubica el operacio, y las mismas son recogidas por el mismo y colocadas en una bandeja ubicada en el lateral de la máquina, para ser luego envasadas y llevadas a la cámara frigorífica, a la espera de ser enviadas a los diferentes comercios de los clientes.

Base soporte de la máquina

Como parte final de la máquina, diseñamos una base sobre la cual apoyaría la misma, debido a que resulta ser demasiado alta como para resultar cómoda en lo que a ergonomía respecta para poderla operar. La base de apoyo consiste en una base plana, donde apoya la máquina, y dos zonas donde colocamos escalones con barandillas, de forma tal de facilitar el acceso del operario a la máquina, y poder recoger las milanesas a medida estas se producen.

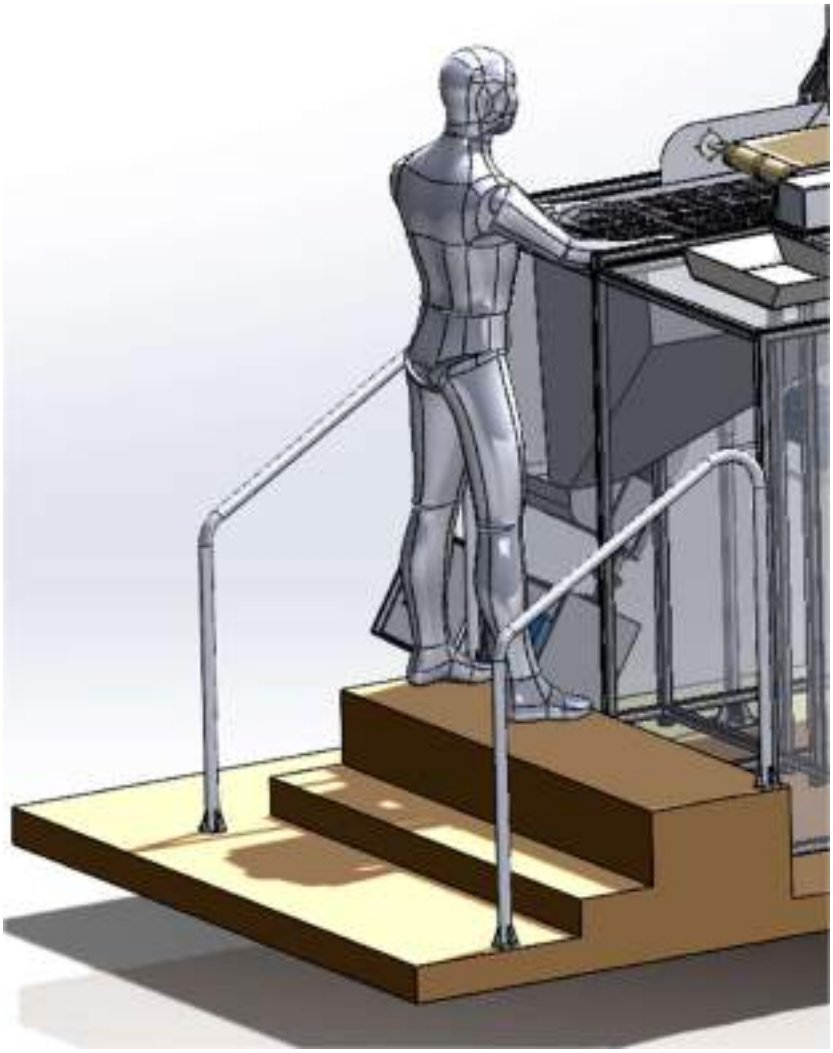


Figura 3-8: escaleras de la base de la máquina

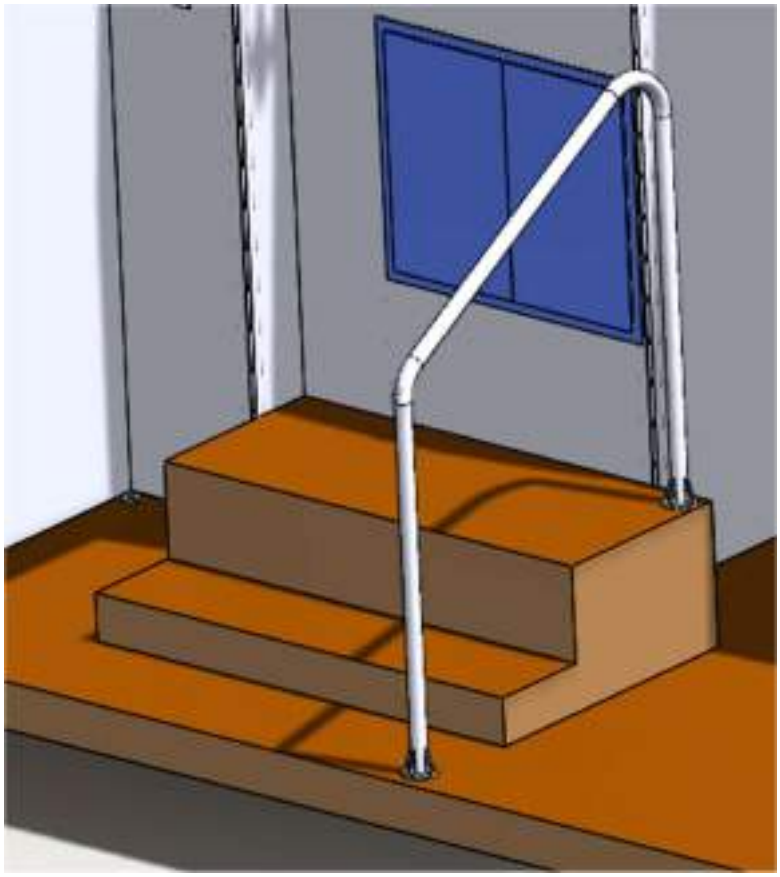


Figura 3-9: escaleras de la base de la máquina

De esta forma, a continuación podemos apreciar la máquina completamente terminada.

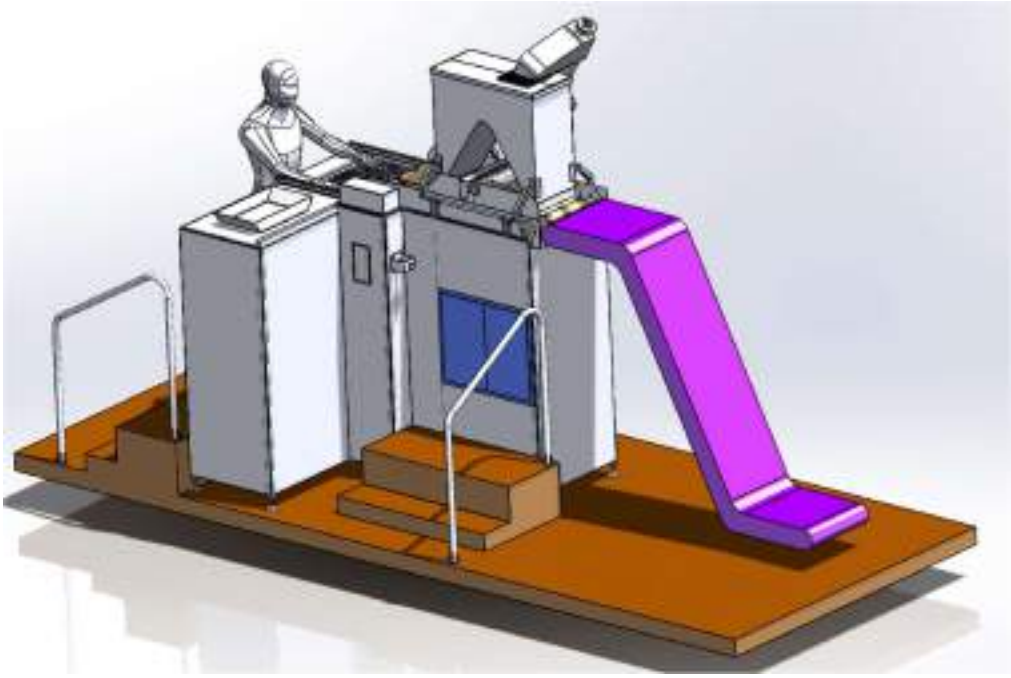


Figura 3-10: máquina empanadora de milanesas

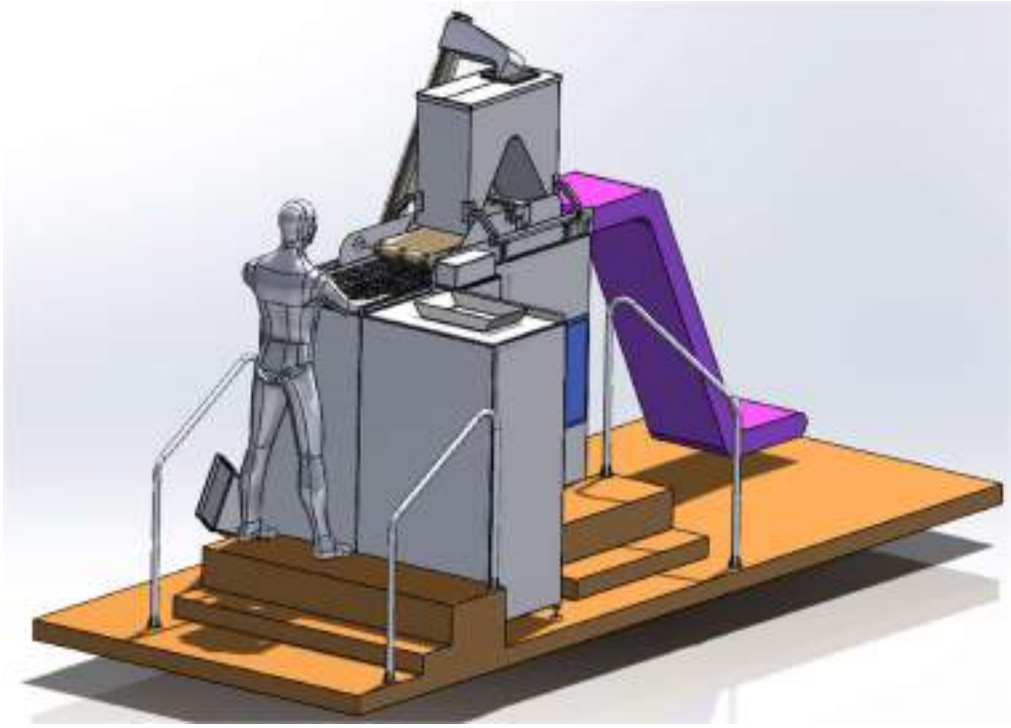


Figura 3-11: máquina empanadora de milanesas

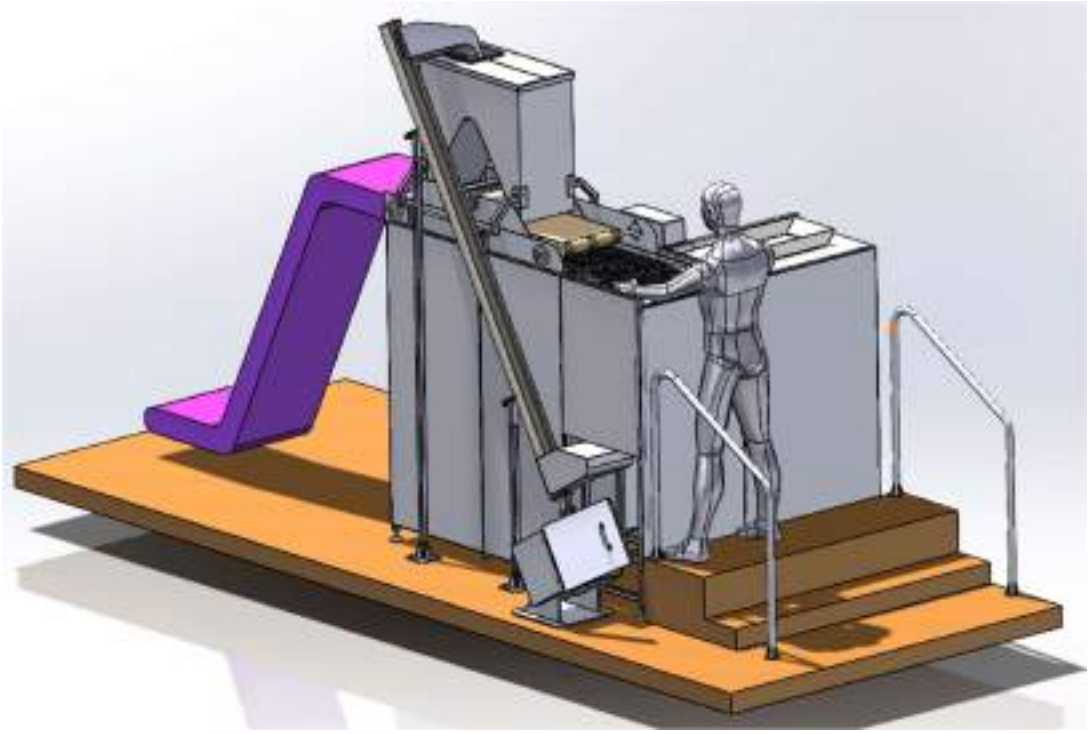


Figura 3-12: máquina empanadora de milanesas

Capítulo 5: Programa de mantenimiento de la máquina

Un punto importante a la hora de diseñar una nueva máquina, es el diseño de un adecuado programa de mantenimiento, ya que de esta manera podemos prolongar lo máximo posible la duración de la máquina, logrando así la máxima rentabilidad de la inversión. También, otro punto importante del mantenimiento es que la máquina, debido a que es utilizada en la industria alimenticia, la misma se contamina, por lo que también será necesario realizar una limpieza y descontaminación de forma periódica para mantener el estándar de salubridad necesaria para la máquina, según la reglamentación y regulación de la ASSAL, en el caso de la provincia de Santa Fe. Lo primero que debemos hacer, es distinguir los diferentes tipos de mantenimiento pertinentes a la máquina.

Mantenimiento autónomo o mantenimiento ligero

Se denomina mantenimiento autónomo a las tareas rutinarias que pueden ser realizadas por los operarios, sales como limpieza y desinfección general. Estas tareas son las más sencillas de realizar, y se designan en esta categoría con el fin de reducir la carga de trabajo a los técnicos de mantenimiento especializados, de forma tal que puedan ocuparse de las tareas de mantenimiento más complejas.

Dentro de esta categoría, podemos incluir a la limpieza y desinfección general de la máquina una vez finalizada la jornada laboral, y una inspección visual general de la misma máquina, con el fin de mantenerla en óptimas condiciones de funcionamiento. Estas tareas deben realizarse de forma rutinaria, en general se realiza en el cambio de turno, cada 8 horas.

Las tareas visuales pueden realizarse sin instrumentos complejos, únicamente con asistencia de una linterna y un espejo, mientras en el caso de la limpieza y desinfección, esta consiste en una primera sopleteada superficial de la máquina, ya que el pan rallado es altamente volátil y puede volar fácilmente por toda la máquina y el suelo que lo circunda, ya que el polvillo puede afectar la disipación de calor generado en los motores de la máquina o contaminar las partes que tienen lubricación, y también puede afectar la disipación de calor de los componentes electrónicos dentro de la caja de fusibles, debido a que estos se calientan con el uso. Al finalizar las

jornadas laborales, debe realizarse la desinfección de la máquina, la cual se realiza con una limpiadora de vapor a alta presión y temperatura.

Mantenimiento preventivo o mantenimiento estándar

De forma periódica, se debe realizar diferentes tareas de mantenimiento de la máquina, lo que permite prolongar su vida útil y evitar averías serias que obliguen a parar la máquina y, en consecuencia, la línea de producción.

Las partes de la máquina necesarias de una intervención de mantenimiento preventivo son diversas, siendo además variables en cuanto al periodo de cuando deberá realizarse el mismo.

Una tarea que debe realizarse de forma rutinaria será controlar los rodamientos que se ubican en la caja portar rodamientos, en el buche del tornillo transportador. Esta caja lleva grasa lubricante dentro de la misma, lo que permite el normal funcionamiento de los rodamientos y prolongar su vida útil. Esta grasa debe renovarse en función del uso que tenga la máquina, en el caso de que la misma se utilice en jornadas estándar de 8 horas, puede realizarse la lubricación de la caja, mediante el alemite, cada 15 días, pero en caso de utilizarse de forma más intensiva o se forma sostenida en 2 turnos de 8 horas, será necesario lubricar la caja cada semana.

Luego, la siguiente tarea relativamente rutinaria será el cambio de lubricante de los reductores de los conjuntos motor – reductor. Dado el bajo nivel de exigencia de los mismos, puede emplearse aceite mineral del tipo 80w – 90, un tipo de aceite especial del tipo diferencial, y reemplazar el mismo cada un año de uso, ya que el mismo se va contaminando con el tiempo, a la vez que va perdiendo sus propiedades de lubricación.

Debido al sencillo diseño de la máquina, no presentará mayores problemas en cuanto al mantenimiento de la misma a corto plazo, más allá de inspecciones visuales.

Una vez indicado el mantenimiento regular, pasaremos a detallar el mantenimiento de largo plazo. Dentro de este mantenimiento, principalmente destaca el reemplazo de los rodamientos. Según la aplicación de SKF, utilizada en el apartado del cálculo de los rodamientos para el tornillo, estos poseen una durabilidad estimada en 200 mil horas, lo cual, si dividimos por una jornada de 8 horas, nos da 25 mil días o 68 años, mientras que, para jornadas de 16 horas, nos da 12500 días o 34 años. Como bien sabemos, esto resulta ser altamente estimativo y esta durabilidad se

considera en situación ideal, bajo una carga lineal y constante en el tiempo, así como las condiciones donde se emplea el rodamiento, muy diferentes a las condiciones donde será empleado en nuestra máquina, siendo un ambiente de alta humedad, bajas temperaturas y cargas cíclicas, así como jornadas de trabajo cambiantes, alternando uso intensivo con situaciones donde no se usa. De esta manera, decidimos adoptar un coeficiente de 10 para la seguridad y evitar daños imprevistos, por lo que recomendamos el reemplazo de todos los rodamientos máximo cada 5 años, en el caso de que la máquina se use de forma regular en jornadas cada 8 horas, mientras recomendamos el reemplazo de los rodamientos cada 3 años si el uso es intensivo en jornadas dobles. Ya que se reemplazan los rodamientos, se recomienda, primero, rotar los bujes sobre los que apoyan los rodamientos, ya que su grosor así lo permite, y su reemplazo cada 2 cambios de rodamientos.

Otra situación a controlar es la correa de transmisión del motorreductor de la cinta, la cual se hace necesario controlar las poleas y la correa dentada. Lo primero es controlar de forma semanal el tensado de la correa, para lo cual se abre el visor de la correa y se testea el estado de la tensión de la misma, ajustando el tensor en caso de ser necesario. luego de esto, se debe realizar, al igual que con los rodamientos, el reemplazo de la correa cada 5 años, y el control de las poleas, reemplazándolas cuando estas presenten evidencia de desgaste.

Las partes más críticas de la máquina son la banda de la cinta y el tornillo transportador, los cuales sufren desgaste con el tiempo debido al uso. La banda debe ser controlada de forma periódica, cada 15 días o cuando se realiza la lubricación de los rodamientos, y cada 5 años, al igual que la correa, se deberá realizar el reemplazo de la banda transportadora. Para el caso del tornillo, el mismo sufre desgaste, como bien se mencionó, a la vez que corre el riesgo de romperse con el tiempo, por lo que se recomienda su reemplazo cada 5 años para un uso normal, o cada 3 años, si su uso es intensivo. Aparejado al reemplazo del tornillo, también se recomienda cambiar el buje partido, ya que el mismo se desgasta.

Para el caso de los rodamientos lineales, los cuales son la mayoría de los rodamientos que posee la máquina, los mismos son de libre mantenimiento, por lo que se recomienda su reemplazo cada 5 años, o cada 3 si se le da un uso intensivo.

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es el mantenimiento de emergencia, el que se debe realizar cuando ocurres afecciones imprevistas que interrumpen el normal funcionamiento de la máquina. Estos imprevistos suelen ser informados por el mismo operario, generando una orden de trabajo, la cual es atendida por un técnico especializado de mantenimiento, acudiendo y reparando el desperfecto informado, dando nuevo inicio a la maquinaria. Este tipo de mantenimiento es el más comúnmente realizado, a la vez que debe ser eficaz y rápido, a veces consiste en realizar parches que permitan devolver la máquina al funcionamiento normal, y en otras ocasiones consiste en realizar un diagnóstico de la misma, para realizar una reparación posterior, cuando la máquina sale de funcionamiento al final de los turnos, esto último se suele realizar cuando la reparación en cuestión implica sacar la máquina de funcionamiento por un periodo semi prolongado.

Capítulo6: Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

A manera de conclusión, podemos decir que la máquina diseñada, desarrollada de forma detallada durante el informe, cumple con los objetivos principales del proyecto. Los mismos son:

- Se logró, a partir de las condiciones de diseño y funcionamiento solicitadas, una máquina capaz de fabricar principalmente la cantidad de milanesas que nos propusimos como objetivo (100 [kg/h]) manteniendo los estándares de calidad y salubridad estipulados por el INAC.
- Otro logro fue el poder diseñar una máquina que resulta fácilmente acoplable a un proceso de producción en serie, según lo analizado en la primera parte del informe.

Recomendaciones

Como recomendaciones, podemos mencionar el hecho de que nosotros, como ingenieros mecánicos, solo abordamos la parte constructiva de la máquina diseñada, quedando la parte eléctrica y la electrónica como temas a abordar en futuras investigaciones, así como un análisis de costos de la misma, también se podría desarrollar el proceso de producción en serie como un todo, ya que el proceso completo en sí resulta sumamente extenso y complejo, abarcando distintas ramas de la ingeniería e incluso ramas administrativas, pudiendo ser una excelente oportunidad de desarrollo interdisciplinario.

Bibliografía: catálogos y manuales

A continuación se muestra un ejemplo de la lista bibliográfica:

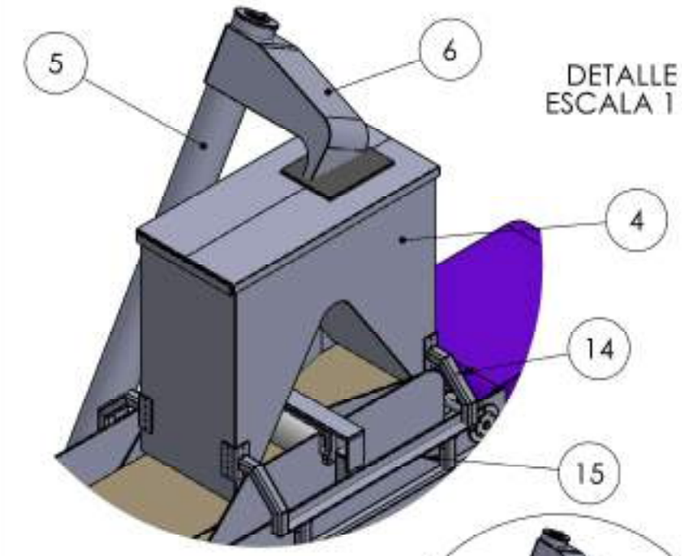
1. MANUAL DE MANEJO DE MATERIALES. Martin CEM
2. A.L. Casillas (2008) Máquinas - Cálculos de taller. Madrid: Editor-Autor.
3. Catálogo WEG.
4. MCMASTER: https://www.mcmaster.com/.
5. RETENES DBH: https://www.retenesdbh.com.ar/.
6. Rodamientos SKF: https://www.skf.com/ar.
7. Milledge, J. J. & Jowitt, R. (1980) The cleanability of stainless steel used as a food contact surface. Proceedings of the Institute of Food Science and Technology. 13: 57-62.
8. Gómez, G. (1995) La higiene en la industria cárnica. Alimentación, equipos y tecnología (enero-febrero): 67-91.
9. Brennan, J. G. y col. (1980) Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. Zaragoza. Acribia.
10. Rodríguez Solominos, F. y col. (2002) Ingeniería de la industria alimentaria. Vol. II. Madrid. Síntesis.
11. Material Aportado por la Catedra
12. Instituto Nacional de Carnes (INAC) : Ficha Técnica de Elaboración y Memoria Descriptiva de Milanesa de carne de cerdo, enfriada :
    - https://www.inac.uy/innovaportal/file/19236/1/ft-4--milanesa-de-carne-de--cerdo.pdf
13. El Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA):
    - http://www.ipcva.com.ar/
    - Estudio de Usos y Actitudes sobre el consumo de Carne Vacuna en Argentina - En Población

12 Nacional y en Hogares: http://www.ipcva.com.ar/files/edm042022.pdf

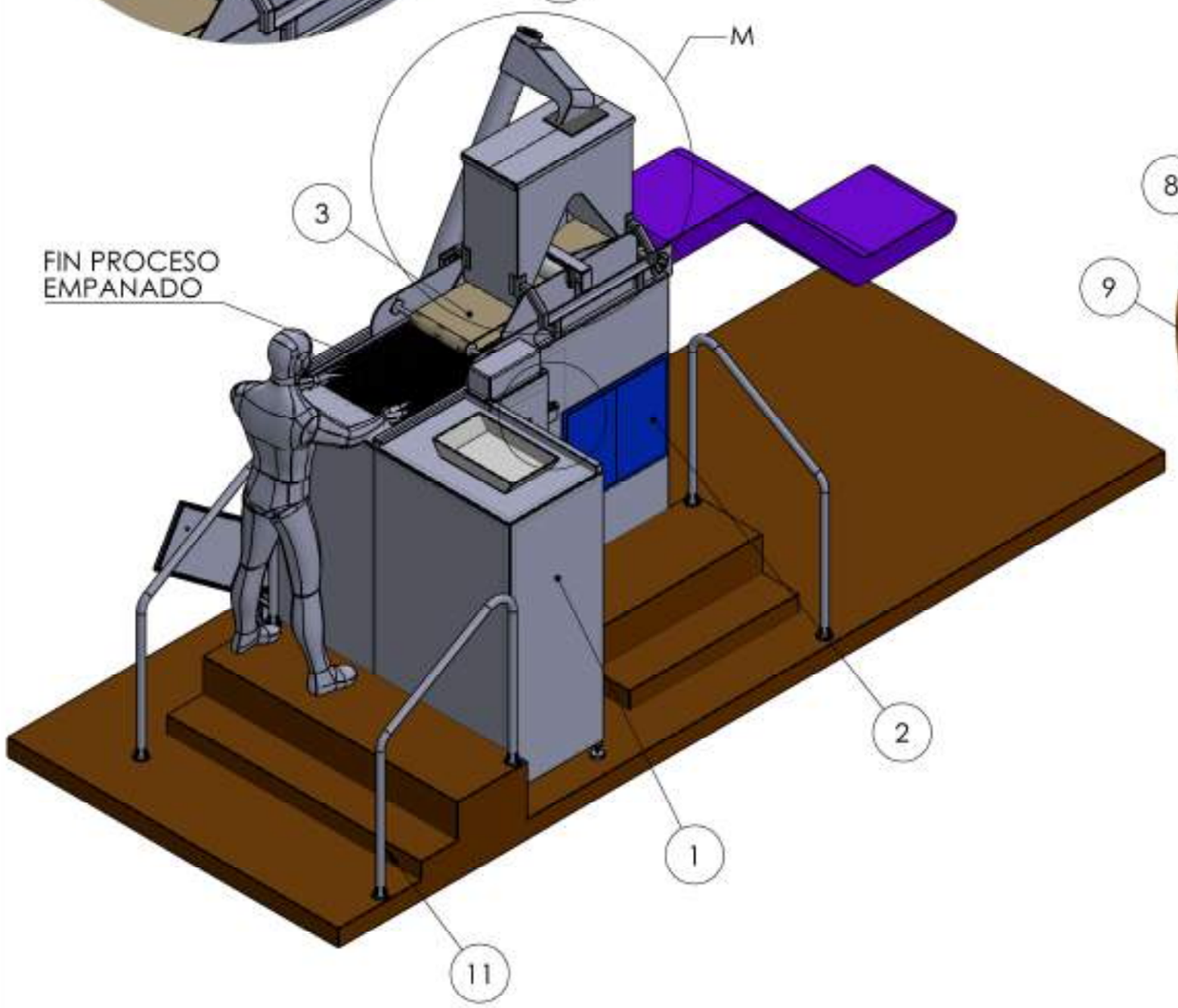
13 Alimentos Holis:
    - https://www.holis.com.ar/

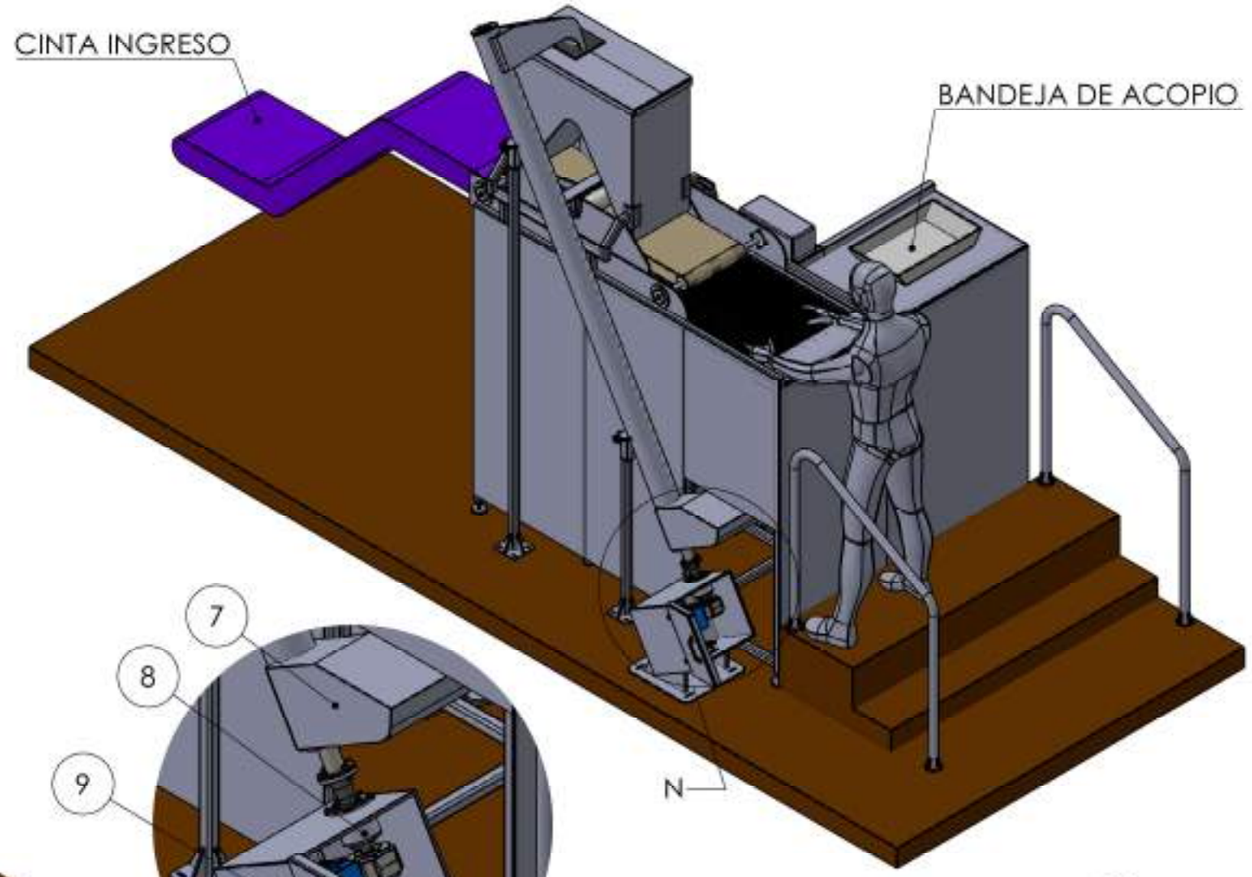
14. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA):
    - https://www.argentina.gob.ar/senasa

