



Dosificación homogénea y controlada de productos para el tratamiento de semillas de soja y trigo en campo.

Francisco Rubén Klein

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
Año 2023

Dosificación homogénea y controlada de productos para el tratamiento de semillas de soja y trigo en campo.

Francisco Rubén Klein

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

Ingeniero Mecánico

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 2023

A mi familia.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme salud, vida y fortaleza en los momentos de duda.

A mis padres, por brindarme su apoyo incondicional, por haberme dado la oportunidad de estudiar una carrera universitaria, por siempre estar cuando uno los necesita y por el ejemplo y los valores que inculcan todos los días en nuestra familia.

A mis hermanos, cuñadas y sobrinos por siempre estar para uno, por su consejo y ayuda y por esa unidad que tenemos como familia, que es el pilar que tenemos cuando las cosas se ponen difíciles.

A mis amigos por su apoyo, sus consejos y por sacarte siempre una sonrisa.

Al profesor Ing. Juan Sismondi, por su ayuda durante el desarrollo del proyecto, por su orientación y atención a las consultas. A los profesores Ing. Cesar Pairetti, Ing. Cesar Venier, Ing. Pedro Sismondi, Ing. Guillermo Rodríguez e Ing. Daniel Ades por su atención a las consultas y su amabilidad.

A la Universidad Nacional de Rosario y la Escuela de Mecánica por estos años de estudio que me permitieron iniciar mi carrera profesional.

Resumen

En el presente trabajo se realizó el estudio de la dosificación de productos para tratamientos de semillas de soja y trigo previo a la siembra. Se analizaron los métodos actuales de tratamiento, se realizaron experiencias en lote y se realizaron entrevistas con productores y profesionales de la zona de Entre Ríos. A partir de esto, se observó que se podía diseñar una nueva alternativa para el tratamiento en campo, justo antes de la siembra, con mejores prestaciones que los métodos utilizados actualmente. Los objetivos a cumplir fueron: tener control sobre la dosis a aplicada, lograr una distribución homogénea del producto, lograr una capacidad de trabajo acorde a los requerimientos de los productores y garantizar que la semilla no sufra daños en el proceso. El resultado obtenido fue el diseño de un Kit que se anexa a la tolva sembradora y permite el tratamiento de semillas de soja y trigo previo a la siembra. Si bien la máquina no fue construida físicamente, las validaciones y consideraciones realizadas permiten afirmar que se cumplieron los objetivos: se logró un control de la dosis desde una aplicación de producto de 200 mL/100 Kg de semillas a 1000 mL/100 Kg de semillas; el diseño del sistema de dosificación junto con el sistema de mezclado permiten aplicar el producto de manera homogénea tanto para cubrir la superficie de la semilla como para distribuirse en el conjunto de simientes; la capacidad de trabajo lograda fue de 9000 Kg semillas/h y la máquina no presenta ningún componente que ponga en riesgo la integridad de la semilla.

Palabras clave: semilla, tratamiento, soja, trigo, siembra, inoculante.

Abstract

This study is about the dosage of seed treatment products before sowing, in particular, soybeans and wheat seeds. Current treatment methods were analyzed, field experiences were carried out and farmers and professionals from Entre Rios were interviewed. It was noticed that it could be possible to design a new alternative to current methods, even with better performance. General objectives were: to have control over the dose applied, to achieve a homogeneous distribution of product, to achieve a work capacity according to the requirements of the farmers, and to guarantee that seed does not suffer any damage in the process. The results obtained were the design of a kit attached to the seed hopper and allows the treatment of soybean and wheat seeds before sowing. Although the machine was not physically built, the validations and considerations carried out allow us to affirm that the targets were met: product dose control from 200 mL/100 Kg of seeds to 1000 mL/100 Kg of seeds was achieved; dosing system together with the mixing system allow the product to be applied in a homogeneous way both to cover the surface of the seed and to be distributed in the set of seeds; work capacity achieved was 9000 Kg of seeds per hour and the machine does not present any component that compromises the integrity of the seeds.

Keywords: seeds, sowing, treatment, soybean, wheat.

Contenido

Agradecimientos	4
Resumen	5
Abstract	6
Introducción	10
<i>¿Porque es importante realizar este tratamiento?.....</i>	<i>11</i>
<i>¿Cuál es la forma correcta de realizarlo?</i>	<i>12</i>
1. Métodos actuales de tratamiento	14
<i>Tratamiento de semillas a campo</i>	<i>14</i>
Sistema Tacho en tolva.....	14
Sistema inoculador	18
<i>Tratamiento de semillas profesional.....</i>	<i>19</i>
<i>Conclusiones sobre los métodos actuales</i>	<i>22</i>
2. Justificación.....	23
<i>Entonces, ¿trabajo en campo o maquinaria estática?.....</i>	<i>23</i>
<i>Encuesta</i>	<i>23</i>
3. Diagnostico	28
<i>Variables</i>	<i>28</i>
<i>Condiciones limite.....</i>	<i>29</i>
<i>Objetivos</i>	<i>30</i>
Objetivos primarios.....	30
Objetivos secundarios	32
4. Propósitos y propuestas.....	34
<i>Propuestas</i>	<i>34</i>
Propuesta 1: Utilización de sinfín con sistema de dosificación controlada.....	34
Propuesta 2: Kit anexo a tolva	37
<i>Evaluación de propuestas y selección de la solución.....</i>	<i>39</i>
<i>Validación de la solución a partir de análisis de alternativas en cada subsistema.....</i>	<i>40</i>

Subsistema de carga.....	40
Subsistema de tratamiento del caudal de semillas	42
Subsistema de aplicación de líquido	47
Subsistema de mezclado	50
Subsistema de descarga.....	53
<i>Resultados de la validación</i>	<i>57</i>
Alternativas para el accionamiento de los subsistemas.	57
5. Cálculos y dimensionamiento	60
<i>Propósitos.....</i>	<i>60</i>
<i>Consideraciones generales</i>	<i>61</i>
Espacio disponible para el Kit	61
<i>Sistema de mezclado</i>	<i>63</i>
Datos	63
Cálculo de potencia y velocidad necesaria	64
Dimensionamiento y diseño de pala mezcladoras.....	68
Cálculo de eje de mezclador	73
Selección de rodamientos	79
<i>Sistema de carga a dispositivo</i>	<i>80</i>
Datos	80
Velocidad de avance de cinta	80
Cálculo de potencia necesaria	83
Especificaciones de la cinta transportadora.....	86
Selección de rodamientos	86
<i>Bastidor</i>	<i>87</i>
Datos	87
Análisis estático.....	88
Análisis por impacto	92
Análisis por vibraciones.....	97
Dimensionamiento de pernos de anclaje	100
<i>Sistema de dosificación de líquido</i>	<i>104</i>
Aplicación del líquido.....	105
Regulación de caudal.....	106
Ubicación de dosificadores	107
Selección de boquilla	109
Selección de bomba.....	112
Diagrama final del circuito	118
<i>Sistema de accionamiento hidráulico.....</i>	<i>119</i>

Datos	119
Prediseño del circuito	119
Selección de componentes	121
Modificaciones al circuito	126
Diseño final de circuito hidráulico.....	128
<i>Diseño final del equipo para tratamiento de semillas</i>	<i>131</i>
Montaje.....	131
Modos de trabajo.....	132
Funcionamiento y regulaciones.	134
6. Conclusiones	138
7. Bibliografía.....	141
8. Anexos.....	148
<i>Anexo 1: Simulación de flujo de semillas sobre el sistema dosificación tipo V invertida.</i>	<i>148</i>
<i>Anexo 2: Tablas utilizadas en cálculo de mezclador</i>	<i>155</i>
<i>Anexo 3: Tablas para cálculo de resistencia a la fatiga.....</i>	<i>157</i>
<i>Anexo 4: Datos de productos para tratamientos de semillas relevados.</i>	<i>159</i>
<i>Anexo 5: Cálculo de transmisión por cadenas para mezclador</i>	<i>161</i>
9. Planos.....	165

Introducción

El tratamiento de semillas previo a la siembra, o comúnmente conocido como “curado”, se trata de la aplicación de productos fitosanitarios (insecticidas, fungicidas, fertilizantes, bioestimulantes e inoculantes) sobre las semillas antes de introducirlas en la tierra. Estos productos, son comúnmente conocidos como “curasemillas”.

Este procedimiento es el primer paso para obtener una buena condición de plantas en el cultivo que se van a implantar ya que permite eliminar los patógenos y prevenir las posibles enfermedades que provengan del suelo.

Los curasemillas son productos fitosanitarios destinados a la protección de las semillas y de las etapas más tempranas del vegetal. Mediante un tratamiento previo, son cubiertas por una capa, que puede contener uno o varios compuestos, y que las protege contra los ataques de insectos y/o enfermedades que pueden afectar al cultivo, desde la siembra hasta las primeras semanas de implantación (estado de plántula). (CASAFE, 2019)

Estos patógenos que se mencionan “pueden estar presentes en el suelo o también pueden provenir de la semilla misma que, teniendo origen en las condiciones de campo de la campaña anterior, perduraron durante el procesamiento y la conservación” (Craviotto, Arango, & Gallo, 2017).

Además, algunos cultivos como la soja se les aplica otro tipo de productos llamados inoculantes, los cuales cumplen la función de, a través de bacterias, generar nódulos que fijan el nitrógeno en la planta de soja para que esta se pueda desarrollar.

La inoculación de semillas es un proceso biotecnológico por el cual se ponen en íntimo contacto dos seres vivos: un microsimbionte (rizobios) y un macrosimbionte (semilla de planta leguminosa). Tras esta unión, se desarrolla una estructura en común que es el nódulo, donde tienen lugar procesos que benefician a ambas partes. La leguminosa provee la fuente carbonada que necesita la bacteria, y ésta suministra el nitrógeno que la planta necesita para producir sus proteínas. (Rizobacter, s.f.)



Figura 0-1: Semillas de trigo curadas siendo cargadas al cajón de la sembradora.

¿Porque es importante realizar este tratamiento?

El tratamiento de semillas es, muchas veces, una operación que carece de atención suficiente en cuanto a la calidad del método utilizado para realizarlo. Y esto es un error, ya que marca el correcto comienzo del ciclo del cultivo y está directamente relacionado al rendimiento de la producción.

Modificando el refrán conocido popularmente “más vale prevenir que curar”, la recomendación es **“curar para prevenir”** (Ramirez D'Auria, 2021).

Curar las semillas es prevenir e iniciar el llamado manejo integral de enfermedades y, en el caso de soja, con la inoculación se incorpora un alto número de bacterias fijadoras de nitrógeno (Maquinac, 2021).

“Si partimos de una semilla mal tratada, estamos comprometiendo el primer componente de rendimiento de un cultivo: el stand de plantas” (La Nación, 2021).

En cuanto a las consecuencias que trae un tratamiento deficiente, se tienen algunos ejemplos:

- Trigo: Para un rendimiento promedio de 30 quintales por hectárea, sólo 5% de espigas afectadas por falta de curado implica una pérdida de 1,5 quintales por hectárea.
- Soja: El grano posee 40% de proteínas. Las proteínas de soja tienen 5,75% de nitrógeno en su composición, por lo que el cultivo debe acumular alrededor de 80 kilos de este nutriente en su biomasa vegetal para producir cada tonelada de grano. De ahí la importancia de la inoculación.
- Sorgo: La inoculación incrementa 17% los valores productivos, según ensayos.
- Forrajeras: En gramíneas, inocular aumenta entre 30% y 70% la materia orgánica de asimilación directa. En suelos nuevos para alfalfa hay incrementos de rendimiento de materia seca y proteína bruta que van desde el 20% al 200%. (Maquinac, 2021).

En resumen, las ventajas y beneficios de realizar un correcto tratamiento son:

1. Aumenta la densidad de plantas y la productividad del campo gracias a la siembra de más semillas viables.
2. Mejora el crecimiento de la planta con nutrientes suministrados, lo que hace que los cultivos sean más fuertes a la hora de competir contra la maleza.
3. Reduce la necesidad de aplicaciones químicas (fungicidas y pesticidas) en las etapas de crecimiento posteriores.
4. Ayuda a el manejo integrado de plagas, ya que los granos coloreados impiden que los pájaros se los coman.
5. Potencia el crecimiento de las raíces y el vigor de los brotes gracias al suministro de nutrientes (Cherlinka, 2022).

¿Cuál es la forma correcta de realizarlo?

Básicamente, para realizar un buen tratamiento hay que administrar el producto correcto en la dosis correcta. La selección del producto particular para cada cultivo la hará el ingeniero agrónomo o el productor y la aplicación de la dosis correcta dependerá de que tan preciso es el método que se utilice, y es en este aspecto en lo que se basará el presente trabajo.

En el envase de cada producto, está definida la dosis a aplicar, generalmente en mL/100 Kg de semillas. Pero como el producto le debe llegar a cada semilla individual, esa dosis debe encontrarse homogéneamente distribuida en todo el conjunto de semillas.

En consulta con el Ingeniero Agrónomo Agustín Ochoteco, acerca de que tan precisa debía ser la aplicación, este comentó que es importante que cada semilla se encuentre, mínimo, cubierta en un 80% de su superficie con el producto. Y en cuanto al alcance del producto en el lote de semillas, que mínimo un 95% de todas ellas debían haber sido alcanzadas con producto durante el tratamiento. También afirmó que tanto si se aplica una sobredosis como una subdosis de producto es perjudicial. Si se aplica una dosis menor, el producto no llega a cumplir su función. Y si se aplica una dosis superior, las enfermedades, hongos, insectos van generando resistencia al producto que hace que cuando se aplique la dosis correcta, esta sea ineficaz.



Figura 0-2: Fungicida de la marca NOVA.

1. Métodos actuales de tratamiento

En la actualidad existen dos tipos de tratamiento de semillas: a campo y profesional. En el primero, el sistema es rudimentario y poco preciso. Los resultados logrados son sub-óptimos, siendo la dosis calculada por peso, ocasionando tratamiento muy desparejo, con semillas que tienen una sobredosis y otras que tienen una subdosis. Mayor cantidad de horas/hombre. En este caso, hay que asegurarse el buen manejo de fitosanitarios, empleando los Equipos de Protección Personal necesarios para evitar accidentes.

En el tratamiento profesional se calcula la dosis por semilla, siendo el tratamiento más homogéneo. Además, se requiere menos cantidad de horas hombre, ya que la semilla ya está curada y tiene menor impacto para el medio ambiente, ya que no se manejan envases de fitosanitarios en el campo. (Casafe, 2019)

Tratamiento de semillas a campo

Cuando se habla de realizar el tratamiento de semillas a campo, se refiere a curar o tratar las semillas en el mismo lote en el que se va a sembrar y momentos antes de la siembra. Puede haber dos maneras de realizar el tratamiento en el lote: con el sistema “Tacho en tolva” o el tratamiento con inoculador.

Sistema Tacho en tolva

Este proceso se realiza directamente en la tolva que lleva la semilla al lote a sembrar. En el momento en que la semilla pasa a la sembradora desde la tolva a través de un sin fin o cinta transportadora, se aplica el producto a través de un chorro directamente en la boca de carga del sinfín y se regula la dosis a través de una canilla común.

A continuación, se resume una experiencia de utilización del sistema tacho en tolva que se realizó junto con el ingeniero agrónomo y productor agropecuario Agustín Ochoteco durante la siembra de trigo 2022, en la misma se relevaron datos y se pudo observar las ventajas y desventajas del método.

Experiencia en aplicación de productos mediante sistema tacho en tolva

Figura 1-1: Sembradora siendo cargada con semillas de trigo curadas mediante el método tacho en tolva.

Datos relevados:

- Fecha: 25/06/2022.
- Siembra de trigo.
- Productores: Rubén Klein y Agustín Ochoteco
- Sembradora: a chorrillo, Marca SEMEATO. Capacidad de carga de semillas: 500 Kg
- Semilla: propia del productor, proveniente de cosecha de la campaña anterior. Variedad: DON MARIO Seibo
- Producto utilizado para el tratamiento: Fungicida Thiram Carbendazin.
- Dosis: 200 ml/100 kg semilla.

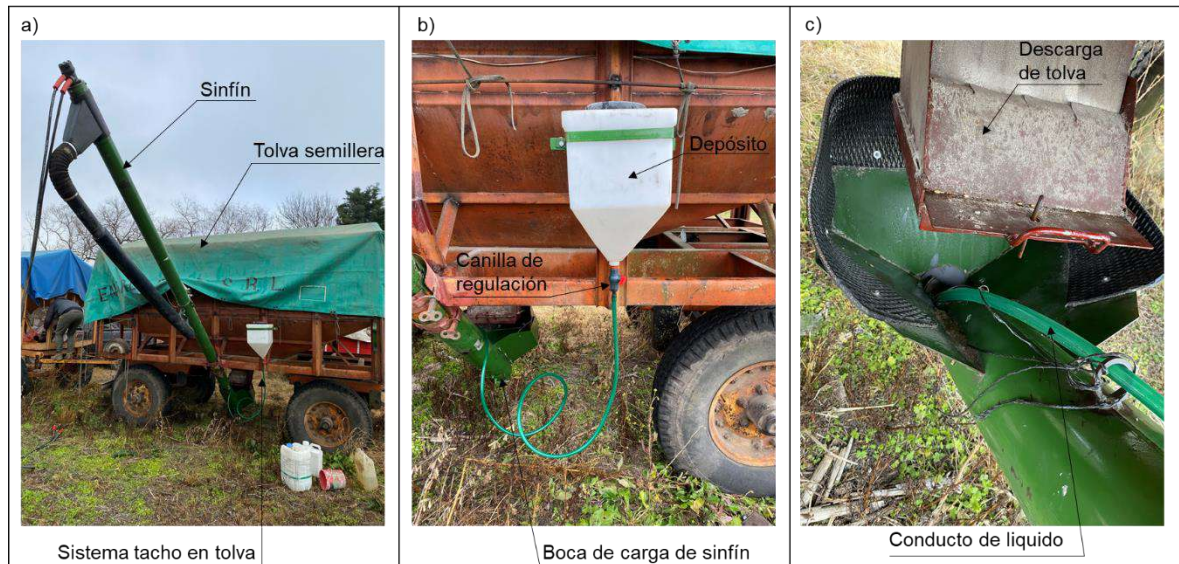


Figura 1-2: a) Tolva semillera con sistema de tratamiento tacho en tolva montado. b) Sistema tacho en tolva. c) Zona donde se realiza la aplicación de líquido en el caudal de semillas.

Procedimiento:

El tratamiento se realizaba cada vez que la sembradora necesitaba cargar sus tolvas. Por lo que se preparaba en el tacho del sistema de curado la dosis a aplicar: Como la sembradora poseía 500 Kg de capacidad de semillas, se colocaba en el tacho 1 L de producto para cada “maquinada” o carga a la sembradora.

Se colocaba la manguera de dosificación apuntado a la boca del sin fin y la descarga de la tolva. Se abría la descarga de la tolva, al mismo tiempo que se accionaba el sin fin mediante el mando hidráulico del tractor. En ese instante, se abría la canilla que daba paso al producto para el tratamiento.



Figura 1-3: a) Sistema tacho en tolva en funcionamiento, la canilla esta parcialmente abierta y el sin fin funcionando. b) Chorro de líquido cayendo sobre el caudal de semillas.

Observaciones realizadas:

Es un método donde hay muy poca repetibilidad de dosificación de producto entre una maquinada y otra, lo que conlleva a un tratamiento desparejo. Las principales variables que se observan son:

- RPM de giro del sin fin: dado por cuanto el maquinista accione el mando hidráulico.
- Apertura de la canilla de tacho: como no tiene un registro, no se puede estar seguro de cuanto abrir la canilla.
- Apertura de descarga de tolva: dependiendo de si el operario abre más o menos la descarga, caerá más o menos semilla hacia la boca del sinfín.

Así mismo, en una de las veces que se cargó la sembradora, al finalizar el tratamiento, quedo producto en el tacho. Como la cantidad de producto (1 L.) era la justa para la cantidad de semilla a tratar (500 kg), el que, sobre producto, indica que el tratamiento se realizó con una subdosis. Por el contrario, en otra de las maquinadas, el tacho se quedó sin producto antes de que termine la carga a la sembradora, por lo que las semillas que se trataron tenían una sobredosis.



Figura 1-4: a) Sembradora siendo cargada con semillas curadas. b) Caudal de semillas curadas cayendo desde el sinfín al cajón de la sembradora.

Sistema inoculador



Figura 1-5: Inoculador de semillas de la marca OMBU (Agroads, s.f.)

Se trata de un mezclador de grandes dimensiones transportable. La semilla se coloca en el tambor y se introduce la dosis adecuada de producto. Accionado por la tdf, el tambor gira mezclando semillas con producto. Después de cierto tiempo, las semillas se encuentran curadas. Si bien logra mejores resultados que el sistema de tacho en tolva, es

un proceso lento, tedioso y con una capacidad de trabajo limitada, por lo que muchos productores que adquieren este implemento, no lo utilizan.

Otra de las desventajas es que se consideran implementos poco prácticos ya que implica necesidad de llevar un implemento más a la siembra, la necesidad de otro tractor para accionarlos y la necesidad de más operarios.

Tratamiento de semillas profesional

Se realiza en plantas especializadas donde los resultados obtenidos son óptimos, la dosis se calcula por semilla brindando más homogeneidad en la aplicación. En este caso, los productores agropecuarios compran las semillas ya curadas o llevan sus semillas a estas plantas a que le realicen el tratamiento (con su correspondiente costo extra).

Este tipo de tratamiento “es altamente efectivo y no se halla en discusión por los múltiples beneficios que aporta. Por otra parte, brinda soluciones adecuadas a temas muy críticos al momento de la siembra “de apuro”, eliminando problemas de logística y evitando manejo inadecuado del personal y/o del producto comercial” (Craviotto, Arango, & Gallo, 2017).

Para poder apreciar mejor la forma de trabajo de estos tipos de tratamientos se realizó una visita a la planta de semillas de COOPAR (COOPERATIVA AGRÍCOLA GANADERA Y DE SERVICIOS PÚBLICOS ARANGUREN LTDA.) en Aranguren, Entre Ríos.

Visita a planta semillera de COOPAR

Figura 1-6: Máquina para tratamiento de semillas a nivel industrial de la marca CTS.

Datos de la visita

- Fecha: 21/05/2022
- Tipo de tratamiento: Industrial
- Tratamiento realizado ese día: Aplicación de insecticida SUMIEIGHT en 10000 Kg de trigo.
- Dosis aplicada: 60 ml cada 100 Kg de semilla. Se diluyó el producto en 900 ml de agua.

Datos del equipamiento utilizado

- Marca: CTS
- Capacidad de trabajo: 8000 Kg/h para trigo y 12000 Kg/h para soja.

- Accionamientos: motores eléctricos de 380V

Procedimiento para curado

1. Una cinta de goma controlada por PLC transporta la semilla desde la tolva que contiene el total de Kg a tratar hacia la noria.
2. La noria (cuyo funcionamiento es continuo) transporta verticalmente las semillas hacia una tolva pequeña en la parte superior de la máquina.
3. La tolva pequeña posee una celda de carga que va censando los Kg de semillas presentes y lo va liberando (controlado mediante PLC) a una nueva cinta de goma.
4. La cinta transporta la semilla hacia el sistema de dosificación.
5. El sistema de dosificación aplica la dosis de producto mediante pulverización centrifuga del líquido.
6. Luego las semillas caen hacia un tambor giratorio que mezcla y seca el caudal de semillas.
7. Al salir del mezclador, las semillas caen a una tolva antes de ser descargados por gravedad a un bigbag.



Figura 1-7: Componentes de la máquina para tratamiento profesional.