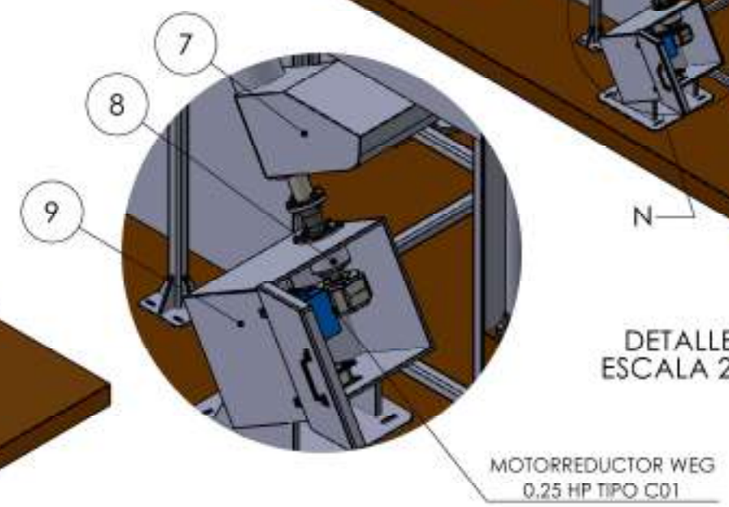
Anexo: Planimetría Final



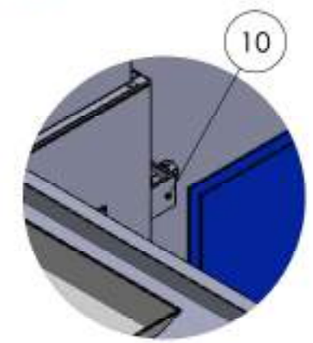
DETALLE M
ESCALA 1 : 15







DETALLE N
ESCALA 2 : 25



DETALLE O
ESCALA 1 : 10

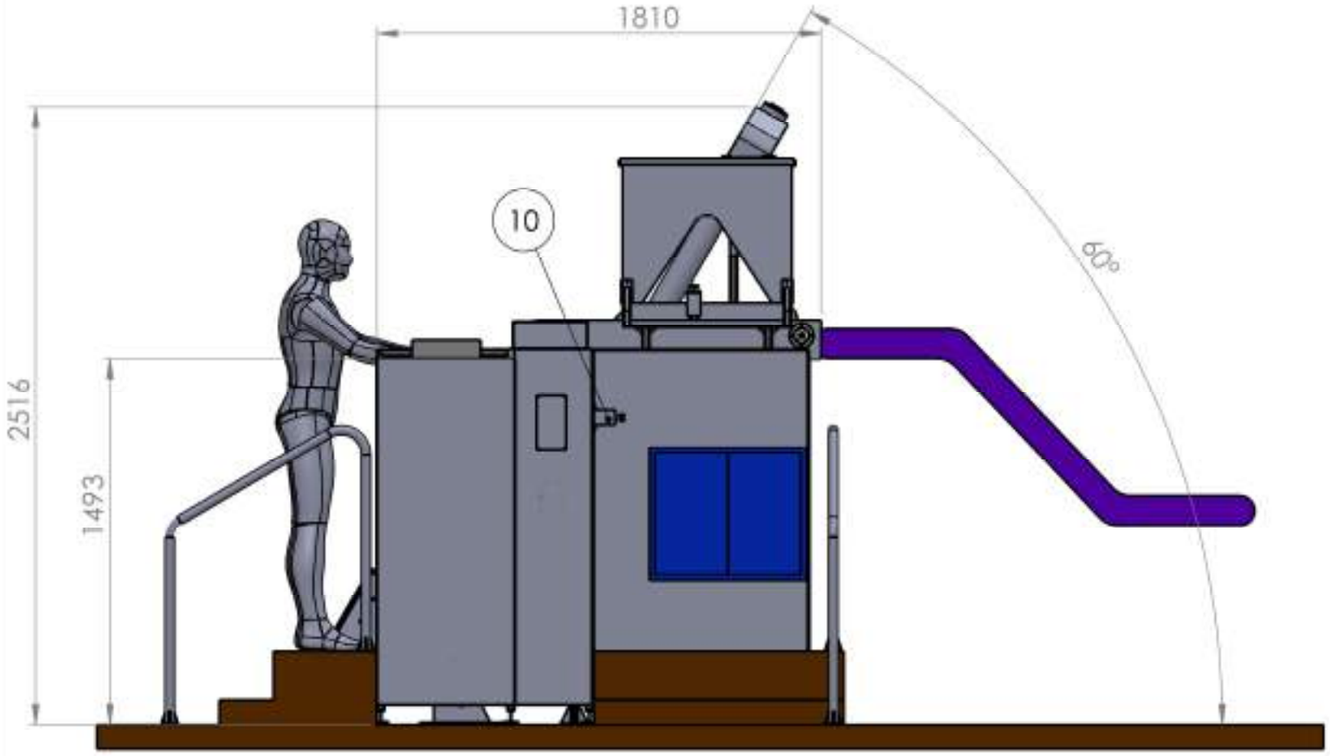
00	EMPANADORA	-	1	
POS.	DENOMINACION	PLANO	CANT.	PESO

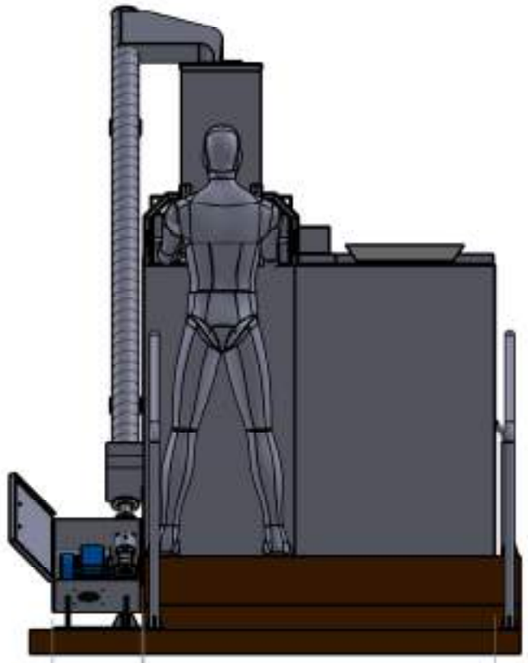
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

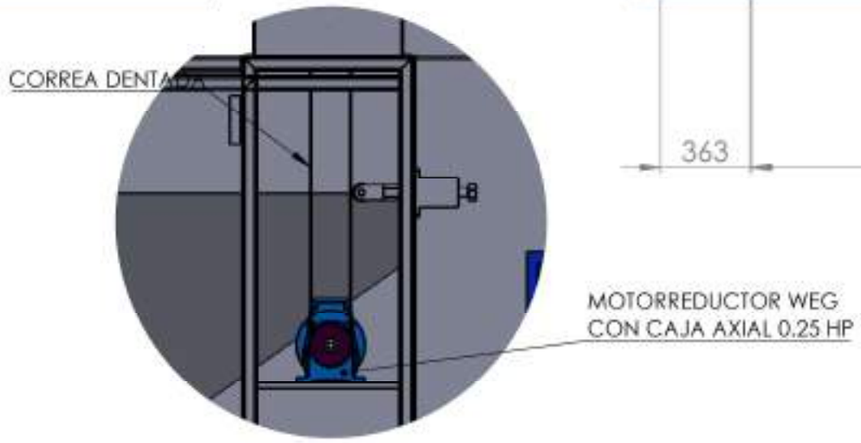
CONJUNTO:
EMPANADORA

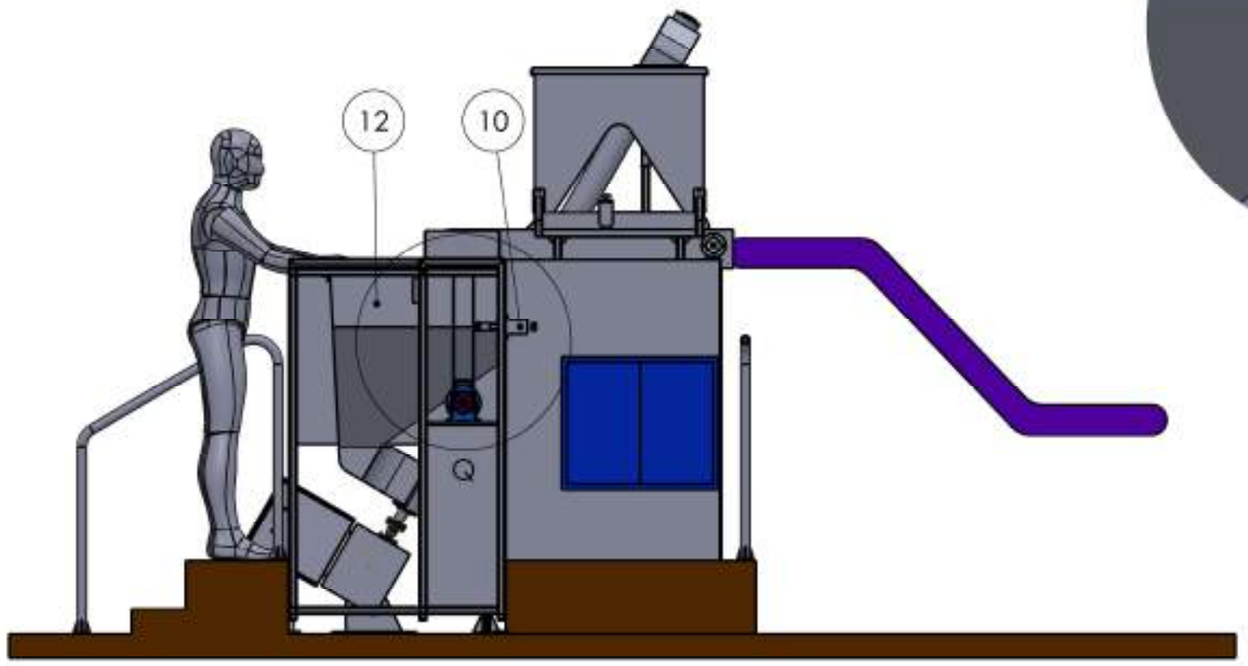
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	10/02/24	C.F.	1:50
APROBO	10/02/24	C.F.	

N° EM - 10000





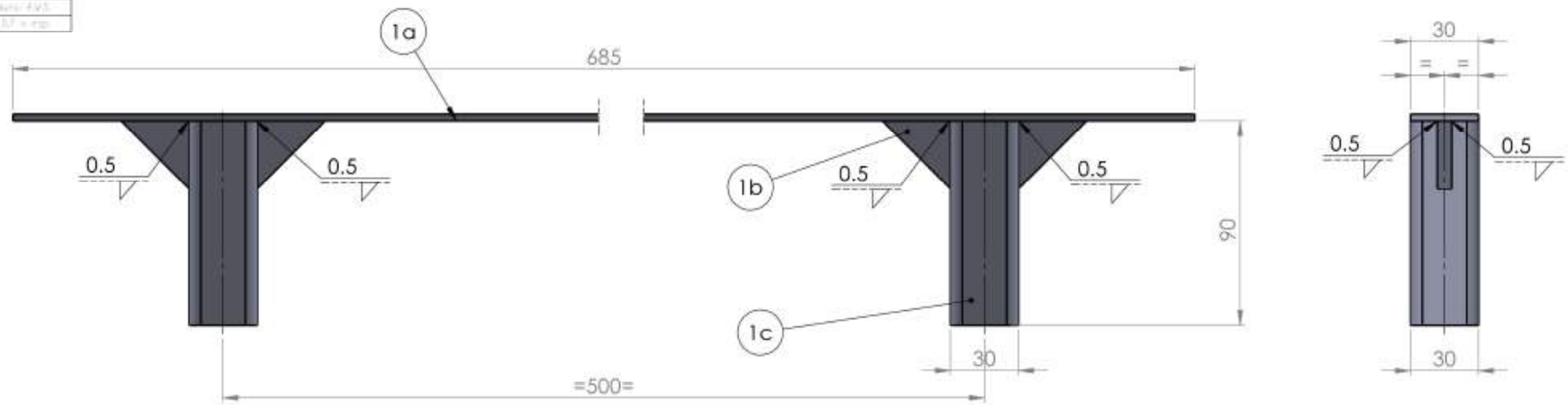


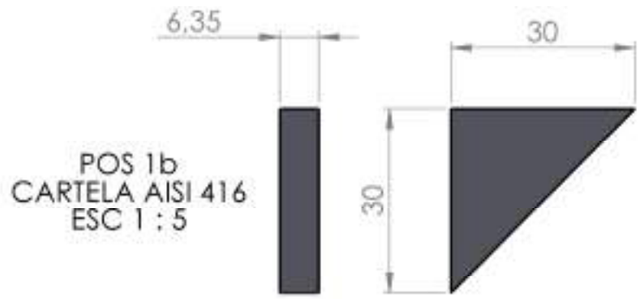


DETALLE Q
ESCALA 2 : 25

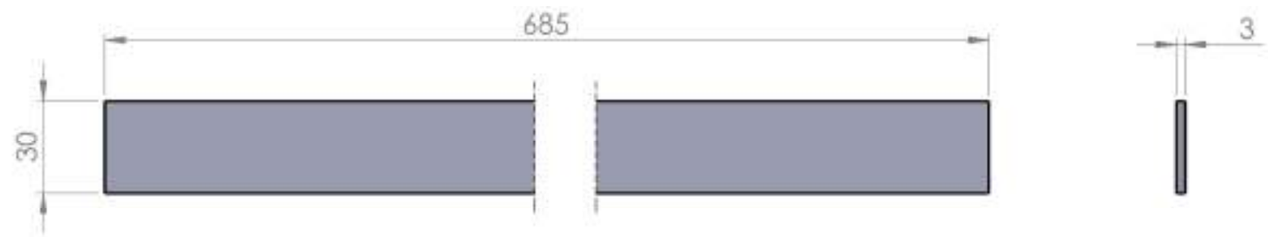
15	ESTRUC. APOYO ANCLAJES TOLVA DESCARGA	EM - 10500	2
14	ANCLAJES TOLVA DESCARGA	EM - 10600	2 + 2
13	ANCLAJE TORNILLO	EM - 10700	A + B
12	TOLVA DE CARGA	EM - 10800	1
11	BARANDA DE SEGUR.	EM - 10900	3
10	CONJ. TENSOR CORREA DENTADA	EM - 19000	1
09	BUCHE	EM - 18000	1
08	CONJ. CAJA RODAMIENTO	EM - 17000	1
07	BOCA CARGA TORNILLO	EM - 16000	1
06	BOCA DESCARGA TORNILLO	EM - 15000	1
05	CONJUNTO TORNILLO	EM - 14000	1
04	TOLVA DESCARGA	EM - 13000	1
03	CONJUNTO CINTA	EM - 12000	1
02	TABLERO ELECTRICO	600 X 495 X 245	1
01	ESTRUCTURA	EM - 11000	1

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS SOLDADAS							
Para dimensiones sin tolerancias							
Longitud	+ de		30	315	1000	2000	4000	8000
	Hasta	30	315	1000	2000	4000	8000	12000
		11	12	13	14	15	16	17
Angulos	Longitud lado mas corto							
	+ de	-		315		1000		
	Hasta	315		1000		-		
		0.15 mm/m		0.8 mm/m		0.6 mm/m		
Sinbologia de soldadura: A.W.S.								
Filetes sin acotar: 0.7 x esp.								

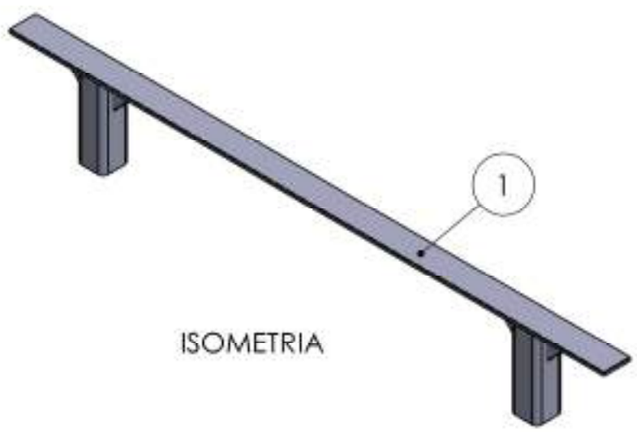




POS 1b
CARTELA AISI 416
ESC 1 : 5



POS 1a
CHAPA AISI 416
ESC 1 : 5



ISOMETRIA

01	ESTRUC. APOYO ANCLAJES TOLVA DESCARGA	ESTRUC. SOLDADA AISI 316	2	
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO

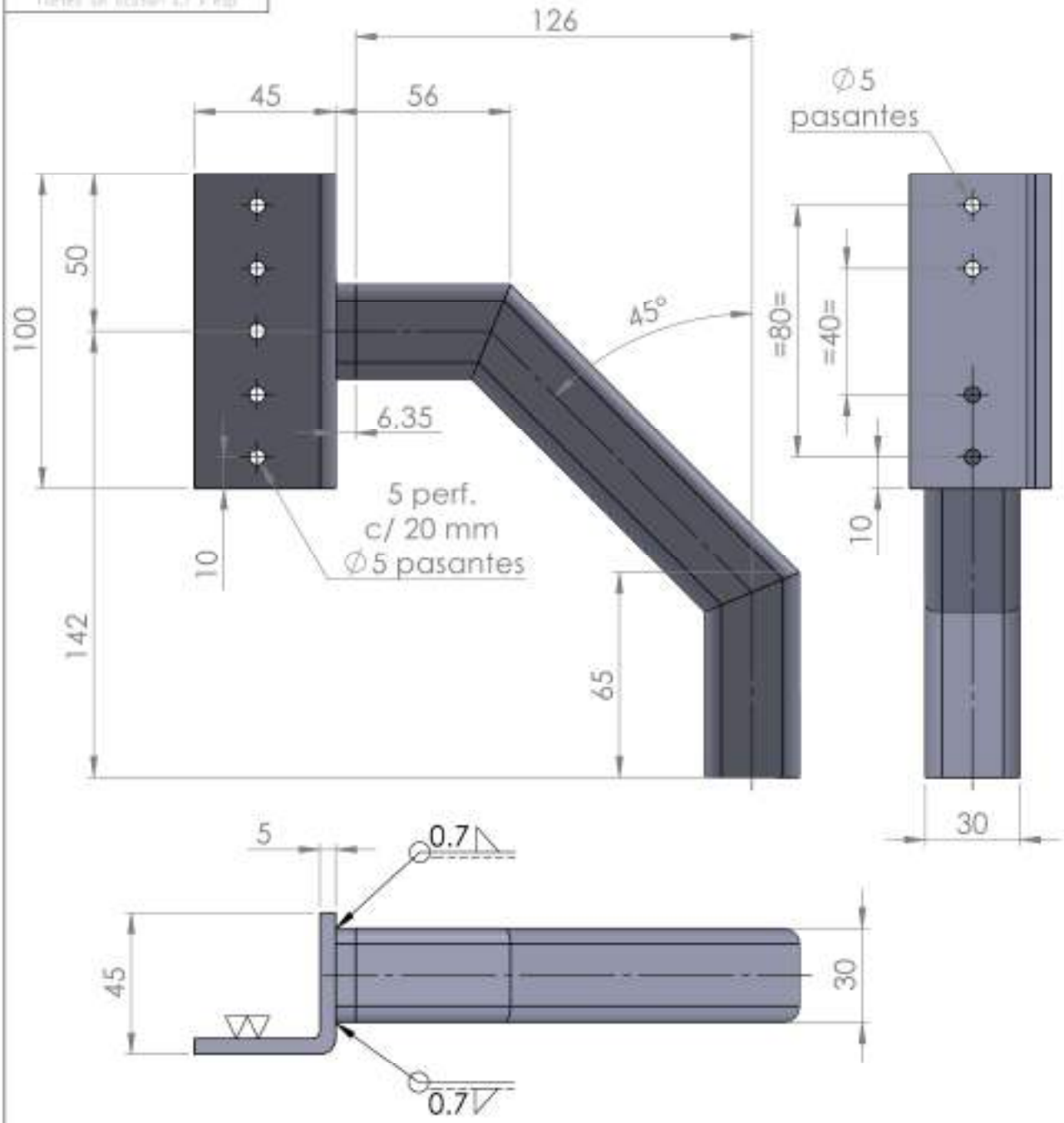
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

CONJUNTO:

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	24/02/24	E.S.	1:5
APROBO	24/02/24	C.F.	

N° EM - 10500

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS SOLDADAS								
Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	Y de	—	35	315	1000	2000	4000	8000
	Hasta	28	315	1000	2000	4000	8000	12000
		41	42	43	44	46	48	49
Longitud lado más corto								
Angulos	Y de	—		315		1000		
	Hasta	315		1000		—		
		0.15 mm/m		0.5 mm/m		0.5 mm/m		
Embalaje de soldadura A.W.S.								
Flectes sin ocasion 0.7 x esp.								



01	ANCLAJES TOLVA DESCARGA	AISI 316	2 + 2	
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

CONJUNTO:
EM - 10000

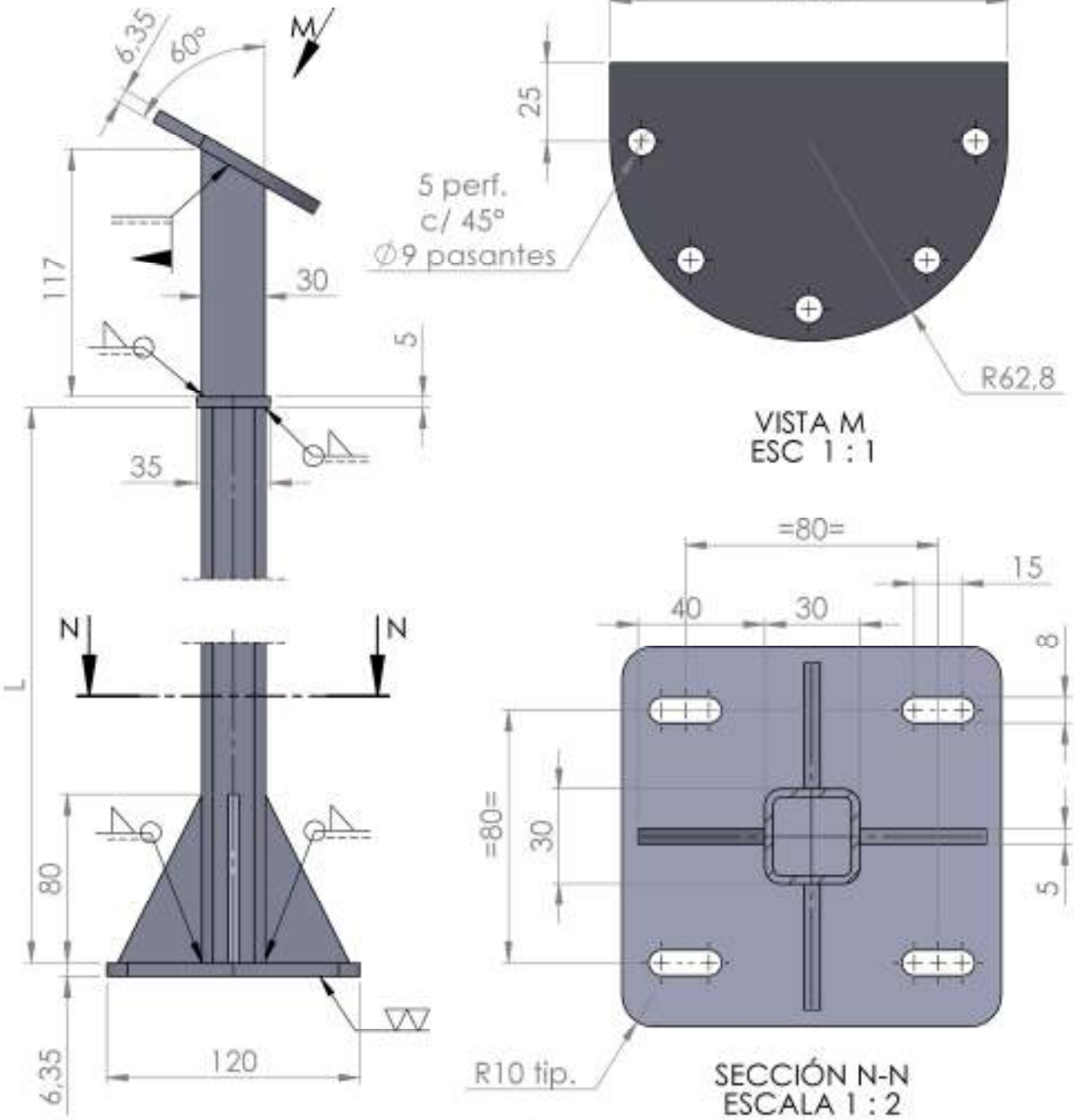
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	24/02/24	E.S.	1 : 2
APROBO	24/02/24	C.F.	

N° EM - 10600

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS								
Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000
		±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0
Longitud todo más corto								
Angulos	+ de	-	10	50	120	400		
	Hasta	10	50	120	400	-		
		±1°	±0,5°	±0,3°	±0,2°	±0,1°		
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽			
		10,5	3,2	0,8	0,1			

3.2

POS A	L = 767
POS B	L = 1900



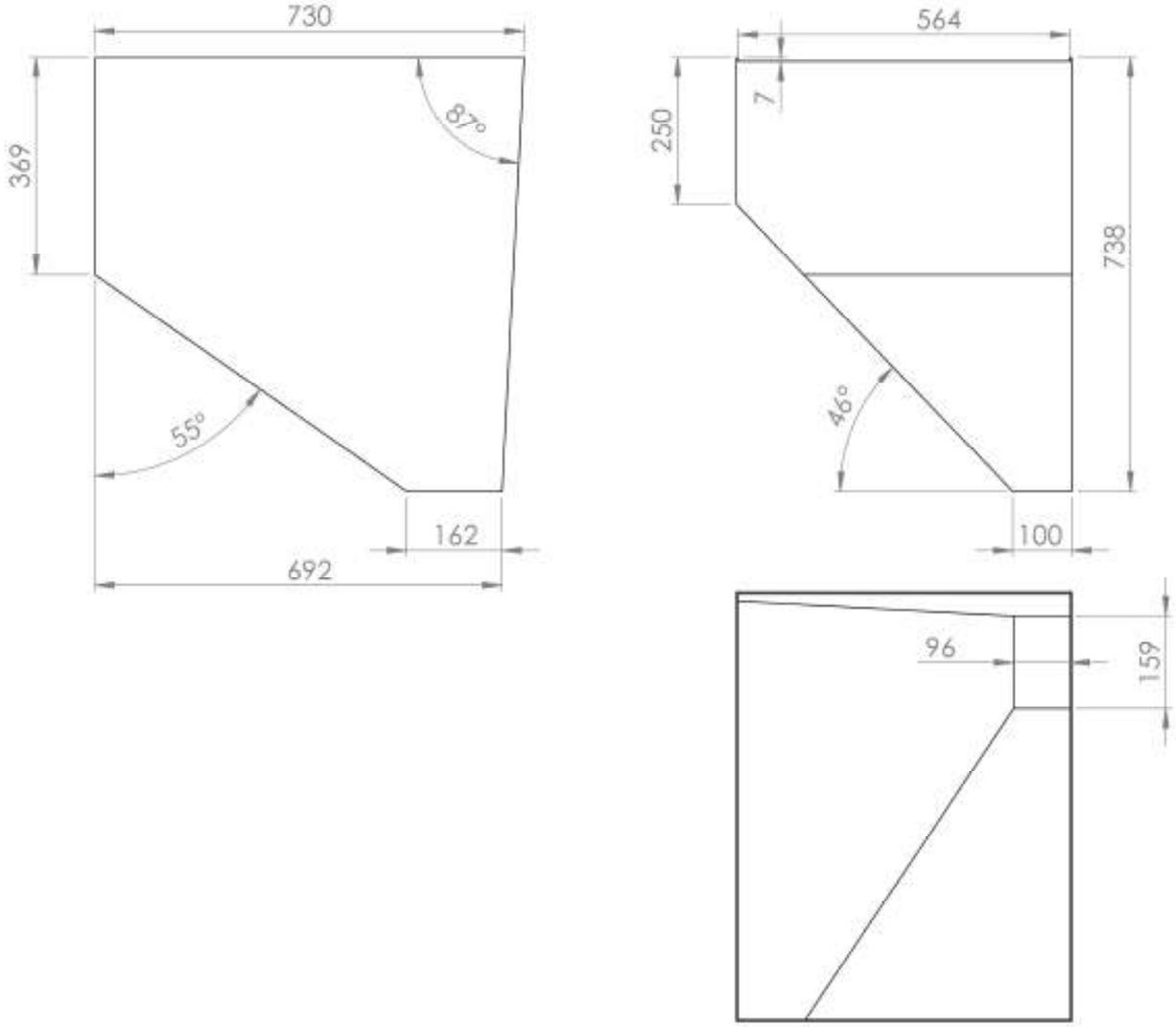
00	ANCLAJE TORNILLO	AISI 420	A + B	
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO

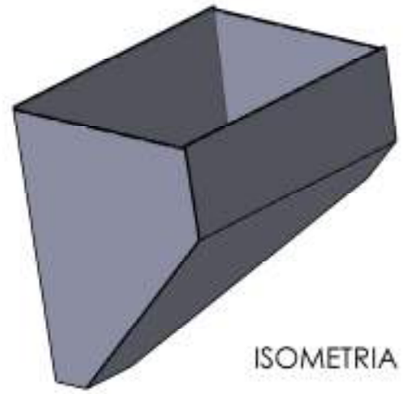
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

CONJUNTO:
EM - 10000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS		
DIBUJO	24/02/24	C.F.	1 : 5	N°	EM - 10700
APROBO	24/02/24	C.F.			

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS									REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS SOLDADAS								
Para dimensiones sin tolerancias									Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000	Longitud	+ de	-	30	120	400	1000	2000	4000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000		Hasta	30	120	400	1000	2000	4000	8000
		±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2.0			±1	±2	±3	±4	±6	±8	±10
Angulos	Longitud lado mas corto								Angulos	Longitud lado mas corto							
	+ de	-	10	50	120	400				+ de	-		120		400		
	Hasta	10	50	120	400	-				Hasta	120		400		-		
		±0.5	±0.30	±0.20	±0.10	±0.5					±1.0 mm/m		±0.5 mm/m		±0.4 mm/m		
Rugosidad (Ra) (µm)		▽		▽▽		▽▽▽		▽▽▽▽	Simbologia de soldadura AWS								
		10.5		2.2		0.8		0.1	Filetes sin acotar 0.7 x esp.								





ISOMETRIA

ESTRUCTURA SOLDADA

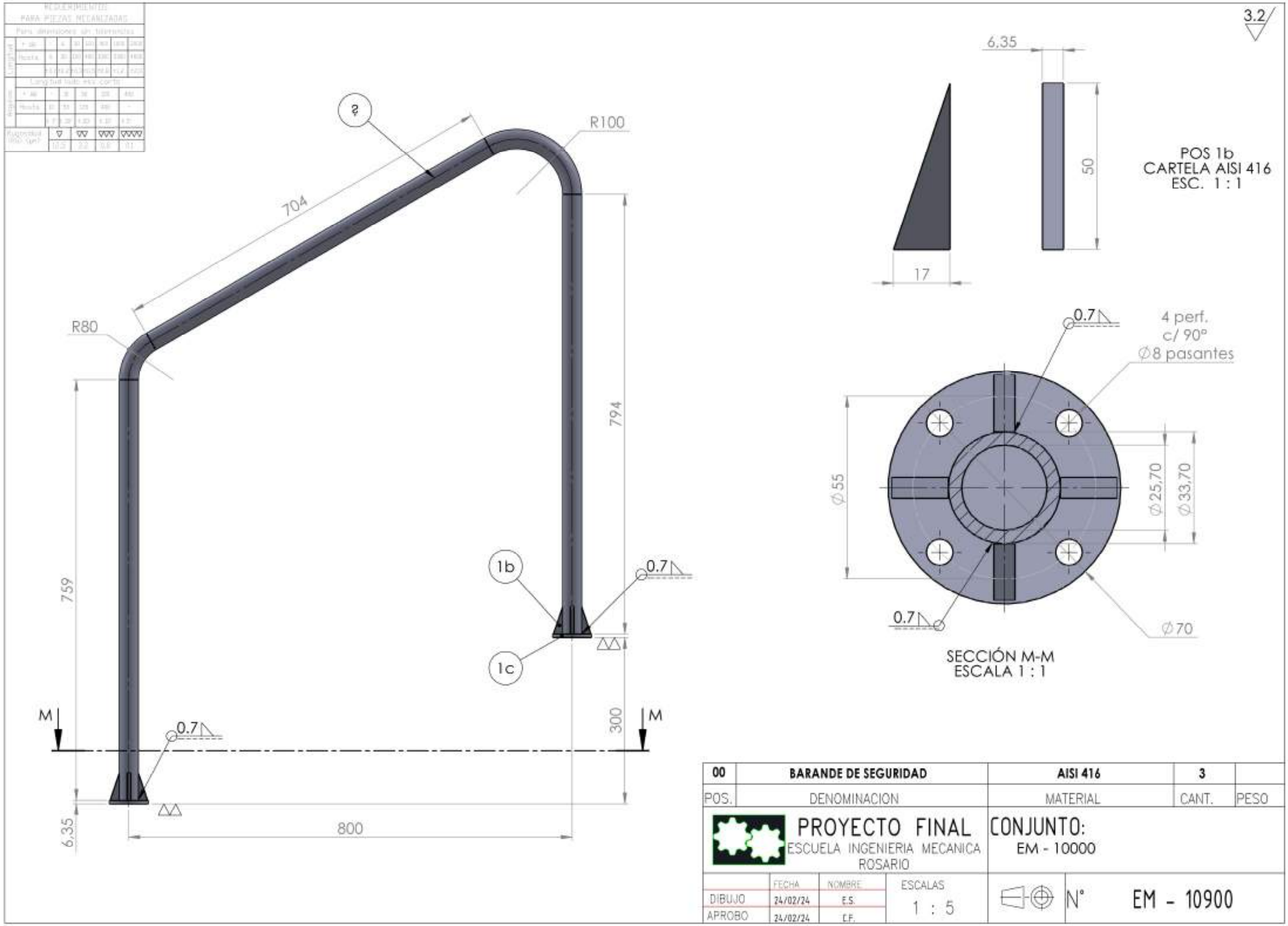
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	TOLVA CARGA	AISI 316 esp. 3mm	1	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

CONJUNTO:
EM -10000

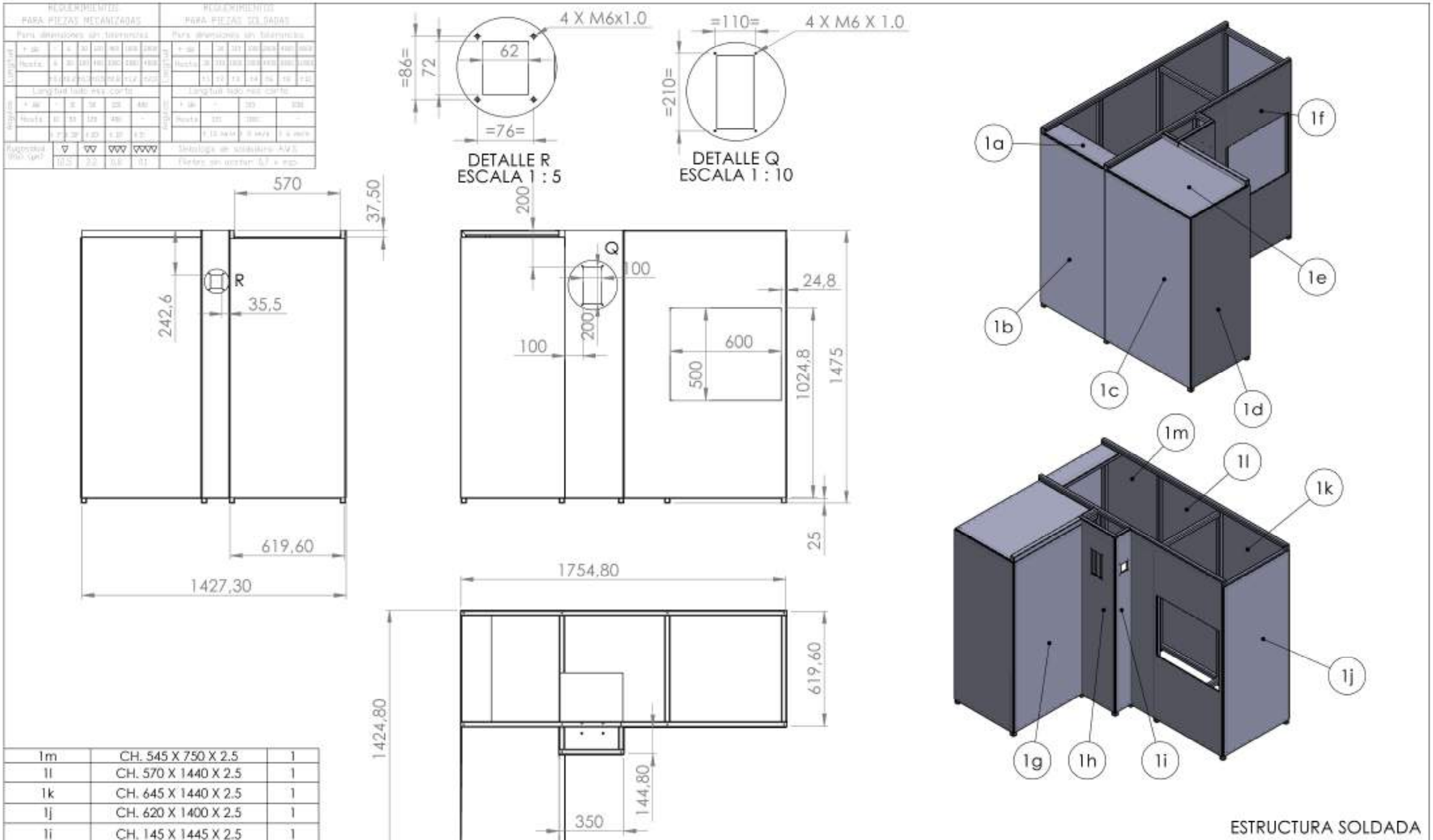
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	C.F.	1 : 10
APROBO	26/02/24	C.F.	

N° EM -10800



3.2
6,35
50
17
POS 1b
CARTELA AISI 416
ESC. 1 : 1
R100
704
R80
794
759
1b
1c
0.7
300
M
M
0.7
6,35
800
0.7
4 perf.
c/ 90°
∅8 pasantes
∅55
∅25,70
∅33,70
0.7
∅70
SECCIÓN M-M
ESCALA 1 : 1
00
BARANDE DE SEGURIDAD
AISI 416
3
POS.
DENOMINACION
MATERIAL
CANT.
PESO
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO
CONJUNTO:
EM - 10000
FECHA
NOMBRE
ESCALAS
DIBUJO
24/02/24
E.S.
1 : 5
APROBO
24/02/24
C.F.
N°
EM - 10900

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS									REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS SOLDADAS								
Para dimensiones sin tolerancias									Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000	Longitud	+ de	-	30	120	400	1000	2000	4000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000		Hasta	30	120	400	1000	2000	4000	8000
		±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2.0			±1	±2	±3	±4	±6	±8	±12
Longitud lado mas corto									Longitud lado mas corto								
Angulos	+ de	-	10	50	120	400			Angulos	+ de	-	120		400			
	Hasta	10	50	120	400	-				Hasta	120	400		-			
		±1°	±30'	±20'	±10'	±5'					±1.5 mm/m	±0.5 mm/m		±0.5 mm/m			
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽				Simbologia de soldadura AWS								
		10.5	2.2	0.8	0.1				Filetes sin acotar 0.7 x esp.								



1m	CH. 545 X 750 X 2.5	1
1l	CH. 570 X 1440 X 2.5	1
1k	CH. 645 X 1440 X 2.5	1
1j	CH. 620 X 1400 X 2.5	1
1i	CH. 145 X 1445 X 2.5	1
1h	CH. 345 X 1445 X 2.5	1
1g	CH. 642.3 X 1404.8 X 2.5	1
1f	CH. 872.3 X 1440 X 2.5	1
1e	CH. 560 X 795 X 2.5	1
1d	CH. 560 X 1400 X 2.5	1
1c	CH. 815 X 1400 X 2.5	1
1b	CH. 651 X 1400 X 2.5	1
1a	CH. 159 X 570 X 2.5	1
1	ESTRUC. CAÑO 30 X 30	1

ESTRUCTURA SOLDADA

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
00	ESTRUCTURA	CAÑO 30 X 30 X 2.6	1	

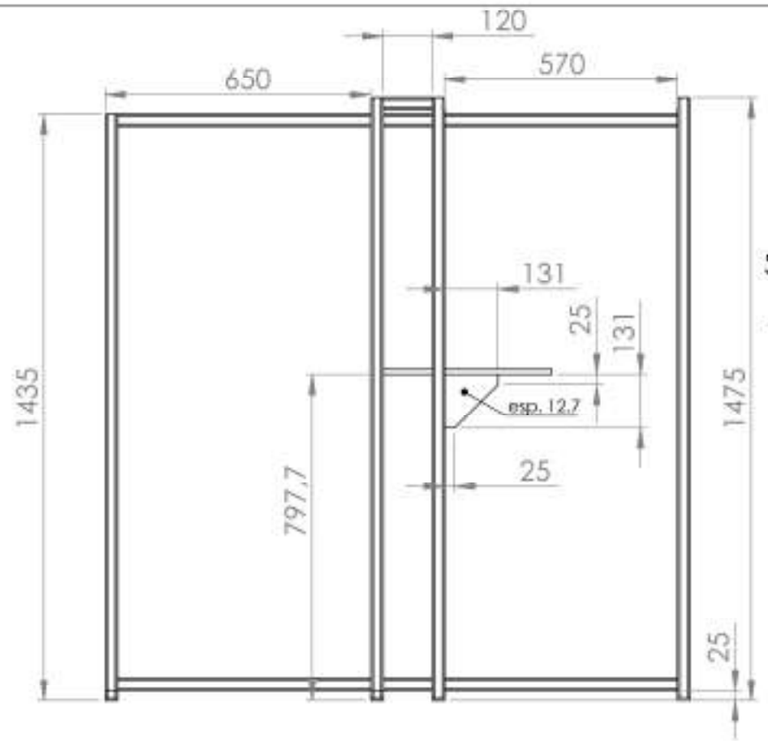
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

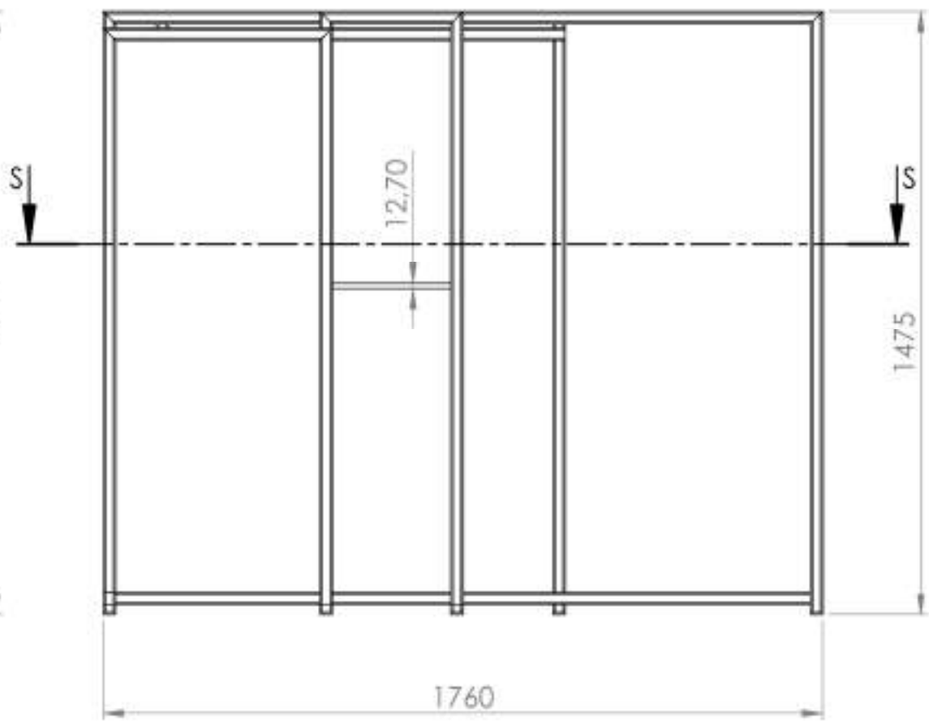
CONJUNTO:
EM -10000

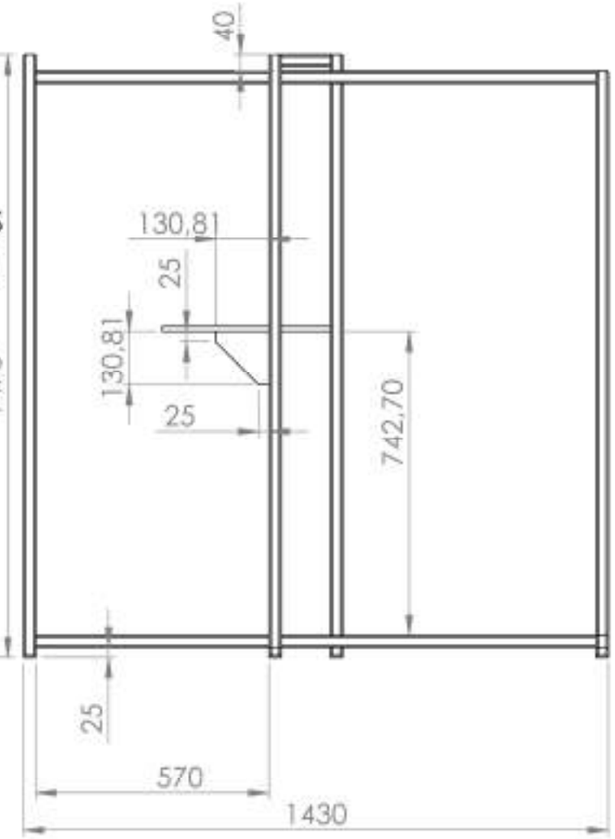
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	C.F.	1 : 10
APROBO	26/02/24	C.F.	

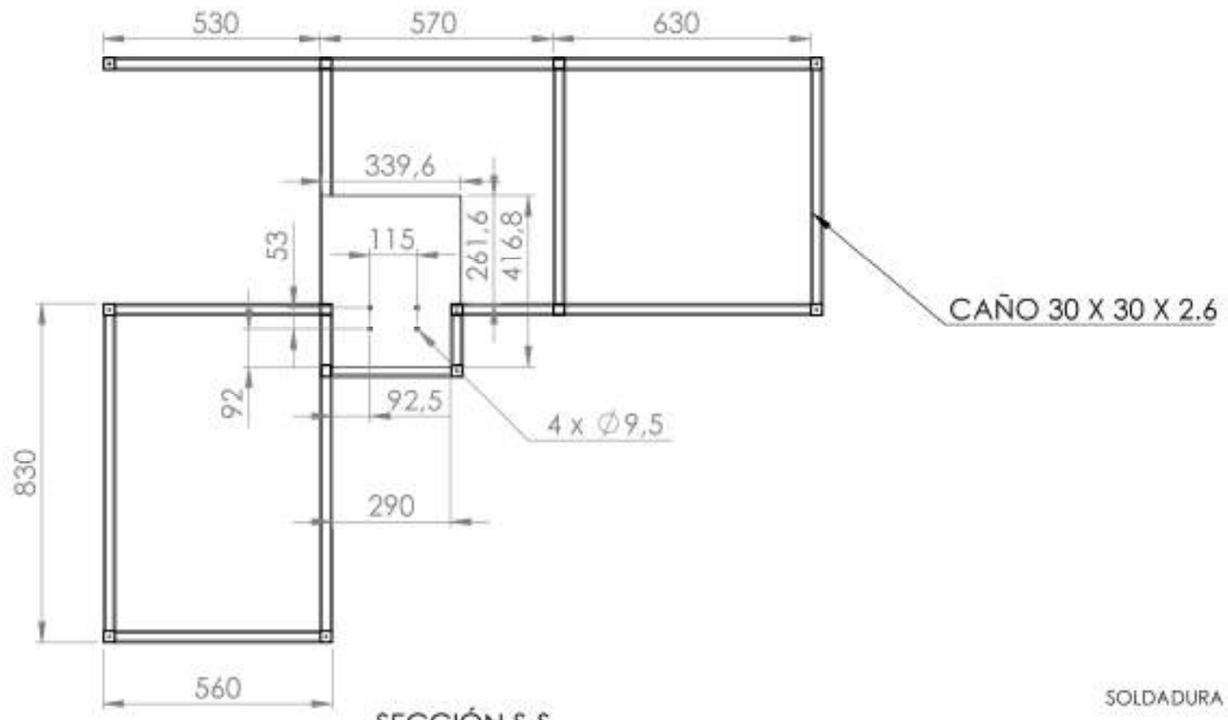
N° EM -11000

1 de 2







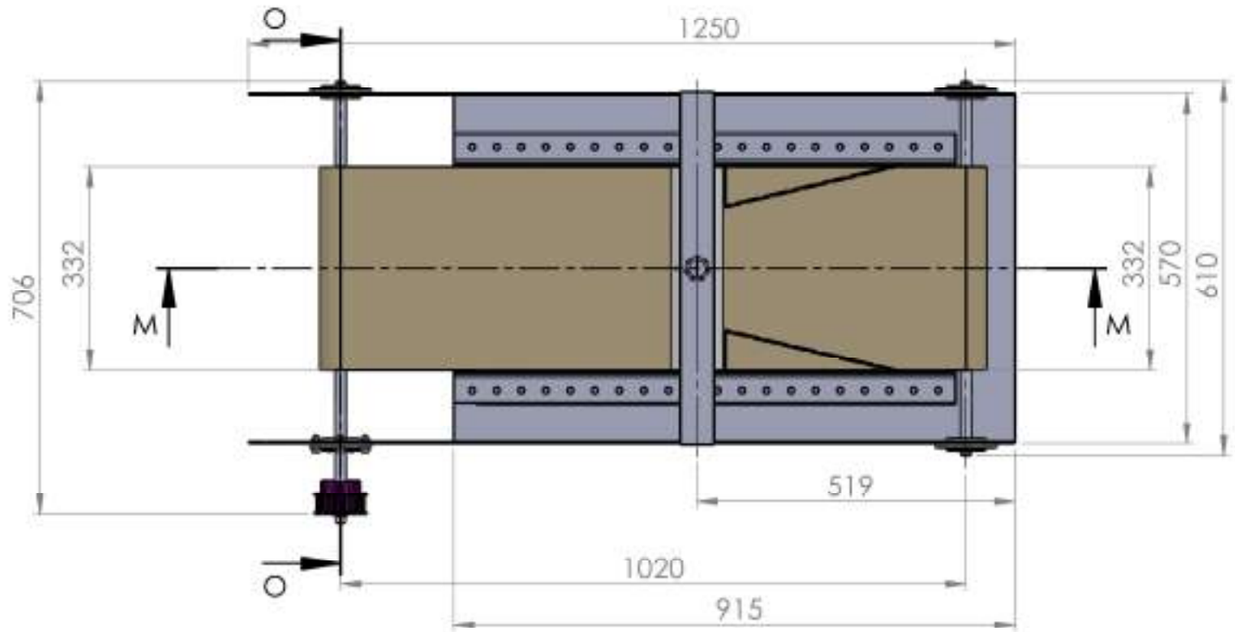


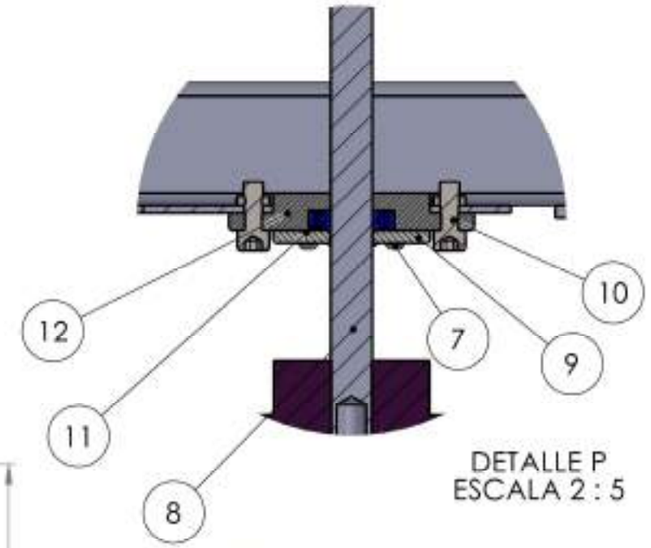
SECCIÓN S-S
ESCALA 1 : 15

SOLDADURA PERIFERICA ESPESOR 0.5

AMOLAR TODO RESALTE QUE
DIFICULTEN EL CONJUNTO ARMADO

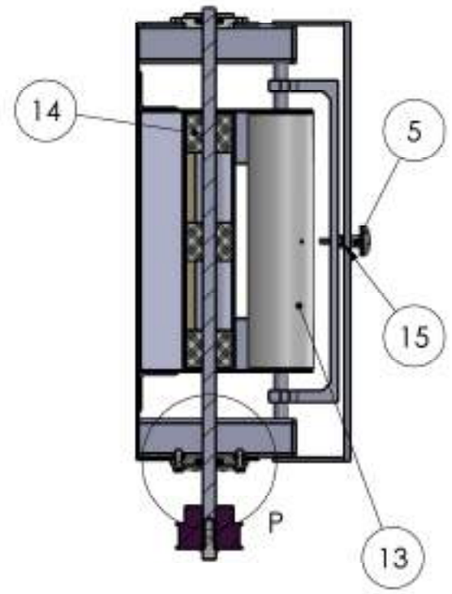
SECCIÓN M-M



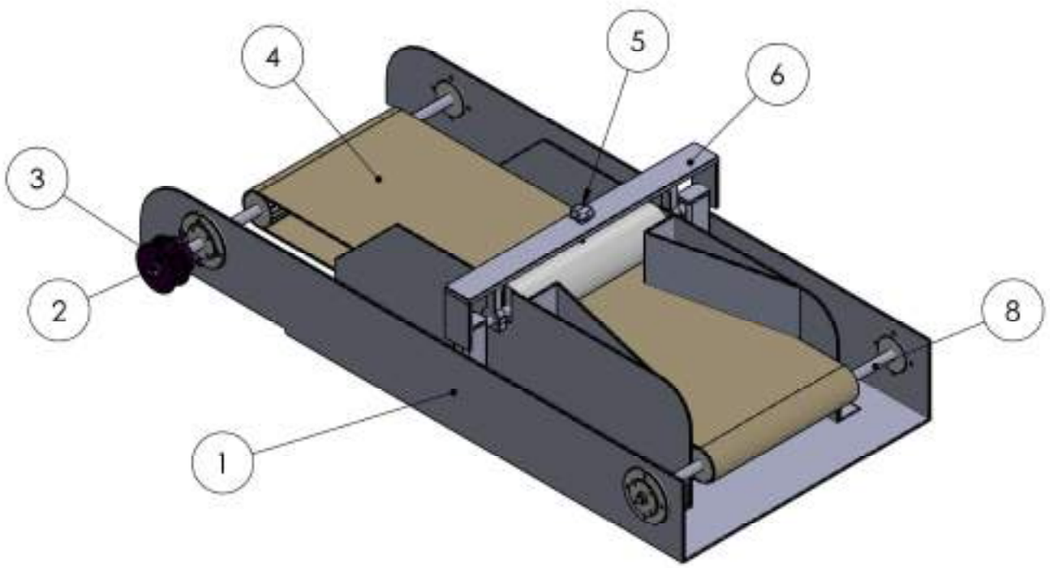


DETALLE P
ESCALA 2 : 5

DETALLE Q
ESCALA 1 : 5



SECCIÓN O-O
ESCALA 1 : 8



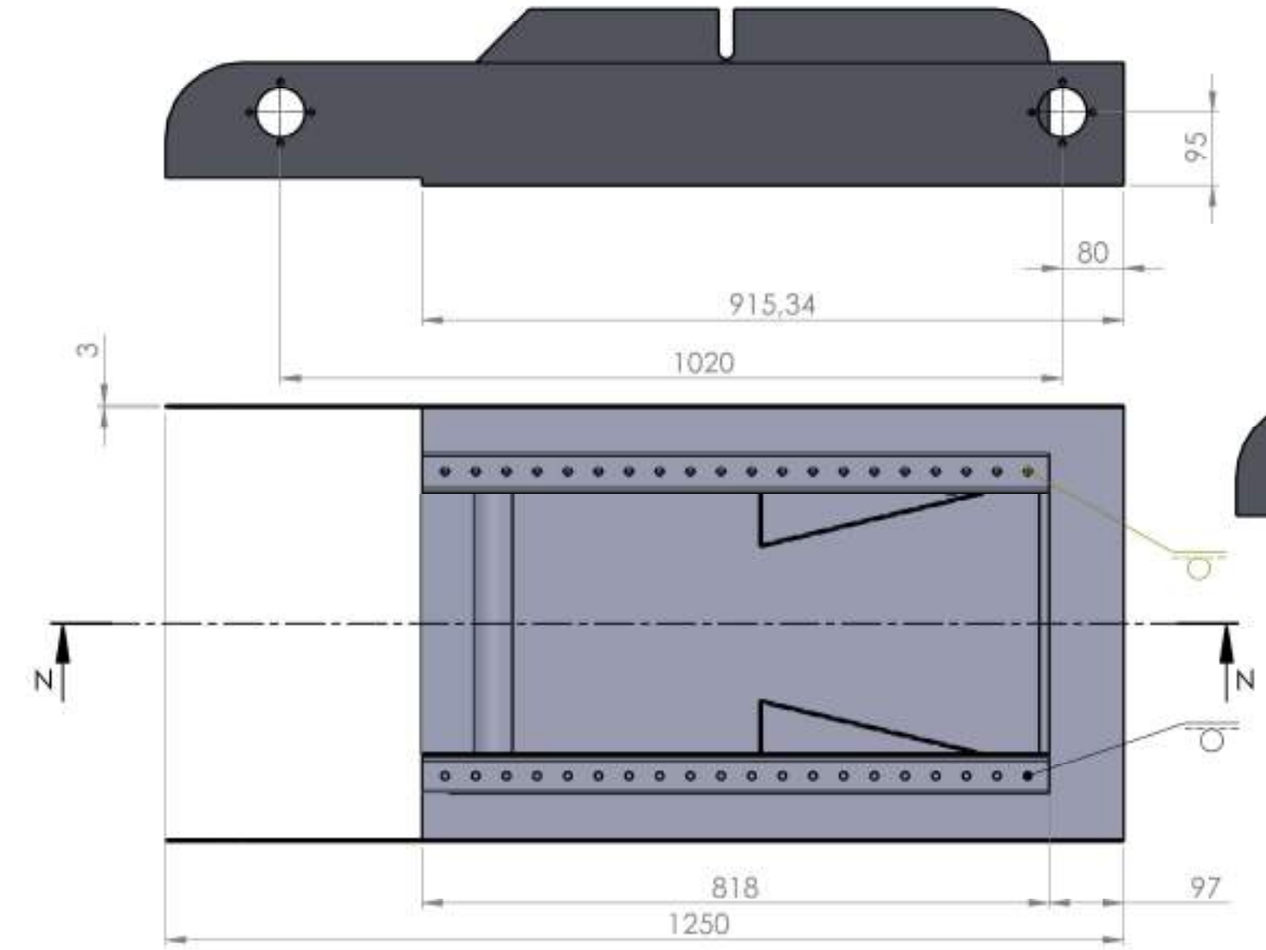
POS.	DENOMINACION	PLANO	CANT.	PESO
15	TUERCA HEX.	M8 X 1,25 - DIN 934 - INOX	1	
14	ROLOS TENSORES CINTA	EM - 12080	6	
13	ROLO APISONADOR	EM - 12070	1	
12	BRIDA PORTA ROD. CINTA	EM - 12060	4	
11	ROD. LINEAL	SKF - 6003	4	
10	TORNILLO ALEM CAB. HEX	M8 - DIN 933 - INOX	16	
09	TAPA PORTA ROD.	EM - 12040	4	
08	EJE CONDUCT. + CONDUCID.	EM - 12030	A + B	
07	TORNILLO CAB. BOTON	M8 X 1,25 - DIN 7380 - INOX	16	
06	CONJ. APISONADOR	EM - 12020	1	
05	TERNILLO REG.	8558K7 303 - INOX	1	
04	CINTA VARILLERA	MALLA METAL. Z5 - INOX	1	
03	POLEA DENTADA	6495K46	1	
02	TORNILLO CAB. HEX	M12 - DIN 933 - INOX	1	
01	ESTRUCTURA CINTA	EM - 12010	1	

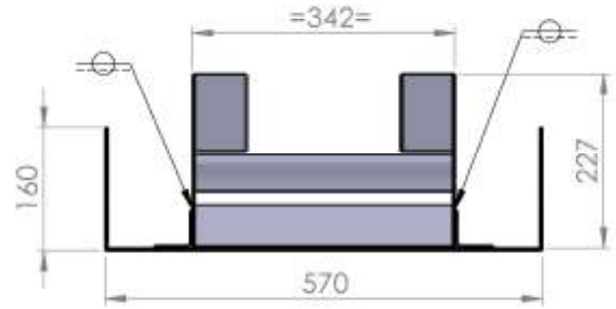
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

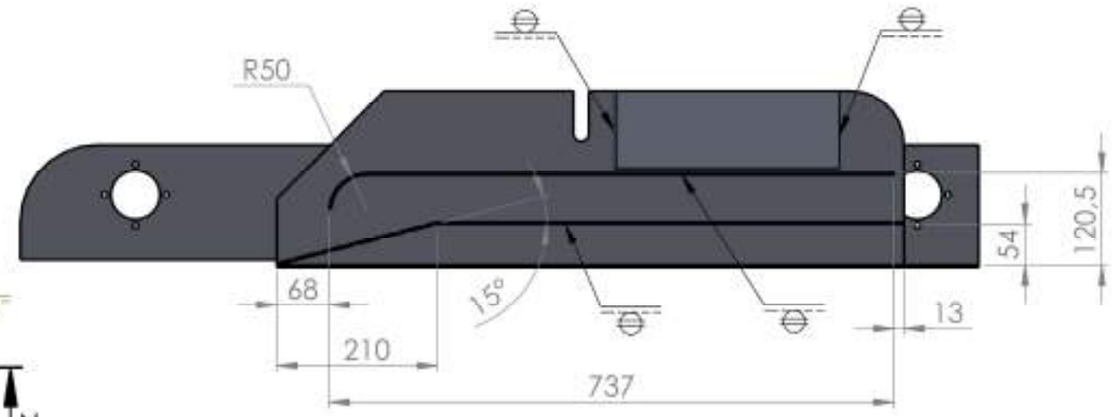
CONJUNTO:
EM - 10000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	14/02/24	C.F.	1:10
APROBO	14/02/24	C.F.	