Para un operario, las maniobras realizadas fueron tres: carga de la cantidad de producto correcta para los Kg de semillas que serán tratadas; programación de la cantidad a dosificar en tablero de control y colocar y sacar Big Bags en el sector de descarga.

Una observación importante del proceso fue añadir agua al producto: Se comentó que es común diluir en agua los productos curasemillas para hacerlos más fluidos ya que, por ejemplo, 60 ml de producto es muy poca cantidad para cubrir 10 Kg de semillas (dosis aplicada).

Método de control de la calidad del proceso

Para control de homogeneización: se saca una muestra en la mano y visualmente se verifica que todos los granos se encuentren pintados, y así mismo que cada grano tenga su superficie completamente pintada.

Para control de dosis aplicada: chequeo de que cuando termine de pasar todas las semillas, el depósito de producto se encuentre vacío. También se controla el normal funcionamiento de las bombas a través del caudalímetro.

Conclusiones sobre los métodos actuales

Es claro que, de los métodos existentes hoy en día para el tratamiento de semillas previo a la siembra, el tratamiento profesional es el más preciso en cuanto a dosis aplicada y homogeneidad de aplicación. La desventaja son los costos extra y los tiempos que requiere llevar la semilla propia al semillero o comprarla. Pero una vez ya curada, se reducen los tiempos de logística en el momento de la siembra. En una consulta con el contratista rural, Adolfo Aladio, de la zona de Entre Ríos, dedicado a la siembra, este hacía énfasis en que se disminuía un 10% el rendimiento de siembra (Ha/h) si se tenía que curar la semilla con el sinfín de la tolva semillera, que si el cliente le llevaba la semilla ya curada en bolsones.

Sin embargo, al hablar con otros productores, también de la zona de Entre Ríos, se supo que la gran mayoría sigue optando por el tratamiento con el sistema tacho en tolva a pesar de que los resultados obtenidos están lejos de ser los que se obtienen en una planta industrial. Las razones que manifestaron, coinciden con las conclusiones propias obtenidas cuando se realizó la experiencia a campo:

- Es un sistema rápido y práctico.
- Ofrece mayor comodidad en el caso de utilizar como semillas, los granos de la cosecha anterior, ya que posiblemente los tengan en silos propios y los transporten en tolvas hacia el lote que se va a sembrar.
- Es fácil de utilizar.
- Los costos del proceso son menores.

2. Justificación

Del análisis de los métodos actuales, se nota que hay un hueco en el mercado, para los que es equipos para tratamiento de semillas. Tanto el tratamiento industrial o profesional como el tratamiento a campo tienen sus ventajas y desventajas, por lo que la necesidad de una nueva alternativa que combine las mejores cualidades de ambos, es lo que impulsara este proyecto.

Entonces, ¿trabajo en campo o maquinaria estática?

El tratamiento a nivel industrial, realizado con maquinaria estática, obtiene en la mayoría de los casos resultados mucho más precisos que los realizados en lote. Ahora, ¿en que afecta a la semilla el método que se utiliza?

Por lo general, es más eficiente el tratamiento cuanto más próximo se hace con respecto a la siembra. De todos modos, lo importante no es eso, sino la calidad de la mezcla a la hora de tratar la semilla. El curado tiene que ser tan importante como la semilla en sí. Si no curamos la semilla bien, es lo mismo hacerlo mucho tiempo antes o después. (Retamal, 2020)

En el particular caso de la siembra de soja y trigo, la gran mayoría de los productores utilizan como semillas los granos cosechados en la campaña anterior, con lo que posiblemente los tengan en silos propios y los transporten en tolvas hacia el lote que se va a sembrar. Entonces para estos casos, el tratamiento a campo es más rápido y más ágil: se tienen las semillas en una tolva, y en el momento que se van a cargar a la sembradora, en ese paso intermedio, se realiza el tratamiento aplicando el producto antes de transportar la semilla hacia la sembradora.

Encuesta

Con el objetivo de indagar más en las realidades del problema planteado y acercarse a las necesidades de los productores agropecuarios, se realizó una encuesta a través de Google Forms, la cual fue enviada a varios productores de la zona de Entre Ríos mediante un link de acceso. Se obtuvieron 12 respuestas, las cuales se muestran a continuación:

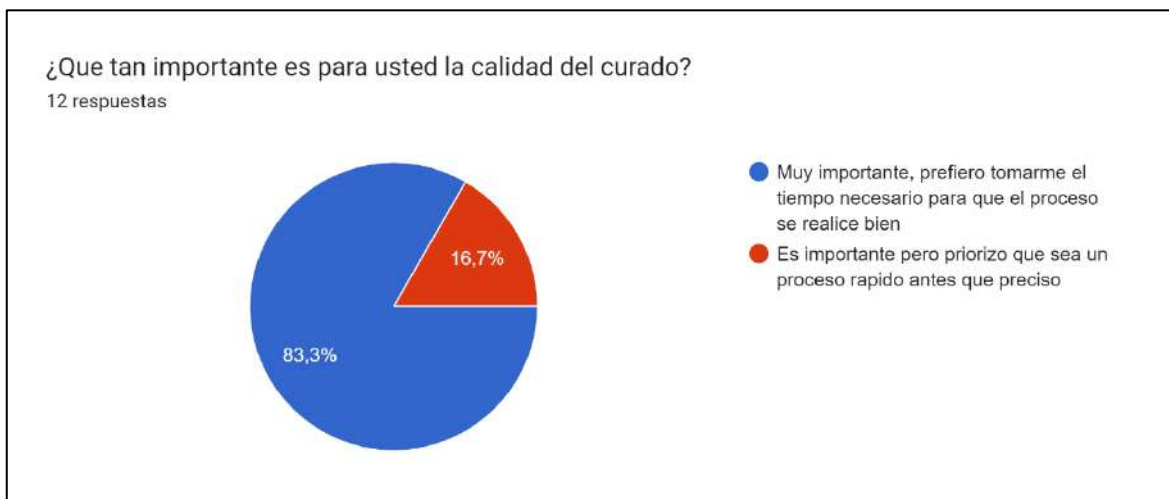


Figura 2-1: Grafico proporcionado por encuesta sobre la importancia de la calidad del tratamiento.

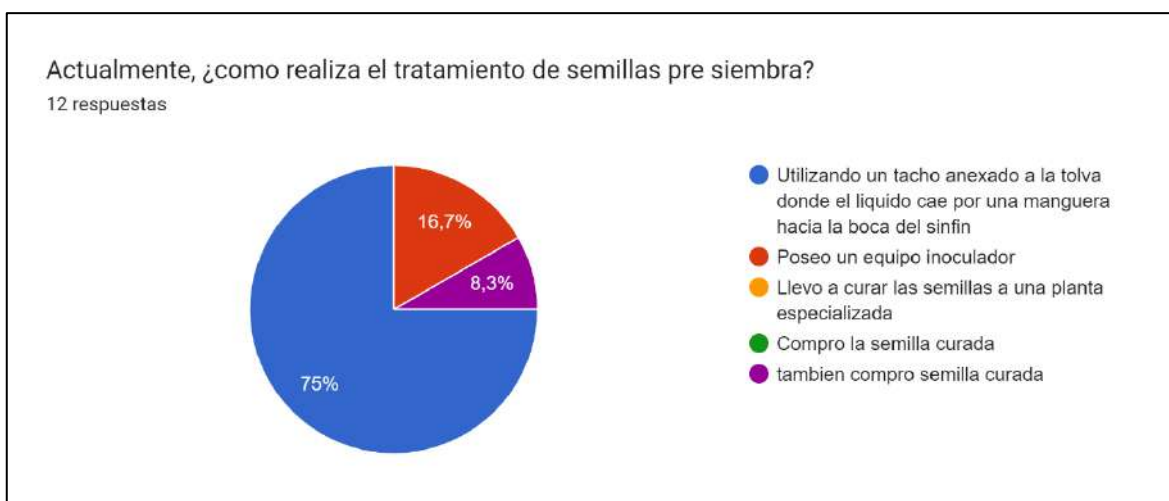


Figura 2-2: Grafico proporcionado por encuesta sobre las formas en que realizan el tratamiento.

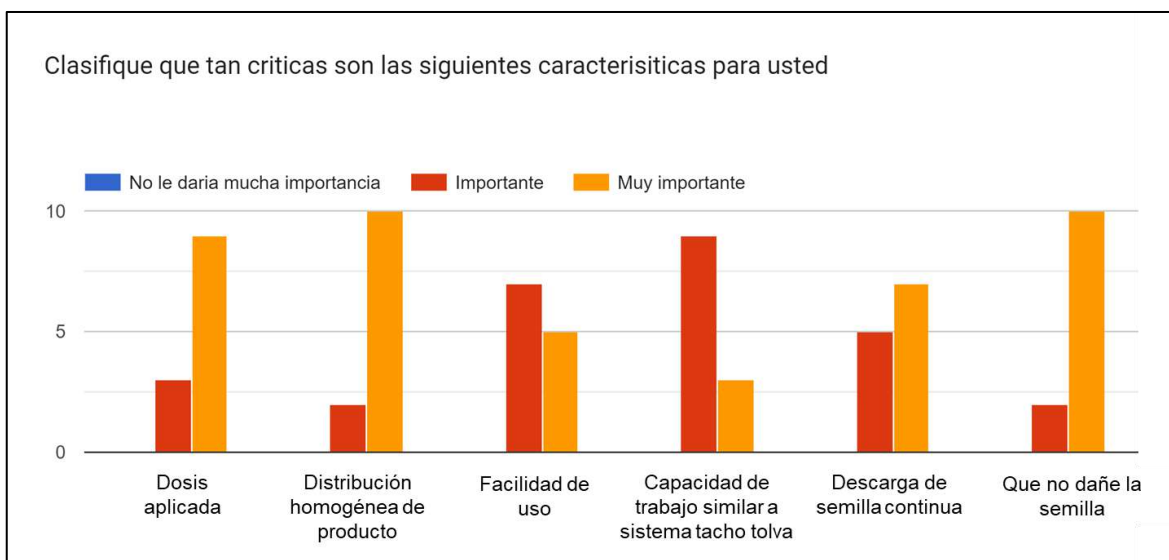


Figura 2-3: Grafico proporcionado por encuesta sobre características del proceso

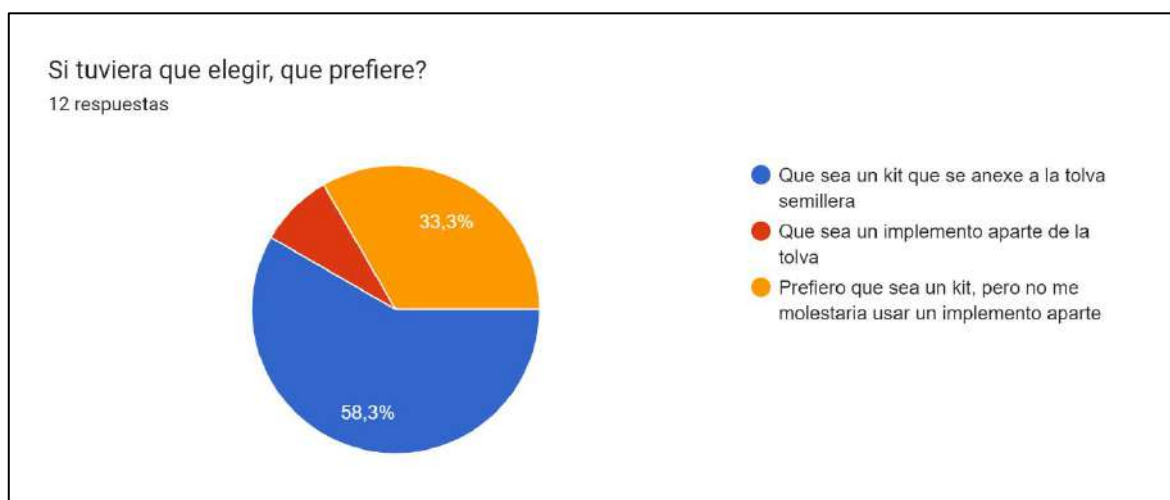


Figura 2-4: Grafico proporcionado por encuesta sobre el dispositivo de preferencia.

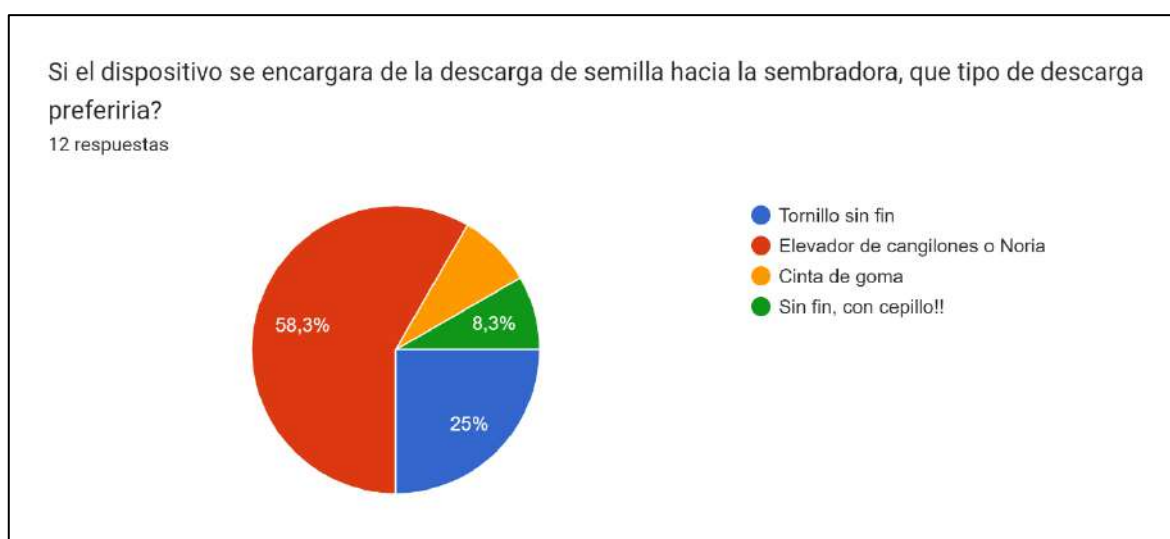


Figura 2-5: Grafico proporcionado por encuesta sobre tipo de descarga a sembradora.

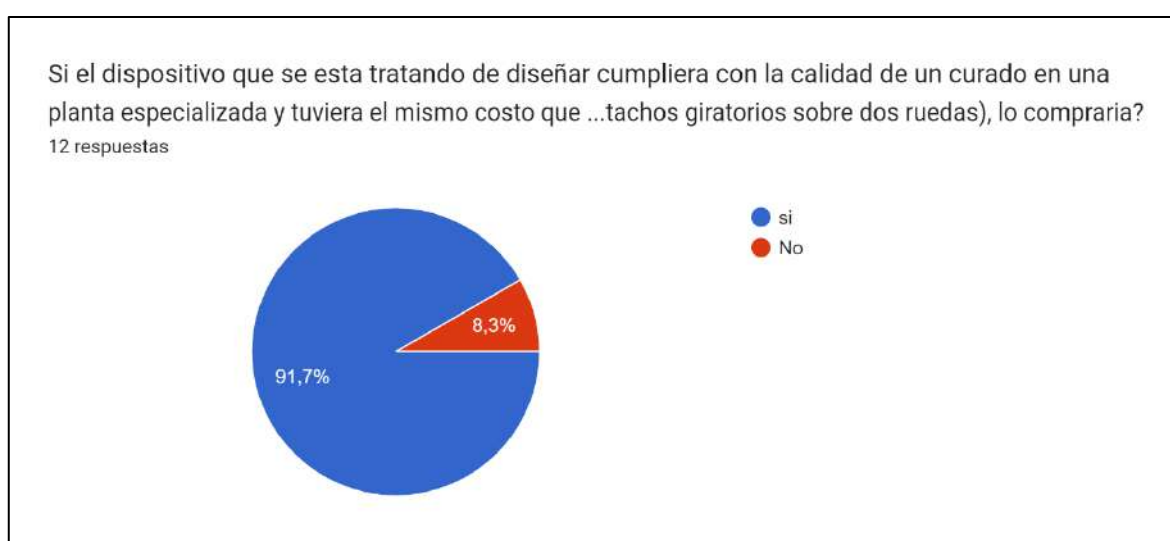


Figura 2-6: Grafico proporcionado por encuesta sobre la comparación de costos con un inoculador.

Además, en el formulario se colocó una sección donde se podían comentar características que el productor consideraba importantes y que no se mencionaban en la encuesta. Los comentarios fueron:

- “Limpieza y rapidez”
- “En cuanto a la soja, en siembra a placa, en algunas sembradoras está el problema de que, al curar y cargar directo a la máquina, se hace un bloque y no baja por la manguera o se hace una pasta en el porta placas y se muele todo”.
- “Lograr excelente curado y buena dinámica en las tareas”.
- “Facilidad al operario, cuanto más fácil más y más práctica, mejor se realiza”.

De los resultados de la encuesta se obtuvo información importante que se ira comentando a lo largo del proyecto.

Ahora, volviendo a la pregunta: ¿trabajo en campo o maquinaria estática?, la encuesta arroja que el 75% de los encuestados respondió que realiza el tratamiento en campo, mediante el sistema “tacho en tolva” y solo un 8% respondió que compra la semilla curada (es decir, realizada en plantas especializadas).

La causa de esta diferencia radica, probablemente, en que el tratamiento a campo es más ágil, practico y rápido, a su vez de que minimiza los esfuerzos en logística y los costos de la semilla curada, sacrificando calidad del proceso como se mencionó anteriormente.

Además, al hacerlo en campo, antes de cargar en la sembradora, aseguras que la cantidad de semillas curadas sean las justas y necesarias y no hay posibilidad de que quede stock de semillas tratadas, o como mínimo las que sobren de una carga de la sembradora cuando se termina el lote. Las semillas tratadas no pueden usarse para la campaña posterior ya que van disminuyendo su poder germinativo (PG) conforme pasa el tiempo.

Teniendo todo esto en cuenta, es evidente que, ante el hipotético caso de tener dos alternativas de tratamientos de semillas, una en lote y otra a nivel industrial, y ambas te proveen una buena calidad de tratamiento, el productor ira con la que lo realiza en lote, por las ventajas que esto implica. Entonces, la oportunidad está en el desarrollo de una nueva alternativa que disponga de dos características principales.

1. Tratamiento de calidad

2. Tratamiento realizado en el campo a sembrar

Se propone, entonces, la realización de un estudio sobre el tratamiento de semillas en el lote, en el momento de pasaje de semillas desde la tolva a la sembradora, manteniendo los aspectos de velocidad, comodidad y practicidad que interesan al productor, pero garantizando las características de un curado correcto y preciso que exige el mercado, es decir, que cada semilla tenga la cobertura suficiente de producto con la dosis correcta.

3. Diagnostico

Una vez determinado que se trabajara en un dispositivo para el tratamiento de semillas previo a la siembra, es necesario identificar las variables principales del proceso, así como las condiciones límites. Esto tiene como objetivo establecer que factores son los que influyen al buscar una solución y cuáles son las limitantes al considerar las alternativas.

Variables

Dosis a aplicar

Medida en mL/100 Kg semilla. Se refiere a la cantidad de producto que se requiera aplicar por unidad de semillas. Depende del producto a aplicar (inoculantes (solo en soja), insecticidas, fungicidas, fertilizantes o bio-estimulantes).

Cobertura de la semilla

Porcentaje de la superficie de la semilla que ha sido alcanzada por el producto. Es importante que cada sector de la superficie de la semilla disponga de protección y se favorezca su nodulación (en el caso de soja).

Cobertura en lote

Porcentaje del lote de semillas que ha sido alcanzado por el producto. Indica que tan homogéneo fue el alcance del producto en el total de semillas.

Espesor de capa

Espesor de la capa de producto que ha alcanzado a la semilla y ha logrado fijarse a la misma. Medida en μm .

Tiempo de adherencia

Tiempo que le lleva al producto adherirse a la superficie de la semilla de manera permanente. Medida en s.

Caudal de semillas

Caudal de semillas que se tienen antes de aplicar el producto. Variable de entrada al sistema de dosificación para garantizar la dosis correcta. Medida en Kg semillas/h.

Capacidad de trabajo

Medida en Kg semillas/h. Se trata del caudal de semillas que son curadas por unidad de tiempo.

Rendimiento del dispositivo

Relación entre la cantidad de producto que entra al depósito sobre la cantidad de producto que efectivamente se deposita en la semilla.

Presión de trabajo

Medida en Bar. Los productos a aplicar vienen en general en estado líquido, por lo que para transportarlo desde algún depósito hasta donde se da el proceso, es probable que se necesite un conducto con cierta presión.

Autonomía

Medida en Kg de semillas. Corresponde a la cantidad de semillas que pueden ser tratadas con una sola carga de producto. Dependerá del depósito y de la dosis a aplicar.

Energía consumida

Medida en kW o HP. Es la energía que consumirá el dispositivo.

Densidad de semillas

Corresponde a los Kg semillas/m³. Varía entre soja y trigo.

Tensión de rotura de semillas

Medida en Kg/cm². Importante tener en cuenta, ya que el proceso no debe dañar la semilla.

Condiciones limite

Ubicación

El proceso de curado debe hacerse en el lote a sembrar en los instantes previos a la siembra, durante el traspaso de semillas desde la tolva hacia la sembradora.

Fuentes de energía disponibles

Proviene de la condición límite de ubicación. En el lote, las fuentes de energía disponible pueden ser: Provenientes del tractor: mecánicas (tdf), eléctricas (sistema eléctrico de 12V) e hidráulicas (sistema hidráulico del tractor) y también pueden ser de fuentes externas como energía solar.

Tipo de material a procesar

El problema se planteó para soja y trigo, dos de los cultivos de mayor superficie sembrada en Argentina y donde es muy común utilizar los granos de la cosecha anterior como semillas. Es por esto que sus propiedades geométricas y físicas son las limitantes para el presente estudio.

Objetivos

Los objetivos serán el principal aspecto a considerar a la hora de evaluar una alternativa de solución, ya que están relacionados a la calidad de la propuesta.

Se distinguen dos tipos de objetivos, los objetivos primarios establecen si una alternativa es considerada o no, ya que son las características esenciales del dispositivo a fabricar. Los objetivos secundarios, en cambio, indicaran que tan buena es una propuesta con respecto a otra, teniendo en cuenta que estas ya cumplen con los objetivos primarios.

Objetivos primarios

Dosis a aplicar

Ser capaz de poder controlar la cantidad de producto que estoy aplicando al lote de semillas. Dosificar la dosis correcta de producto según sean las recomendaciones de fabricante del mismo o decisión del ingeniero o productor. Para tener una idea de las cantidades, esta puede variar desde 1L a 2L de producto cada 1000 Kg de semillas para insecticidas o fungicidas. Y de 2L a 3L cada 1000 Kg de semillas para inoculantes. Para más información acerca de las dosis de algunos productos relevados ver Anexo 4.

Como la dosis varia, el objetivo es poder controlar la dosis a aplicar.

Calidad de cobertura

Obtener una cobertura de la superficie de la semilla de entre el 80% al 100%. Cobertura aceptable según Ingeniero Agrónomo Agustín Ochoteco.

Homogeneidad de alcance

Obtener una cobertura en lote de entre el 95% al 100%. Cobertura aceptable según Ingeniero Agrónomo Agustín Ochoteco.

Capacidad de trabajo

Como se mencionó anteriormente, la oportunidad detectada radica en realizar el tratamiento en campo y “reemplazar” el tradicional sistema “Tacho en tolva”. Para esto debe competir con una de sus grandes ventajas que es la de tener una gran capacidad de trabajo que viene dada por la capacidad de trabajo del mismo sin fin de la tolva.

En la encuesta realizada, se cuestionó a los productores acerca de si priorizaban calidad o rapidez de tratamiento y los resultados fueron que el 83.3% selecciono la opción de *“La calidad es muy importante, prefiero tomarme el tiempo necesario para que el proceso se realice bien”* y solo el 16.6% opto por *“La calidad es importante, pero priorizo que sea un proceso rápido antes que preciso”*. Esto nos da un indicio de que los productores no ven con malos ojos que la capacidad de trabajo [Kg semilla curada / h] del nuevo sistema de curado sea menor a la capacidad de trabajo tradicional del sin fin de su tolva. Aunque se aclara que se pretenderá que sea lo más elevada posible, ya que, como la sembradora se carga mediante el sistema, este no puede demorar mucho tiempo.

De manera de establecer la capacidad de trabajo objetivo, se realizó una entrevista a varios productores y contratistas, consultándoles acerca de las capacidades de trabajo actuales que tienen en sus equipos y las capacidades aceptables que consideran que están bien. A partir de los datos relevados (ver Tabla 3-1) se determina como **objetivo una capacidad de trabajo de 9000 Kg/h.**

Tabla 3-1: Consulta a productores acerca de los tiempos que consideren correctos para realizar el curado y así establecer la capacidad de trabajo objetivo.

Nombre del productor	Sistema de curado	Sembradora o tipo de cultivo	Capacidad de la sembradora [Kg semilla]	Tiempo que le lleva cargar la sembradora aprox. [min]	Tiempo maximo aceptable [min]	Flujo de semillas actual [Kg/h]	Flujo de semillas aceptable [Kg/h]
Ochoteco Agustin	Tacho en tolva	APACHE 6100 (Soja)	780	15	20	3120	2340
		SEMEATO (Trigo)	500	10	20	3000	1500
Aladio Adolfo	Tacho en tolva	(Trigo)	1500	15	15	6000	6000
		(Soja)	800	10	15	4800	3200
Kimmel Gustavo	Tacho en tolva	(Trigo)	1300	10	10	7800	7800
		(Soja)	1500	10	10	9000	9000
Klein Kevin	Tacho en tolva	Tanzi (Trigo)	600	10	12	3600	3000
		Tanzi (Soja)	550	10	12	3300	2750

Integridad de la semilla

Como el producto final del proceso semillas, estás deben tener ciertos parámetros para poder cumplir su objetivo de convertirse en una planta: Poder germinativo, Vigor, ... que no pueden ser afectados al pasar por el sistema, ya que justamente, el sistema trata de aumentar el rendimiento del cultivo y aumentar el % de plantas que nacen.

En la encuesta realizada, como es de esperarse, el 83% de los productores encuestados califico como *“Muy importante”* que el sistema no dañe las semillas, poniendo a esta característica a la par de que la distribución sea homogénea y superando a que la dosis aplicada sea la correcta.

Objetivos secundarios

Facilidad de utilización

De manera que cualquier persona con una indicación breve pueda utilizar el dispositivo.

Robustez

Las condiciones de movimiento al transportar el equipo, la suciedad o condiciones climáticas a la que va a estar expuesto en el campo por estar a la intemperie no deben comprometer el correcto funcionamiento del sistema.

Costo para comercializarlo

Que sean comparables al de un inoculador. Esto es debido a que, como se comentó antes, si bien algunos productores lo adquieren, terminan por dejar de usarlo.

Requerimientos de HyS

Cumplir las normas de higiene, seguridad y medioambiente. Se manejan productos químicos que, de tratárselos incorrectamente, pueden generar un riesgo de seguridad para el operario.

4. Propósitos y propuestas

Teniendo en cuenta los tipos de procesos actuales, descritos anteriormente, que se realizan para el tratamiento de semillas y sumado a las propuestas de solución que se darán a continuación, se armó un cuadro explicando las ramas de los distintos tipos de procedimientos a fin de entender mejor este capítulo.

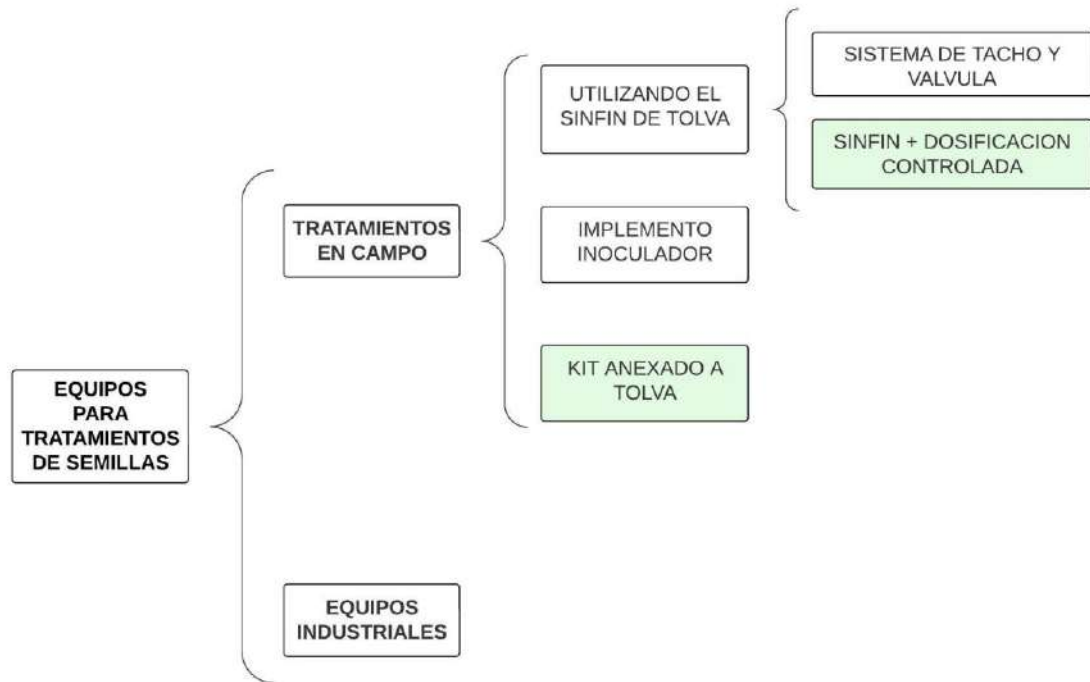


Figura 4-1: Opciones de solución para el tratamiento de semillas previo a la siembra. Se destacan en color verde los métodos propuestos en este trabajo.

Propuestas

Ahora se procede a describir los dos métodos que se proponen:

Propuesta 1: Utilización de sinfín con sistema de dosificación controlada.

Esta alternativa pretende utilizar el sinfín que viene ya desde fábrica en las tolvas semilleras, como se muestra en la siguiente imagen.



Figura 4-2: Tolva semillera.

Para lograr un buen tratamiento es necesario realizar las siguientes modificaciones (ver Figura 4-3):

- Se le añade un cuerpo de dosificadores (1) distribuidos en forma de “medialuna” cubriendo parte del sinfín radial y transversalmente y ubicados en la parte continua al sector de carga. Los dosificadores los alimenta una bomba controlada por un sistema de control (5).
- Usualmente los sinfines de este tipo de tolvas están accionados por un motor hidráulico. La modificación sería añadir al circuito hidráulico que alimenta el motor una válvula de regulación de caudal (3) para controlar la velocidad del motor. Esta válvula también estaría conectada al sistema de control (5). Controlando las RPM de giro del motor del sin fin, se calcula, aproximadamente cuanta semilla está pasando para aplicar la dosis correcta (Objetivo primario).

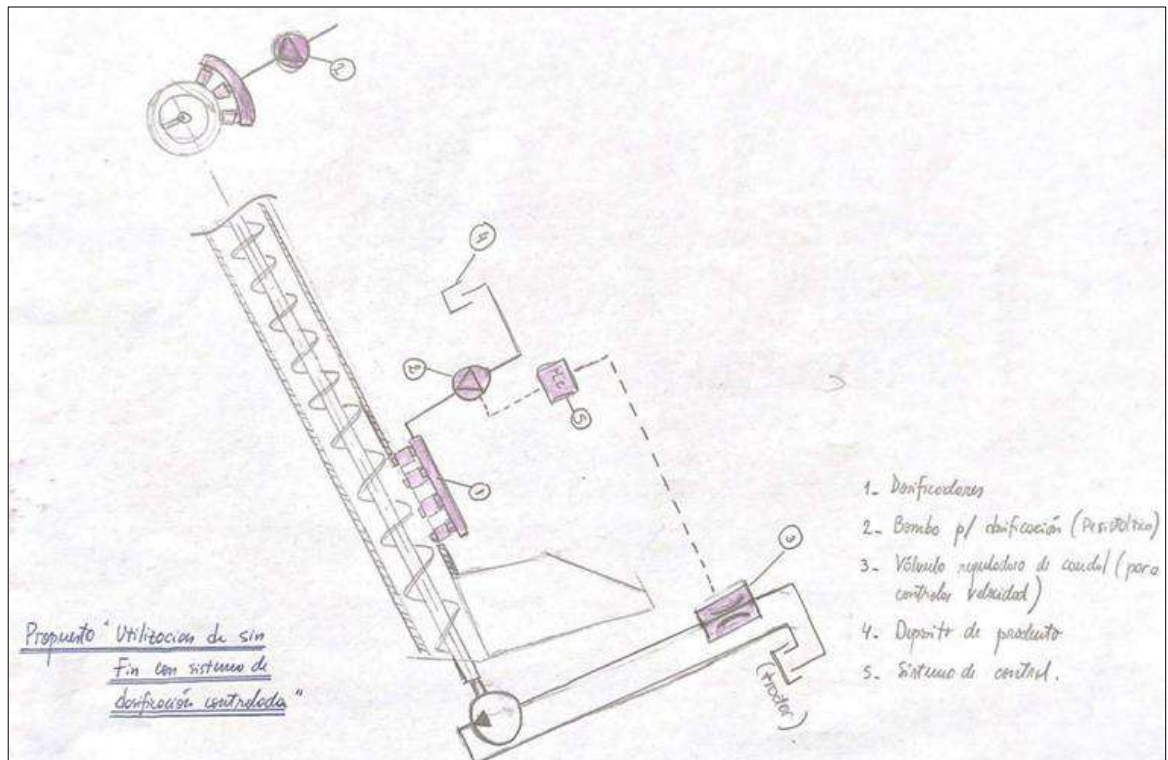


Figura 4-3: Propuesta 1: Utilización de sinfín de tolva con dosificación controlada.

Ventajas

- Propuesta de bajo costo de fabricación e instalación.
- Mecanismo simple y compacto.
- Cumple objetivo primario de aplicar la dosis correcta en función del caudal de semillas entrante.

Desventajas

- Necesidad de modificar el sin fin que viene de fabrica junto con la tolva.
- Solo se tiene un control mínimo de mezclado: solo se regulan las RPM de un dispositivo que no está pensado para mezclar material granular, por lo que puede generar una distribución no adecuada del producto → No cumple objetivo primario de garantizar homogeneidad en la aplicación y alcance.
- El método de transporte por tornillo sin fin aumenta la posibilidad de rotura de las semillas. En el estudio realizado "Cuantificación de daño mecánico en semilla de soja desde cosecha hasta almacenaje" (Cossar, 2015) se concluye que el mayor daño mecánico a la semilla se da en el traspaso de la tolva al camión. Este traspaso se realizó mediante un transporte por tornillo sinfín. Por lo tanto, no cumple el objetivo primario de garantizar que no se dañe la semilla.

Propuesta 2: Kit anexo a tolva

En esta alternativa no se utiliza el sin fin de la tolva si no que se trata de un dispositivo aparte, que se le anexa a la tolva y tiene la posibilidad de desmontarse dejando la posibilidad de que el sinfín común se utilice normalmente.

En un principio, se trata de 5 subsistemas bien diferenciados y que poseen accionamientos distintos pero que se mueven sincronizados para garantizar un proceso continuo.

Se tienen:

1) Sistemas de carga (al dispositivo)

Se trata del sistema encargado de llevar las semillas desde la tolva hasta el dispositivo. Controlando su velocidad se define caudal de semillas entrante.

2) Sistema de tratamiento del caudal de semillas

Es el sistema o sector del dispositivo que esta entre el sistema de carga y el sistema de aplicación de líquido. Se diferencia ya que se pretende que el caudal de semillas ingrese al sistema de aplicación de líquido de una forma conveniente para que la dosificación del mismo sea la adecuada.

3) Sistema de aplicación de líquido

Es el encargado de dosificar el líquido sobre el caudal de semillas. Teniendo la variable de entrada de caudal de semillas, proveniente del sistema de carga, este sistema debe aplicar la dosis correcta para dicho caudal.

4) Sistema de mezclado

Sistema que mezcla las semillas junto con el líquido dosificado a fin de eliminar heterogeneidades de la dosis en el caudal total de semillas.

5) Sistema de descarga (a sembradora)

Al salir del mezclador, es el sistema que transporta el caudal de semillas a su destino final, los cajones de la sembradora.

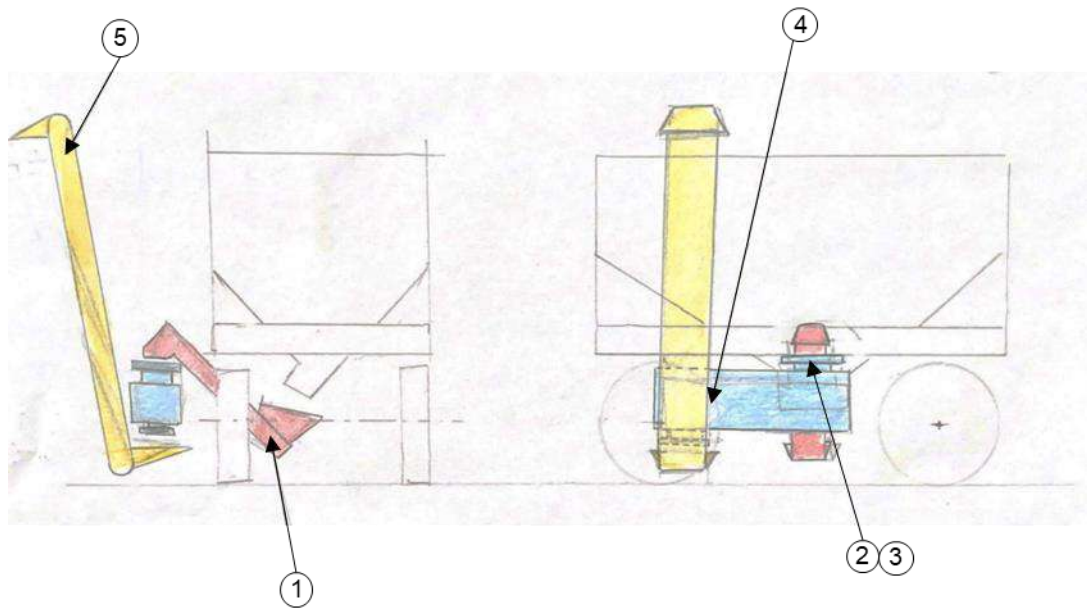


Figura 4-4: Propuesta 2: Kit anexo a tolva.

Ventajas

- Cumple objetivo primario de aplicar la dosis correcta en función del caudal de semillas entrante.
- Los subsistemas de Carga y Descarga a sembradora se definirán eligiendo el que menos daño cause a la semilla, por lo que se puede decir que se tiene un control sobre la integridad de la semilla (Objetivo primario).
- El subsistema de mezclado y el subsistema de dosificación se definirán de tal forma que puedan garantizar homogeneidad de en aplicación y en alcance (Objetivo primario).
- Tiene la posibilidad de desmontarse una vez terminada la campaña o en cualquier momento, dejando la posibilidad de utilizar la tolva para otros fines con el sinfín común.
- Es modular para distintos tamaños de tolva.

Desventajas

- Requeriría una mayor inversión por parte del productor / contratista.
- Como es algo “aparte” de la tolva, la cual es probable que se transporte por ruta, es necesario considerar un “modo de transporte” o que se pueda retirar el kit fácilmente para no generar problemas durante el transporte entre campos.

Evaluación de propuestas y selección de la solución.

Teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de ambas posibilidades, se decide descartar a la alternativa de “Utilización de sin fin de tolva con sistema de dosificación controlada” por no cumplir 3 objetivos primarios (no garantiza homogeneidad en aplicación y alcance y no garantiza que no se dañe a semilla) y, por lo tanto, presentando desventajas considerablemente mayores comparadas a realizar un KIT anexo a tolva.

Es por esto que se decide la construcción de un KIT de aplicación de terapiaos para semillas que se anexe a la tolva como solución para el tratamiento de semillas previo a la siembra.

Ahora es necesario validar esta elección. Para esto, como el Kit posee varios subsistemas, que a su vez pueden tener distintas soluciones para cada subsistema, se propone analizar cada subsistema por separado. En el siguiente cuadro, se resumen las alternativas pensadas para cada subsistema del kit, y luego en el apartado “Validación de la solución a partir de análisis de alternativas en cada subsistema” se analizará cada una.

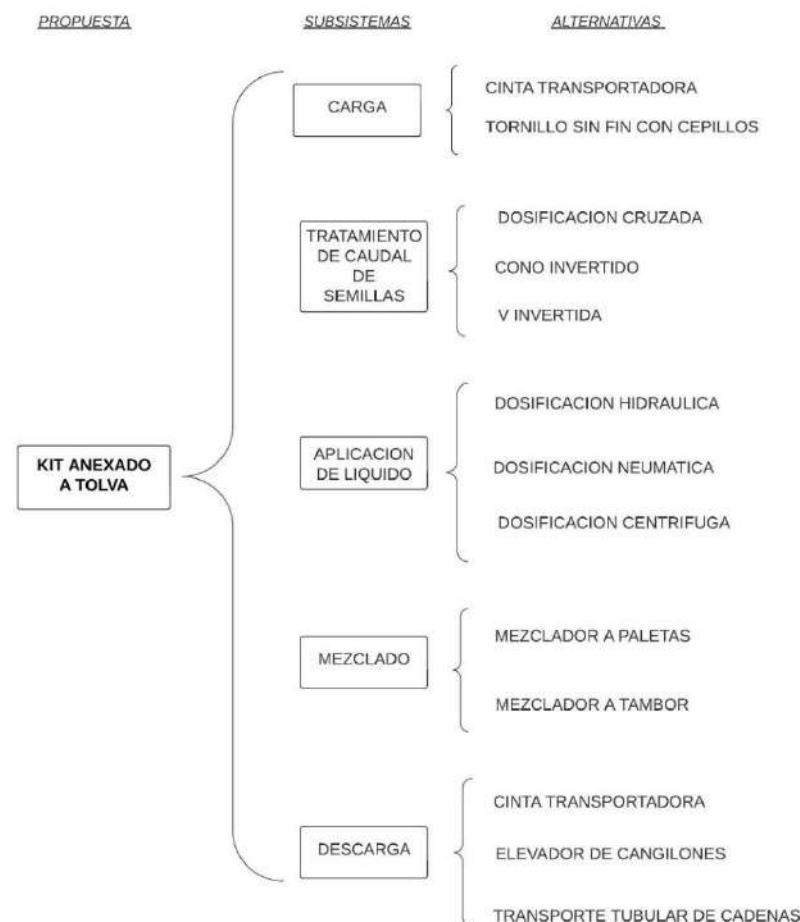


Figura 4-5: Resumen de alternativas para cada subsistema del kit.

Validación de la solución a partir de análisis de alternativas en cada subsistema.

Subsistema de carga.

Este subsistema tiene la función de cargar las semillas ubicadas en la tolva al dispositivo de curado. Para esto se pensó en que tome las semillas de la tolva desde su boca de descarga debajo de la misma, lo que conlleva a que tiene que elevar el caudal de semillas para poder depositarlas en el dispositivo.

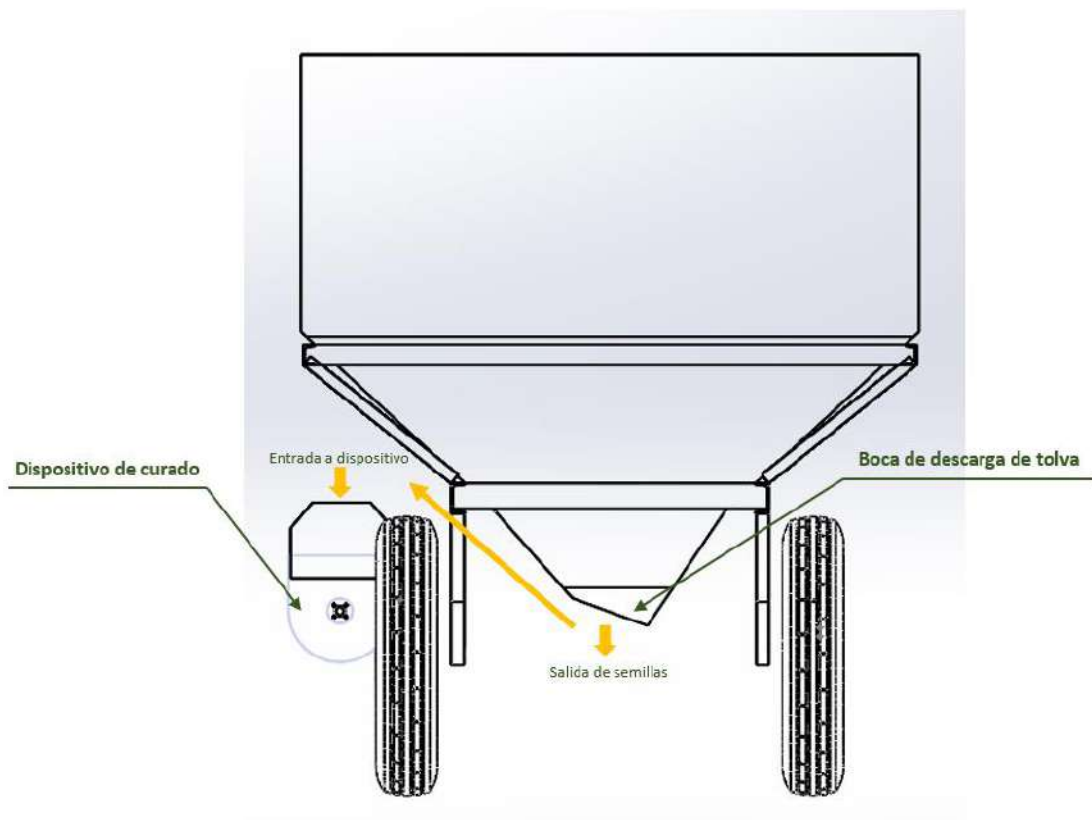


Figura 4-6: Función del sistema de carga.

Para la determinación de una solución, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- El sistema debe ser capaz de controlar en todo momento el caudal de alimentación de semillas al dispositivo, esta es una variable de entrada para el cálculo de la dosis a aplicar.
- Poseer una capacidad de trabajo de 9000 Kg / Hs (Objetivo).
- No debe dañar la semilla.

Alternativa 1: Cinta transportadora con escalones o paletas

Esta solución está siendo cada vez más observada en los sistemas de carga y descarga de tolvas con el objetivo de reemplazar los transportes por tornillo sin fin (problema con rotura de granos).

Se trata de una cinta transportadora que presenta escalones o transversales de goma ubicados transversalmente a la dirección de avance de la cinta. Estas “placas” o escalones cumplen la función de un cangilón en una noria, y acarrean cierta cantidad de material desde la carga por un extremo hasta la descarga por el otro extremo. Una de sus ventajas es el bajo porcentaje de rotura de granos.