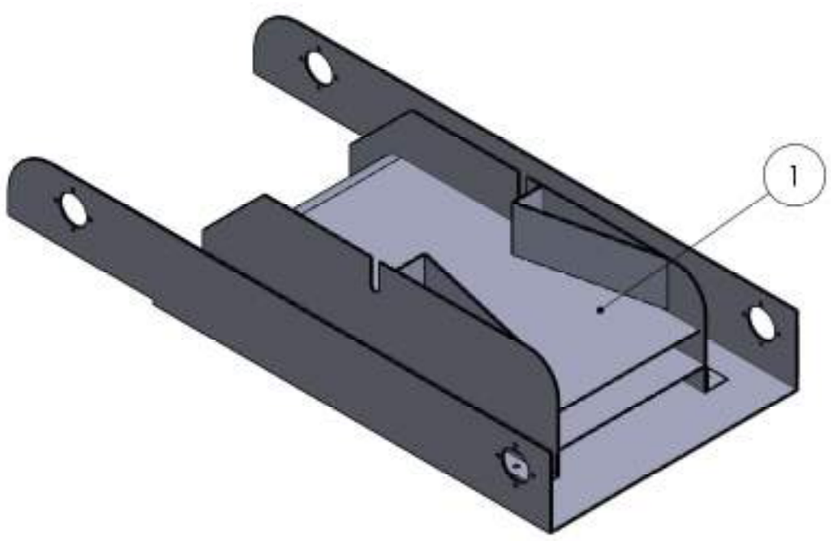
N° EM - 12000







SECCIÓN N-N
ESCALA 1 : 8



Estructura Soldada Según especificaciones.

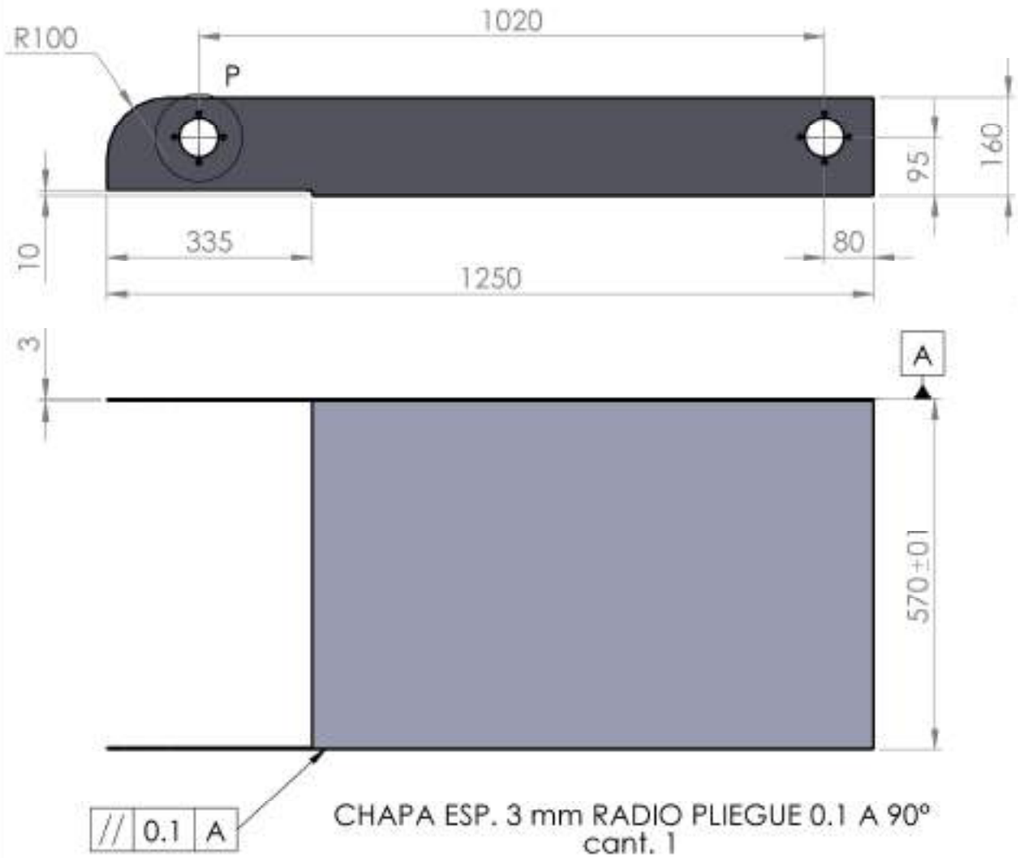
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	ESTRUCUTURA CINTA	CHAPA SAE 316 - ESP: 3 mm	1	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

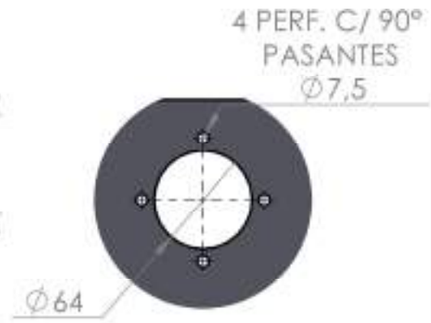
CONJUNTO:
EM - 12000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	17/01/24	C.F.	1:8
APROBO	17/02/24	C.F.	

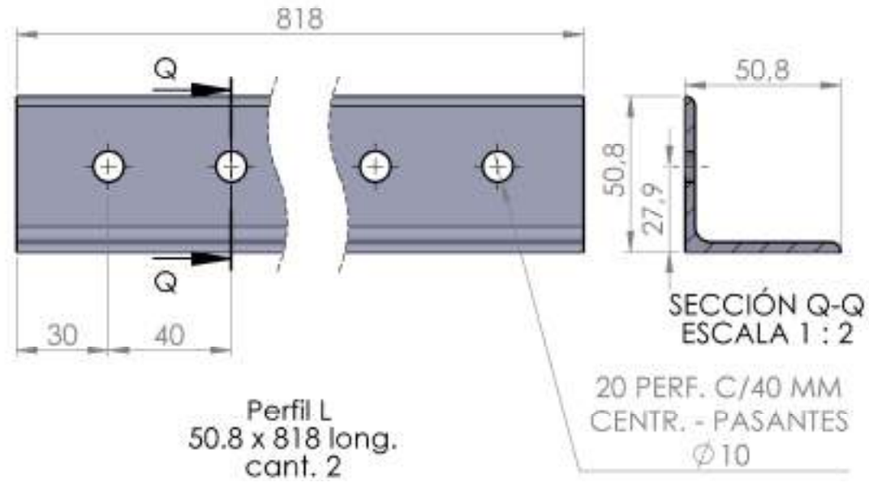
N° EM - 12010



CHAPA ESP. 3 mm RADIO PLIEGUE 0.1 A 90°
cant. 1

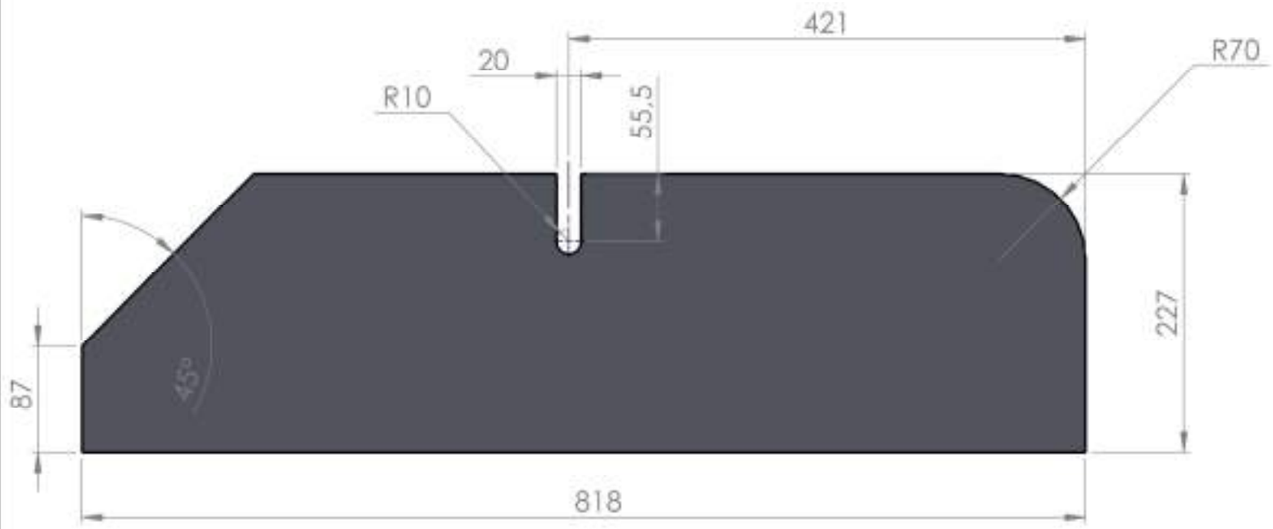


DETALLE P
ESCALA 1 : 4



Perfil L
50.8 x 818 long.
cant. 2

SECCIÓN Q-Q
ESCALA 1 : 2



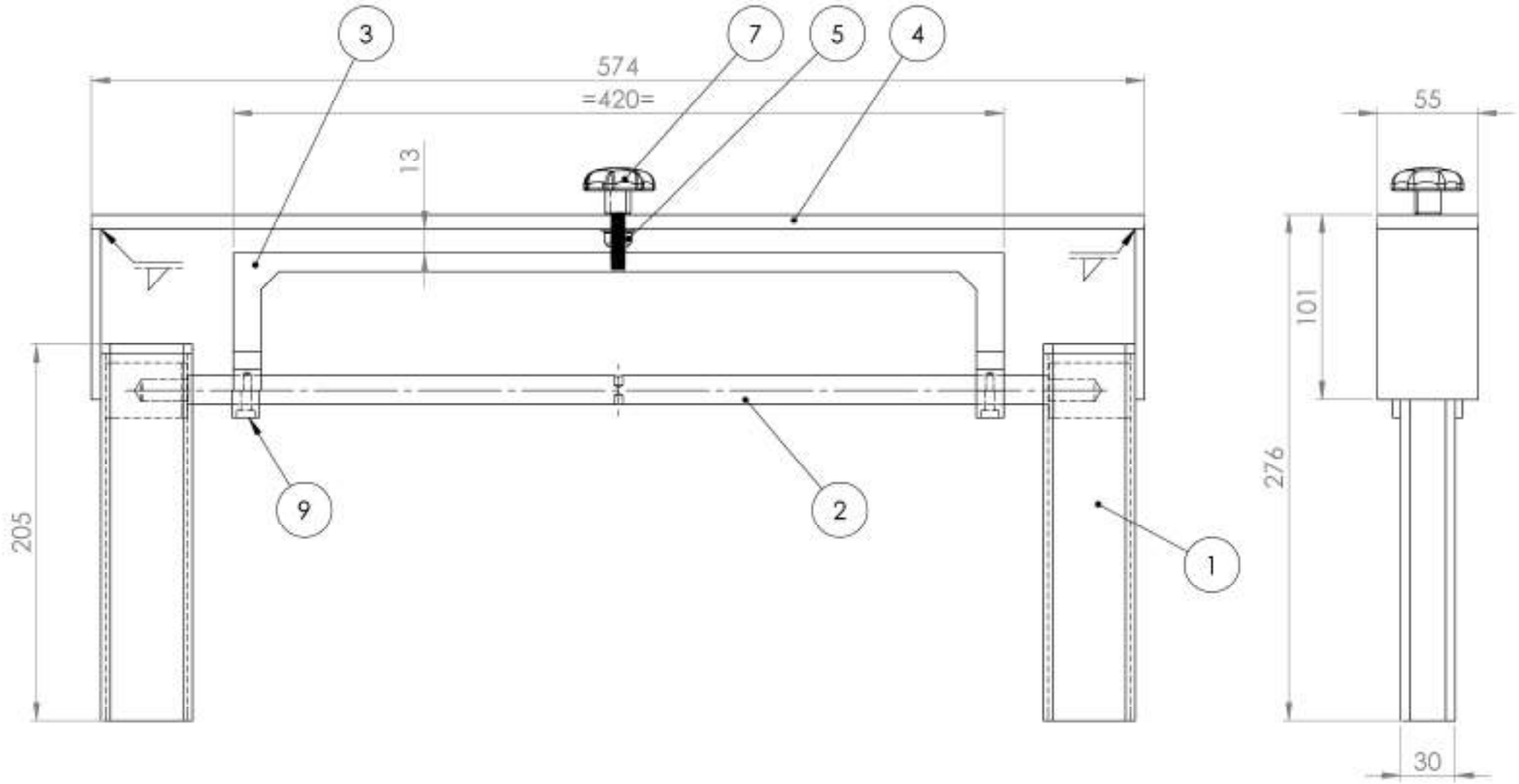
CHAPA ESP. 3 mm
cant. 2

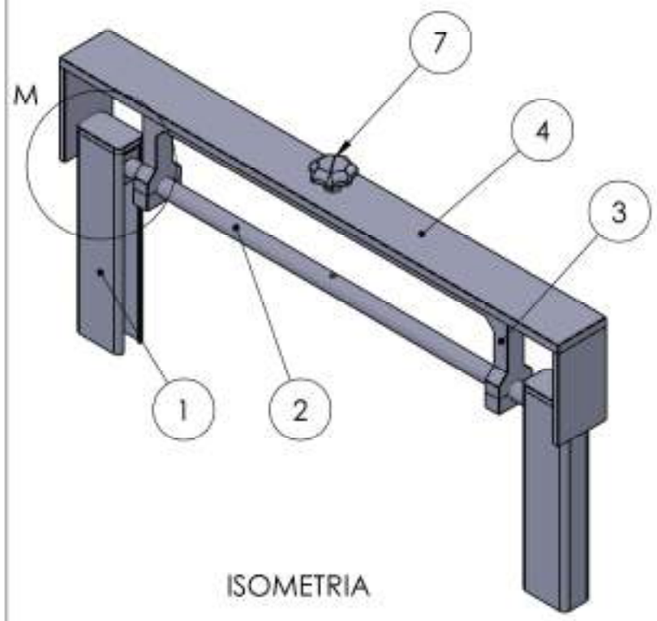
CHAPA ESP. 3 mm
cant. 1 + 1

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
	PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO	CONJUNTO: EM - 12000		

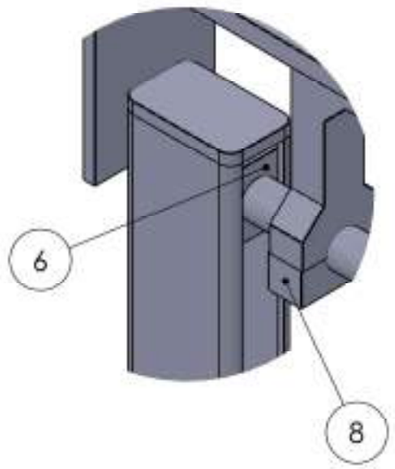
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS	
DIBUJO	17/0/24	C.F.	1:8	N° EM - 12100
APROBO	17/02/24	C.F.		

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS									REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS SOLDADAS								
Para dimensiones sin tolerancias									Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000	Longitud	+ de	-	30	120	400	1000	2000	4000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000		Hasta	30	120	400	1000	2000	4000	8000
		±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0			±1	±2	±3	±4	±6	±8	±10
Longitud lado mas corto									Longitud lado mas corto								
Angulos	+ de	-	30	50	120	400			Angulos	+ de	-	120		400			
	Hasta	30	50	120	400	-				Hasta	120	400		-			
		±1	±0,5	±0,3	±0,2	±0,1					±1,5 mm/m	±0,5 mm/m		±0,5 mm/m			
Rugosidad (RSD Cpm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽				Simbologia de soldadura A.W.S.								
		12,5	2,2	0,8	0,1				Filetes sin acotar 0,7 x esp.								





ISOMETRIA



DETALLE M
ESCALA 1 : 2

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
09	TORNILLO ALLEN	M5 X 15 - INOX	4	
08	MUÑON	AISI 416	2	
07	TORNILLO REG.	8558K7_303 - INOX	1	
06	PATIN	AISI 416	2	
05	TUERCA HEX. + ARANDELA PLANA	M8 - INOX	1	
04	PLACA SUPERIOR	AISI 416	1	
03	SOPORTE MOVIL	AISI 416	1	
02	EJE ROLO APISON	AISI 416	1	
01	PATAS	AISI 416	2	
00	**CONJUNTO APISONADOR**	**ESTRUC SOLDA + ARMADO**	**1**	

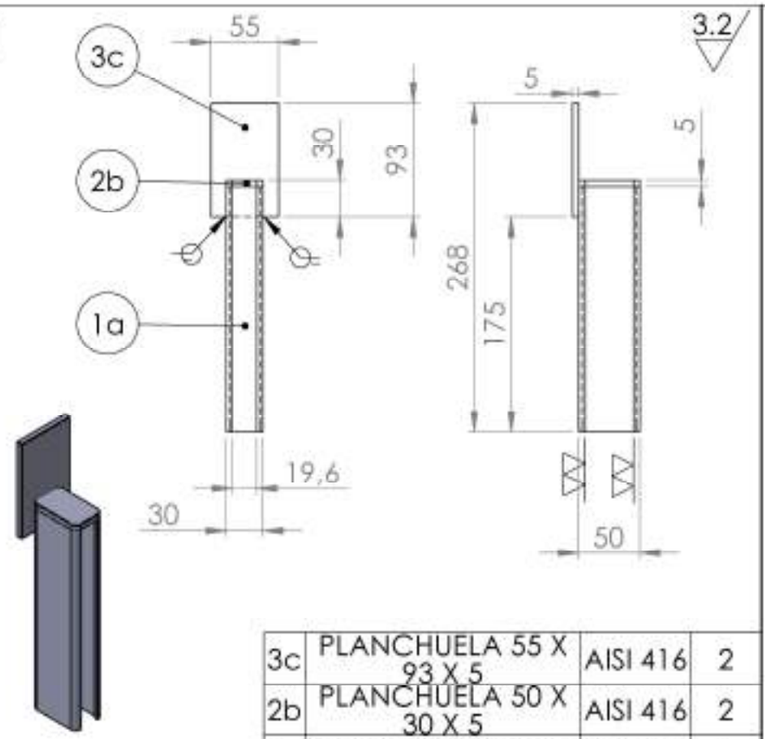
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

CONJUNTO:
EM - 12000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	23/02/24	C.F.	1:5
APROBO	23/02/24	E.S.	

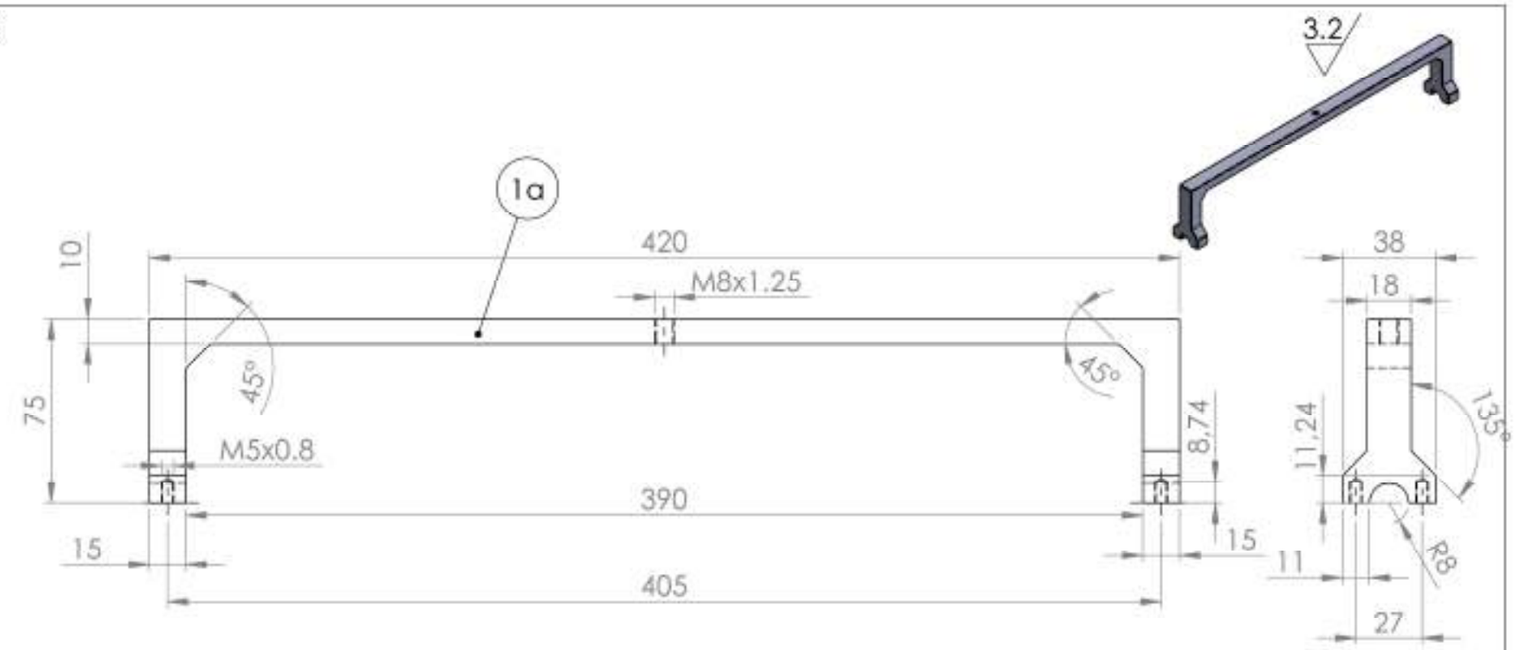
N° EM - 12020

01



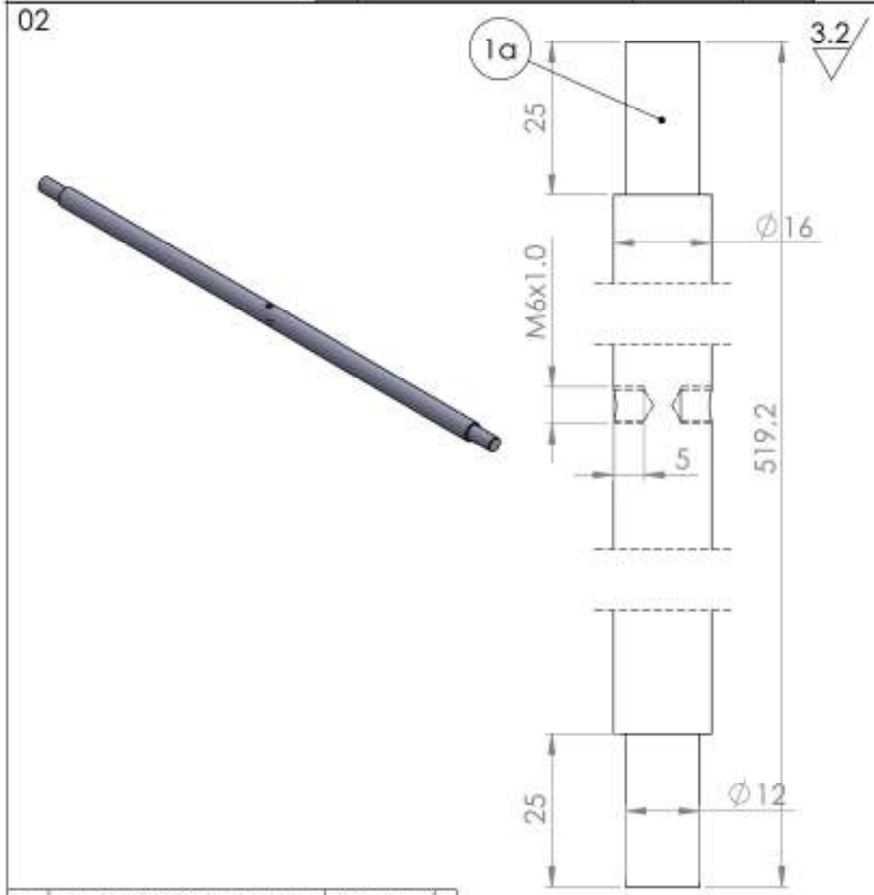
3c	PLANCHUELA 55 X 93 X 5	AISI 416	2
2b	PLANCHUELA 50 X 30 X 5	AISI 416	2
1a	CAÑO 50 X 30 X 2.6	AISI 416	1

03



1a	SOPORTE MOVIL	AISI 416	1

02

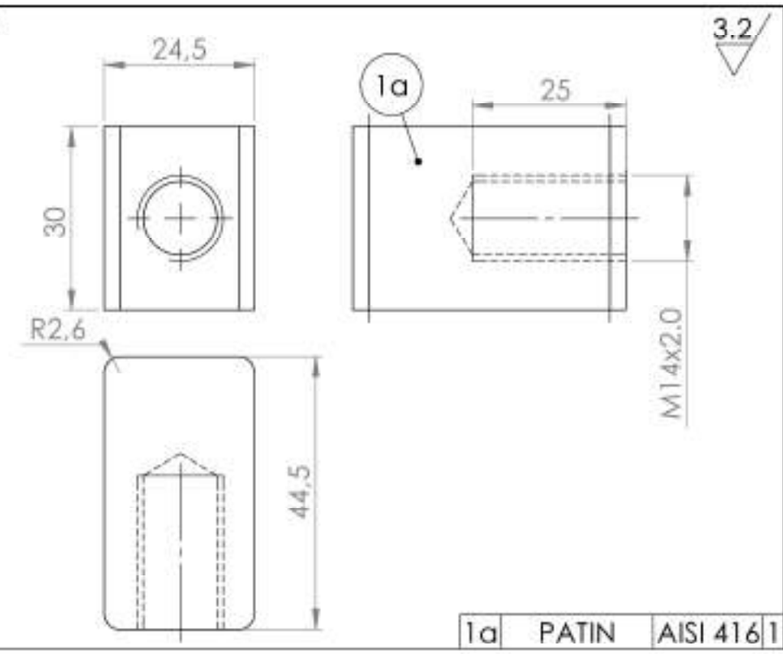


1a	EJE ROLO APISON.	AISI 416	1

04

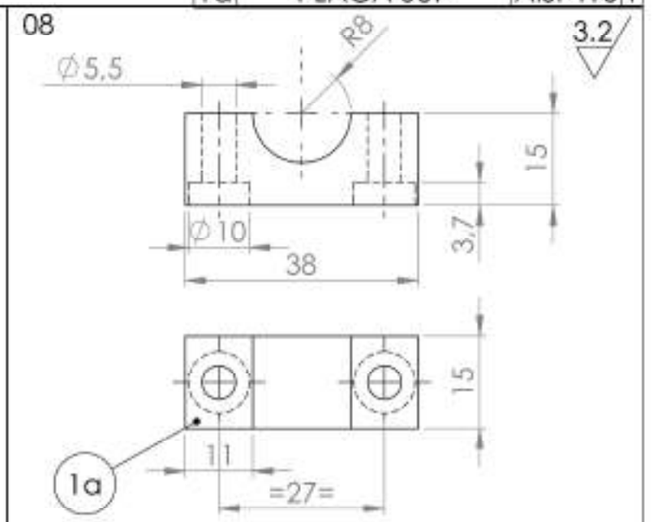
1a	PLACA SUP	AISI 416	1

06



1a	PATIN	AISI 416	1

08

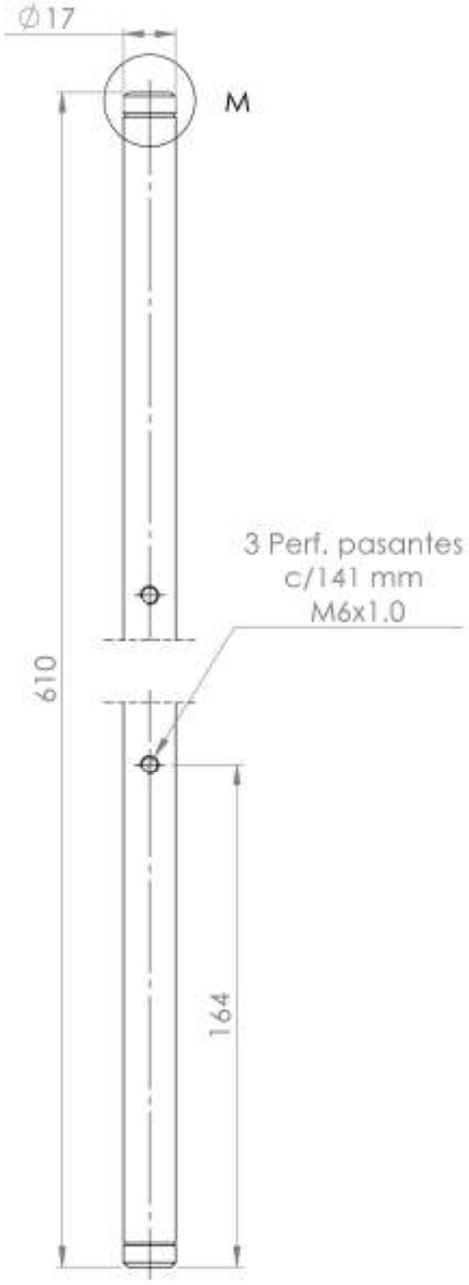


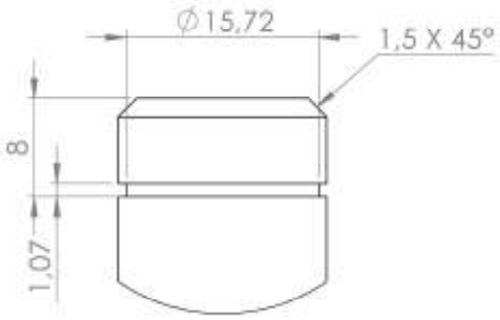
1a	MUÑON	AISI 416	1	2 de 2

A

3.2

VISTA ISOMETRICA
EJE CONDUCIDO





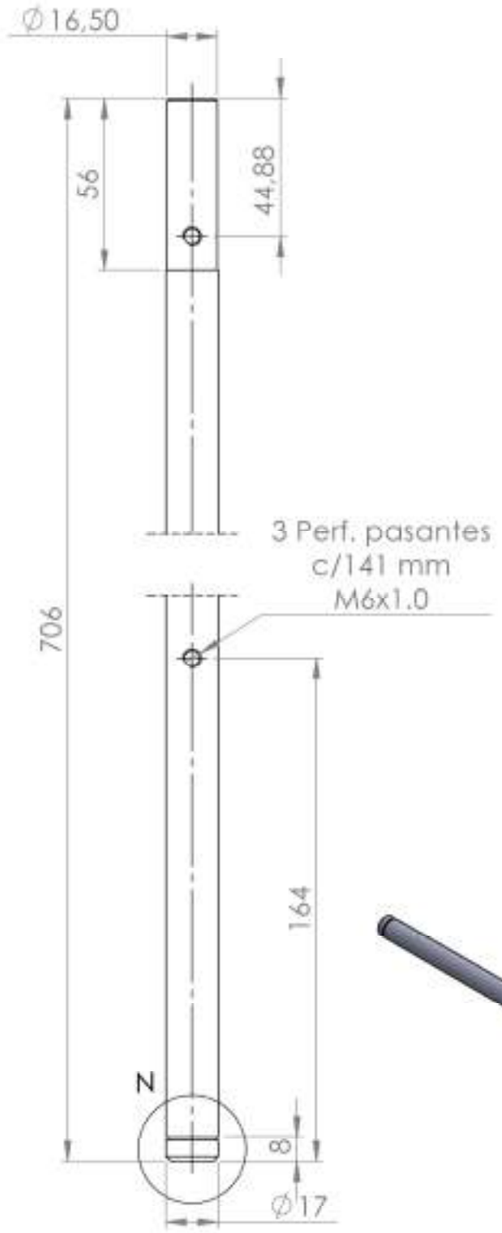
DETALLE M
ESCALA 2 : 1

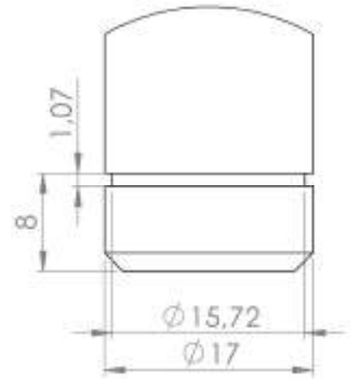
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS
TT: TEMPLE Y REVENIDO | 48 - 52 HRC