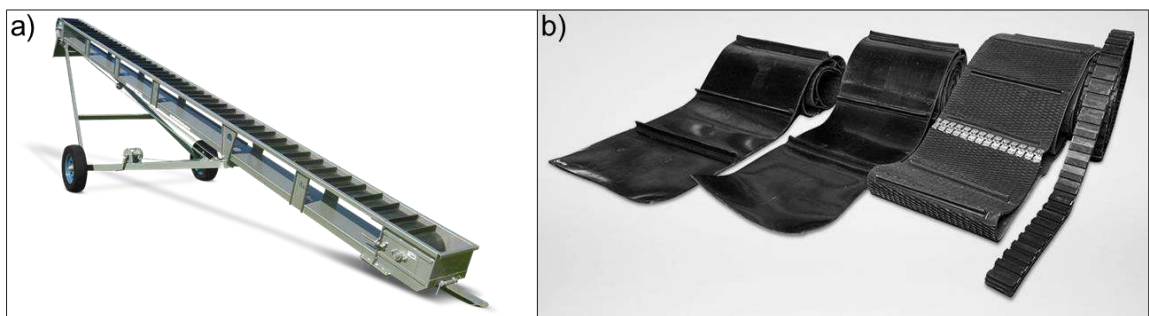


Figura 4-7: a) Cinta transportadora JP 350 de la empresa RULY (Nestor F Giraudo, s.f.). b) Tipos de cintas transportadoras con "escalones" de la empresa METALGOM (METALGOM, s.f.).

Alternativa 2: Tornillo sin fin con cepillos

Si bien se ha mencionado que la utilización del tornillo sin fin para el transporte de semillas ha disminuido por su mayor porcentaje de rotura de granos en comparación con los demás sistemas, en este caso se propone como alternativa, por su difundido uso y bajos costes relativos, la utilización de un sinfín pero que tiene un cepillo contorno del helicoide disminuye la rotura de granos.



Figura 4-8. Sinfín con cepillo de la empresa SinFines Cardinali (SinFines Cardinali, s.f.)

Comparación y elección de alternativa

Tabla 4-1: Tabla comparativa de las alternativas para el sistema de carga.

Aspectos considerados	Cinta transportadora con escalones	Sinfín con cepillos
Control de caudal	Es posible el control de caudal, se tendrían que hacer pruebas para establecer los parámetros (RPM de giro del motor de accionamiento) que generan un caudal de 9000 Kg/Hs en cada tipo de semilla.	Mediante el control de las RPM del motor de accionamiento y usando la siguiente fórmula*: $Q = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot p \cdot n \cdot 60 \cdot C_1 \cdot \gamma$ Q: capacidad [t/h] D: diámetro del tornillo [m] n: rpm. p: paso C₁: coeficiente de llenado γ: peso específico [ton/m³]
Daño en semillas	Bajo porcentaje de rotura de granos	El cepillo ayuda a que se dañen menos semillas aunque sigue teniendo un riesgo mayor de rotura que la cinta transportadora.
Capacidad de trabajo de 9000 Kg/h	Si	Si

*Fuente: Catedra de Equipos Agroindustriales.

A partir del análisis realizado en cuanto a cuál es la opción más favorable, ambas alternativas cumplen con los requisitos básicos. Sin embargo, se corre menos riesgo de que las semillas sufran algún tipo de daño con el uso de la cinta transportadora. En un artículo publicado por el sitio HorizonteA denominado “¿Chimango o cinta? qué recomiendan los especialistas” (Mur, y otros, 2020) se llegó al resultado de que “el sistema de transporte por sinfín, también llamado chimango, produjo 18 veces más de daño en semillas de soja que la cinta, trabajando en iguales condiciones de descarga. Estas diferencias, aunque en menor magnitud, también se observan con el daño no visible, siendo la diferencia entre los sistemas respecto a la tolva del 14% y 78% para la cinta y el sinfín, respectivamente”.

Por lo tanto, se selecciona la **Alternativa 1: Cinta transportadora con paletas** para el Subsistema de carga.

Subsistema de tratamiento del caudal de semillas**Alternativa 1: Dosificación cruzada de producto.**

Observando la Figura 4-9, se tienen aspersores (1) distribuidos radialmente en el tubo de entrada (2) que dosifican un chorro/abanico a una presión elevada de manera que penetre en caudal de semillas.

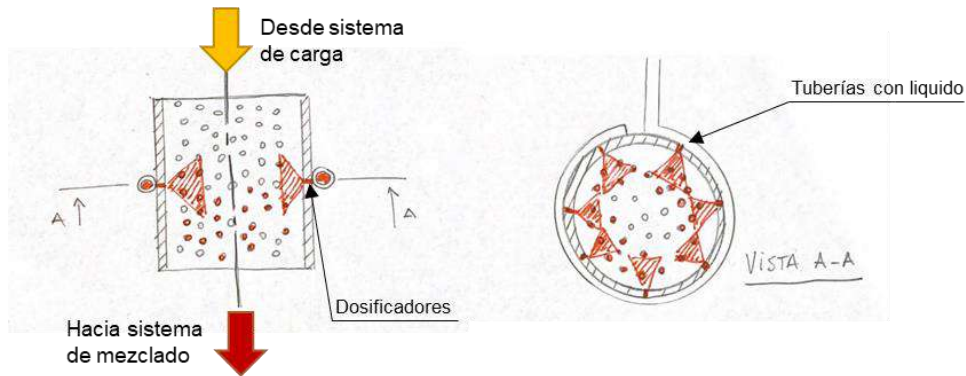


Figura 4-9: Esquema de dosificación cruzada.

Alternativa 2: Dosificación semilla a semilla mediante cono invertido.

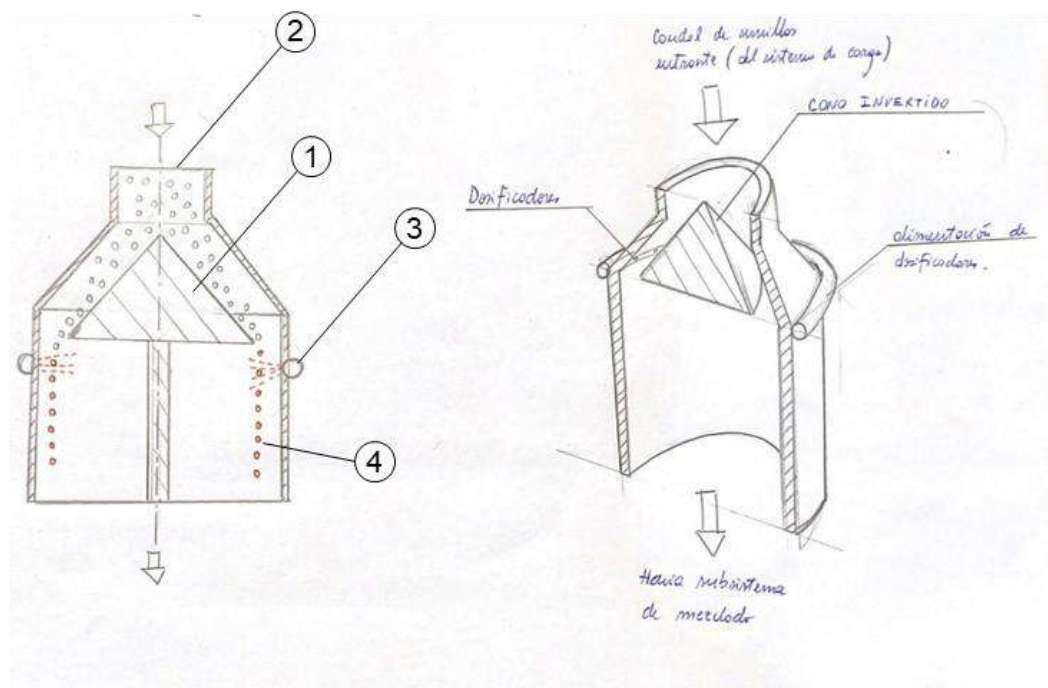


Figura 4-10: Esquema de dosificación mediante cono invertido.

En este caso se añade, al tubo de entrada (2), un cono en el interior (1) de manera de dispersar el caudal de semillas a una circunferencia mayor y que, al finalizar el cono, se forme una “columna” de una hilera de semillas (4). Esta columna se encuentra al alcance de los dosificadores (3), ubicados radialmente.

La idea de distribuir las semillas en una superficie mayor tiene como objetivo lograr una “cortina” que sea más fácil de atacar con producto. En la imagen se las está rociando desde el exterior, pero si no bastara, se podría añadir dosificadores desde el interior para aplicar el producto desde dos frentes.

Como quedo demostrado por Cossar (2015), las semillas sufren daño mecánico al impactar contra superficies duras, por lo que el mezclado mecánico debe reducirse al mínimo y dosificar producto a la semilla individualmente contribuye a que el mezclado

mecánico sea el mínimo ya que solo serviría para homogeneizar discontinuidades pequeñas y secar el producto.

Alternativa 3: Dosificación semilla a semilla mediante V invertida

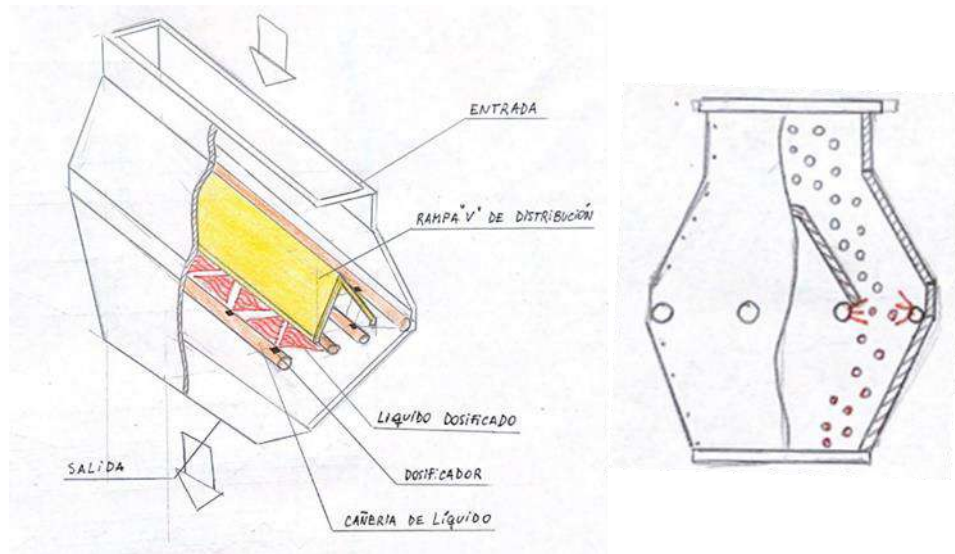


Figura 4-11: Esquema de dosificador mediante V invertida.

Esta alternativa se basa en el mismo principio que la alternativa 2 en cuanto a intentar separar el caudal grande de semillas en columnas de semillas donde sea más factible que el líquido dosificado llegue a cada una de ellas. Se dispondría de cañerías interiores y exteriores con dosificadores en cada una para atacar por los dos frentes.

Comparación y elección de alternativa*Tabla 4-2: Tabla comparativa de las alternativas para el sistema de tratamiento del caudal de semillas.*

Aspectos considerados	Dosificación cruzada	Dosificación tipo cono	Dosificación tipo V
Ventajas significantes al proyecto.	1. Alternativa compacta. 2. Bajo coste de diseño. 3. Geometría simple.	1. Se garantiza que las semillas serán pintadas individualmente, favoreciendo la calidad de cobertura y la homogeneidad de alcance. 2. Disminución del tiempo de homogeneización a partir del mezclado, que se traduce en menor tiempo que la semilla debe estar en movimiento, y se reduce la probabilidad de que se dañe. 3. Posibilidad de adición de un dosificador interior en caso de que no sea suficiente la dosificación exterior para que las semillas se cubran en su totalidad.	1. Además de las ventajas con respecto a la dosificación que comparte con el sistema tipo cono, y en comparación a este último, este diseño es de geometría más simple y de mayor facilidad de fabricación.
Desventajas significantes al proyecto.	1. No se alcanza a todas las semillas en el momento de la dosificación. 2. Implica que homogeneización de la realice el sistema siguiente (mezclador) lo cual lleva a que la semilla debe pasar por un proceso de mezclado por más tiempo y con mayor movimiento (para garantizar homogeneidad) y, como se comentó, esto aumenta la probabilidad de generar daños en la misma.	1. Geometría compleja y de dimensiones mayores. 2. Necesidad de un mayor control en el caudal de entrada de semillas, para que no se generen atascamientos al generar la "columna" de semillas.	1. Necesidad de un mayor control en el caudal de entrada de semillas, para que no se generen atascamientos al generar la "columna" de semillas.

A partir de lo analizado en la Tabla 4-2, se decide optar por la alternativa de "Dosificación semilla a semilla tipo V invertida".

Para la validación de la alternativa elegida, se utilizará el Software EDEM 2020 de ALTAIR que utiliza el método de elementos discretos (DEM), de manera de simular la entrada de semillas al distribuidor y poder observar:

- El comportamiento de las semillas una vez que entra al distribuidor, es decir si las suposiciones acerca de la columna de semillas son correctas.
- Posibles atascamientos o direcciones de flujo de semillas indeseables.

Los datos de entrada y como se llevó a cabo la simulación se encuentran en el Anexo 1.

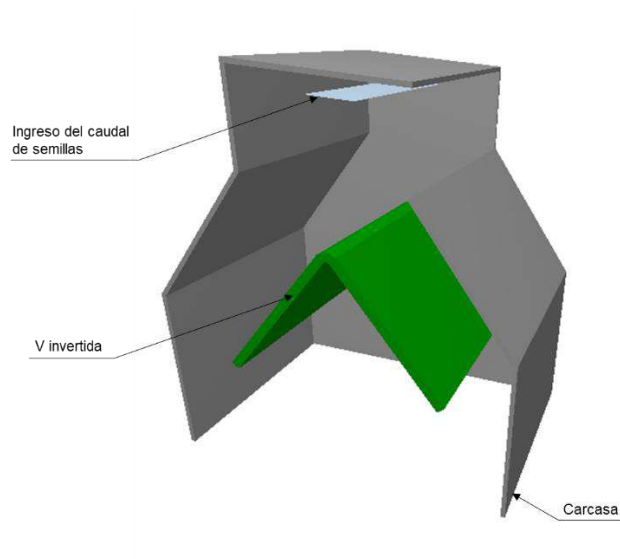


Figura 4-12: Geometría utilizada en la simulación.

A continuación, se presenta un resumen de los resultados, para ver los resultados completos se recomienda leer el Anexo 1.

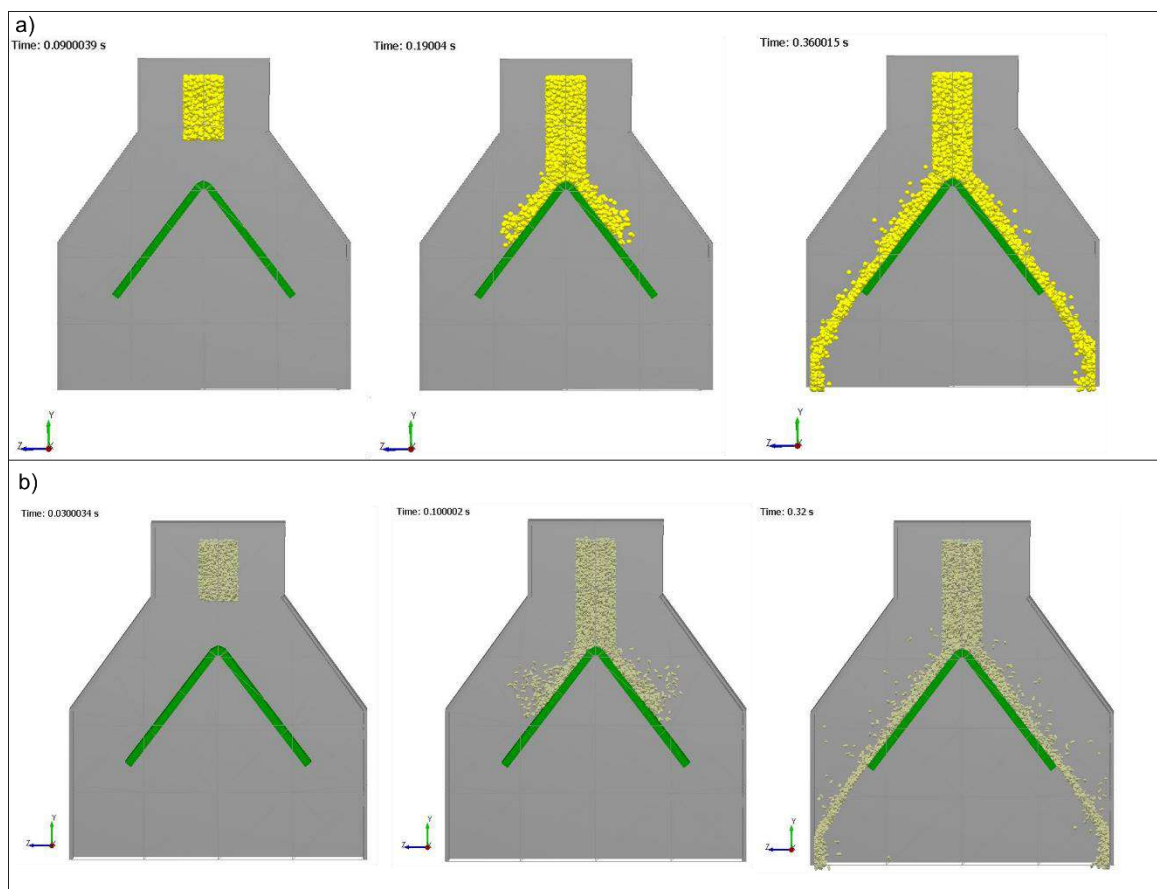


Figura 4-13: a) Capturas de simulación con semillas de soja. b) Capturas de simulación de semillas de trigo.

En la Figura 4-13, se observan capturas en función del tiempo donde el caudal de semillas entra al sistema distribuidor. Para ambos casos (soja y trigo) se observó un

comportamiento simétrico para cada lado de la V invertida, además de que no se aprecian “rebotes” indeseables de semillas ni posibles atascamientos en el sistema.

Con respecto a la formación de la columna de semillas que facilite la dosificación, se notó que a medida que los granos abandonan la rampa, queda formada una columna de aproximadamente 2 a 3 semillas de espesor, lo que hace favorable la dosificación por ambos frentes (interior y exterior a la columna).

Además, durante la simulación se pudo notar que las semillas no están del todo juntas entre sí. Esto favorece la calidad de cobertura de la superficie ya que el spray penetra más allá de la primera columna las semillas y por entre las mismas, entonces cada grano se encontrará con toda su superficie dentro de la nube de spray.

Como conclusión final, al observarse que la dirección de la columna sigue paralela a la dirección de la rampa por un cierto tiempo, plantea la posibilidad de inclinar los dosificadores para que actúen perpendiculares al flujo de semillas.

Es por esto que se da por validada la **Alternativa 3: Dosificación semilla a semilla mediante V invertida**, y se selecciona para usarse en el sistema de tratamiento del caudal de semillas.

Subsistema de aplicación de líquido

Para la aplicación del líquido sobre el caudal de semillas, se determina que la mejor forma de aplicarlo sobre las semillas sea pulverizándolo en gotas para aumentar la cobertura del líquido sobre el conjunto de los granos.

“El proceso de pulverización puede considerarse como la interrupción de la influencia estabilizadora de la tensión superficial por la acción de fuerzas internas y externas” (Castillo Herran, 2010).

“Las fuerzas que actúan sobre un líquido y que son particularmente importantes en la pulverización son: fuerza de gravedad, inercia, fuerza de tensión superficial, fuerza viscosa. Entonces habrá subdivisión hasta que el diámetro de las gotas sea lo suficientemente pequeña para mantener el equilibrio, cabe mencionar que el efecto de la viscosidad es oponerse a la deformación de la gota y demorar el proceso de subdivisión” (Alvarez, 2016).

“Si se tiene en cuenta que se necesita energía para romper el líquido en gotas, los métodos de subdivisión o pulverización pueden clasificarse conforme a la energía usada: presión de un líquido (hidráulica), presión de aire (neumática), rotación de dispositivos (centrífuga), evaporación de líquidos (térmica), campos eléctricos (electrodinámica) y vibración mecánica de superficies (ultrasónica)” (Castillo Herran, 2010).

Teniendo en cuenta esto, se propondrán distintas formas de pulverizar el líquido a través de los denominados “dosificadores” que pueden ser viables para el proyecto:

Alternativa 1: Dosificadores por energía hidráulica

Mediante este método, el líquido (en forma de chorro o corriente) se introduce bajo presión en un orificio calibrado (boquilla) de una línea o tubería hidráulica (Figura 4-14). El rompimiento ocurre cuando el líquido sale de la boquilla a un medio gaseoso en reposo (aire de la atmósfera). El líquido fraccionado puede emerger aún en forma de corriente o “chorritos” desintegrándose en gotas o en forma de lámina o película, que luego continuará desintegrándose en gotas. Incluso el líquido puede desintegrarse inmediatamente en gotas a la salida del orificio. La forma de rotura dependerá del balance de las fuerzas que actúan en el fluido. (Castillo Herran, 2010).



Figura 4-14: Formación de gotas mediante energía de presión hidráulica. (Castillo Herran, 2010)

Alternativa 2: Dosificadores por energía neumática

En este proceso el rompimiento del líquido en gotas se produce por el impacto de una corriente de aire con alta velocidad contra una capa o hilo de líquido que llega al dispositivo a una relativa baja presión (Figura 4-15).

El rompimiento y pulverización de la corriente de líquido en presencia de una corriente gaseosa (aire) coaxial de alta velocidad es totalmente diferente a cuando el gas está en reposo. Cuando el gas circundante tiene una cantidad de movimiento mayor que la del

líquido, este rompimiento se da por la transferencia de energía cinética desde el gas con alta velocidad al líquido. (Castillo Herran, 2010).

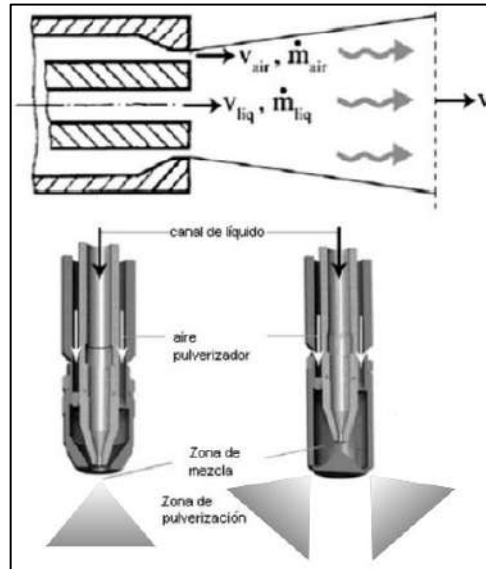


Figura 4-15: Formación de gotas a partir de energía neumática (Castillo Herran, 2010)

Alternativa 3: Dosificadores centrífugos

En este proceso, el rompimiento se alcanza mediante la introducción de un líquido a baja presión en el interior de un mecanismo giratorio, que puede ser un disco, un cilindro de malla, un cepillo circular o un rotor ranurado. El líquido se dispone cerca del centro de la superficie giratoria, de tal forma que la fuerza centrífuga esparce el líquido hasta el borde de esta superficie o muy cerca, donde se forman las gotas (Figura 4-16). (Castillo Herran, 2010).