B

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS
TT: TEMPLE Y REVENIDO | 48 - 52 HRC

3.2





DETALLE N
ESCALA 2 : 1

VISTA ISOMETRICA
EJE CONDUCTOR

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
A+B	EJE CONDUCIDO + EJE CONDUCTOR	AISI 420	1 + 1	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

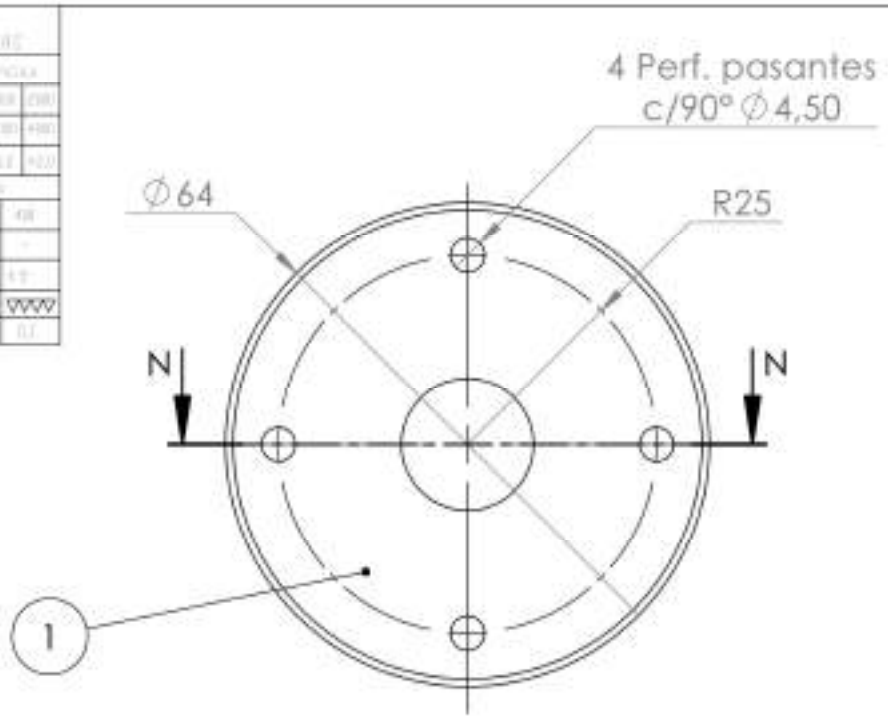
CONJUNTO:
EM - 12000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	22/02/24	C.F.	1:2
APROBO	22/02/24	C.F.	

N° EM - 12030

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS								
Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	Y de	-	6	30	120	400	1000	2000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000
		0,5	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2	2,0
Longitud todo más corto								
Ángulos	Y de	-	10	50	120	400		
	Hasta	10	50	120	400	-		
		0,17	0,08	0,02	0,01	0,5		
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽			
		10,5	3,2	0,8	0,1			

3.2



SECCIÓN N-N

ISOMETRIA

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS
TT: TEMPLE Y REVENIDO | 48 - 52 HRC

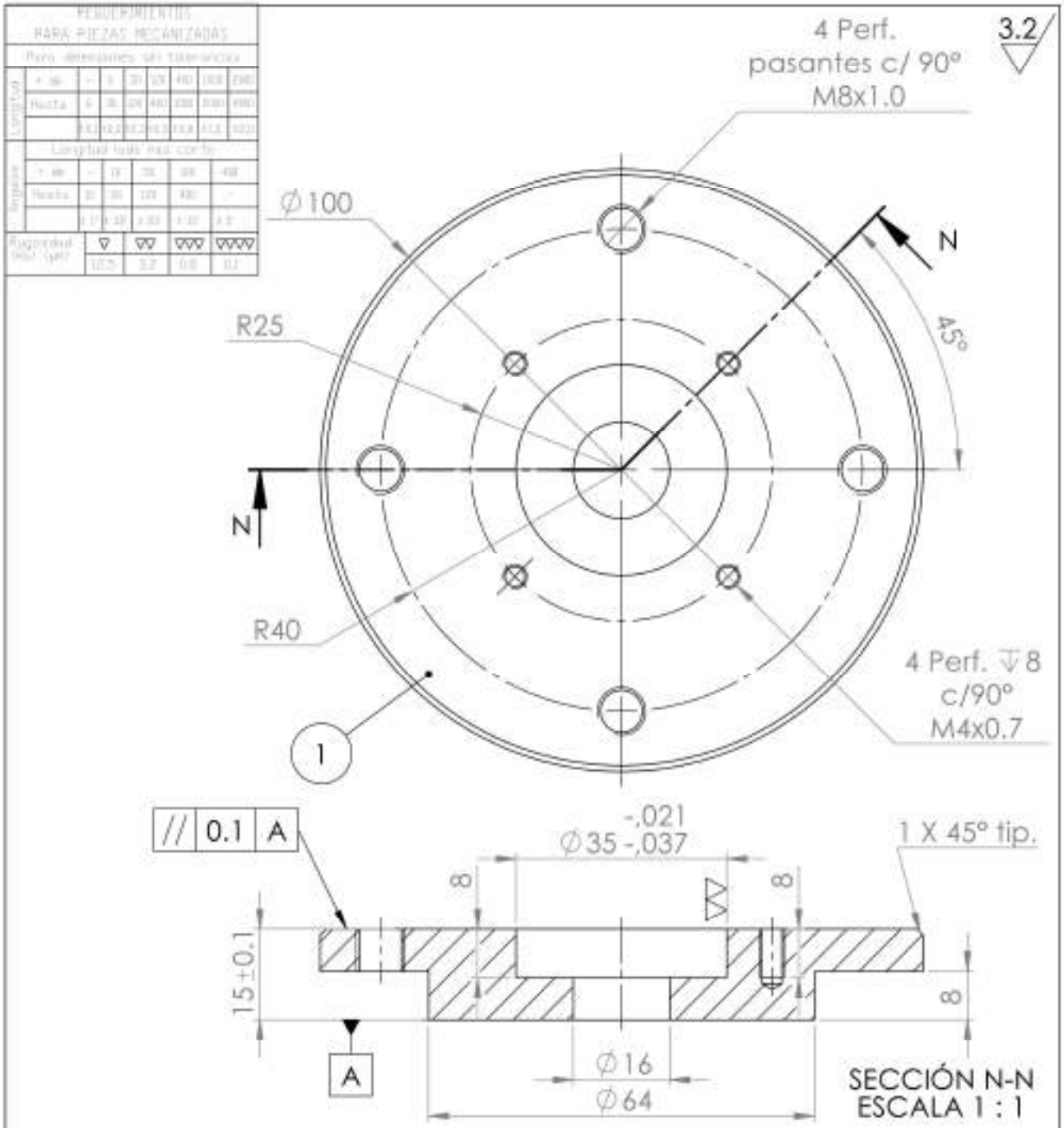
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	TAPA PORTA ROD.	AISI 420	4	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

CONJUNTO:
EM - 12000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	21/02/24	C.F.	1:1
APROBO	21/02/24	C.F.	

N° EM - 12040



ISOMETRIA

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS
TT: TEMPLE Y REVENIDO | 48 - 52 HRC

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	BRIDA PORTA ROD.	AISI 420	4	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

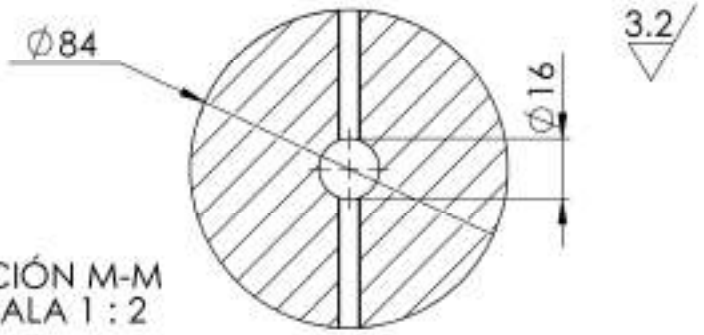
CONJUNTO:
EM - 12000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	21/02/24	C.F.	1:1
APROBO	21/02/24	C.F.	

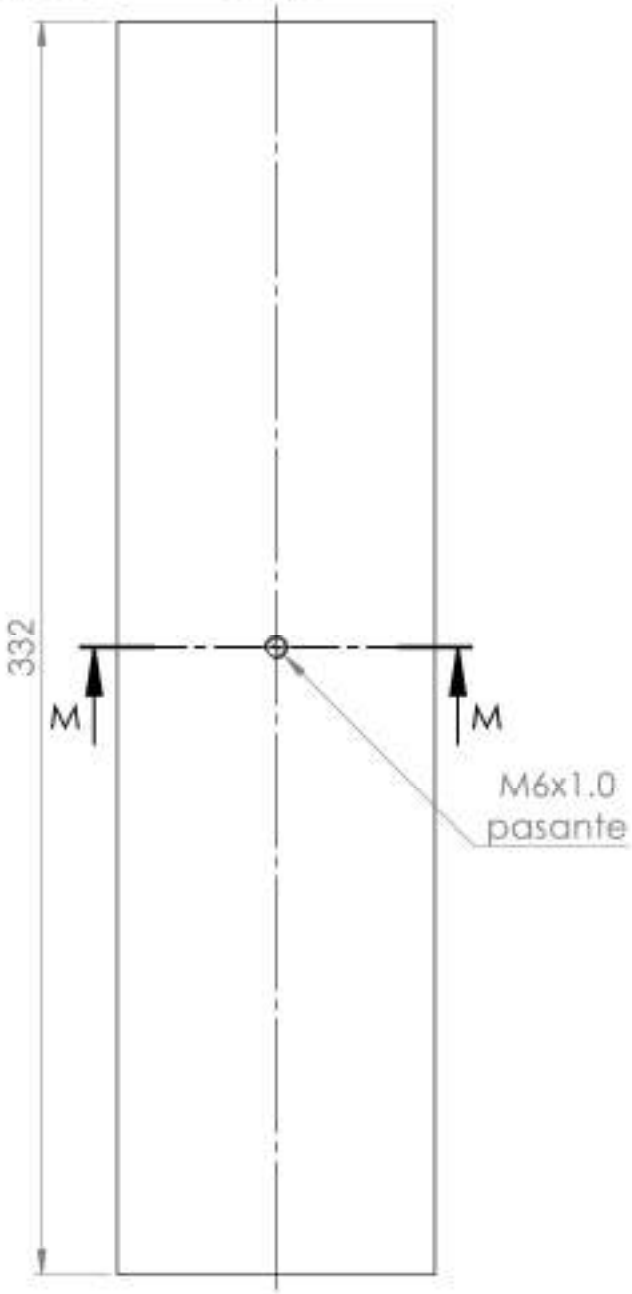
N° EM - 12060

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS								
Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000
		0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.2	2.0
Longitud lado más corto								
Ángulos	+ de	-	10	50	120	400		
	Hasta	10	50	120	400	-		
		0.17	0.08	0.02	0.01	0.5		
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽			
		10.5	3.2	0.8	0.1			

ISOMETRIA



SECCIÓN M-M
ESCALA 1 : 2



TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	ROLO APISONADOR	GRILON	1	

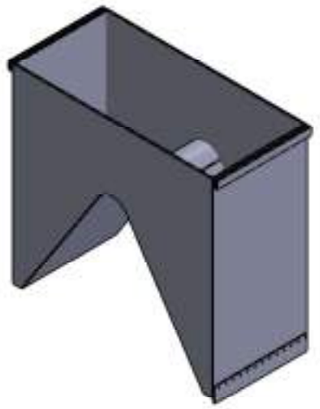
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

CONJUNTO:
EM - 12000

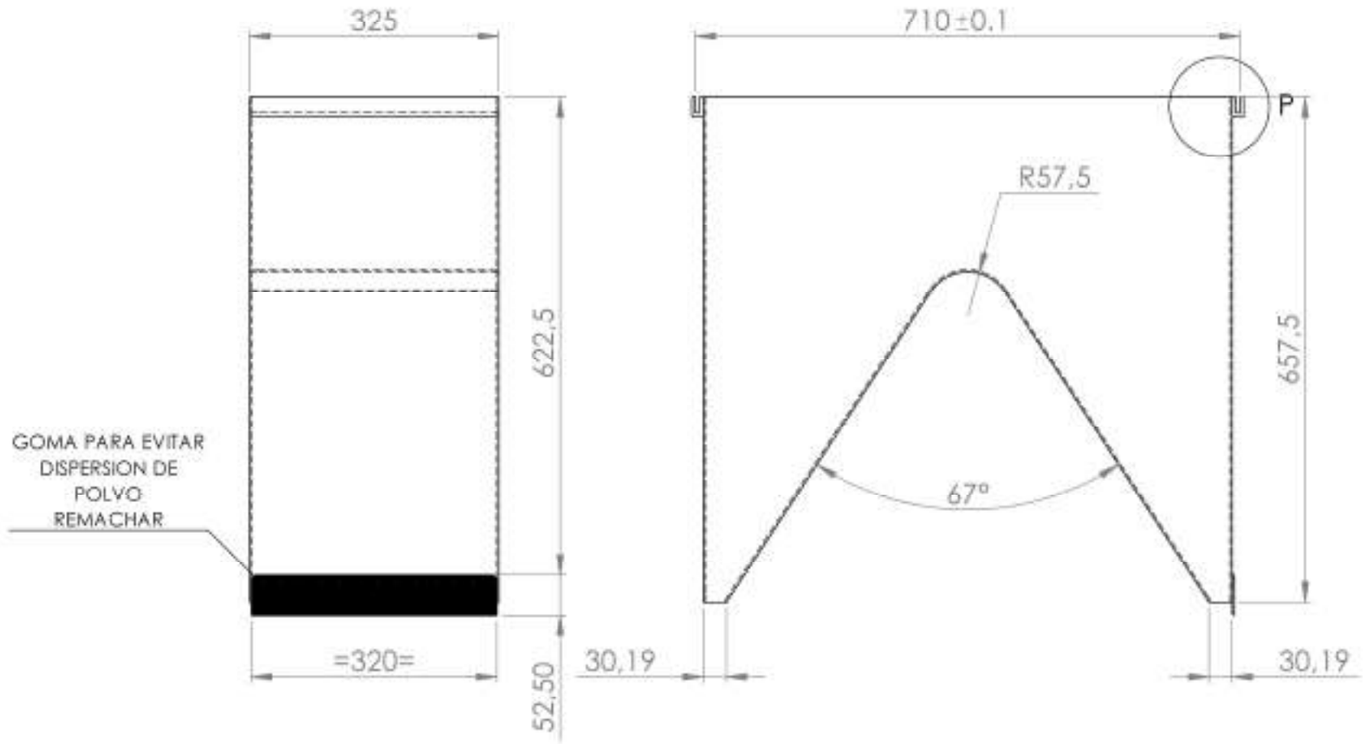
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	23/02/24	C.F.	1:2
APROBO	23/02/24	C.F.	

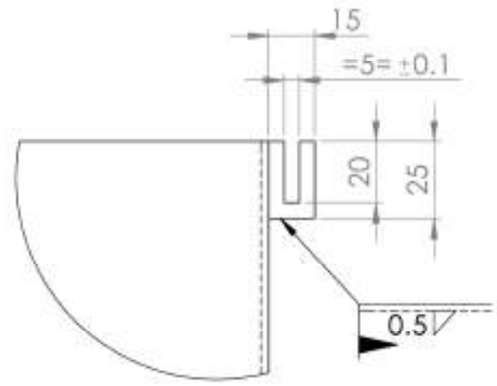
N° EM - 12070

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS									REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS SOLDADAS								
Para dimensiones sin tolerancias									Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000	Longitud	+ de	-	30	120	400	1000	2000	4000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000		Hasta	30	120	400	1000	2000	4000	8000
		±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2.0			±1	±2	±3	±4	±6	±8	±12
Longitud lado mas corto									Longitud lado mas corto								
Angulos	+ de	-	10	50	120	400			Angulos	+ de	-	120		400			
	Hasta	10	50	120	400	-				Hasta	120	400		-			
		±1°	±30'	±20'	±10'	±5'					±1.5 mm/m	±1 mm/m		±0.5 mm/m			
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽				Simbologia de soldadura A.W.S.								
		10.5	2.2	0.8	0.1				Filetes sin acotar 0.7 x esp.								



ISOMETRIA





DETALLE P
ESCALA 1 : 2

ESTRUCTURA SOLDADA

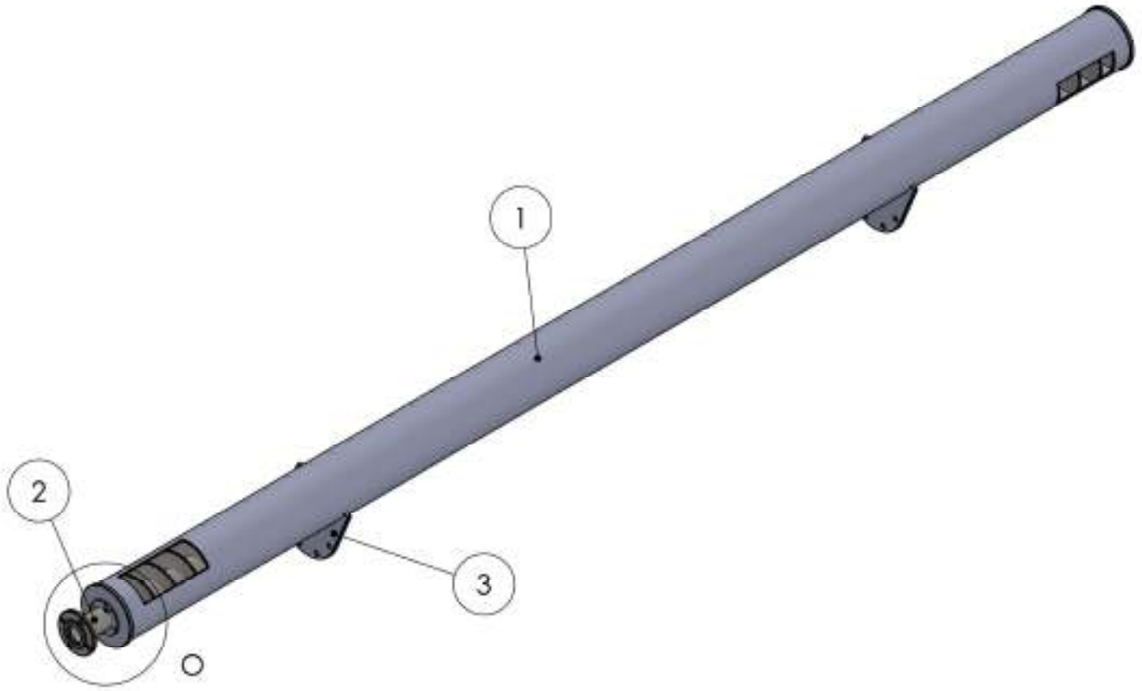
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	TOLVA DESCARGA	AISI 316 esp. 3mm	1	

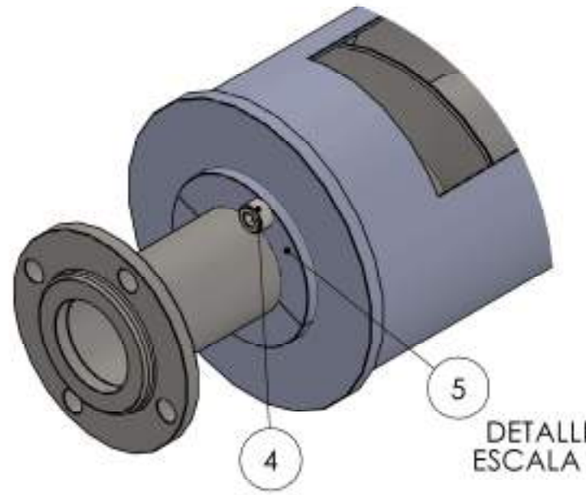
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

CONJUNTO:
EM -10000

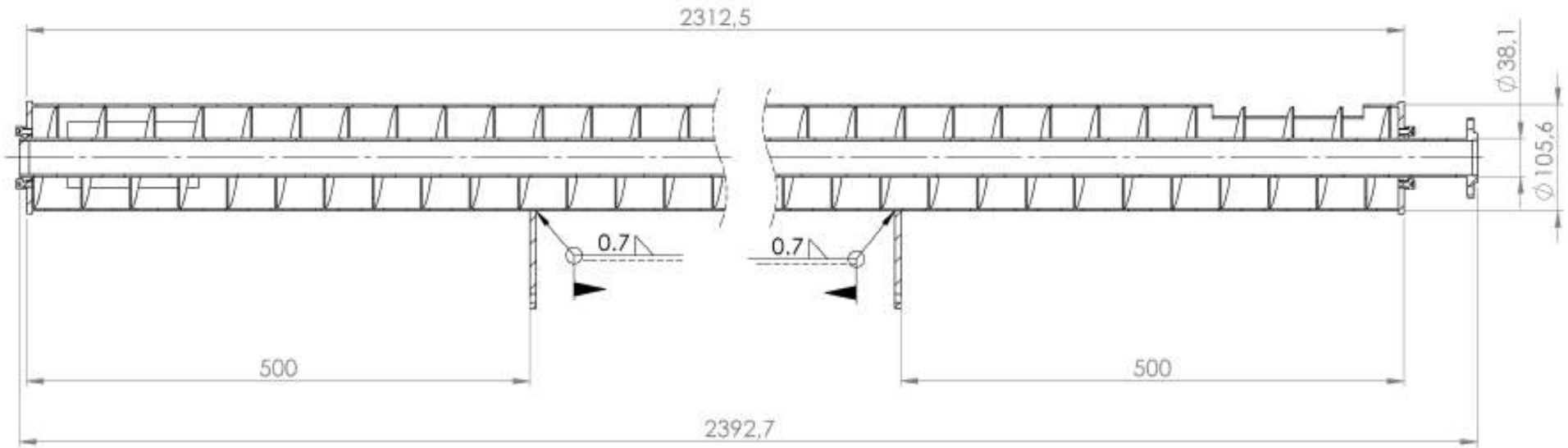
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	C.F.	1 : 10
APROBO	26/02/24	C.F.	

N° EM -13000





DETALLE O
ESCALA 1 : 2



POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
00	CONJUNTO TORNILLO	AISI 316	1	
05	BUJE PARTIDO	EM -14400	2	
04	TORNILLO ALLEN	M6 X 10	4	
03	ARGOLLA SOP.	EM - 14300	2	
02	TORNILLO TRANSPORTADOR	EM - 14200	1	
01	CAMISA	EM - 14100	1	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

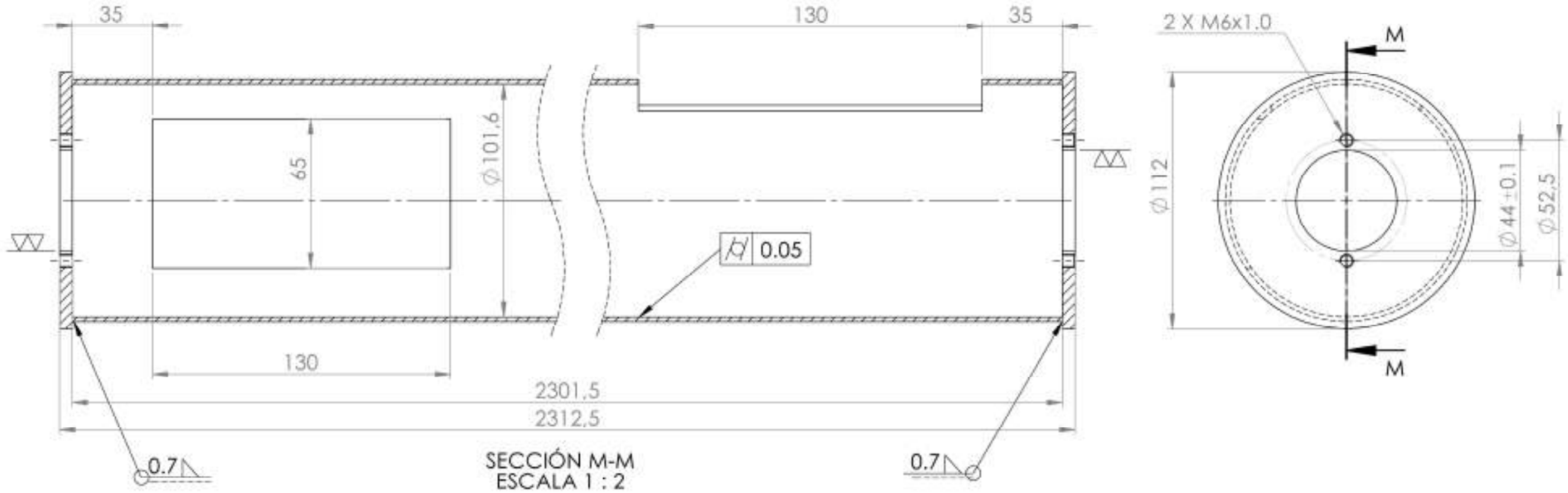
CONJUNTO:
EM - 10000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	C.F.	1 : 10
APROBO	26/02/24	C.F.	

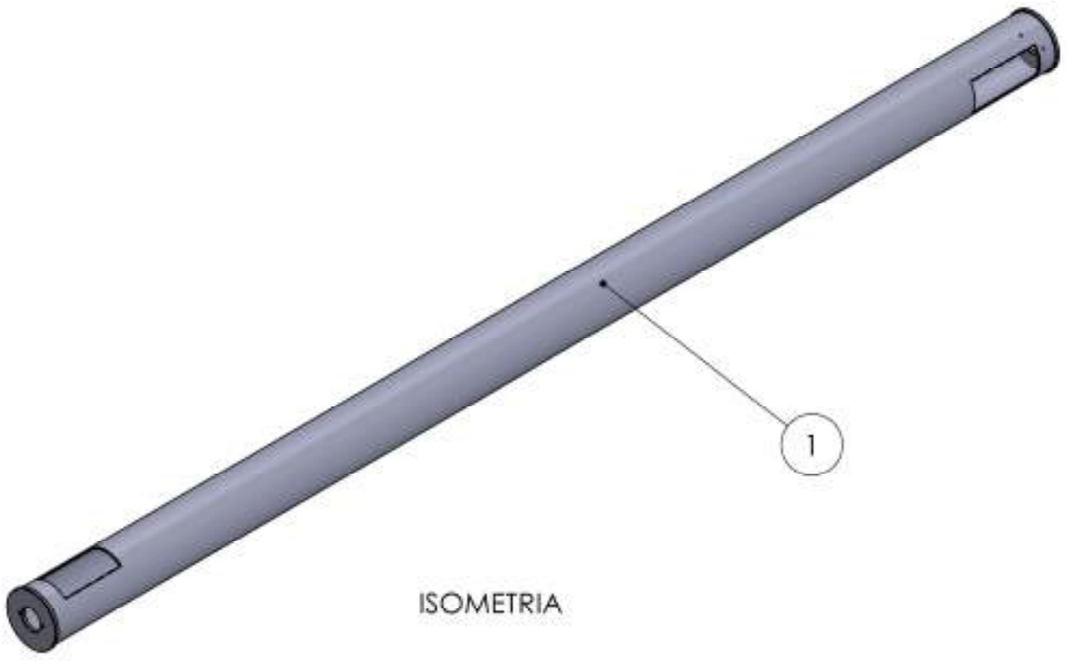
N° EM - 14000

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS								
Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000
		±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2.0
Longitud lado mas corto								
Angulos	+ de	-	10	50	120	400	1000	
	Hasta	10	50	120	400	1000	-	
		±1.7	±1.20	±1.00	±1.00	±1.0		
Rugosidad (RSD cpm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽			
		12.5	3.2	0.8	0.1			

3.2



SECCIÓN M-M
ESCALA 1 : 2



ISOMETRIA

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	CAMISA	AISI 316	1	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

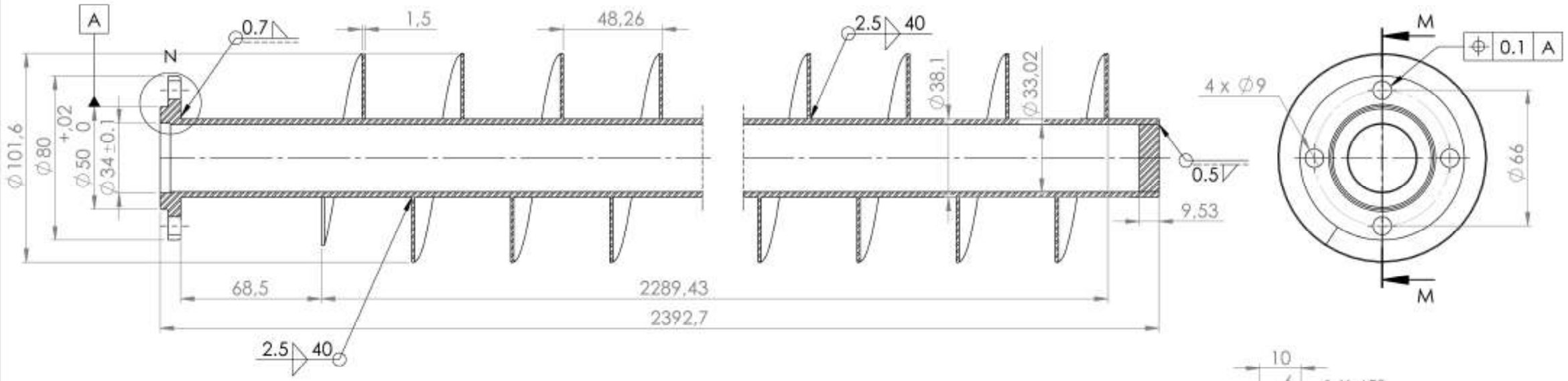
CONJUNTO:
EM - 14000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	C.F.	1 : 10
APROBO	26/02/24	C.F.	