Figura 4-16: Formación de gotas a partir de energía centrífuga. (Castillo Herran, 2010)

Comparación y elección de alternativa*Tabla 4-3: Tabla comparativa de alternativas para el sistema de aplicación de líquido.*

Tipo	Dosif. Hidraulicos	Dosif. Neumaticos	Dosif. Centrífugos
Ventajas significantes al proyecto.	1. Circuito de dosificación simple, consta de una bomba (12V), depósito, tuberías y sistemas de regulación. 2. Boquillas simples		1. La formación de gotas pequeñas y regulares es más eficaz.
Desventajas significantes al proyecto.	1. Para disminuir el tamaño de gota, es necesario aumentar la presión o disminuir el Ø de los orificios (desfavorable del lado del diseño).	1. Circuito de dosificación complejo: necesidad de una bomba de líquido, compresor de aire, tuberías de líquido, tuberías de aire y sistemas de regulación.	1. Necesidad de dos motores, uno que accione la bomba y uno que gire el disco a elevadas RPM.

Al analizar el cuadro anterior, es notable que los dosificadores hidráulicos parecen ser los más adecuados para el objetivo del proyecto.

Se define entonces, que se utilizara la **Alternativa 1: Dosificadores hidráulicos** para el sistema de aplicación de líquido.

Subsistema de mezclado

El mezclador debe ser tal que a la salida del mismo las semillas se encuentren con un porcentaje de Calidad de cobertura del 80% - 100% y una homogeneidad de alcance del 95% - 100% (Objetivos primarios), sin embargo, el cumplimiento de estos objetivos será el resultado del trabajo que realicen el subsistema de tratamiento de caudal de semillas, el subsistema de aplicación de líquido y finalmente, el mezclador. Entonces, si la dosificación del líquido se realiza correctamente, el subsistema de mezclado solo se encargará de eliminar irregularidades y homogeneizar la distribución del líquido en el caudal.

Así mismo, este subsistema deberá poseer una Capacidad de trabajo de 9000 Kg/h y como todo el proceso es continuo, el mezclado lo será también.

Se han preseleccionado dos alternativas posibles para este subsistema:

Alternativa 1: Mezclador de tambor giratorio

Las semillas ingresan al interior de un cilindro que gira en el interior de una carcasa con su eje paralelo al sentido de avance del caudal de semilla. Al ingresar el caudal de semillas con el tambor girando, estas se van desplazando hacia el otro extremo intentando “seguir” a las paredes del tambor, lo que, en el caudal de semillas, genera el mezclado.

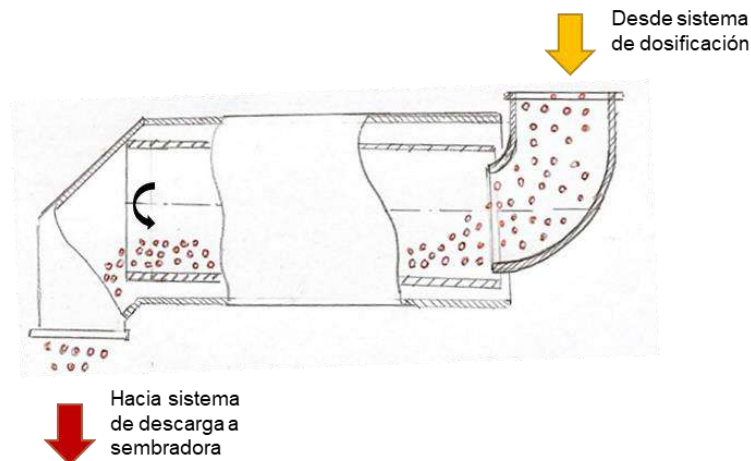


Figura 4-17: Esquema de mezclador de tambor giratorio.

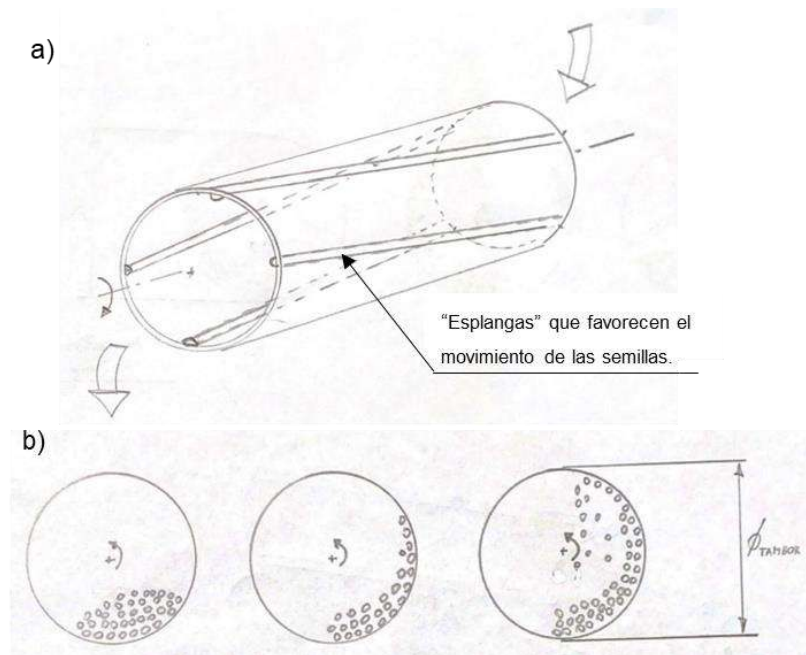


Figura 4-18: a) Boceto de tambor. b) Movimiento de semillas dentro del tambor.

Alternativa 2: Mezclador de paletas

Las semillas ingresan a un cilindro con su eje horizontal, en el interior se ubica un eje con paletas ubicadas radialmente y a lo largo de la longitud del mismo de manera helicoidal. De esta manera se genera el mezclado y traslado de semillas de un extremo a otro.

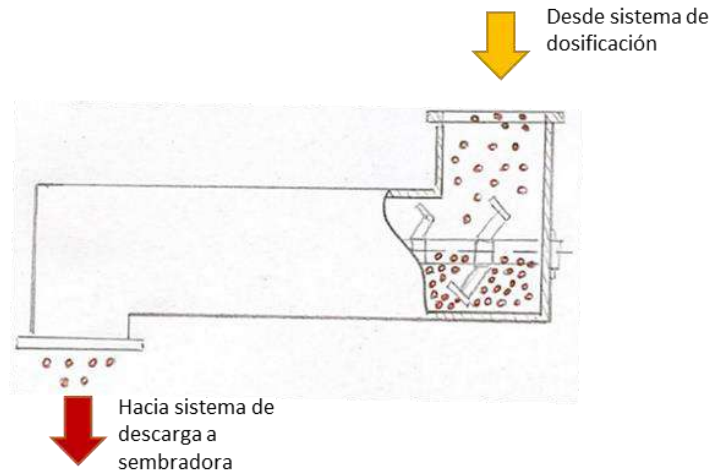


Figura 4-19: Esquema de mezclador de paletas.

Comparación y elección de alternativa

Tabla 4-4: Tabla comparativa entre alternativas para el subsistema de mezclado.

Aspectos considerados	Mezclador de paletas	Mezclador de tambor giratorio
Ventajas significantes al proyecto.	Es altamente utilizado para el mezclado de sólidos. En principio cumpliría con los requerimientos de capacidad de trabajo.	No hay tanto contacto metal-semillas, lo que genera menos probabilidad de que se dañen.
Desventajas significantes al proyecto.	Se debe tener precaución al momento de diseño de las paletas y la velocidad de trabajo para evitar que exista la posibilidad de dañar la semilla.	Dimensiones mayores del mezclador comparadas al mezclador por paletas para el mismo caudal a mover. Necesidad de una estructura mas robusta para no comprometer la integridad de la estructura del mezclador cuando se transita en el lote.
Valores estimados de potencia requerida y velocidad de giro (para una capacidad de trabajo de 9000 Kg/h)	0,157 kW y 28 RPM*	0,3 kW y 40 RPM**

Notas:

**Valores estimados en base a "El Gran Catalogo 4000" (Martin Sprocket & Gear, Inc., 2013)*

***Valores estimados por comparativa con mezcladores continuos rotatorios de la empresa MUNSON (MUNSON, s.f.).*

En base a lo expuesto en la Tabla 4-4, y sumado a que el mezclador de paletas continuo es un dispositivo ampliamente utilizado y validado en la industria para el mezclado de solidos granulares se decide ir por esta alternativa.

Por lo tanto, se determina utilizar la **Alternativa 2: Mezclador de paletas** para el subsistema de mezclado.

Subsistema de descarga

En los subsistemas anteriores, cada alternativa presentaba un concepto de solución distinto y en las etapas posteriores del proyecto, debía diseñarse cada parte de esa alternativa elegida. En el caso del subsistema de descarga a sembradora, se trata del sistema de transporte de granos desde la descarga del mezclador hasta la tolva de la sembradora. Estos sistemas se encuentran lo bastante desarrollados en el mercado actual, por lo que no aportara ningún valor extra al proyecto diseñarlo en su totalidad y se concluyó solamente seleccionar un mecanismo comercial.

Alternativa 1: Elevador de cangilones

El sistema de transporte consiste en un órgano tractor, que pueden ser cadena o banda donde se fijan los cangilones para moverse en el sentido del órgano tractor y alrededor de un tambor motriz y un tambor de tensado (poleas ubicadas en la parte superior e inferior del sistema). Generalmente la polea superior conectada a un motor es la polea que tracciona la cadena o banda y la inferior es la que mantiene el sistema tensado.

El material ingresa por la boca de carga inferior y es recolectado por los cangilones que se dirigen a la parte superior para su descarga.

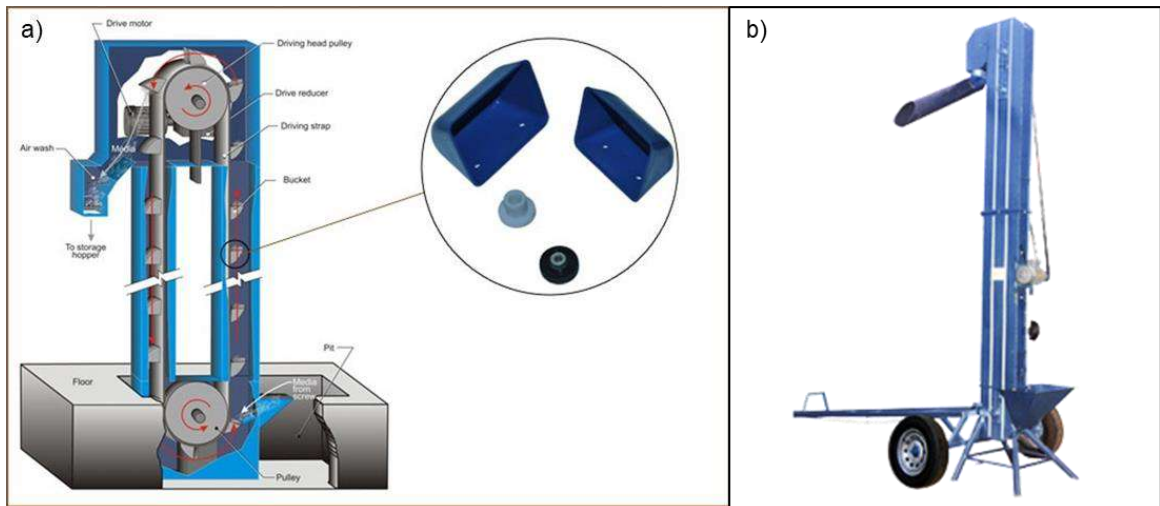


Figura 4-20: a) Funcionamiento de un elevador de cangilones (Meprosa, s.f.). b) Noria p/carga granel portátil NG-450 (Pergamaq, s.f.).

Alternativa 2: Cinta transportadora con paletas

Esta alternativa se trata del mismo concepto explicado en las alternativas para el Subsistema de carga. Igualmente se destacan entre las opciones comerciales que se podrían utilizar en el proyecto:

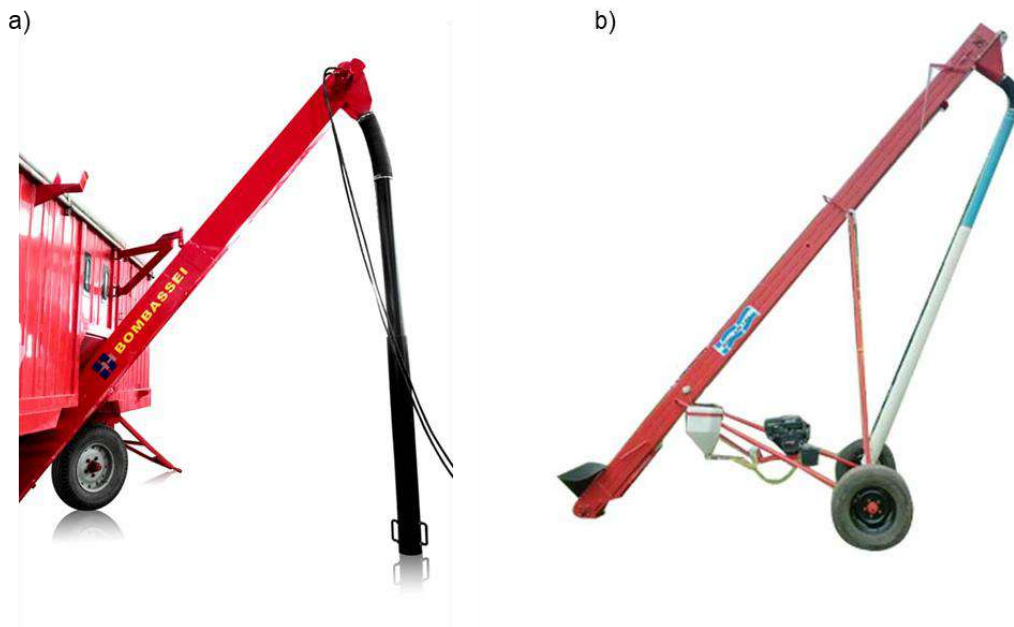


Figura 4-21: Modelos comerciales de cinta con paletas. a) Noria para semillas y fertilizante de la empresa BOMBASSEI ARGENTINA S.A (Bombassei Argentina S.A, s.f.). b) Noria cargadora Arg Metal de 7m de la marca ARG METAL (AGROGUIA, s.f.)

Alternativa 3: Transporte tubular de cadena

El sistema de transporte tubular se distingue por poseer una cadena a la que están conectados placas circulares que se mueven dentro de un tubo y se encuentran en toda

su longitud a intervalos regulares. En los puntos de carga, se ingresa material al tubo y al traccionar la cadena, las placas comienzan a movilizar el material desde el punto de carga hacia el punto de descarga.

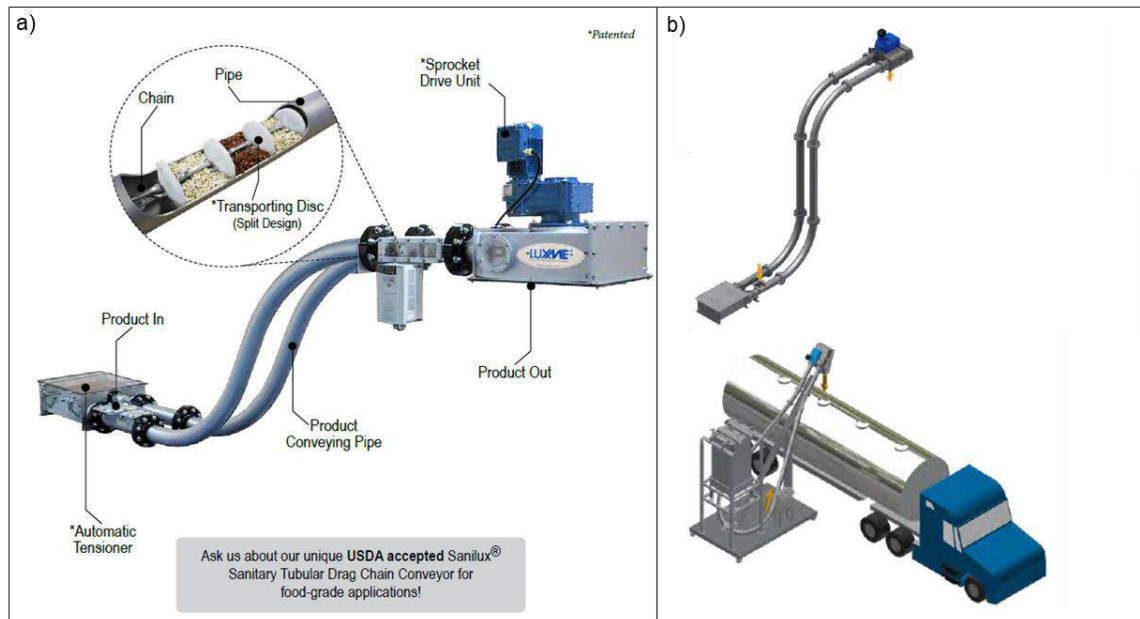


Figura 4-22: a) Sistema de transporte tubular de cadenas. b) Modelos de transportadores ofrecidos que podrían ser acordes para el proyecto. (LUXME, 2018)

Comparación y elección de alternativa*Tabla 4-5: Tabla comparativa de alternativas para el subsistema de descarga a sembradora.*

Aspectos considerados	Elevador de cangilones	Cinta transportadora	Transporte tubular
Ventajas significantes al proyecto.	1. Capacidad de transporte vertical, lo que reduciría los esfuerzos sobre los soportes que lo amuran a la tolva, al no generar tanto momento sobre los mismos ya que el dispositivo estaría próximo a la estructura de la tolva. 2. Sistema comúnmente usado en transporte de granos por su bajo % de rotura.	1. La forma de posicionar la cinta de forma inclinada con respecto al suelo presenta la ventaja de poder acceder a la descarga común de la tolva, haciendo posible el uso de este sistema cuando no se requiera curar la semilla y haya que descargar la tolva. 2. Sistema actualmente muy utilizado para descarga de granos en tolvas semilleras. 3. Bajo % de rotura de semillas.	1. Bajo % de rotura. 2. Vaciado sencillo. 3. Capacidad de transporte tanto vertical como inclinado.
Desventajas significantes al proyecto.	1. La capacidad de transporte solo en sentido vertical presenta la desventaja de no poder acceder a la descarga común de la tolva, para el caso que desee descargar semilla sin pasar por el dispositivo de curado.	1. El ángulo máximo de inclinación es de 50°, por lo que, para lograr una altura de descarga de 4 m, se requiere que la cinta tenga aprox. 6 m. Cuando se coloque en posición de descarga del dispositivo de curado se encontrará a una distancia considerable del centro de la tolva generando esfuerzos importantes sobre el chasis de la tolva.	1. Geometría incómoda para cambiar de modo de descarga con curado a modo de descarga sin curado.
Potencia necesaria	≈ 0,5 HP *	Desconocida, en el mercado se encuentran accionadas por motores hidráulicos alimentados por el sistema hidráulico del tractor por lo que es un sistema apto para trabajo en lote	3 HP **
Capacidad de trabajo de 9000 Kg semilla / Hora.			
Potencia necesaria	≈ 1,05 HP *	Idem anterior	10 HP **
Capacidad de trabajo de 20000 Kg semilla / Hora. (Caso que se desee usar el sistema sin pasar por dispositivo de curado)			

Notas:

* Fuente (Catedra de Equipos Agroindustriales, 2018)

** Fuente (LUXME, 2018)

A partir de la Tabla 4-5 se determina que la solución que cumple tanto los objetivos primarios y los propósitos del dispositivo es el sistema de transporte por cinta transportadora con paletas.

Por lo tanto, se selecciona la **Alternativa 2: Cinta transportadora con paletas** para el subsistema de descarga.

Resultados de la validación

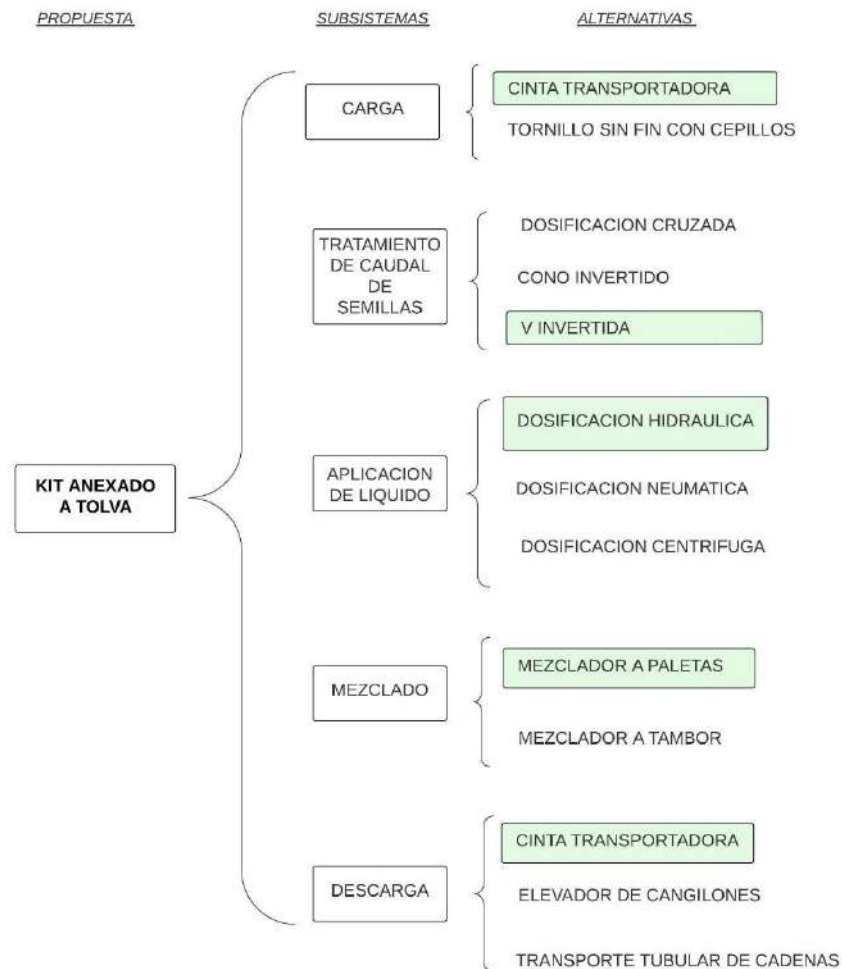


Figura 4-23: Se resaltan las alternativas seleccionadas para cada subsistema del kit.

Alternativas para el accionamiento de los subsistemas.

Una vez seleccionadas las alternativas para cada subsistema, es posible notar que varios de estos necesitaran accionarse mediante algún tipo de motor o bomba y, por lo tanto, necesitaran fuentes de energía. Como se comentó cuando se realizó el diagnóstico del problema, es necesario que el tratamiento de semillas se realice en el mismo lote que se va a sembrar, y en ese lugar, las fuentes de energía son limitadas. Se tienen:

- Energía eléctrica: se tiene una fuente de 12 V DC de la batería del tractor que tira de la sembradora o de la tolva.
- Energía oleohidráulica: proveniente de la bomba de aceite hidráulico del tractor.
- Energía mecánica: de la toma de fuerza (tdf) del tractor.

- Energía solar: aunque se descarta por ser dependiente de las condiciones climáticas.

Ahora teniendo en cuenta los tipos de accionamientos necesarios para que el dispositivo para tratamiento de semillas funcione, se distinguen particularmente cuatro:

- 1) *Motor para accionamiento de la cinta de carga.*
- 2) *Motor para el accionamiento del mezclador.*
- 3) *Motor para el accionamiento de la cinta de descarga.*
- 4) *Bomba para dosificación hidráulica del producto para tratamiento de semillas.*

En el caso de los motores, se determinó que la mejor alternativa es la utilización de energía oleohidráulica proveniente de la bomba del tractor debido a que los motores hidráulicos son bastantes populares en lo que a aplicaciones agrícolas se refiere, por lo que se encuentran ya validados y aptos para el funcionamiento pretendido. Se descarta el uso de la tdf por la poca maniobrabilidad que se tiene para ubicar los componentes ya que hay que llevar una extensión en forma de eje en continuo movimiento giratorio desde el tractor hasta el lugar donde se ubica el kit. También se descarta el uso de motores eléctricos para estos subsistemas ya que los tractores comúnmente utilizados para tirar de la tolva, son pequeños y, en general, antiguos. Es por esto que su circuito eléctrico no se encuentra apto para proveer de potencia a estos tres motores.

Entonces se define que se utilizara la energía oleohidráulica y en particular, se determinó que los motores de la cinta de carga y del mezclador se accionen en un circuito conectado a la bomba del tractor que tira de la tolva semillera a la que se le añade el kit. El motor de la cinta de descarga será conectado a la bomba del tractor que tira de la sembradora.

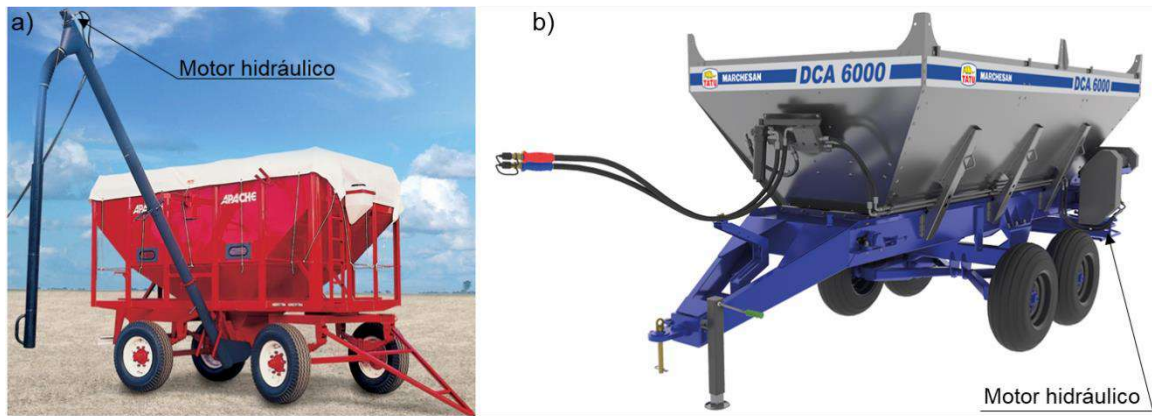


Figura 4-24: Ejemplos de máquinas agrícolas que utilizan motores hidráulicos para su accionamiento. a) Tolva semillera de la marca APACHE (AGROFY, s.f.) b) Fertilizadora de la marca TATU MARCHESAN (Tatu Marchesan, s.f.)

Finalmente, la bomba para la dosificación hidráulica de producto es posible que si sea capaz de ser alimentada con el circuito eléctrico del tractor. Por lo tanto, se define el uso de esta fuente de energía en la etapa de ingeniería conceptual. En la etapa de ingeniería de diseño, se verificará esta elección al momento de elegir los componentes del circuito de dosificación.

5. Cálculos y dimensionamiento

Propósitos

A partir de haber seleccionado la Propuesta 2: Kit anexo a tolva, y con las alternativas definidas para cada subsistema del Kit, se plantean los siguientes propósitos que permitan cumplir los objetivos primarios y secundarios previamente planteados:

- 1) Entregar un caudal de entre mínimo 9000 Kg de semillas curadas/h.
- 2) El sistema de dosificación debe permitir seleccionar la dosis a aplicar en un rango mínimo de entre 200 mL a 1000 mL cada 100 Kg de semillas.
- 3) La ubicación de los dosificadores a la salida del distribuidor de semillas debe ser tal que la curva de distribución total de líquido en lo ancho de la columna de semillas sea constante como se muestra en

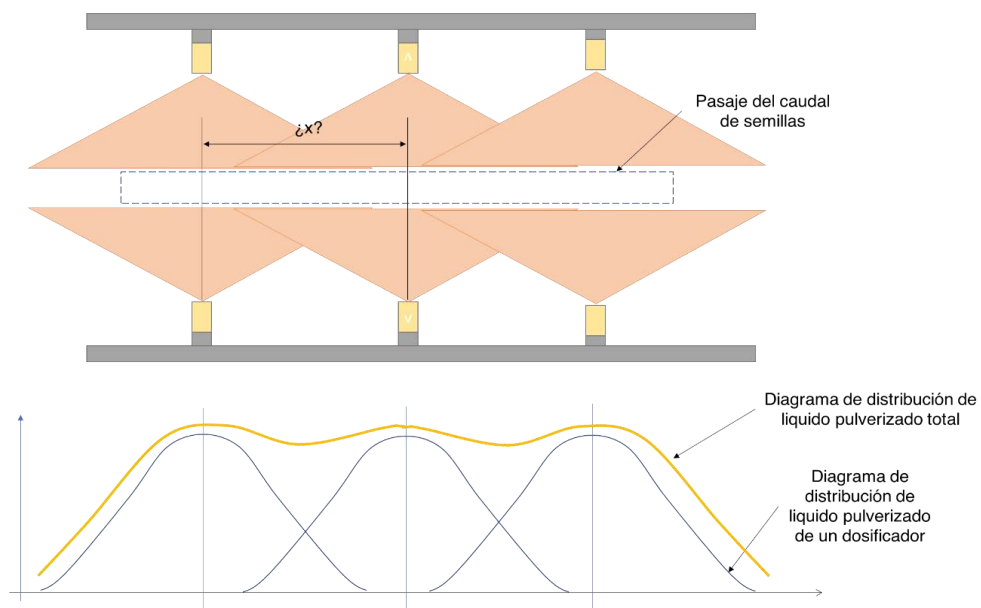


Figura 5-1: Esquema de la distribución del líquido dosificado en el ancho de la columna de semillas.

- 4) A la salida del sistema de mezclado se debe tener un mínimo de 80% de superficie cubierta en cada semilla y el mínimo de 95% del total de semillas alcanzadas por el líquido.
- 5) El depósito del caldo preparado debe ser lo suficientemente grande para curar, con una sola carga, a 1500 Kg de semillas (carga máxima de una sembradora entre los productores consultados).
- 6) Las distintas regulaciones del equipo y la zona de carga de producto al depósito de caldo deben estar cómodamente al alcance de un operario.

Consideraciones generales

Para la realización de la ingeniería de detalle del dispositivo para tratamiento de semillas en lote se deben tener en cuenta los siguientes aspectos generales:

1. Al concluir con que se realizara la propuesta del Kit anexo a la tolva, se debe tener en cuenta que el diseño se debe agregar a un implemento ya existente, denominado comúnmente como tolva semillera, que, si bien las presentes en el mercado mantienen ciertas características geométricas comunes, presentan ciertas diferencias entre sí en algunos aspectos de diseño y tamaño. Esto involucra la necesidad de que el diseño del dispositivo sea modular y adaptable a las distintas posibilidades de diseño de las tolvas.
2. Existe un ancho máximo permitido para transporte dado por el Anexo II del Decreto 79/98 - Normas para la circulación de maquinaria agrícola, que es de 3.5 m. (PODER EJECUTIVO NACIONAL, 1998) El diseño deberá ser tal que al montarse sobre la tolva y colocarse en posición de transporte no supere el ancho especificado por ley.

Espacio disponible para el Kit

Se considera importante, como primer paso, estimar el espacio disponible y la ubicación del kit en la tolva tanto en posición de trabajo como en posición para transporte.

Para esto, teniendo en cuenta el punto 1 de las *Consideraciones generales para el diseño*, se observan los diseños de distintas tolvas semilleras presentes en el mercado a fin de ubicar un punto en común en las mismas que posibilite la presencia del mezclador.

En la Figura 5-2 se tienen imágenes de algunos modelos de tolvas semilleras de distintas marcas presentes en el mercado.



Figura 5-2: Modelos de tolvas semilleras de las marcas: a) METALPAZ; b) GIMETAL; c) LECAR y d) OMBU.

Entre los distintos modelos, es posible distinguir dos patrones claros de diseño que se repiten. Se generan modelos CAD de los mismos mediante SolidWorks para el estudio del espacio disponible.

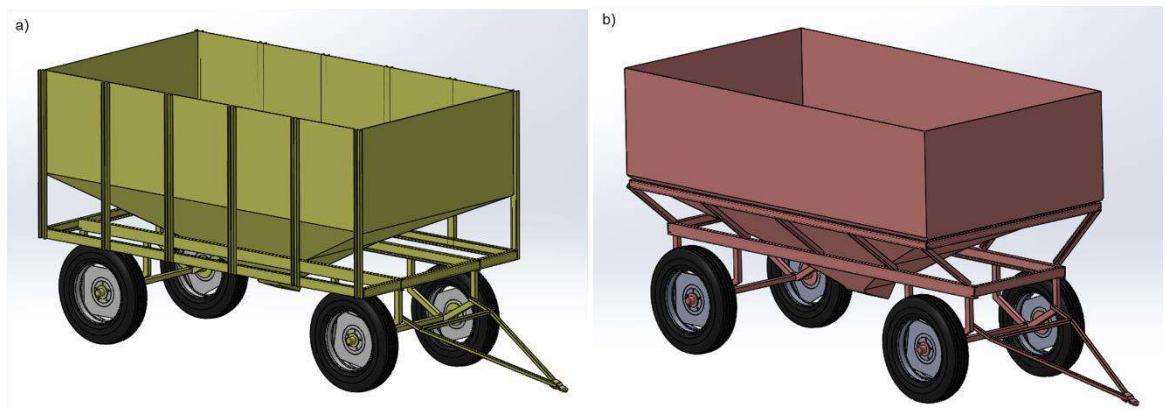


Figura 5-3: Modelos CAD de los modelos de tolva relevados.

En particular se necesita que el dispositivo tenga acceso a la descarga de la tolva por donde saldrán las semillas. Y también es necesario que se pueda amurar al bastidor de la tolva ya que es un complemento que ira anexado sobre la misma.

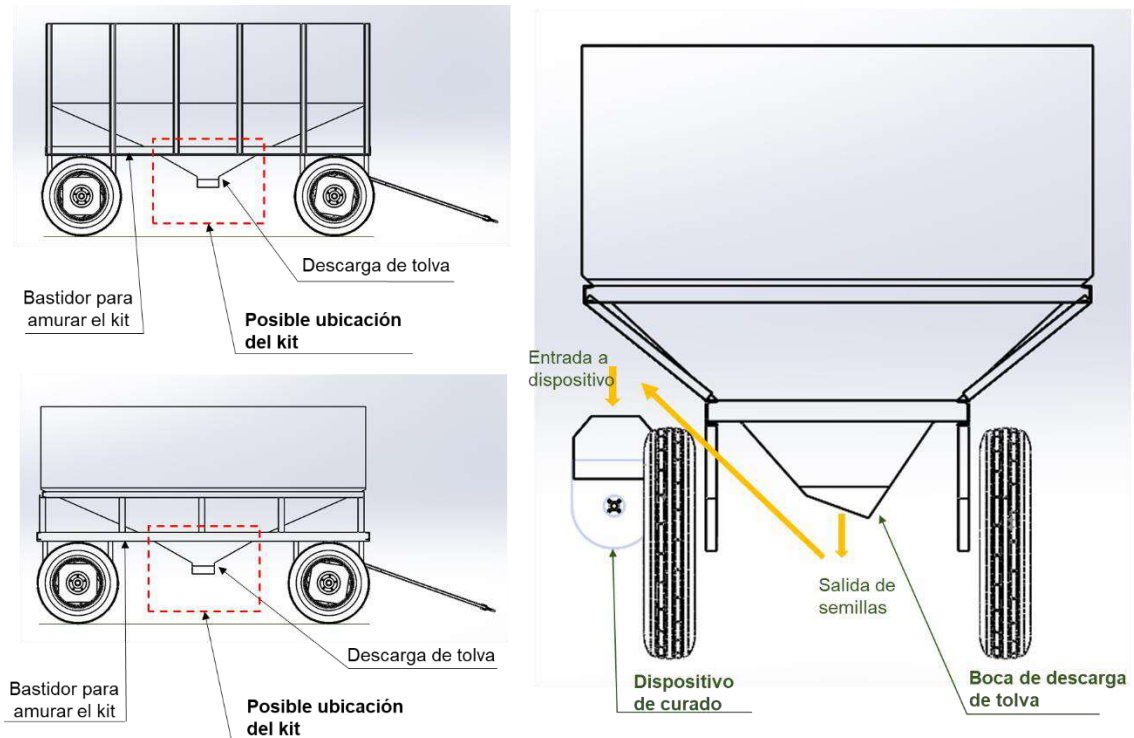


Figura 5-4: Posible ubicación para el kit en los dos modelos de tolva.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se procede al diseño de cada sistema del kit.

Sistema de mezclado

El sistema de mezclado, elegido durante la etapa de ingeniería conceptual, es el Mezclador continuo por paletas. Para dimensionar y especificar las características de este mezclador se utilizará la publicación “EL GRAN CATALOGO 4000” de SPROCKET & GEAR, INC (Martin Sprocket & Gear, Inc., 2013) en el cual se detalla la metodología para el dimensionamiento de un mezclador de paletas.

El proceso de cálculo se realizará utilizando una hoja de cálculo para el dimensionamiento en paralelo para soja y trigo.

Datos

Tabla 5-1: Datos para el cálculo del mezclador.

	SOJA	TRIGO
Densidad del material [Kg/m ³]	760	795
Capacidad de trabajo requerida [Kg/h]	9000	9000
Capacidad de trabajo requerida [m ³ /h]	11.84	11.32

Cálculo de potencia y velocidad necesaria

Según la metodología se seguirán los siguientes pasos:

1. Clasificación del material

Tabla 5-2: Características de los materiales a transportar provenientes de la Tabla 1-1 del catálogo.

Material	Codigo	Caracteristicas
SOJA	C 1/2-26N	- Material granular con tamaño de particulas menor a 1/2"
		- Fluidez: Fluido libre
		- Abrasividad: Moderada
		- Material explosivo y con presencia de aceites
TRIGO	C 1/2-25N	- Factor de llenado recomendado = 30 %
		- Material granular con tamaño de particulas menor a 1/2"
		- Fluidez: Fluido libre
		- Abrasividad: Media
		- Material explosivo
		- Factor de llenado recomendado = 45 %

2. Capacidad de diseño

La capacidad de diseño del mezclador corresponde a la capacidad requerida [m^3/h] multiplicadas por factores que caracterizan el proceso de transporte y mezcla:

$$\text{Capacidad de diseño} = \text{Capacidad requerida} (CF_1)(CF_2)(CF_3)$$

Donde CF_1 se relaciona con el paso del helicoide, CF_2 se refiere al tipo del helicoide y CF_3 se refiere a la utilización de paletas mezcladoras. Estos factores se determinan por tablas presentes en el catálogo, las cuales se encuentran disponibles también en el Anexo 2.

A partir de la determinación de estos factores, se calcula la capacidad de diseño y se detallan los resultados en la Tabla 5-3.

Tabla 5-3: Hoja de cálculo para capacidad de diseño.

	SOJA	TRIGO
Capacidad de trabajo requerida [m ³ /h]	11.84	11.32
CF1	1	1
CF2	1	1
CF3	1.32	1.32
Capacidad de diseño [m³/h]	15.63	14.94

3. Determinación de diámetro y largo

La guía recomienda, dependiendo el tamaño de la partícula a transportar, un diámetro mínimo para el helicoide. Se considera a las semillas de trigo y soja como materiales de Clase 1 (Mezcla de partículas grandes y finas donde no más del 10 % son partículas con un tamaño máximo de la mitad del máximo; y 90% son partículas menores a la mitad del tamaño máximo). Y además se tiene que ambas presentan un tamaño máximo de partículas de ½”.

Teniendo en cuenta esto, por tabla del catálogo, se tiene que el **diámetro mínimo recomendado** para ambas semillas es de 6” o 152,4 mm.

Para el cálculo del largo del mezclador, el cual no se detalla en la guía ya que usualmente es un dato de entrada, se estimará de la siguiente forma:

Sabiendo que,

$$Q_{Volumetrico} = \frac{A * L}{T_p}$$

$$L = \frac{Q_{Volumetrico} * T_p}{A} = \frac{Q_{Volumetrico} * \frac{T_p}{3600}}{\pi * \frac{(\varnothing_{mezclador})^2}{4} * F_{ll}}$$

Donde L es la longitud del mezclador [m], Q es la capacidad de trabajo requerida [m³/h], T_p es el tiempo de permanencia de las semillas en el mezclador [s], A es el área transportada [m²] y F_{ll} es el factor de llenado en la artesa.

El tiempo de permanencia se tomará como 8 s a partir del estudio “*Tratamiento de semillas de soja y su influencia sobre la calidad fisiológica*” (Trafane, y otros, 2017) donde los experimentos que realizan toman como base un tiempo de mezcla a 8 s.

El factor de llenado es el recomendado por la tabla de la guía, sin embargo, en el caso de trigo, cuyo factor de llenado recomendado era de 45 %, se toma como 30 % por dos razones: para que los resultados entre ambos tipos de semillas sean similares así el rango para la regulación de velocidad al cambiar cultivo sea menor y para favorecer el secado del producto en las semillas al disponer de más espacio en la artesa para la circulación de aire.

Tabla 5-4: Hoja de cálculo para longitud del mezclador con diámetro mínimo recomendado.

	SOJA	TRIGO
Capacidad de diseño [m ³ /h]	15.63	14.94
Factor de llenado en artesa	0.3	0.3
Diámetro del mezclador preseleccionado [m]	0.1524	0.1524
Tiempo de permanencia [s]	8	8
Longitud del mezclador [m]	6.35	6.07

Para el diámetro de mezclador mínimo recomendado, la longitud del mezclador resulta demasiado grande considerando el espacio disponible. Por lo tanto, se realiza una iteración aumentando el diámetro hasta dar con una longitud considerable, tomando al diámetro como 400 mm, se tiene:

Tabla 5-5: Hoja de cálculo para longitud del mezclador con diámetro corregido.

	SOJA	TRIGO
Capacidad de diseño [m ³ /h]	15.63	14.94
Factor de llenado en artesa	0.3	0.3
Diámetro del mezclador preseleccionado [m]	0.4	0.4
Tiempo de permanencia [s]	8	8
Longitud del mezclador [m]	0.92	0.88

Por lo tanto, se define que el **Diámetro = 400 mm** y la **Longitud = 900 mm**.

4. Determinación de velocidad

La velocidad del mezclador se calcula por medio de la siguiente formula:

$$N = \frac{\text{Capacidad de diseño} \left[\frac{m^3}{h} \right]}{\text{Capacidad a 1 RPM} \left[\frac{m^3}{h \text{ rpm}} \right]}$$

Donde N es la velocidad del mezclador y *Capacidad a 1 RPM* es un valor obtenido por tabla donde se tienen en cuenta el Factor de llenado del mezclador y el diámetro preseleccionado del mezclador:

Tabla 5-6: Hoja de cálculo para la velocidad de giro del eje del mezclador.

	SOJA	TRIGO
Capacidad de diseño [m ³ /h]	15.63	14.94
Factor de llenado en artesa	0.3	0.3
Diametro del helicoidal tomado [mm]	400	400
Capacidad a 1 rpm [m ³ /h rpm]	0.883	0.883
Velocidad de giro [rpm]	17.70	16.92

5. Determinación de potencia

Según la guía y la norma ANSI/CEMA Standard # 350 (Screw Conveyor Engineering Committee of the Engineering Conference, 2019), la potencia requerida (HP_{total}) para operar el transportador y mezclador es la suma de la potencia necesaria para vencer la fricción (HP_f) y la potencia necesaria para mover el material dentro del transportador a la capacidad especificada (HP_m) multiplicada por el factor de sobrecarga (F_o) y dividido entre la eficiencia total de la transmisión (e):

$$HP_{total} = \frac{(HP_f + HP_m)F_o}{e}$$

$$HP_f = \frac{L N F_d f_b}{1000000}$$

Donde L es la longitud del transportador [pies]; N es la velocidad de giro [rpm]; F_d es un factor que se relaciona al diámetro del transportador y f_b se refiere a que si el transportador dispone de un buje para colgante.

$$HP_f = \frac{C L W F_f F_m F_p}{1000000}$$

Donde C es la capacidad requerida [m³/h]; W es la densidad del material [Kg/m³]; F_f es un factor relacionado al helicoidal; F_m se relaciona con el material y F_p tiene que ver con la presencia de paletas.

Los factores que se mencionan fueron determinados por tablas provenientes del catálogo y que también se encuentran en el Anexo 2.

Tabla 5-7: Hoja de cálculo de potencia necesaria para el mezclador.

	SOJA	TRIGO
Longitud del transportador [pies]	2.95	2.95
Velocidad de giro [rpm]	17.70	16.92
Factor del diametro del helicoide	106	106
Factor del buje para colgante	1	1
Potencia necesaria para vencer la friccion [hp]	0.0055	0.0053
Capacidad de diseño [pie ³ /h]	551.93	527.69
Densidad del material [lb/pie ³]	47.45	49.64
Factor de helicoidal	1	1
Factor de material	1	0.4
Factor de las paletas	2.16	2.16
Potencia necesaria para mover el material [hp]	0.167	0.067
Factor de sobre carga	3	3
Eficiencia de la transmision	0.87	0.87
Potencia requerida [hp]	0.59	0.25
Potencia requerida [KW]	0.44	0.19

6. Resumen de resultados

Tabla 5-8. Resumen de resultados.

Potencia requerida	0,5 KW
Velocidad de giro	18 rpm
Diamentro del helicoide	400 mm
Coeficiente de llenado	30%
Paso del helicoide	400 mm
Numero de paletas por paso	4
Longitud del mezclador	900 mm

Dimensionamiento y diseño de pala mezcladoras

1. Forma de las palas

La forma de las paletas tiene una gran incidencia en el rendimiento del mezclado y el comportamiento del material a mezclar (Ebrahimi, Yaraghi, Ein-Mozaffari, & Lohi, 2018). Con respecto al **ángulo** que forman las mismas con el eje, el estudio mencionado revelo que las configuraciones de mezcladores que disponían de paletas orientadas en un ángulo de 30° a 45° con respecto al eje de rotación proveían mejor mezcla que aquellas orientadas perpendicular al eje (0°) o aquellas a 60°.

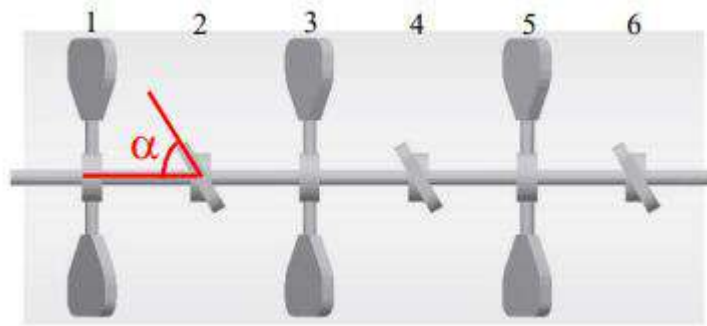


Figura 5-5: Ángulo que forman las paletas mezcladoras con el eje. (Ebrahimi, Yaraghi, Ein-Mozaffari, & Lohi, 2018)

En cuanto a las fuerzas actuantes sobre las partículas, dicho estudio reveló que las paletas orientadas a 45° generaban una mayor fuerza normal entre las partículas y las paletas que las paletas orientadas a 30° (Figura 5-6a). Sin embargo, en el caso de las fuerzas normales dadas entre partículas con partículas, las paletas a 30° generaban una fuerza mayor que las a 45° (Figura 5-6b). Como se observa que las fuerzas entre partículas tienen un orden de magnitud menor que las fuerzas generadas entre las paletas y las partículas, se toma como criterio esta última.