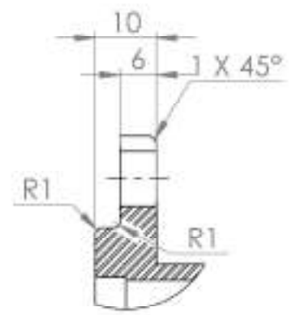
N° EM - 14100

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS									REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS SOLDADAS								
Para dimensiones sin tolerancias									Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000	Longitud	+ de	-	30	120	400	1000	2000	4000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000		Hasta	30	120	400	1000	2000	4000	8000
		±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2.0			±1	±2	±3	±4	±6	±8	±10
Longitud lado mas corto									Longitud lado mas corto								
Angulos	+ de	-	10	50	120	400			Angulos	+ de	-	120		400			
	Hasta	10	50	120	400	-				Hasta	120	400		-			
		±1°	±30'	±20'	±10'	±5'					±1.5 mm/m	±0.5 mm/m		±0.5 mm/m			
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽				Simbologia de soldadura: A.W.S.								
		10.5	2.2	0.8	0.1				Filetes sin acotar: 0.7 x esp.								

3.2



SECCIÓN M-M
ESCALA 1 : 2



DETALLE N
ESCALA 1 : 1

ISOMETRIA

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	TORNILLO TRANSPORTADOR	AISI 316	1	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

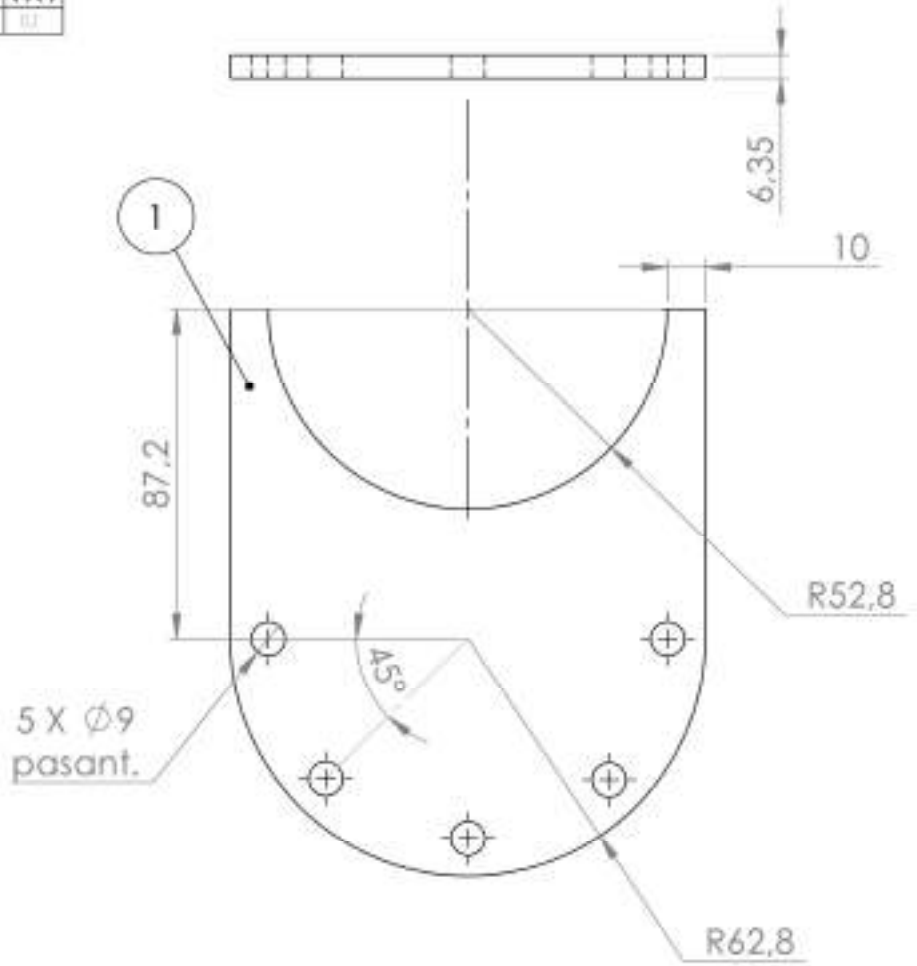
CONJUNTO:
EM -14000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	C.F.	1 : 10
APROBO	26/02/24	C.F.	

N° EM -14200

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS								
Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000
		±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0
Longitud lado mas corto								
Angulos	+ de	-	10	50	120	400		
	Hasta	10	50	120	400	-		
		±1°	±0,5°	±0,5°	±0,5°	±0,5°		
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽			
		12,5	3,2	0,8	0,2			

3.2



ISOMETRIA

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	ARGOLLA SOPORTE	AISI 316	2	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

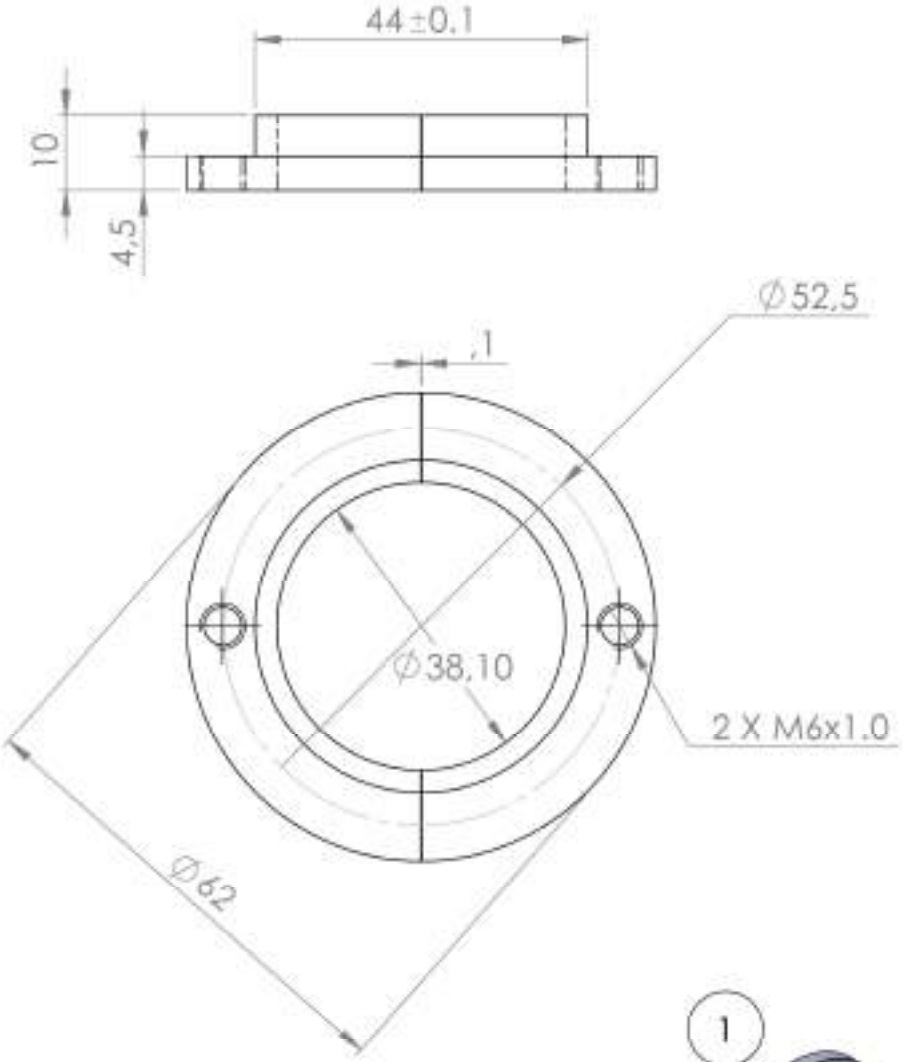
CONJUNTO:
EM - 14000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	C.F.	1:1
APROBO	26/02/24	C.F.	

N° EM - 14300

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS							
Para dimensiones sin tolerancia							
Longitud	+ de	--	6	30	120	400	1000	2000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000
		±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4	±5
Ángulos	Longitud lado más corto							
	+ de	--	10	50	120	400
	Hasta	10	50	120	400	-
		±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽	
		12,5	3,2	0,8	0,2	

3.2



ISOMETRIA

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	BUJE PARTIDO	SAE 64	2	

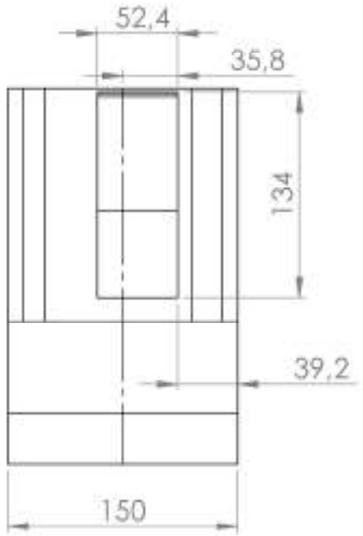
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

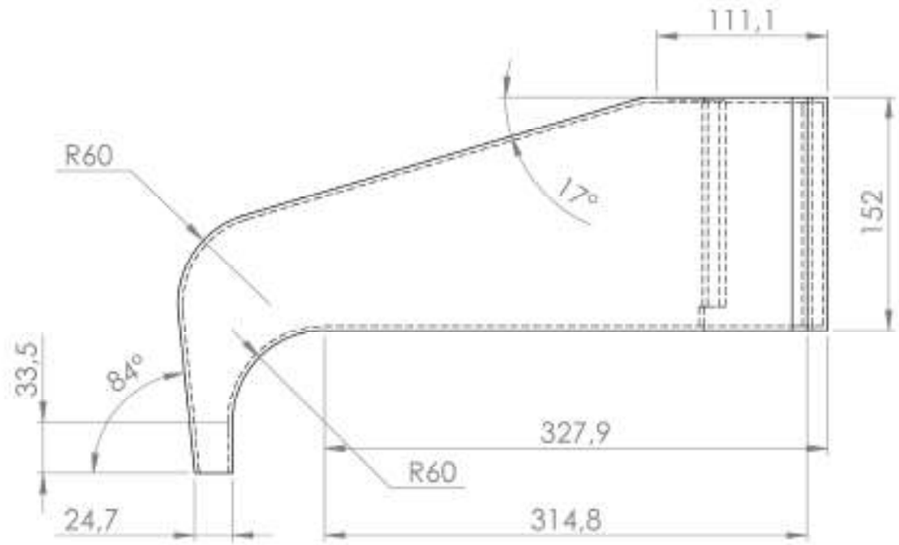
CONJUNTO:
EM - 14000

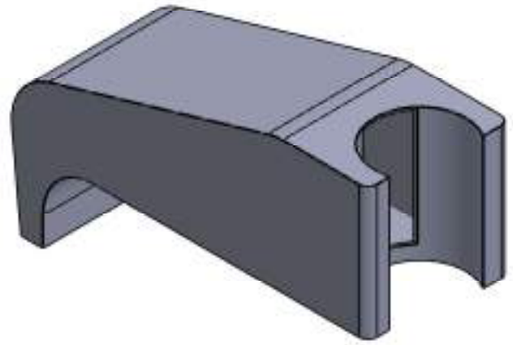
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	C.F.	1:1
APROBO	26/02/24	C.F.	

N° EM - 14400

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS									REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS SOLDADAS								
Para dimensiones sin tolerancias									Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000	Longitud	+ de	-	30	120	400	1000	2000	4000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000		Hasta	30	120	400	1000	2000	4000	8000
		±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0			±1	±2	±3	±4	±6	±8	±10
Angulos	Longitud lado mas corto								Angulos	Longitud lado mas corto							
	+ de	-	10	50	120	400				+ de	-		120		400		
	Hasta	10	50	120	400	-				Hasta	120		400		-		
		±0,7	±0,38	±0,23	±0,15	±0,1					±1,5 mm/m		±0,5 mm/m		±0,4 mm/m		
Rugosidad (Rt) (µm)		▽		▽▽		▽▽▽		▽▽▽▽	Simbologia de soldadura A.W.S.								
		10,5		2,2		0,8		0,1	Filetes sin acotar 0,7 x esp.								







ISOMETRIA

ESTRUCTURA SOLDADA

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	BOCA DESCARGA	AISI 316 esp. 3mm	1	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

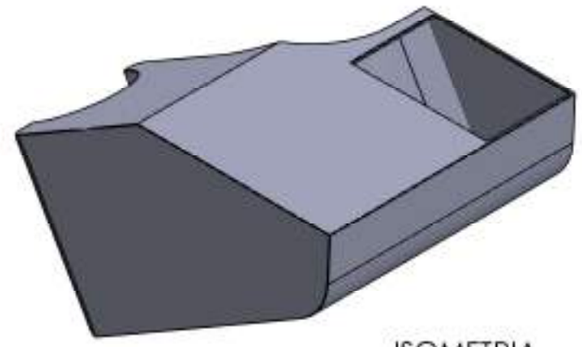
CONJUNTO:
EM -10000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	C.F.	1 : 10
APROBO	26/02/24	C.F.	

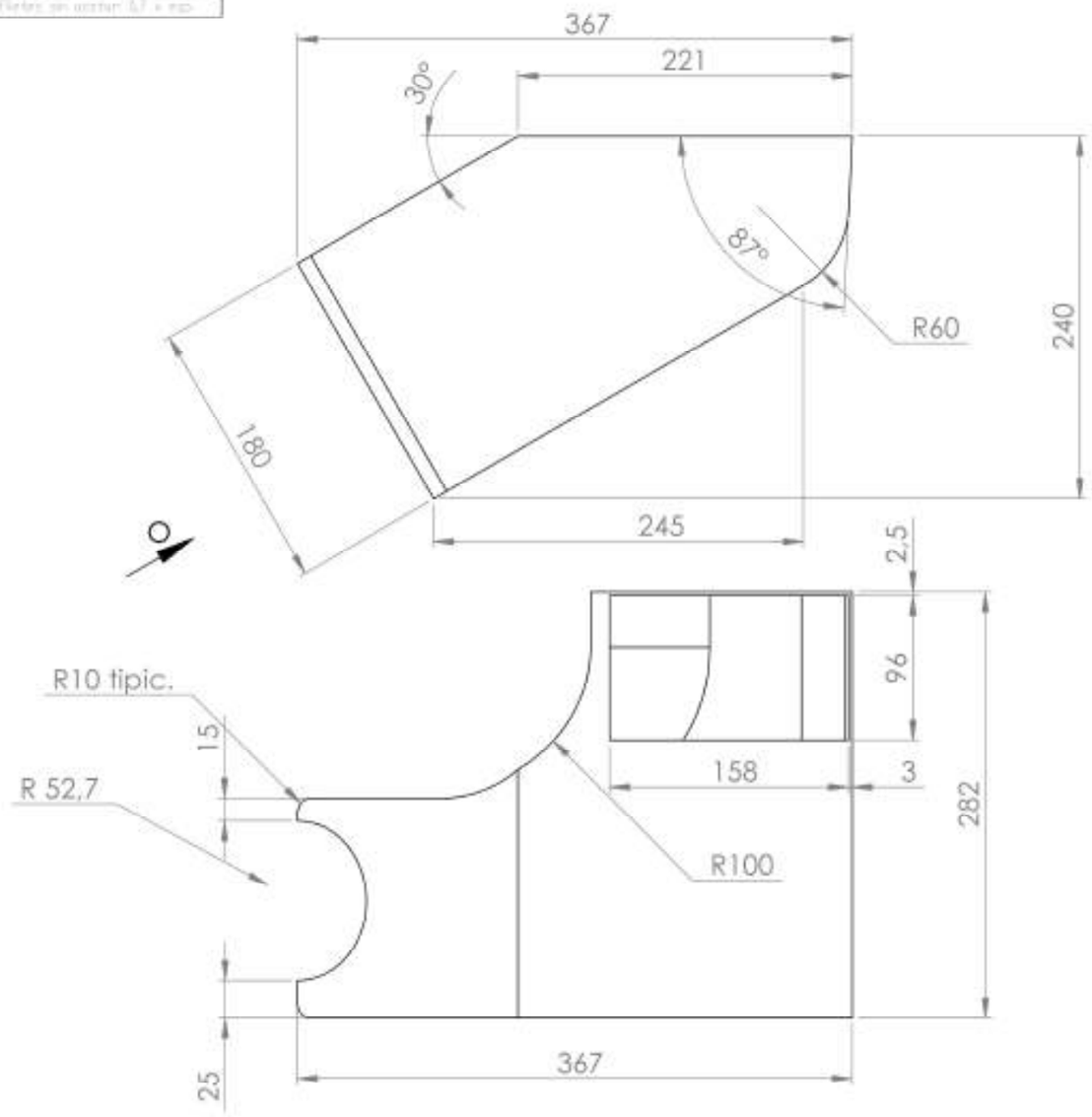
N° EM -15000

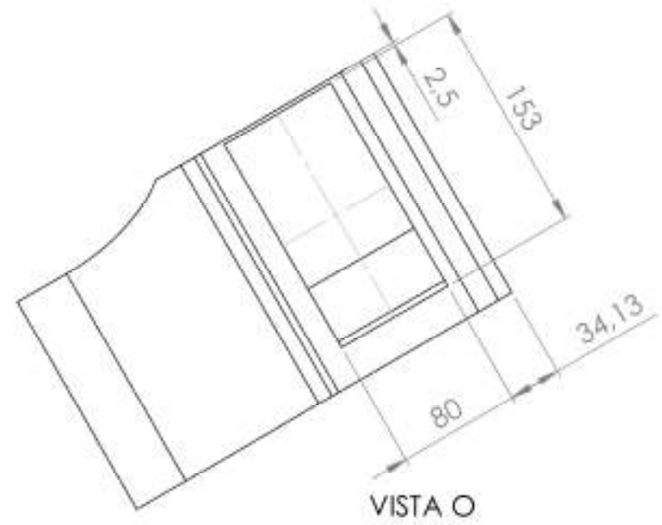
REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS									REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS SOLDADAS								
Para dimensiones sin tolerancias									Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000	Longitud	+ de	-	30	120	400	1000	2000	4000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000		Hasta	30	120	400	1000	2000	4000	8000
		±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0			±1	±2	±3	±4	±6	±8	±10
Angulos	Longitud lado mas corto								Angulos	Longitud lado mas corto							
	+ de	-	10	50	120	400				+ de	-		120		400		
	Hasta	10	50	120	400	-				Hasta	120		400		-		
		±0,7	±0,38	±0,23	±0,15	±0,1					±1,15 mm/m		±0,8 mm/m		±0,6 mm/m		
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽				Simbologia de soldadura AWS								
		10,5	2,2	0,8	0,1				Filetes sin acotar 0,7 x esp.								

3.2



ISOMETRIA





VISTA O

ESTRUCTURA SOLDADA

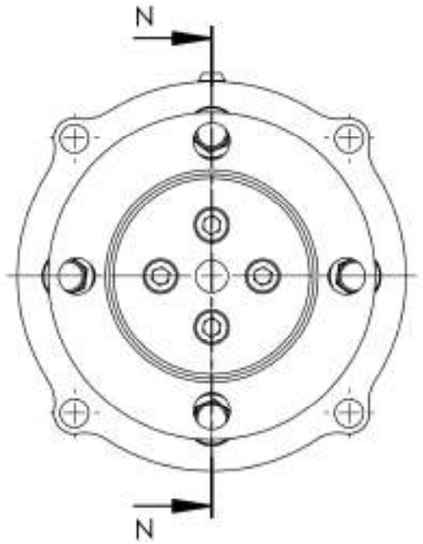
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	BOCA CARGA	AISI 316 esp. 3mm	1	

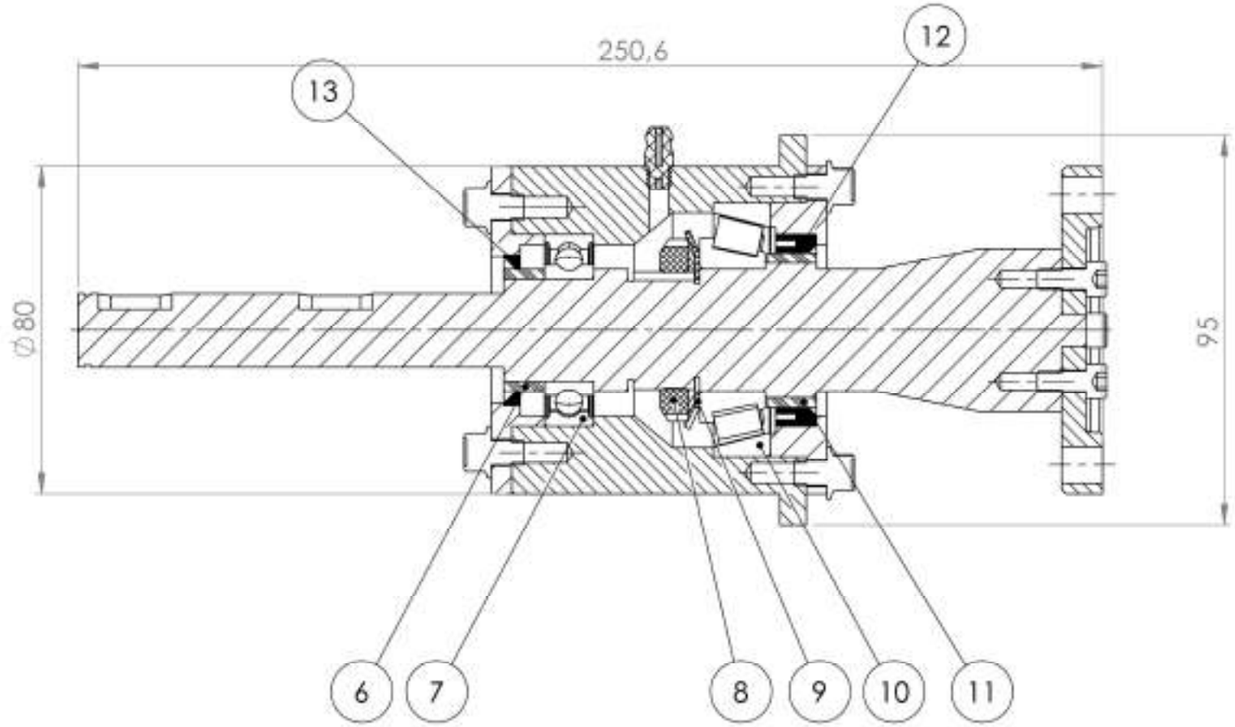
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

CONJUNTO:
EM -10000

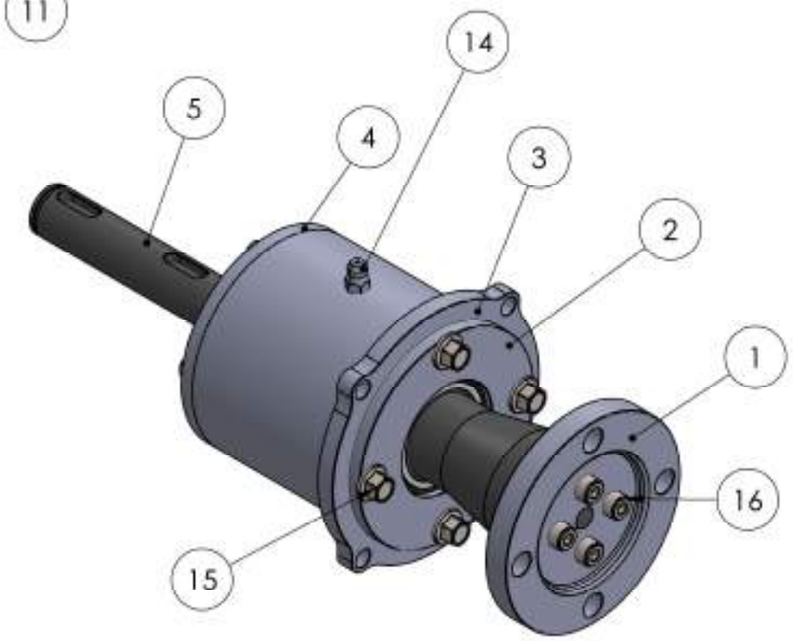
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	C.F.	1 : 10
APROBO	26/02/24	C.F.	

N° EM -16000





SECCIÓN N-N
ESCALA 1 : 1.5



16	TORN. ALLEN	M5 X 1 X 25	4
15	TORN. + ARANDELA	M6 X 1 X 25	8
14	ALEMITE	M10 X 1.5	1
13	RETEN 1	LT 30X38X5	1
12	RETEN 2	LT 28.6X38.1X6	1
11	BUJE 1	EM - 17700	1
10	RODAMIENTO	30206	1
09	ARANDELA DE FIJA	KM6	1
08	ARANDELA DE FIJA	KM6	1
07	RODAMIENTO	6005	1
06	BUJE 2	EM - 17600	1
05	EJE	EM - 17500	1
04	TAPA POST.	EM - 17400	1
03	CUERPO CAJA ROD.	EM - 17300	1
02	TAPA DELANT.	EM - 17200	1
01	BRIDA DE ACOPLE	EM - 17100	1

00	CONJ. CAJA DE RODAMIENTO	-	1	
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

CONJUNTO:
EM - 10000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	25/02/24	E.S.	1 : 1
APROBO	25/02/24	C.F.	

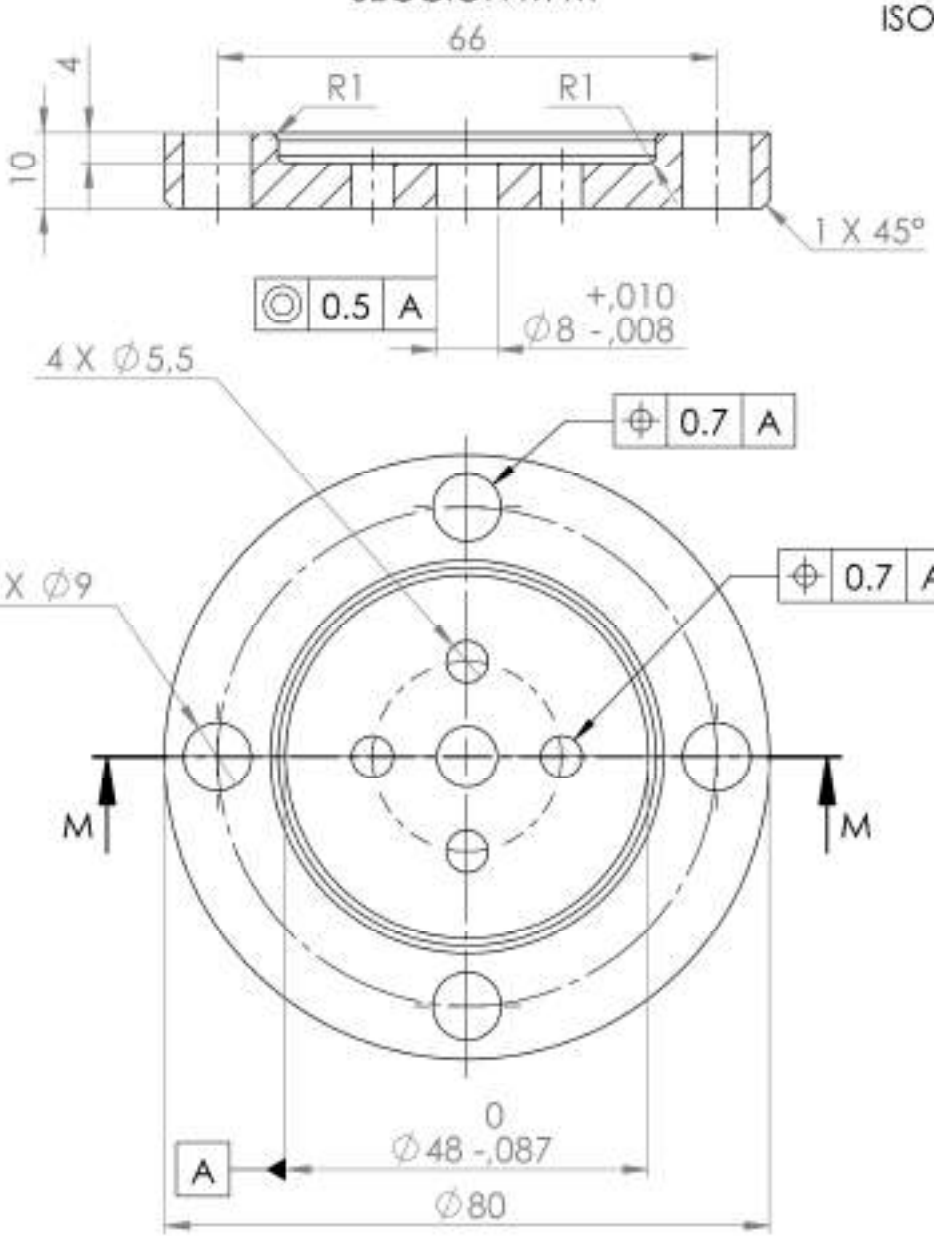
N° EM - 17000

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS								
Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000
		±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0
Longitud lado más corto								
Angulos	+ de	-	10	50	120	400		
	Hasta	10	50	120	400	-		
		±1°	±0,5°	±0,3°	±0,2°	±0,1°		
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽			
		10,5	3,2	0,8	0,1			

3.2

SECCIÓN M-M

ISOMETRIA



TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS
TT: TEMPLE Y REVENIDO | 48 - 52 HRC

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	BRIDA DE ACOPLE	AISI 420	1	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

CONJUNTO:
EM - 17000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	E.S.	1 : 1
APROBO	26/02/24	C.F.	