Es por esto que en un principio se toma como **ángulo de orientación de las paletas (α) a 30°** . El ángulo se esquematiza en la Figura 5-5.

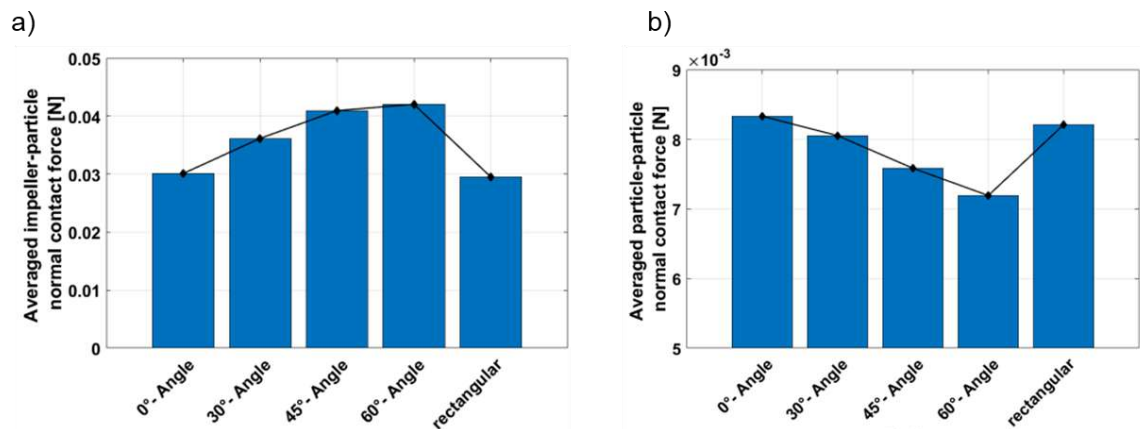


Figura 5-6: a) Fuerza promedio normal de contacto entre las paletas y las partículas. b) Fuerza promedio normal de contacto entre partículas. (Ebrahimi, Yaraghi, Ein-Mozaffari, & Lohi, 2018).

Además, el estudio reveló que una paleta con terminación angular posee mejor calidad de mezcla en comparación a una paleta con terminación rectangular (Figura 5-7).

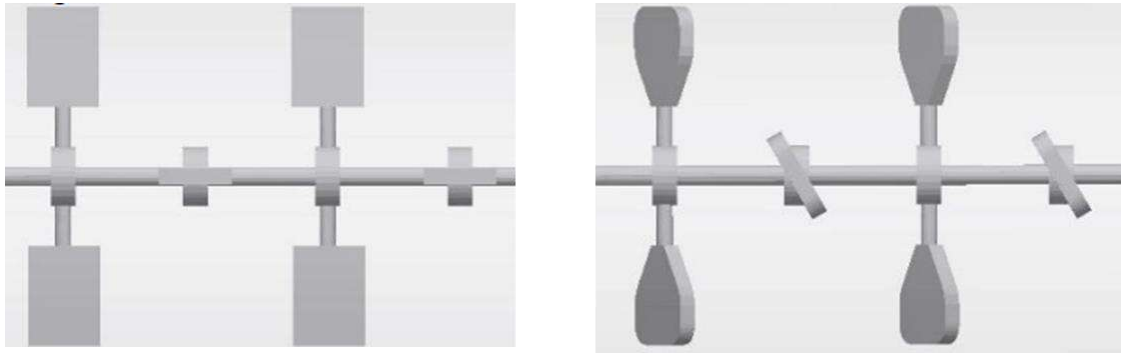


Figura 5-7: Distintas formas de terminación para las paletas (Ebrahimi, Yaraghi, Ein-Mozaffari, & Lohi, 2018).

Otro aspecto importante es el **ancho** de las paletas. En el estudio *DEM simulation for optimal design of powder mixing in a ribbon mixer* (Tsugeno, Sakai, Yamazaki, & Nishinomiya, 2021) se concluye que este parámetro es muy importante para realizar mejor mezclado. En el estudio simularon, para un mezclador de cintas, como varía la calidad de la mezcla en función del ancho de la cinta, y descubrieron que una cinta de 30 mm realiza un mejor mezclado de las partículas que una de 10mm a una determinada cantidad de rotaciones. Si bien el presente diseño no tiene por objetivos el desarrollo de un mezclador de cintas, se considera válido aceptar que sería conveniente colocar unas paletas del mayor ancho posible.

Teniendo ambos aspectos en cuenta, se propone el siguiente diseño:

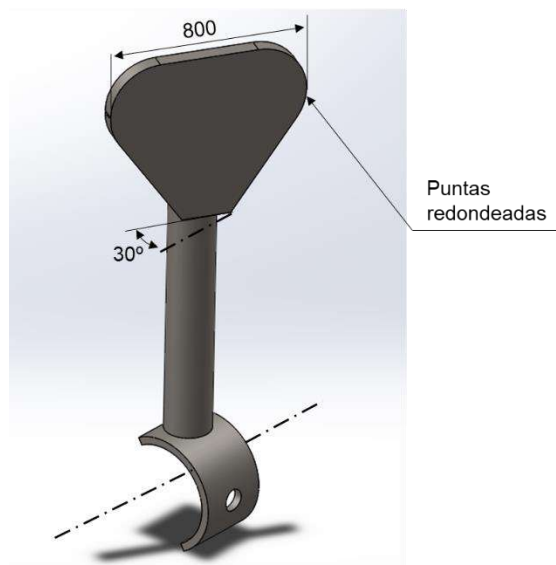


Figura 5-8: Diseño propuesto para paleta de mezclador.

2. Dimensionamiento de pala

De los resultados obtenidos para las condiciones de trabajo del mezclador, resumidos en la Tabla 5-8, se tiene que el número total de paletas que se pueden posicionar dentro del

eje son ocho (Figura 5-9a), de los cuales cuatro siempre están en contacto con el material (Figura 5-9b). Estas cuatro paletas (N_{palas}) son las que resisten todo el momento generado por el mezclador (M_{motor}).

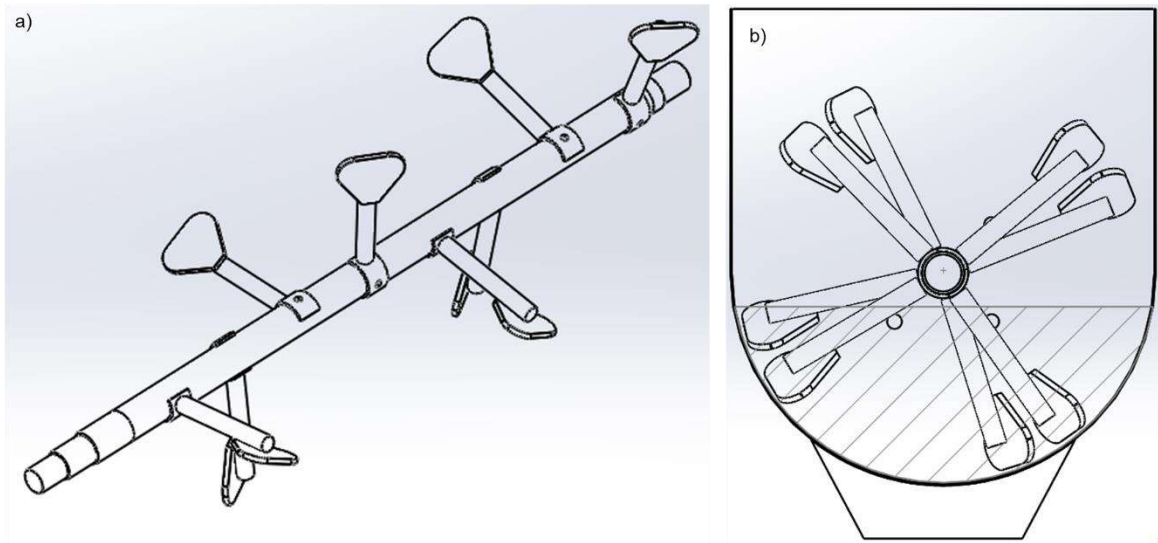


Figura 5-9. a) Ubicación de paletas en el eje del mezclado. b) Cantidad de paletas que efectivamente entran en contacto con el material.

Ahora el dimensionamiento se obtendrá para las peores condiciones de operación, por lo que se tiene en cuenta que, si el mezclador se comienza con la carga llena de semillas completa en el mezclador, la cupla durante el arranque será mayor ($M_{motor\ max}$), por lo que se tiene en cuenta un multiplicador por cupla de arranque (C_{arr}) igual a 2.

$$M_{motor} = \frac{HP_{total}}{N} = \frac{0.5\ KW}{18\ rpm}$$

$$M_{motor} = 265\ Nm$$

$$M_{motor\ max} = M_{motor}(C_{arr}) = 265\ Nm\ (2)$$

$$M_{motor\ max} = 530\ Nm$$

$$Mr = \frac{M_{motor\ maximo}}{N_{palas}} = \frac{530\ Nm}{4}$$

$$Mr = 132.5\ Nm$$

Donde Mr es el momento que soporta una pala. Este momento genera una fuerza (Fr) sobre la pala aplicada a una cierta distancia (L_{pala}) desde el punto de rotación del eje (Figura 5-10b).

$$Fr = \frac{Mr}{L_{pala}} = \frac{132.5 \text{ Nm}}{0.17 \text{ m}}$$

$$Fr = 780 \text{ N}$$

Pero como se plantea en la Figura 5-10a, debido al ángulo de inclinación de la paleta (30°) obtenido en el apartado “**Forma de las palas**”, esta fuerza Fr es una componente de la fuerza F que efectivamente realiza flexión sobre el eje de la pala. Es esta última fuerza la que se utilizara para el dimensionamiento.

$$F = \frac{Fr}{\cos \alpha} = \frac{780 \text{ N}}{\cos(30^\circ)}$$

$$F = 900 \text{ N}$$

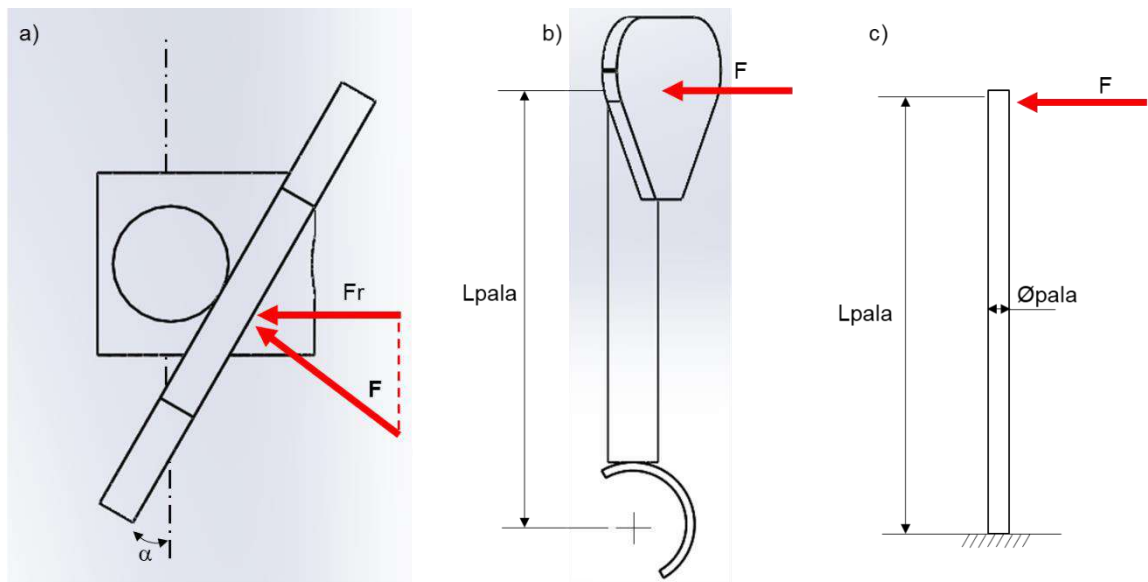


Figura 5-10. a) Orientación de la paleta respecto al eje. b) Punto de aplicación de la fuerza en pala. c) Modelo de viga en voladizo con carga en extremo libre.

De la Figura 5-10b, se puede observar que se puede modelar a la pala como una viga en voladizo con una carga puntual en el extremo libre (Figura 5-10c), por lo que se utilizara este modelo para el cálculo del diámetro del eje de la pala.

Tabla 5-9. Datos para cálculo de eje de pala.

Material	AISI SAE 1045 Estirado en frio
Limite elastico	$4,9 \times 10^8 \text{ N/m}^2$
Factor de seguridad	2
Tension admisible	$2,45 \times 10^8 \text{ N/m}^2$
Largo de la pala	0,17 m

De la fórmula de esfuerzo normal por flexión, para una sección circular, se tiene que:

$$\varnothing_{pala} \geq 2 \sqrt[3]{\frac{4 M_{fmax}}{\pi \sigma_{adm}}}$$

Donde σ_{adm} es la tensión admisible del material y M_{fmax} es el momento flector máximo dado en el modelo de viga planteado:

$$M_{fmax} = F L_{pala} = 900 \text{ N} (0.17\text{m})$$

$$M_{fmax} = 153 \text{ Nm}$$

Por lo tanto,

$$\varnothing_{pala} \geq 2 \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 153 \text{ Nm}}{\pi \cdot 2,45 \times 10^8 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}}$$

$$\varnothing_{pala} \geq 0,0185 \text{ m}$$

Se tiene, entonces que el $\varnothing_{pala} = 19,05 \text{ mm}$, por utilización de varillas de $\frac{3}{4}$ ".

Cálculo de eje de mezclador

Para el cálculo del eje del mezclador se tienen los datos mostrados en la tabla siguiente. Se realizará un dimensionamiento para condiciones de carga durante el arranque (esfuerzo máximo) y dimensionamiento por fatiga con condiciones de carga nominales.

Tabla 5-10: Datos para el cálculo del eje del mezclador.

Denominacion	Valor	Unidad
Material del eje del mezclador	SAE 1040 OQT 400	
Limite elastico	6,00E+08	[N/m2]
Tension de rotura	7,79E+08	[N/m2]
Factor de seguridad	2	
Factor de concentracion de tensiones en cambios de diametro (K _t)	1,5	(transicion redondeada)
Potencia requerida	0,5	[kW]
Velocidad de giro	18	[rpm]
Momento motor nominal (M _{motor})	265,3	[Nm]
Cantidad de palas que estan en contacto con el material	4	
Largo de la pala	0,170	[m]
Angulo de inclinacion de la paleta (α)	30	[°]

Como se mencionó durante el dimensionamiento de la pala, el momento motor (M_{motor}) es resistido por 4 palas activas (las palas que efectivamente entran en contacto con las semillas. Y cada pala recibe, debido a este torque, una fuerza F (Figura 5-11a) que genera una flexión al eje (componente F_r) y un esfuerzo axial (componente F_z).

Para el dimensionamiento del eje, se tomará como hipótesis que las 4 palas activas se encuentran atacando el material en el mismo Angulo de giro y al mismo tiempo, como se muestra en la Figura 5-11b. Esto nos permite llevar el modelo a 2 dimensiones en el plano YZ (Figura 5-12).

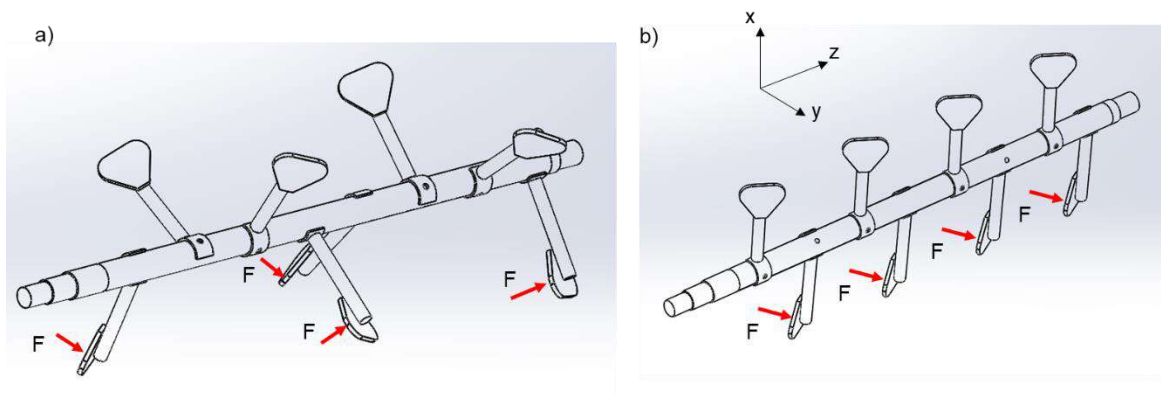


Figura 5-11: a) Diagrama de fuerzas aplicadas sobre el eje. b) Simplificación del modelo

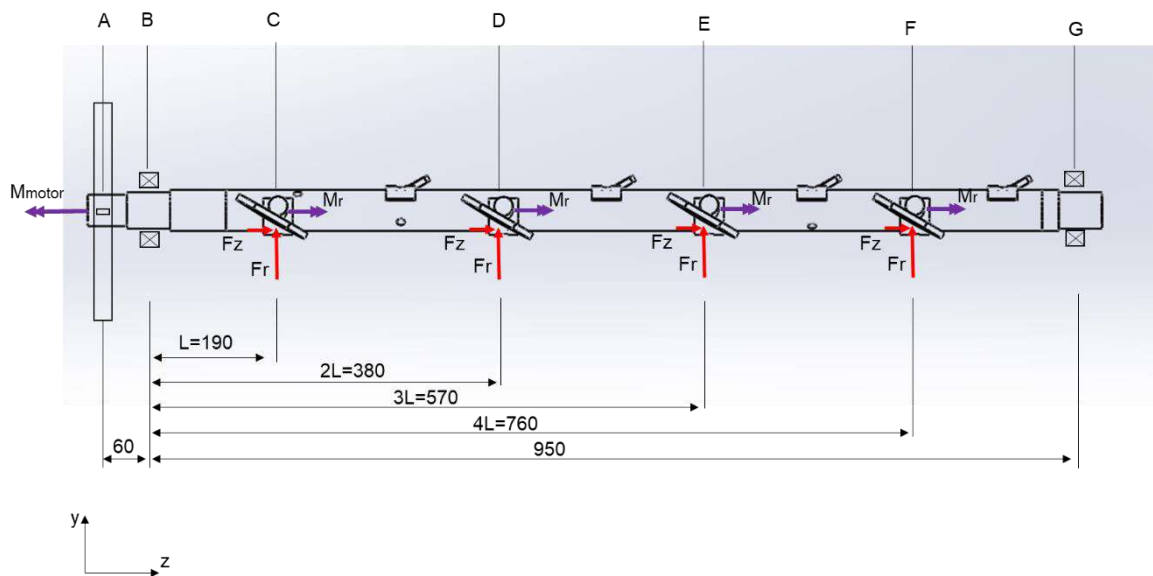


Figura 5-12: Diagrama de cuerpo libre del eje.

Condiciones de carga máxima por cupla de arranque.

Es importante dimensionar el eje bajo la condición de arranque, ya que el dispositivo se encontrará con varios arranques y paradas durante un día de trabajo, debido a las características del proceso.

Tabla 5-11: Valores de momentos y fuerzas aplicadas para las condiciones de carga máxima por cupla de arranque.

Denominacion	Valor	Unidad
Multiplicador de torque por cupla en arranque	2	
Momento motor maximo (Mmotor max)	530,5	[Nm]
Momento resistente p/pala (Mr max)	132,6	[Nm]
Fuerza generada por el momento resistente (Fr max)	780,2	[N]
Fuerza axial en eje p/pala (Fz max)	450,4	[N]

Mediante el método de secciones se obtienen los valores de Mz (Momento torsor en z) para el eje:

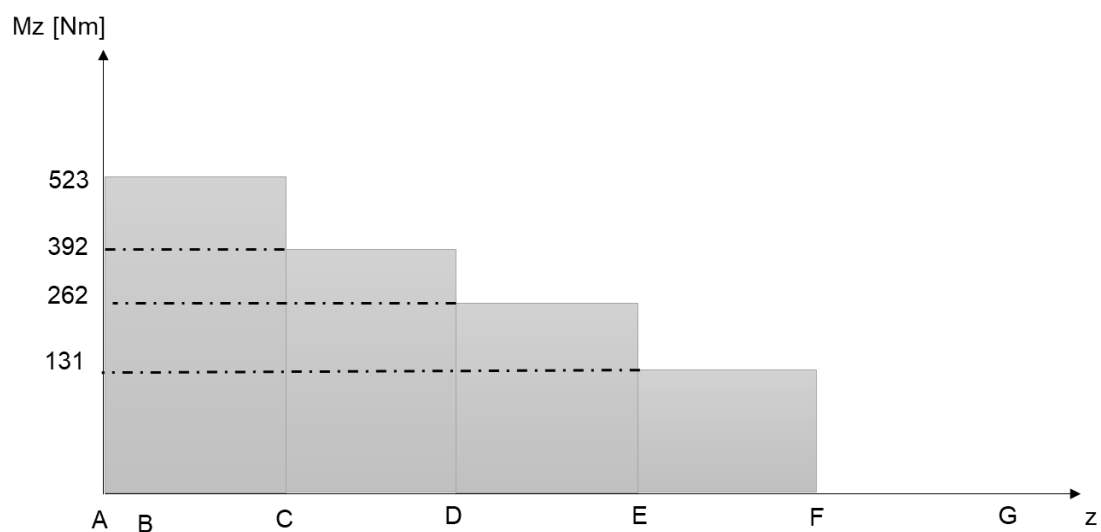


Figura 5-13: Diagrama de momento torsor en z para condiciones de carga máxima por cupla de arranque.

Luego, mediante la utilización del Software CESPLA, se calculan los valores de Momento flector en x (Mx), esfuerzo cortante en y (Qy) y esfuerzo normal en z (Nz).

En la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos mediante el software junto con el cálculo del diámetro mínimo recomendado según la fórmula de diámetro mínimo para ejes sometidos a un esfuerzo plano (Mott, 2006).

$$D_{min} = \left[\frac{32N}{\pi} \sqrt{\left[\frac{K_t M}{S_y} \right]^2 + \frac{3}{4} \left[\frac{T}{S_y} \right]^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

Donde:

- N: Factor de seguridad
- Kt: Factor de concentración de tensiones
- M: Momento flector máximo
- T: Momento torsor máximo
- Sn: Limite elástico

Tabla 5-12: Resumen de datos obtenidos por Software CESPLA, método de secciones y cálculo de diámetro mínimo para condiciones de trabajo máximas.