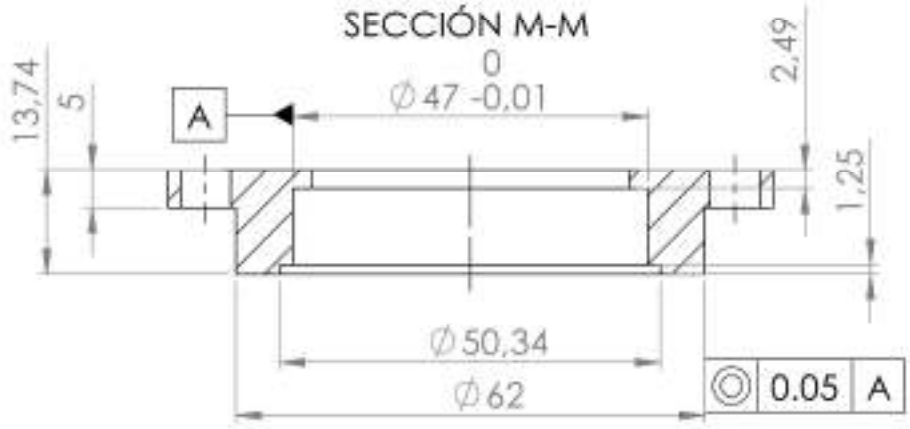
N° EM - 17100

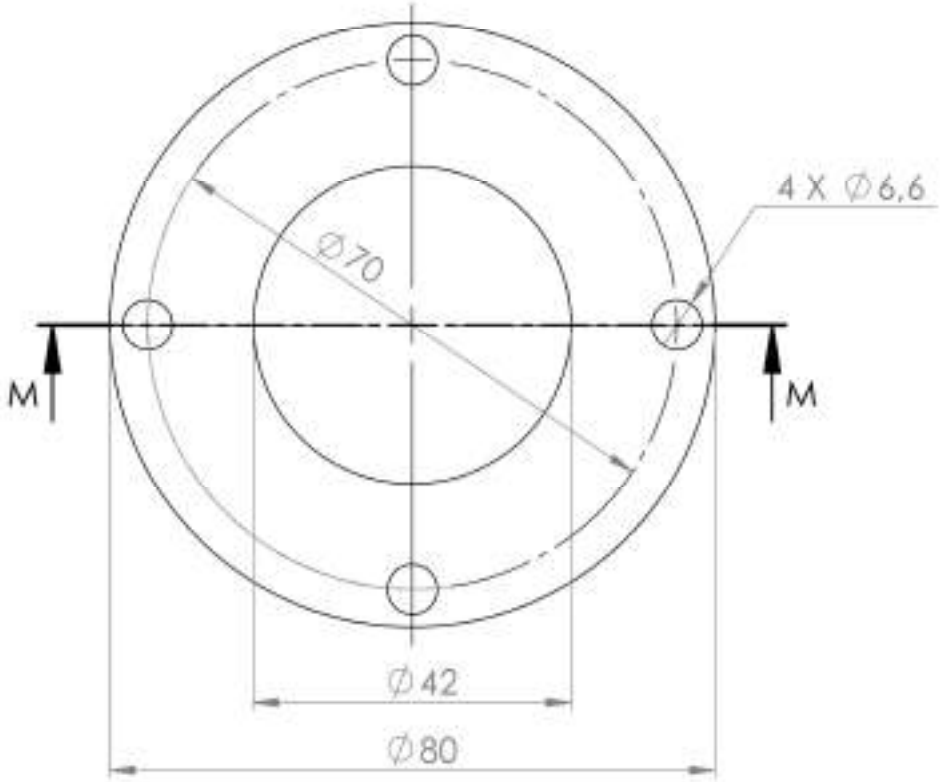
REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS								
Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Longitud lado más corto								
Angulos	+ de	-	10	50	120	400		
	Hasta	10	50	120	400	-		
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽			
		10,5	3,2	0,8	0,1			

3.2

ISOMETRIA

SECCIÓN M-M





TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS
TT: TEMPLE Y REVENIDO | 48 - 52 HRC

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	TAPA DELANTERA	AISI 420	01	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

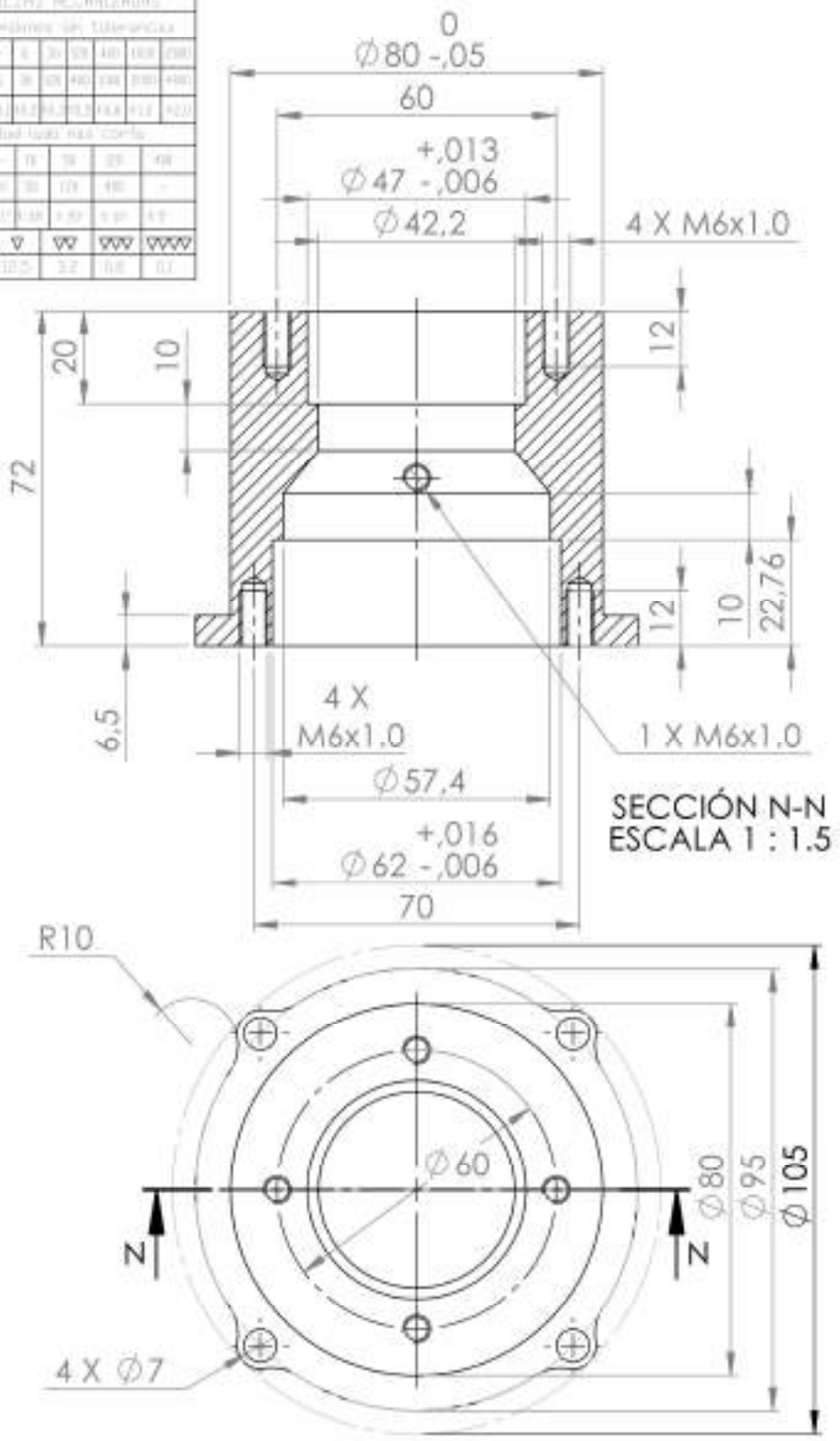
CONJUNTO:
EM - 17000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	E.S.	1 : 1
APROBO	26/02/24	C.F.	

N° EM - 17200

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS								
Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000
		±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0
Longitud lado más corto								
Ángulos	+ de	-	10	50	120	400		
	Hasta	10	50	120	400	-		
		±1°	±0,5°	±0,3°	±0,2°	±0,1°		
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽			
		10,5	3,2	0,8	0,1			

3.2



ISOMETRIA

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS
TT: TEMPLE Y REVENIDO | 48 - 52 HRC

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	CUERPO CAJA ROD.	AISI 420	1	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

CONJUNTO:
EM - 17000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	E.S.	1 : 1
APROBO	26/02/24	C.F.	

N° EM - 17300

REQUERIMIENTOS
PARA PIEZAS MECANIZADAS

Para dimensiones sin tolerancia

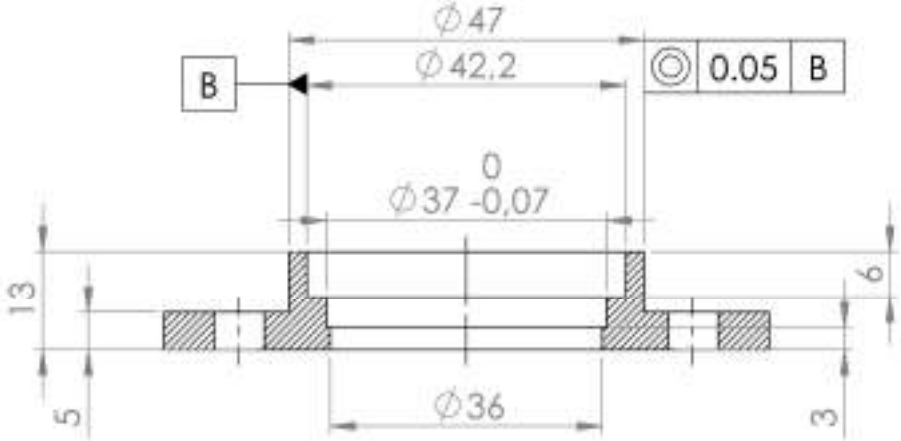
Longitud							
+ de	-	6	30	120	400	1000	2000
Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000
	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0

Ángulos	Longitud lado más corto				
+ de	-	10	50	120	400
Hasta	10	50	120	400	-
	±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'

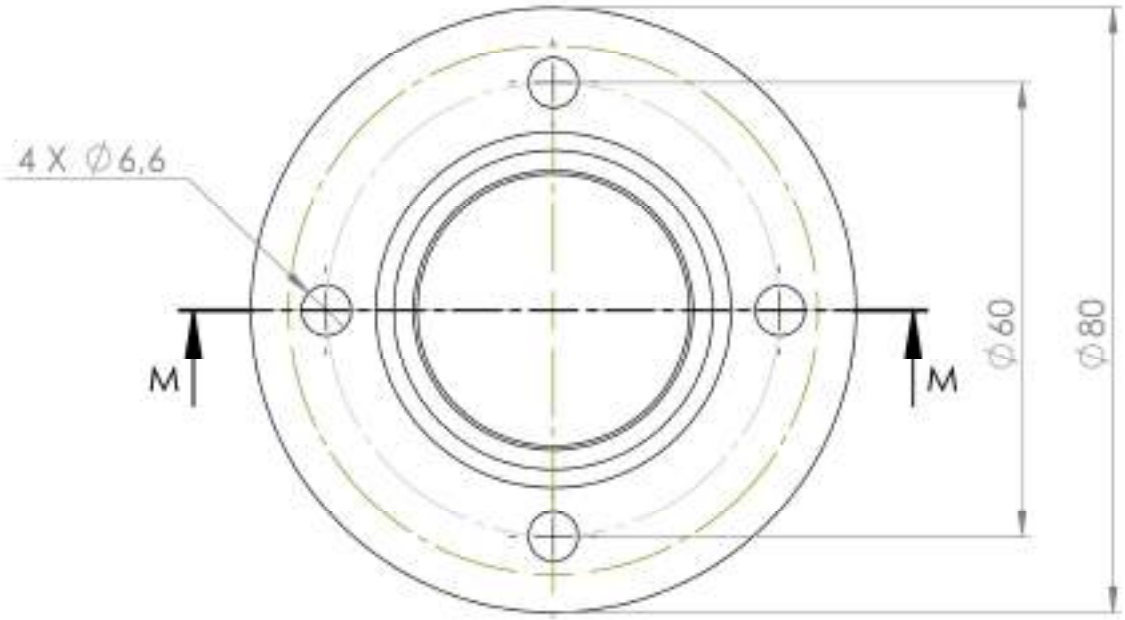
Rugosidad (Ra) (µm)	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
	12,5	3,2	0,8	0,1

3.2

ISOMETRIA



SECCIÓN M-M



TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS
TT: TEMPLE Y REVENIDO | 48 - 52 HRC

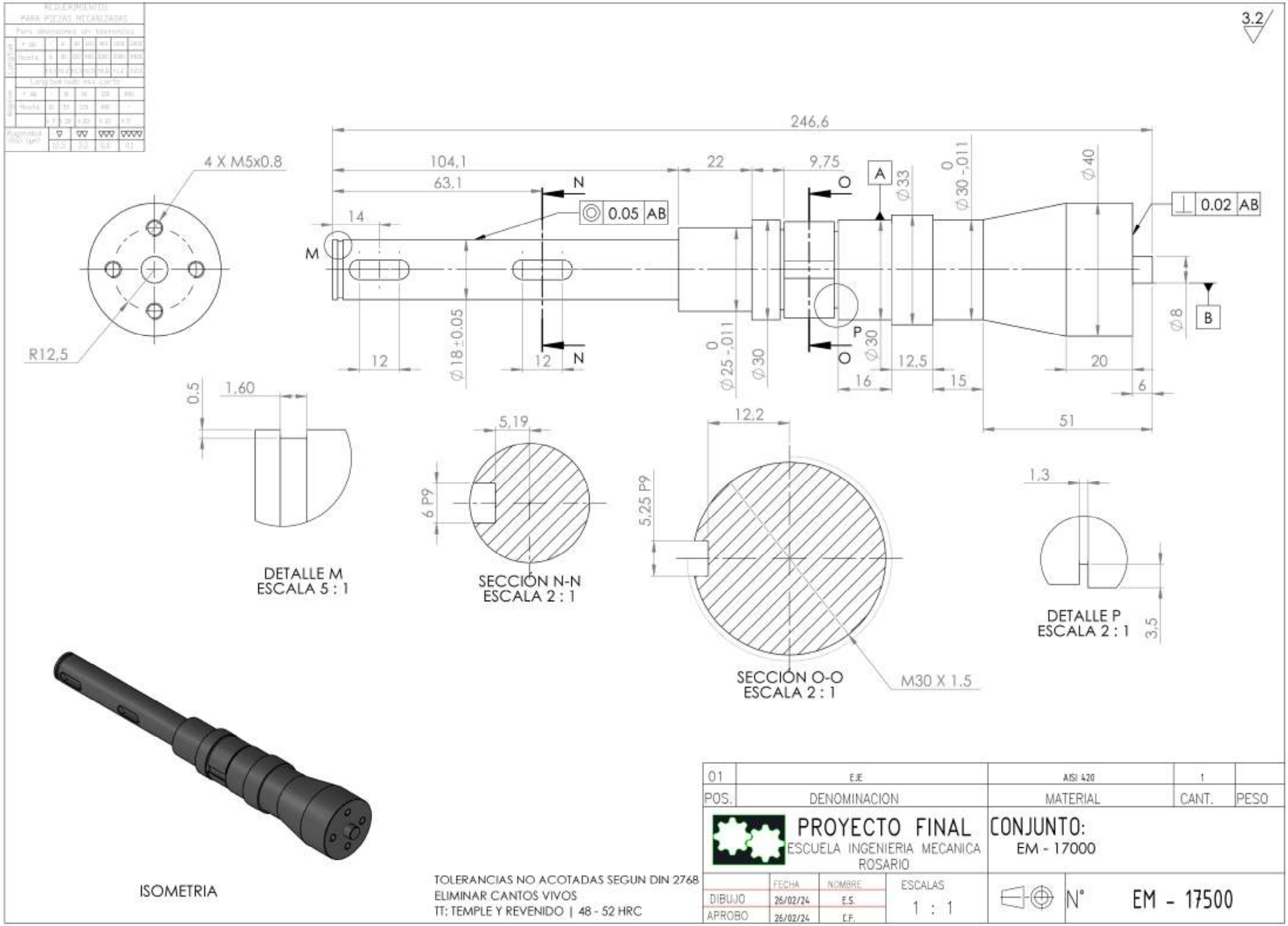
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	TAPA POSTERIOR	AISI 420	01	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

CONJUNTO:
EM - 17000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	E.S.	1 : 1
APROBO	26/02/24	C.F.	

N° EM - 17400



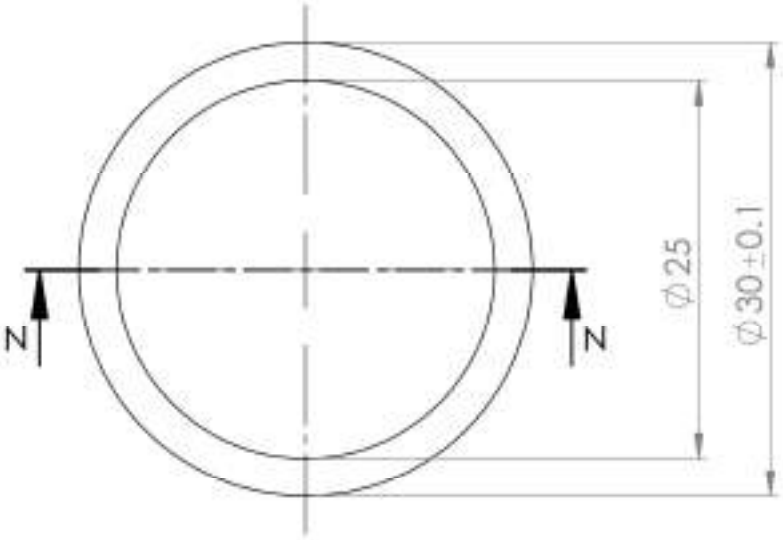
3.2
246,6
104,1
63,1
22
9,75
14
12
12
12,5
16
15
20
6
51
4 X M5x0.8
R12,5
0.05 AB
0.02 AB
A
B
M
N
O
P
Ø18±0.05
Ø25 -.011
Ø30
Ø33
Ø30 -.011
Ø40
Ø8
0.5
1,60
5,19
6 P9
12,2
5,25 P9
1,3
3,5
M30 X 1.5
DETALLE M
ESCALA 5 : 1
SECCIÓN N-N
ESCALA 2 : 1
SECCIÓN O-O
ESCALA 2 : 1
DETALLE P
ESCALA 2 : 1
ISOMETRIA
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS
TT: TEMPLE Y REVENIDO | 48 - 52 HRC
01
EJE
AISI 420
1
POS.
DENOMINACION
MATERIAL
CANT.
PESO
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO
CONJUNTO:
EM - 17000
FECHA
NOMBRE
DIBUJO
26/02/24
E.S.
APROBO
26/02/24
C.F.
ESCALAS
1 : 1
N°
EM - 17500

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS								
Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Longitud lado más corto								
Angulos	+ de	-	10	50	120	400		
	Hasta	10	50	120	400	-		
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽			
		10.5	3.2	0.8	0.1			

3.2

ISOMETRIA

SECCIÓN N-N
ESCALA 2 : 1



TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	BUJE 2	GRILON	01	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

CONJUNTO:
EM - 17000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	E.S.	1 : 1
APROBO	26/02/24	C.F.	

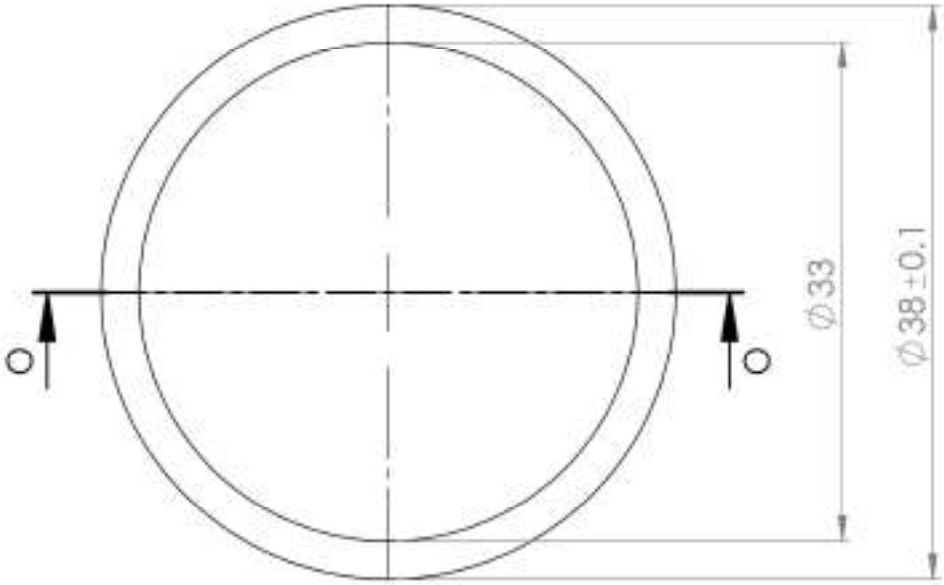
N° EM - 17600

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS								
Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	Y de	-	6	30	120	400	1000	2000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000
		0.5	0.2	0.3	0.5	0.8	1.2	2.0
Longitud lado más corto								
Ángulos	Y de	-	10	50	120	400		
	Hasta	10	50	120	400	-		
		0.17	0.08	0.05	0.04	0.2		
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽			
		10.5	3.2	0.8	0.1			

3.2

ISOMETRIA

SECCIÓN O-O
ESCALA 2 : 1



TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS

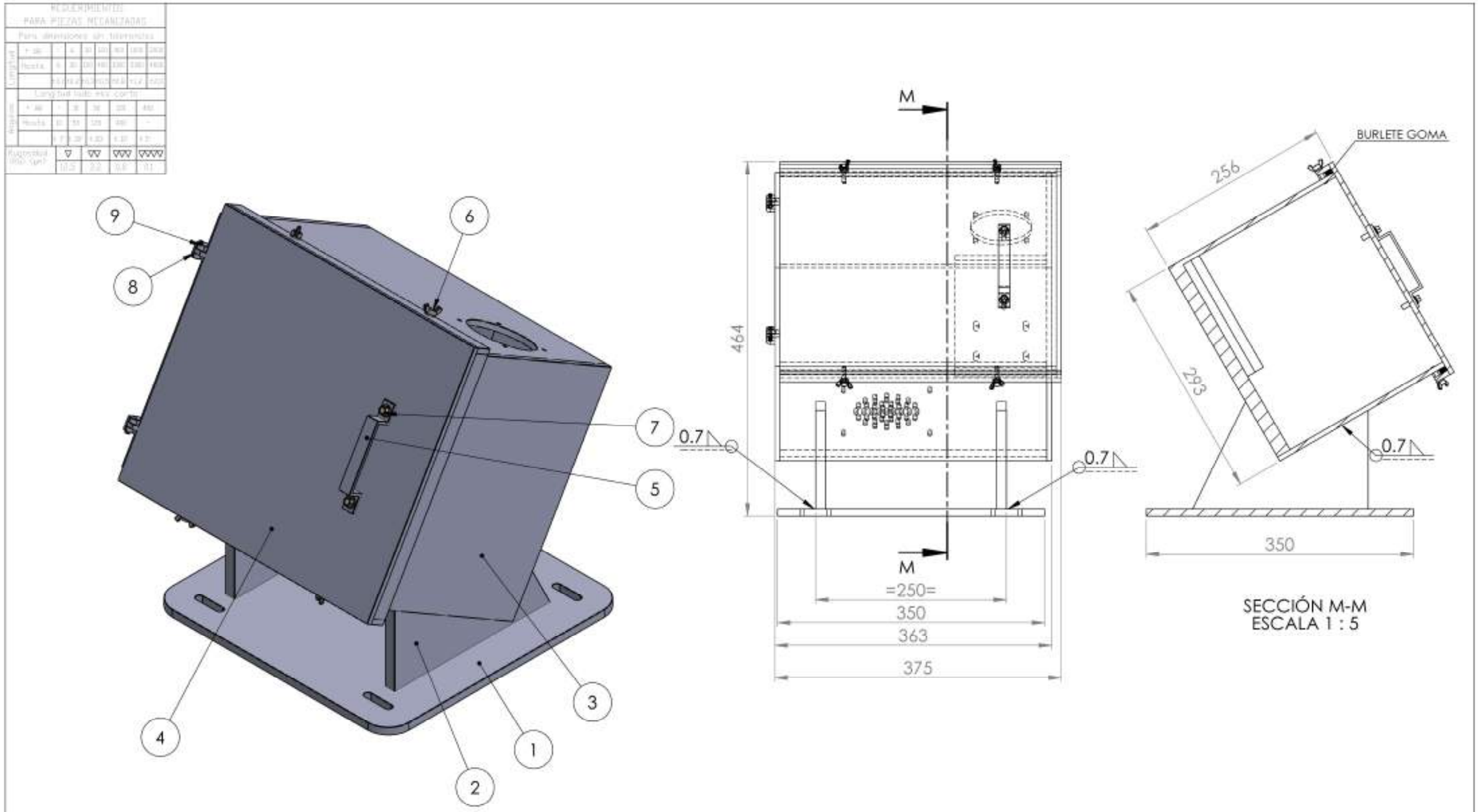
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	BUJE 1	GRILON	01	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

CONJUNTO:
EM - 17000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	E.S.	1 : 1
APROBO	26/02/24	C.F.	

N° EM - 17700



01	PLACA BASE	F - 24	1
02	CARTELA	F - 24	2
03	CUERPO	F - 24	1
04	TAPA	F - 24	1
05	MANIJA	SAE 1020	1
06	TORNILLO MARIPOSA + TUERCA	M5 X 1 X 15	4
07	TORNILLO CAB. HEX + TUERCA	M5 X 1 X 15	2
08	PERNO	SAE 1020	2
09	ANILLO SEEGER	D eje. 4 mm	2

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
00	BUCHE PARA MOTOR	SAE 1020	01	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

CONJUNTO:
EM - 10000

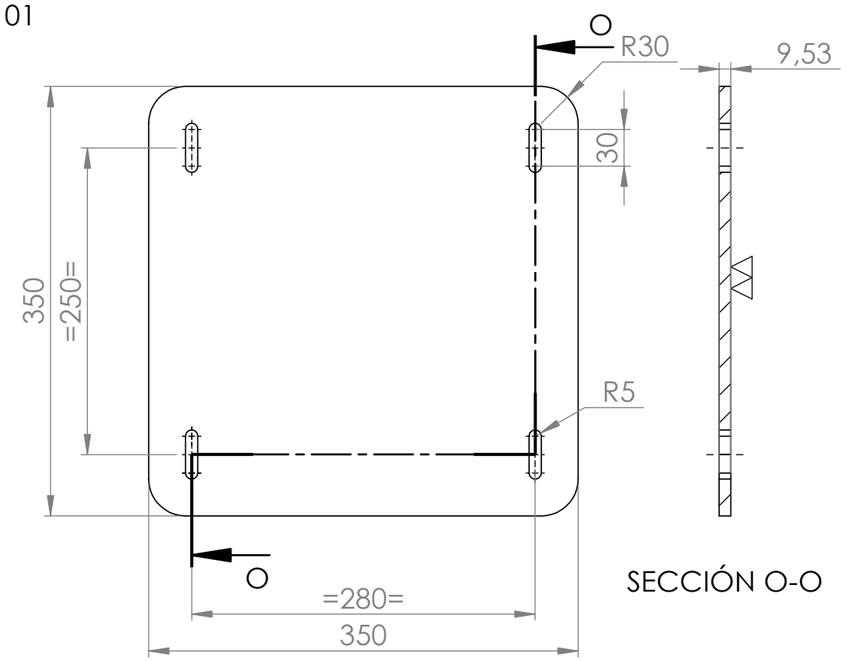
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	25/02/24	E.S.	1 : 5
APROBO	25/02/24	C.F.	

N° EM - 18000

1 DE 3

01

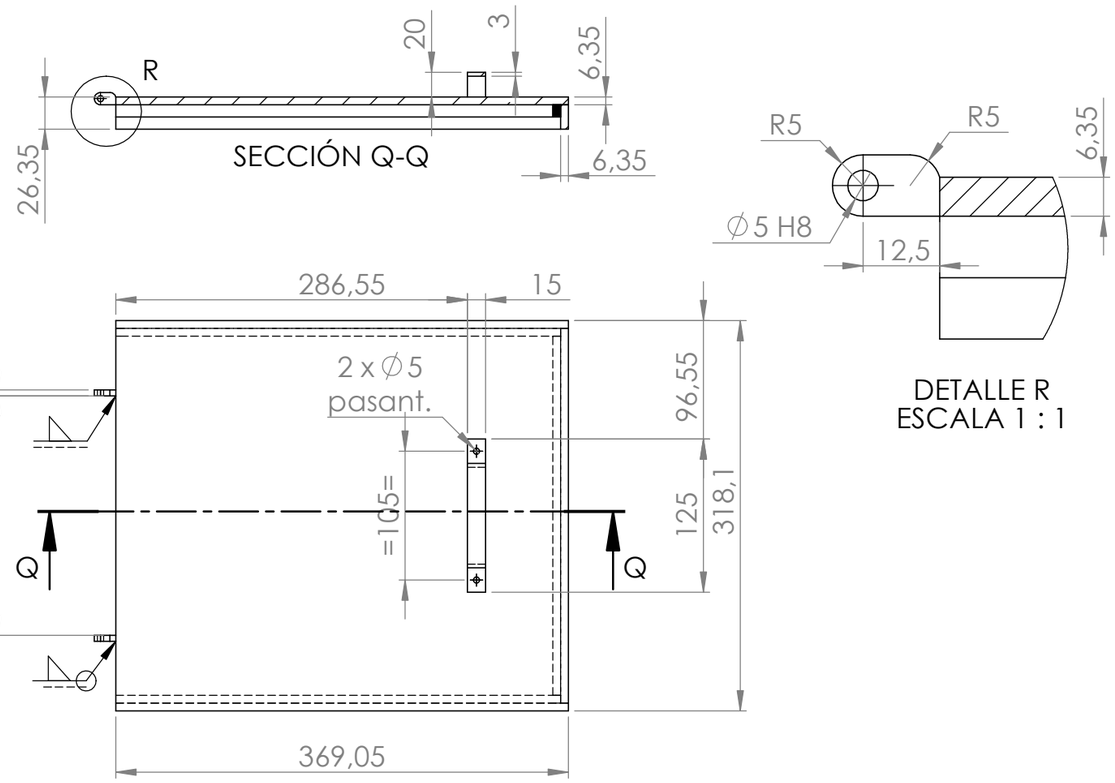
3.2



01	PLACA BASE	SAE 1020	1

04

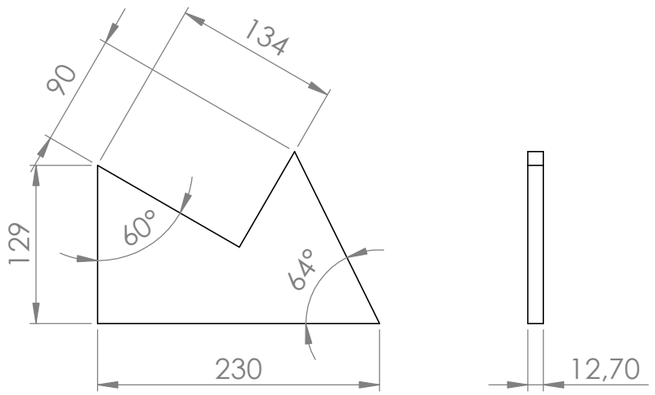
3.2



04	TAPA	SAE 1020	1

02

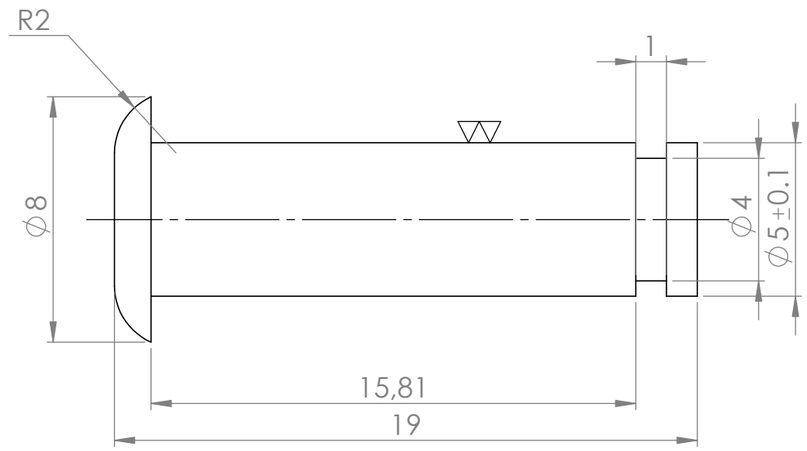
3.2



02	CARTELA	SAE 1020	2

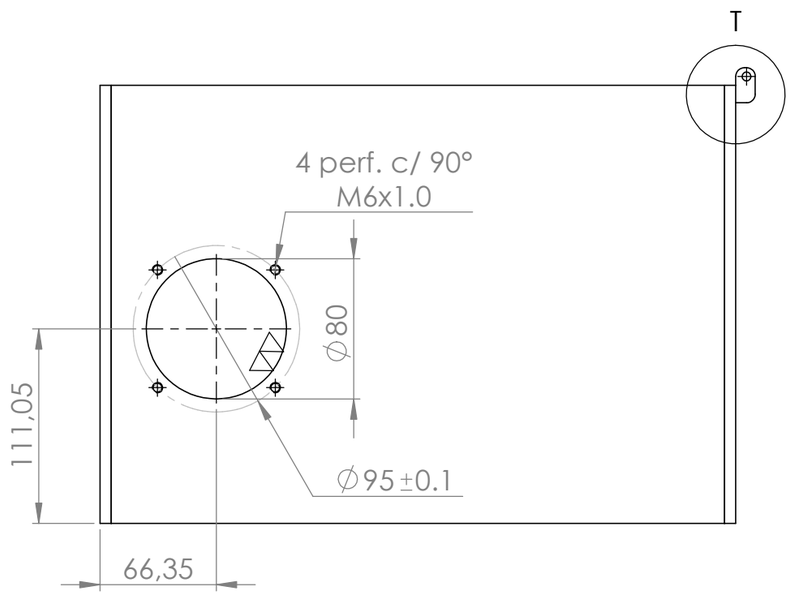
08

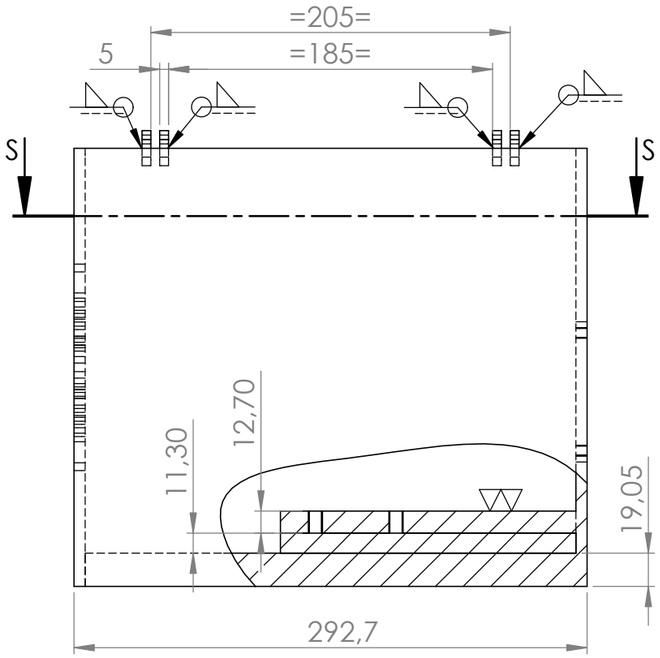
3.2

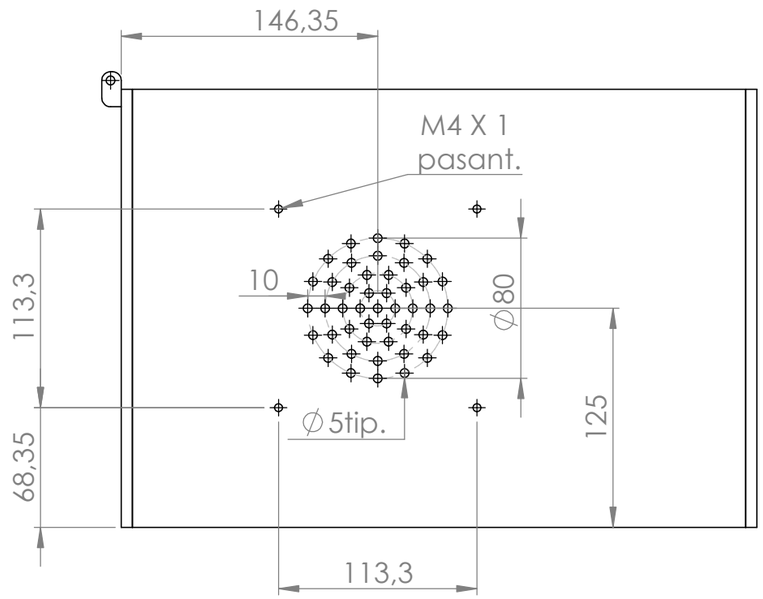


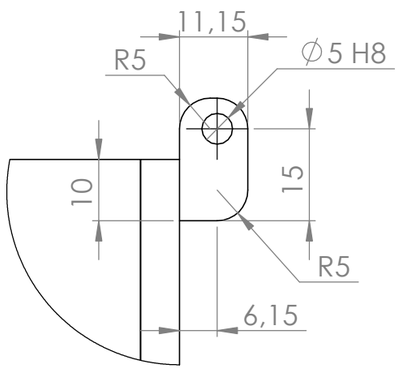
08	PERNO	SAE 1020	2

3.2

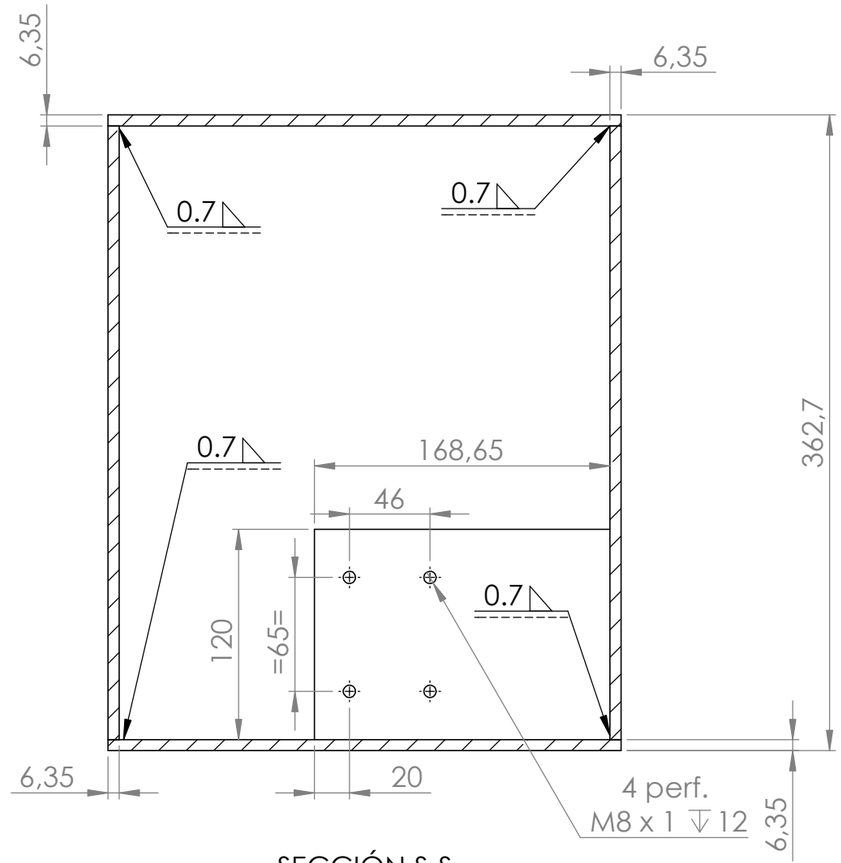






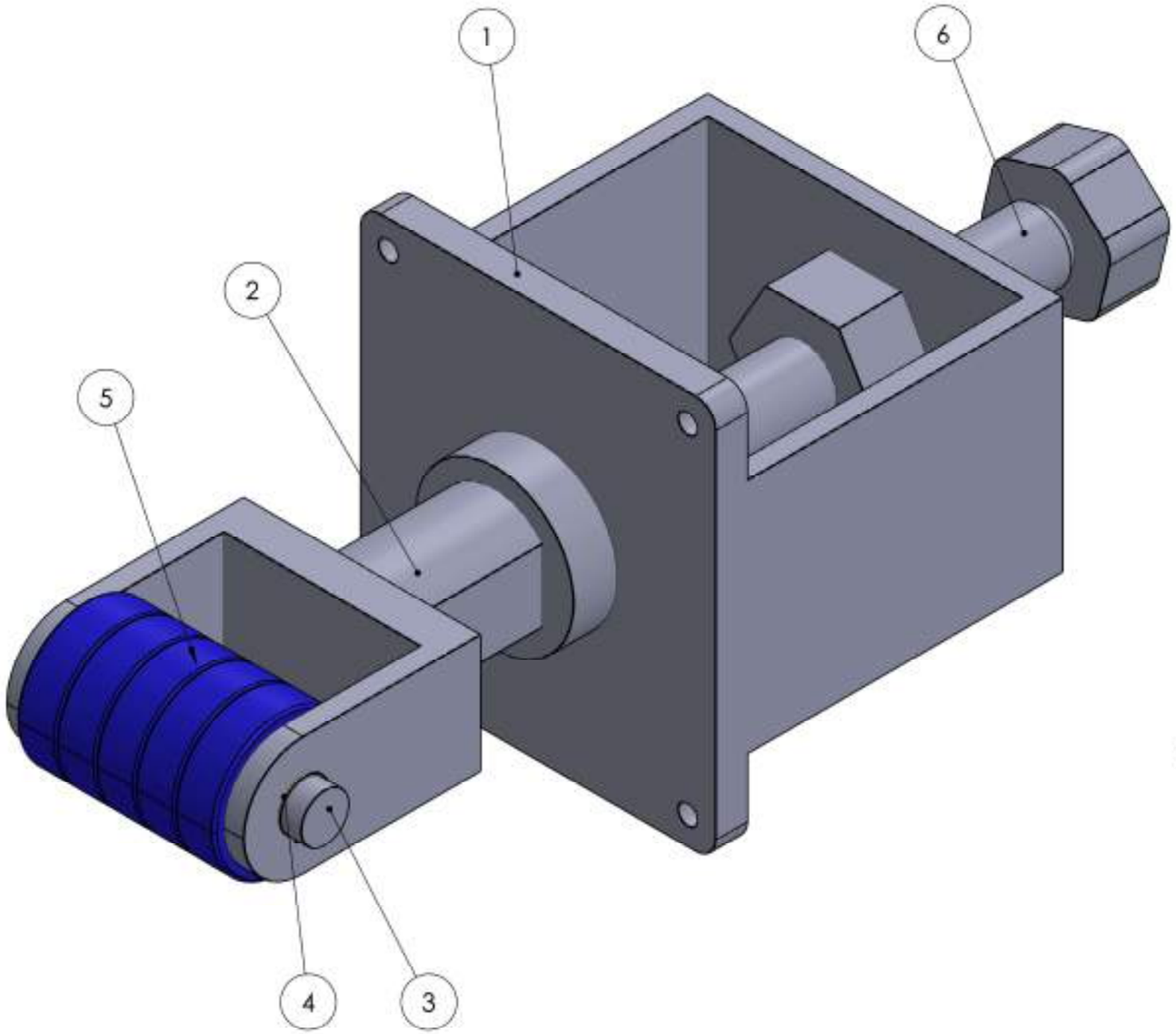


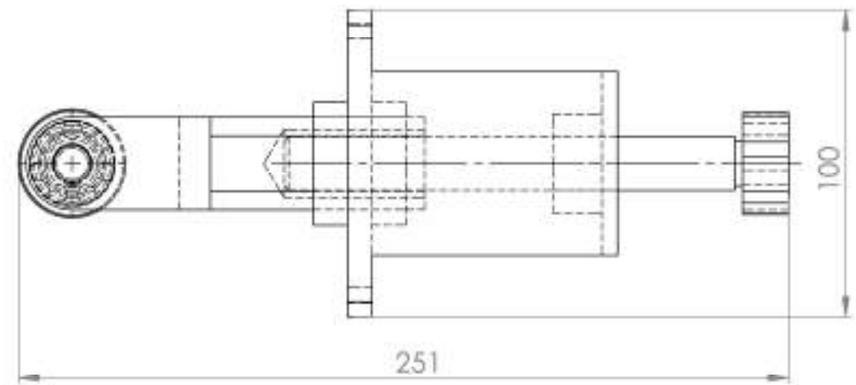
DETALLE T
ESCALA 1 : 1

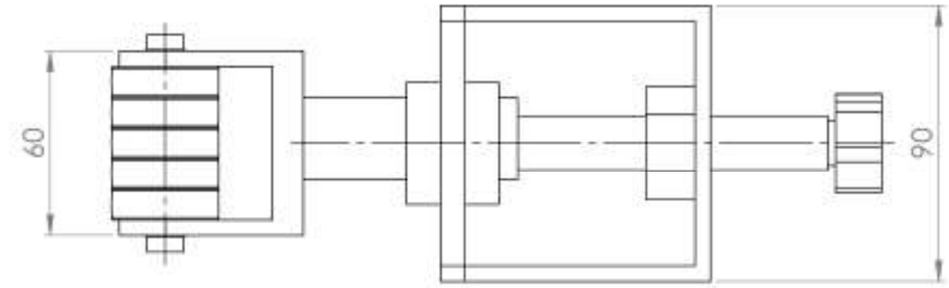


SECCIÓN S-S
ESCALA 1 : 3.5

03	CUERPO	SAE 1020	1	3 DE 3







POS.	DENOMINACION		CANT.
06	TORNILLO TENSOR	EM - 19400	1
05	RODAMIENTO	SKF - 361201 R	5
04	ANILLO SEEGER	PARA EJE D 12	2
03	EJE	EM - 19300	1
02	SOP. PORTA RODAMIENTO	EM - 19200	1
01	CUERPO	EM - 19100	1

00	CONJUNTO TENSOR CORREA	-	1	
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

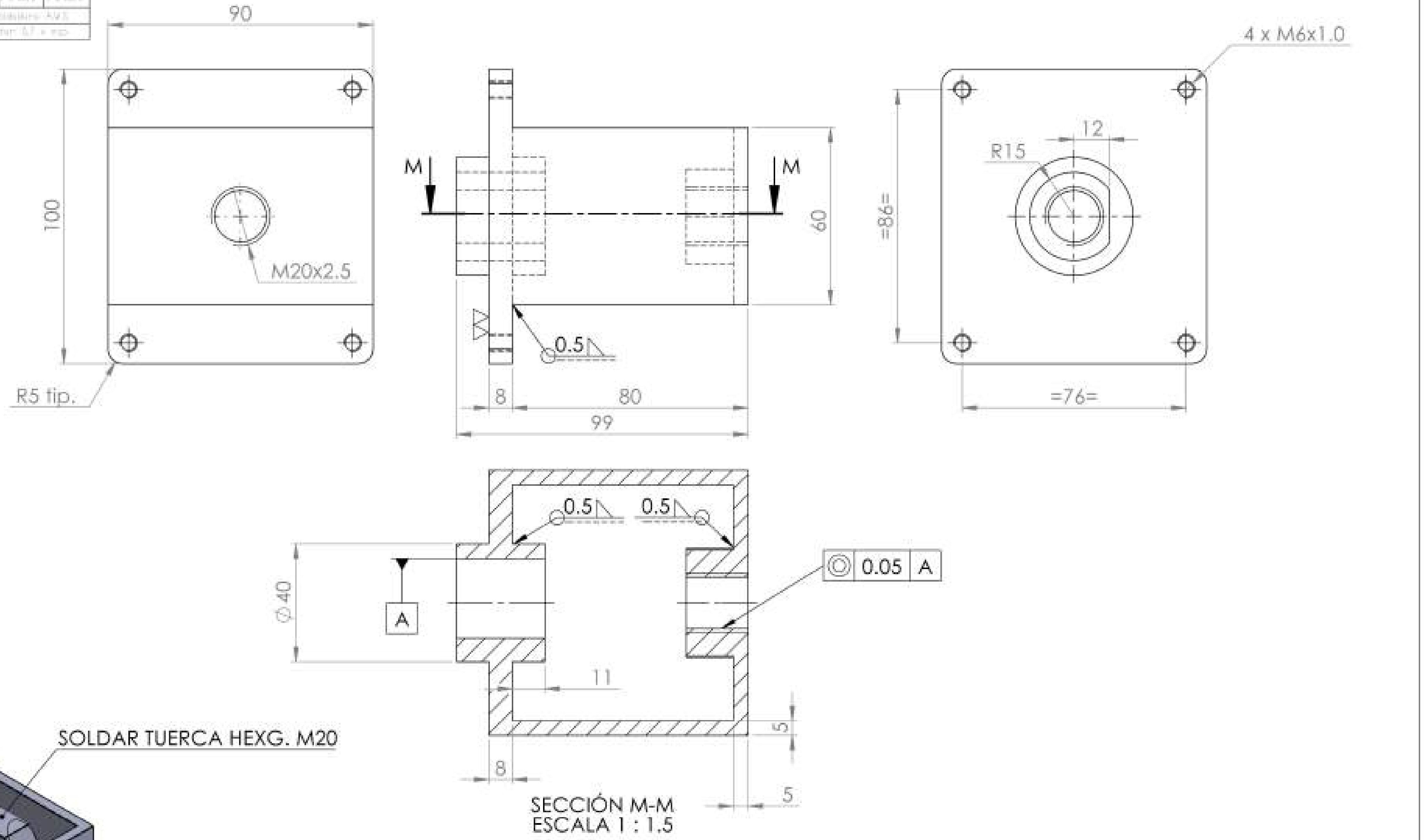
CONJUNTO:
EM - 10000

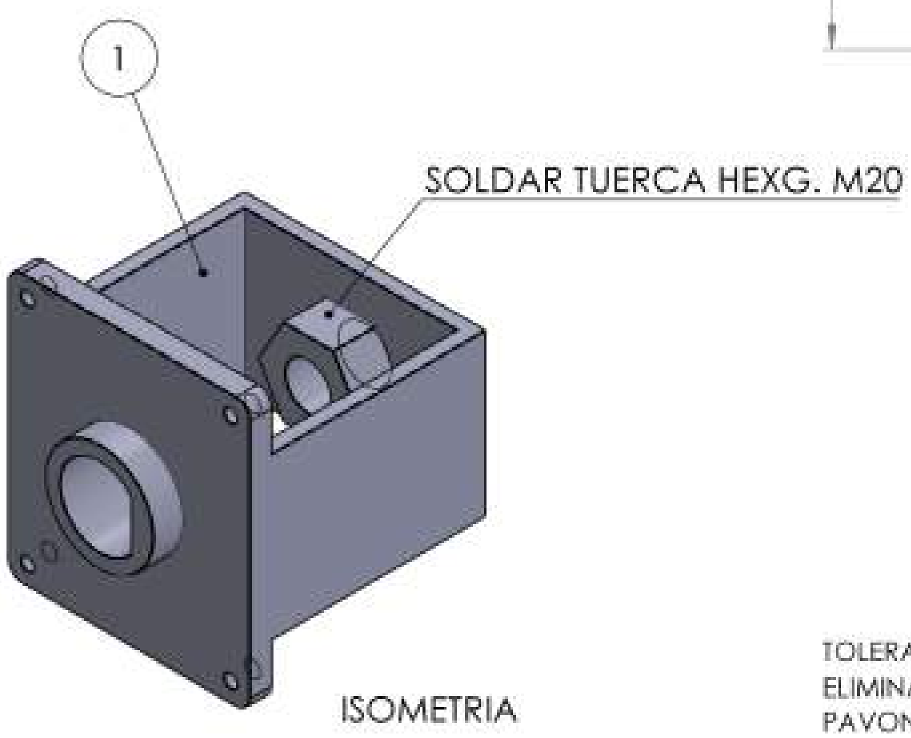
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	E.S.	2 : 1
APROBO	26/02/24	C.F.	

N° EM - 19000

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS								
Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Angulos	Longitud lado mas corto							
	+ de	-	10	50	120	400		
	Hasta	10	50	120	400	-		
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
Rugosidad ISO (μm)	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽				
	12.5	3.2	0.8	0.1				

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS SOLDADAS								
Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	+ de	-	30	315	1000	2000	4000	8000
	Hasta	30	315	1000	2000	4000	8000	12000
		±1	±2	±3	±4	±6	±8	±12
Angulos	Longitud lado mas corto							
	+ de	-	315	1000				
	Hasta	315	1000	-				
		[illegible]	[illegible]	[illegible]				
Simbologia de soldadura AWS								
Filetes sin acotar 0.7 x esp.								





ISOMETRIA

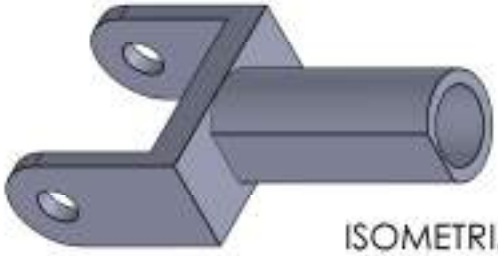
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS
PAVONAR

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	CUERPO	SAE 1010	1	

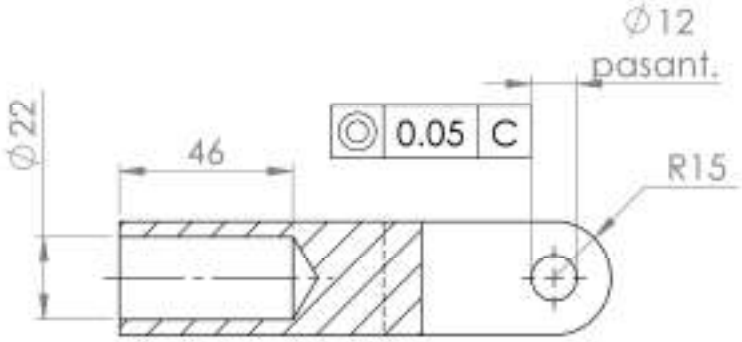
PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO			CONJUNTO: EM - 19000	
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS	N° EM - 19100
DIBUJO	26/02/24	E.S.	1 : 1	
APROBO	26/02/24	E.F.		

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS								
Para dimensiones sin tolerancias								
Longitud	Y de	-	6	30	120	400	1000	2000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000
		±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2.0
Longitud lado más corto								
Ángulos	Y de	-	10	50	120	400		
	Hasta	10	50	120	400	-		
		±1°	±0.5°	±0.3°	±0.5°	±1°		
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽			
		10.5	3.2	0.8	0.1			

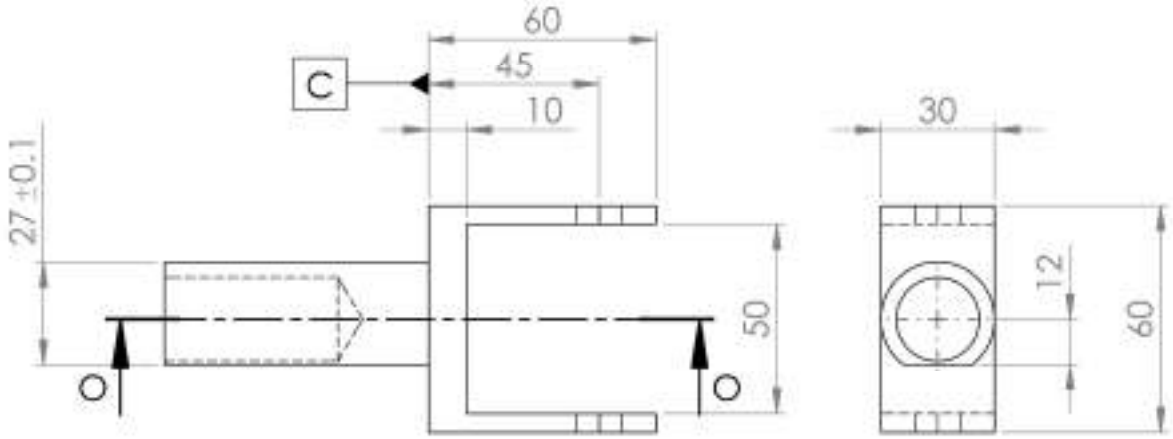
3.2



ISOMETRIA



SECCIÓN O-O
ESCALA 1 : 2



TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS
PAVONAR

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	ROPORTE PORTA RODAMIENTO	SAE 1010	01	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

CONJUNTO:
EM - 19000

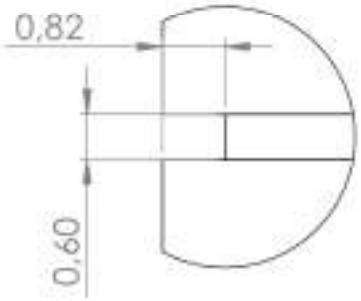
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	E.S.	1 : 1
APROBO	26/02/24	C.F.	

N° EM - 19200

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS							
Para dimensiones sin tolerancias							
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000
		±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0
Longitud hasta más corta							
Angulos	+ de	-	10	50	120	400
	Hasta	10	50	120	400	-
		±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
		12,5	3,2	0,8	0,1

ISOMETRIA

3.2



DETALLE P
ESCALA 10 : 1

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS
PAVONAR

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	EJE	SAE 1010	01	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

CONJUNTO:
EM - 19000

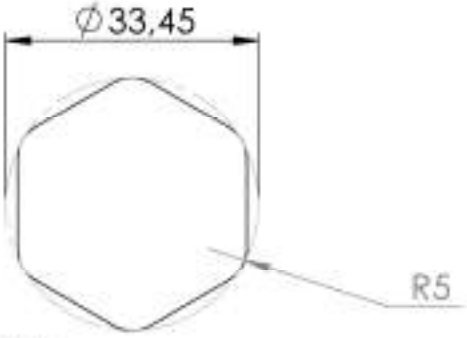
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	E.S.	1 : 1
APROBO	26/02/24	C.F.	

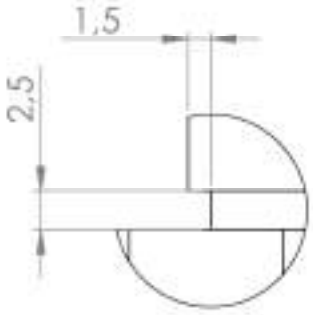
N° EM - 19300

REQUERIMIENTOS PARA PIEZAS MECANIZADAS							
Para dimensiones sin tolerancia							
Longitud	+ de	-	6	30	120	400	1000	2000
	Hasta	6	30	120	400	1000	2000	4000
		±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0
Longitud lado mas corto							
Angulos	+ de	-	10	50	120	400
	Hasta	10	50	120	400	-
		±1°15'	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'
Rugosidad (Ra) (µm)		▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
		12,5	3,2	0,8	0,1

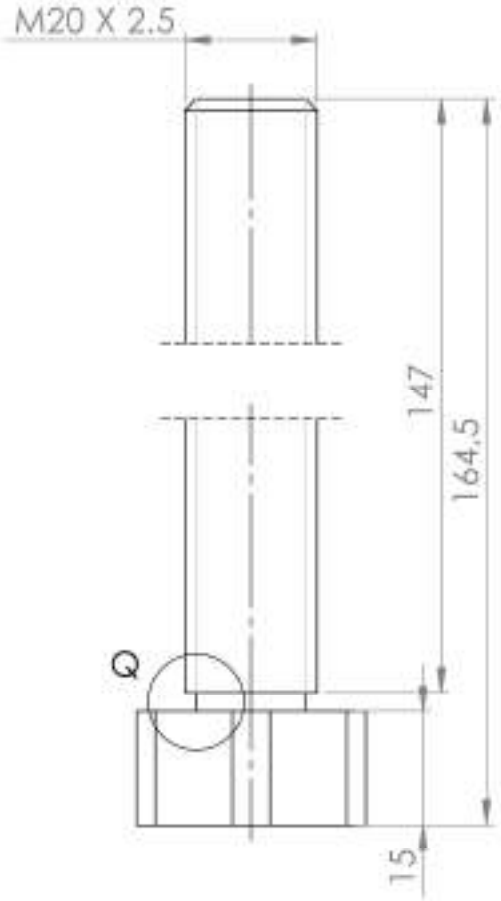
3.2

ISOMETRIA





DETALLE Q
ESCALA 2 : 1



TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
ELIMINAR CANTOS VIVOS
PAVONAR

POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
01	TORNILLO TENSOR	SAE 1010	01	

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

CONJUNTO:
EM - 19000

	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	26/02/24	E.S.	1 : 1
APROBO	26/02/24	C.F.	

N° EM - 19400