SECCION A-B			
Momento Torsor Maximo	523	[Nm]	
Momento Flector Maximo	313,8	[Nm]	
Esfuerzo de corte	-5230		
Esfuerzo normal	0		
DIAMETRO MINIMO [mm]			28,1
SECCION B-C			
Momento Torsor Maximo	523	[Nm]	
Momento Flector Maximo	544	[Nm]	
Esfuerzo de corte	-1210	[N]	
Esfuerzo normal	-1780	[N]	
DIAMETRO MINIMO [mm]			31,6
SECCION C-D			
Momento Torsor Maximo	392	[Nm]	
Momento Flector Maximo	627,2	[Nm]	
Esfuerzo de corte	-440		
Esfuerzo normal	-1335		
DIAMETRO MINIMO [mm]			32,4
SECCION D-E			
Momento Torsor Maximo	262	[Nm]	
Momento Flector Maximo	627,2	[Nm]	
Esfuerzo de corte	330	[N]	
Esfuerzo normal	-890	[N]	
DIAMETRO MINIMO [mm]			32,0
SECCION E-F			
Momento Torsor Maximo	131	[Nm]	
Momento Flector Maximo	564,4	[Nm]	
Esfuerzo de corte	1100	[N]	
Esfuerzo normal	-445	[N]	
DIAMETRO MINIMO [mm]			30,7
SECCION F-G			
Momento Torsor Maximo	0	[Nm]	
Momento Flector Maximo	356	[Nm]	
Esfuerzo de corte	1870	[N]	
Esfuerzo normal	0	[N]	
DIAMETRO MINIMO [mm]			26,3
REACCIONES EN RODAMIENTOS			
Fuerza radial sobre rodamiento en B	4020	[N]	
Fuerza axial sobre rodamiento en B	1780	[N]	
Fuerza radial sobre rodamiento en G	1870	[N]	

Condiciones de carga nominal y eje sometido a fatiga.

Luego se dimensiona el eje considerando el fenómeno de fatiga.

Tabla 5-13: Valores de momentos y fuerzas aplicadas para condiciones de carga nominal.

Denominacion	Valor	Unidad
Momento motor nominal (Mmotor)	265,3	[Nm]
Momento resistente p/pala (Mr)	66,3	[Nm]
Fuerza generada por el momento resistente (Fr)	390,1	[N]
Fuerza axial en eje p/pala (Fz)	225,2	[N]

Mediante el método de secciones se obtienen los valores de Mz (Momento torsor en z) para el eje:

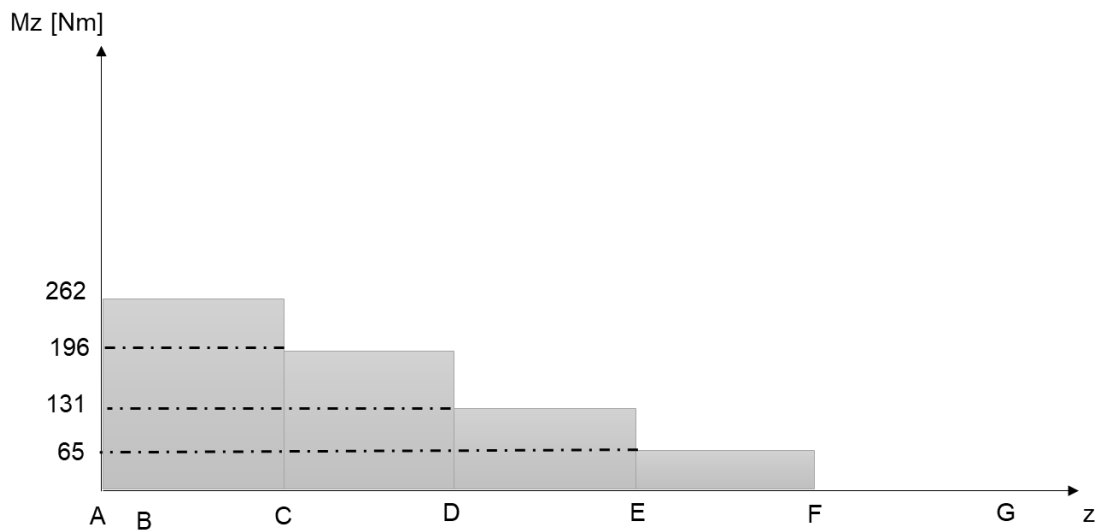


Figura 5-14: Diagrama de momento torsor en z para condiciones de carga nominal.

Luego, nuevamente mediante la utilización del Software CESPLA, se calculan los valores de Momento flector en x (Mx), esfuerzo cortante en y (Qy) y esfuerzo normal en z (Nz). La siguiente tabla muestra los datos obtenidos mediante el software junto con el cálculo del diámetro mínimo recomendado según la fórmula de diámetro mínimo para ejes sometidos a un esfuerzo plano y considerando el fenómeno de fatiga (Mott, 2006).

$$D_{min} = \left[\frac{32N}{\pi} \sqrt{\left[\frac{K_t M}{S_n'} \right]^2 + \frac{3}{4} \left[\frac{T}{S_y} \right]^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$S_n' = S_n C_R C_S C_M$$

Donde S_n' es la resistencia a la fatiga corregida; S_n es la resistencia a la fatiga; C_R es el factor por confiabilidad; C_S es el factor por tamaño y C_M es el factor por material. Todos los valores fueron obtenidos por tablas (Mott, 2006) y pueden verse en el

Anexo 3.

Tabla 5-14: Hoja de calculo de resistencia a la fatiga.

Resistencia a la fatiga S_n (figura 5-8)	2,75E+08	[N/m ²]
Factor de confiabilidad C_R (tabla 5-1)	0,9	
Factor de tamaño C_s (figura 5-9)	0,84	
Factor de material C_m	1	
Resistencia a fatiga corregida S_n'	2,08E+08	[N/m ²]

Tabla 5-15: Resumen de datos obtenidos por Software CESPLA, método de secciones y cálculo de diámetro mínimo para condiciones de trabajo nominales y eje sometido a fatiga.

SECCION A-B			
Momento Torsor Maximo	262	[Nm]	
Momento Flector Maximo	157	[Nm]	
Esfuerzo de corte	-2620		
Esfuerzo normal	0		
DIAMETRO MINIMO [mm]			29,0
SECCION B-C			
Momento Torsor Maximo	262	[Nm]	
Momento Flector Maximo	272	[Nm]	
Esfuerzo de corte	-604	[N]	
Esfuerzo normal	-892	[N]	
DIAMETRO MINIMO [mm]			34,4
SECCION C-D			
Momento Torsor Maximo	196,5	[Nm]	
Momento Flector Maximo	314	[Nm]	
Esfuerzo de corte	-219		
Esfuerzo normal	-669		
DIAMETRO MINIMO [mm]			36,0
SECCION D-E			
Momento Torsor Maximo	131	[Nm]	
Momento Flector Maximo	314	[Nm]	
Esfuerzo de corte	165	[N]	
Esfuerzo normal	-446	[N]	
DIAMETRO MINIMO [mm]			35,9
SECCION E-F			
Momento Torsor Maximo	65,5	[Nm]	
Momento Flector Maximo	282	[Nm]	
Esfuerzo de corte	550	[N]	
Esfuerzo normal	-223	[N]	
DIAMETRO MINIMO [mm]			34,6
SECCION F-G			
Momento Torsor Maximo	0	[Nm]	
Momento Flector Maximo	178	[Nm]	
Esfuerzo de corte	935	[N]	
Esfuerzo normal	0	[N]	
DIAMETRO MINIMO [mm]			29,7

Resumen de resultados.

Teniendo en cuenta ambas condiciones se tienen los diámetros para cada parte del eje:



Figura 5-15: Resumen de los valores de diámetro mínimos calculados.

Sin embargo, teniendo en cuenta que los rodamientos deben tener una pared mínima de apoyo en el cambio de diámetro y que se determina que ambos rodamientos sean iguales para una unificación de piezas comerciales, se determina que los diámetros sean los siguientes:



Figura 5-16: Resumen de diámetros seleccionados para el eje del mezclador.

Selección de rodamientos

Tabla 5-16: Especificaciones de rodamientos para eje de mezclador. (SKF, s.f.)

Marca	SKF
Modelo	FY 35 TF
Tipo	Unidad de rodamientos de bolas con pestaña cuadrada con fijación con tornillos de fijación
Capacidad de carga dinamica basica	25,5 kN
Capacidad de carga estatica basica	15,3 kN
Velocidad limite	5300 rpm
Lubricacion	Grasa



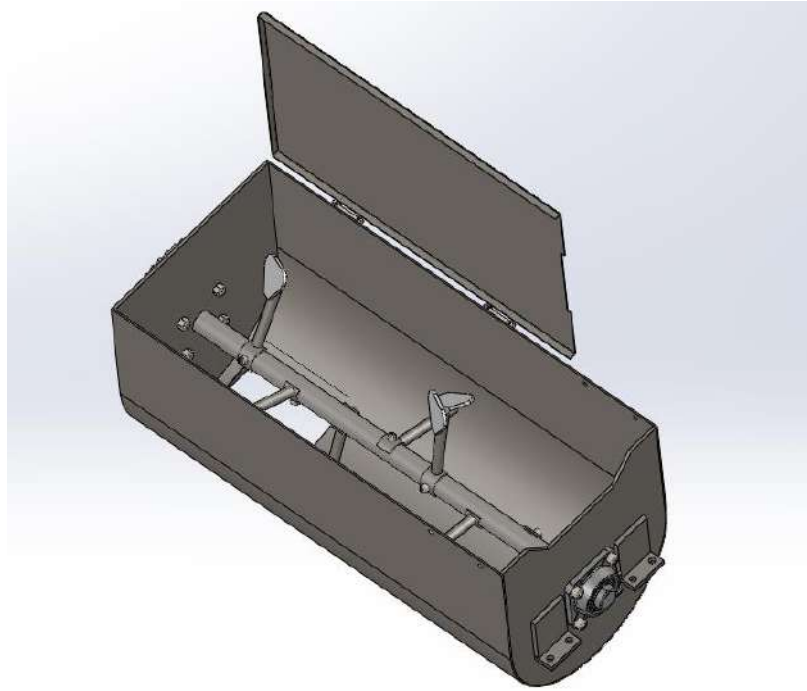


Figura 5-17: Modelo final de mezclador.

Sistema de carga a dispositivo

Datos

Tabla 5-17: Datos para el cálculo de la cinta transportadora para carga a dispositivo.

	SOJA	TRIGO
Densidad del material [Kg/m ³]	760	795
Capacidad de trabajo requerida [Kg/h]	9000	9000

Velocidad de avance de cinta

Como la cinta se puede considerar más como un elevador de cangilones debido a la forma de la misma, para el cálculo de velocidad de avance se tendrá en cuenta la siguiente formula (Catedra de Equipos Agroindustriales, 2018):

$$Q_{requerido} = \frac{3.6 C v}{t}$$

Donde $Q_{requerido}$ es la capacidad de trabajo requerida [ton/h]; C es la carga por cangilón [Kg]; v es la velocidad de avance [m/s] y t es el paso entre cangilones [m]. Se despeja:

$$v = \frac{Q_{requerido} t}{3.6 C}$$

Para obtener la velocidad, la cual tiene en cuenta la geometría del cangilón, se utilizará una hoja de cálculo a fin de poder iterar con distintos valores (ancho de cinta, alto de cangilón, paso entre cangilones) hasta encontrar una velocidad que se considere acorde.

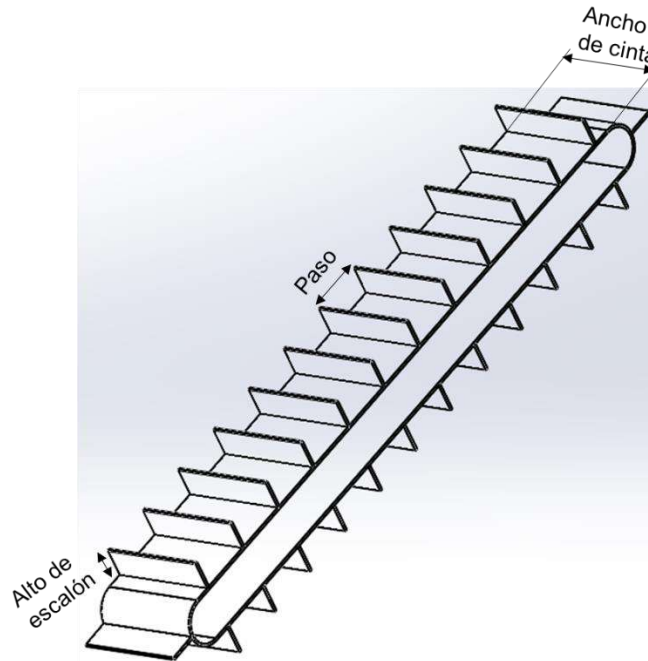


Figura 5-18: Esquema de cinta transportadora.

Tabla 5-18: Hoja de cálculo para la velocidad de avance de la cinta. Primera iteración.

	SOJA	TRIGO
Densidad del material [Kg/m ³]	760	795
Capacidad de trabajo requerida [Kg/h]	9000	9000
Ancho de cinta [m]	0,15	0,15
Alto de escalon [m]	0,05	0,05
Paso entre cangilones [m]	0,2	0,2
Coefficiente de llenado []	0,5	0,5
Carga de un cangilon [Kg]	0,57	0,60
Velocidad de avance [m/s]	0,88	0,84

Con el fin disminuir la velocidad de avance, se aumenta el ancho de la cinta para cargar con una mayor cantidad de semillas cada cangilón. Y con el objetivo de favorecer el carácter continuo del caudal de semillas, se disminuye el paso de los cangilones. Esta combinación, al realizar una simulación, trae consigo un aumento en el coeficiente de llenado (se estima en un 65%), ya que al ir más lento la cinta, es capaz de cargar más cantidad en cada cangilón. Por lo que queda:

Tabla 5-19: Hoja de cálculo para la velocidad de avance de la cinta. Segunda iteración.

	SOJA	TRIGO
Densidad del material [Kg/m ³]	760	795
Capacidad de trabajo requerida [Kg/h]	9000	9000
Ancho de cinta [m]	0,2	0,2
Alto de escalon [m]	0,05	0,05
Paso entre cangilones [m]	0,09	0,09
Coeficiente de llenado []	0,65	0,65
Carga de un cangilon [Kg]	0,44	0,47
Velocidad de avance [m/s]	0,51	0,48

Se realiza una nueva simulación con una velocidad de avance de cinta de 0.5 m/s.

Teniendo en cuenta características como la carga de semillas desde la boca de descarga de tolva, la continuidad del caudal de semillas y su comportamiento cuando entran al sistema de dosificación, se puede afirmar que la velocidad calculada es acorde para los objetivos del subsistema.

Por lo tanto, se toma a la **velocidad de avance de la cinta** como 0.51 m/s para cuando se cargue soja y 0.48 m/s cuando se cargue trigo.

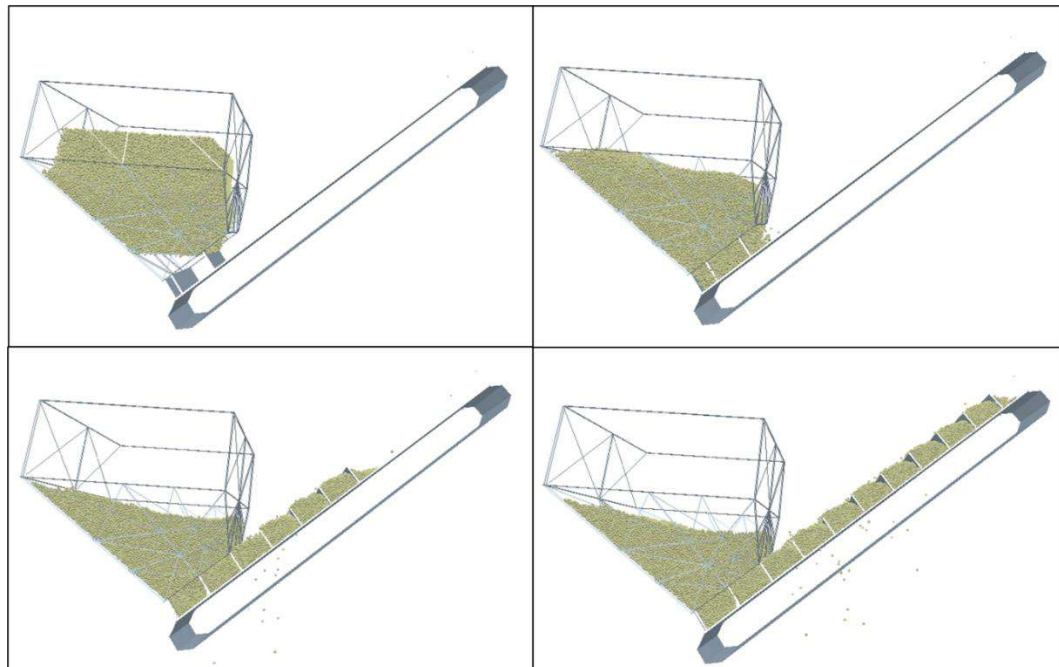


Figura 5-19: Capturas de simulación realizada en Software EDEM para verificar el comportamiento de las semillas cuando se pone en marcha la cinta. ¹

¹ Como puede verse en la imagen, los escalones de la cinta se van “creando” a medida que avanza la simulación. Esto es debido a una simplificación de los movimientos a realizar por las geometrías sin comprometer el resultado de la simulación.

Cálculo de potencia necesaria

Para el cálculo de la potencia necesaria para mover la cinta transportadora, se tendrán en cuenta las fuerzas actuantes sobre ella detalladas en la Figura 5-20. Suponiendo que F_M es la fuerza que realiza el rodillo tractor para mover la cinta y que no hay deslizamiento entre la cinta y el rodillo se puede afirmar que la potencia P necesaria es:

$$P = F_M v$$

La velocidad de avance v es 0.5 m/s. La fuerza impulsora se calcula a partir de la sumatoria de fuerzas en los ejes:

$$\sum F_x = F_M - F_{fr} - P_{sem} \sin(40^\circ)$$

Donde F_{fr} es la fuerza de fricción entre la cinta y la base metálica donde apoya la misma y P_{sem} es el peso de las semillas. Para que la cinta comience a moverse:

$$F_M \geq F_{fr} + P_{sem} \sin(40^\circ) \quad (1)$$

$$F_{fr} = \mu N \quad (2)$$

Donde μ es el coeficiente de fricción entre metal y el material de la cinta y N es la fuerza normal a las que están sometidas las semillas por apoyarse sobre la placa metálica. N se calcula a partir de la sumatoria de fuerzas en el eje y .

$$\sum F_y = N - P_{sem} \cos(40^\circ) = 0$$

$$N = g(m_{semillas}) \cos(40^\circ) = g(n^\circ \text{ de cangilones activos})(0.47 \text{ Kg}) \cos(40^\circ)$$

El coeficiente de fricción se obtuvo de la Tabla 5-20.

Tabla 5-20: Coeficientes de fricción entre la correa y la polea. (Chaudhari, 2015).

Belt material	Pulley material						
	Cast iron, steel			Wood	Compressed paper	Leather face	Rubber face
	Dry	Wet	Greasy				
1. Leather oak tanned	0.25	0.2	0.15	0.3	0.33	0.38	0.40
2. Leather chrome tanned	0.35	0.32	0.22	0.4	0.45	0.48	0.50
3. Convass-stitched	0.20	0.15	0.12	0.23	0.25	0.27	0.30
4. Cotton woven	0.22	0.15	0.12	0.25	0.28	0.27	0.30
5. Rubber	0.30	0.18	—	0.32	0.35	0.40	0.42
6. Balata	0.32	0.20	—	0.35	0.38	0.40	0.42

Entonces se calcula, de la ecuación (2):

$$F_{fr} = 0.3 (42.4 N)$$

$$F_{fr} = 12.72 N$$

Luego de (1):

$$F_M = 12.72 N + 9.8 \frac{m}{s^2} (12)(0.47 Kg) \text{ sen } (40^\circ)$$

$$F_M = 48.24 N$$

Finalmente, la potencia será:

$$P = F_M v = 48.24 N \left(0.51 \frac{m}{s} \right)$$

$$P = 24.6 W \cong 0.033 HP$$

Tabla 5-21: Hoja de cálculo para Potencia de cinta de carga.

	SOJA	TRIGO
Densidad del material [Kg/m ³]	760	795
Cantidad de cangilones activos	12	12
Volumen de un cangilon [m ³]	0,000585	0,000585
Angulo de elevacion de la cinta [°]	40	40
Coeficiente de friccion	0,3	0,3
Velocidad de avance [m/s]	0,51	0,48
Fuerza normal a la cinta N [N]	40,05	41,90
Fuerza de friccion F_{fr} [N]	12,02	12,57
Fuerza motor F_M [N]	45,62	47,73
Potencia teorica necesaria [W]	23,09	23,09
Potencia teorica necesaria [HP]	0,032	0,032

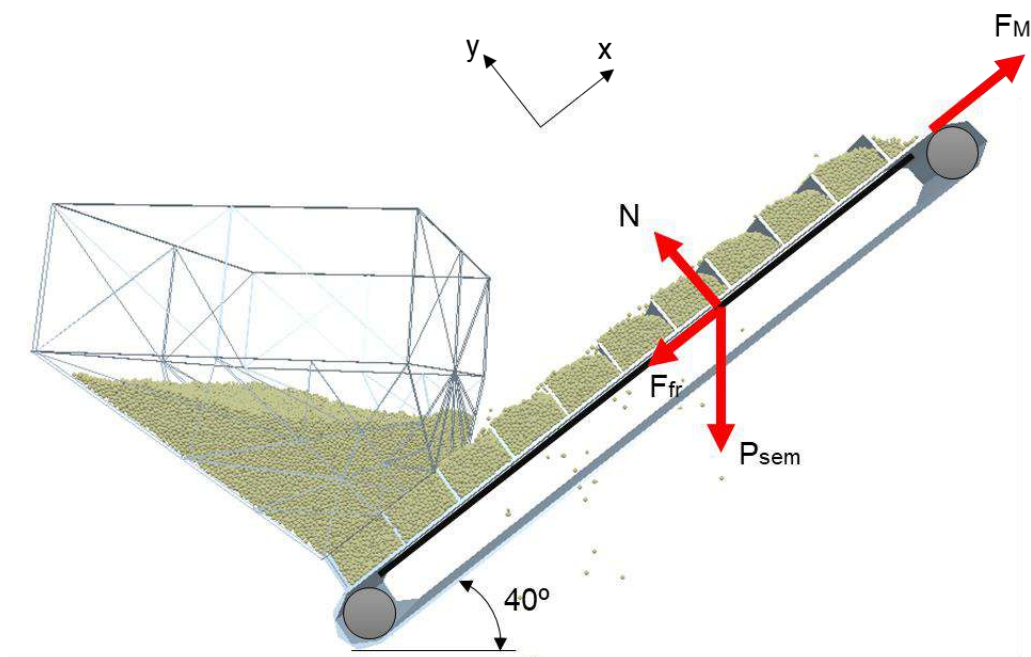


Figura 5-20. Fuerzas actuantes sobre cinta transportadora.

Especificaciones de la cinta transportadora

Tabla 5-22: Especificaciones para pedido de cinta para el sistema de carga al dispositivo.

Material	Caucho SBR con refuerzo textil Nylon-Poliéster		
Ancho	200	mm	
Paso entre escalones	90	mm	
Alto de escalon	50	mm	
Longitud total necesaria	2750	mm	

Selección de rodamientos

Tabla 5-23: Especificaciones de rodamientos para rodillo tractor. (SKF, s.f.)

Marca	SKF	
Modelo	FY 25 FM	
Tipo	Unidad de rodamientos de bolas con pestaña cuadrada con fijación excéntrica	
Capacidad de carga dinamica basica	14 kN	
Capacidad de carga estatica basica	7,8 kN	
Velocidad limite	7000 rpm	
Lubricacion	Grasa	

Tabla 5-24: Especificaciones de rodamientos para rodillo tensor. (SKF, s.f.)

Marca	SKF	
Modelo	TU 25 FM ECY 205	
Tipo	Soporte tensor de fundición con rodamiento de bolas de inserción, anillo de fijación excéntrico y aro interior estrecho	
Capacidad de carga dinamica basica	14 kN	
Capacidad de carga estatica basica	7,8 kN	
Velocidad limite	7000 rpm	
Lubricacion	Grasa	

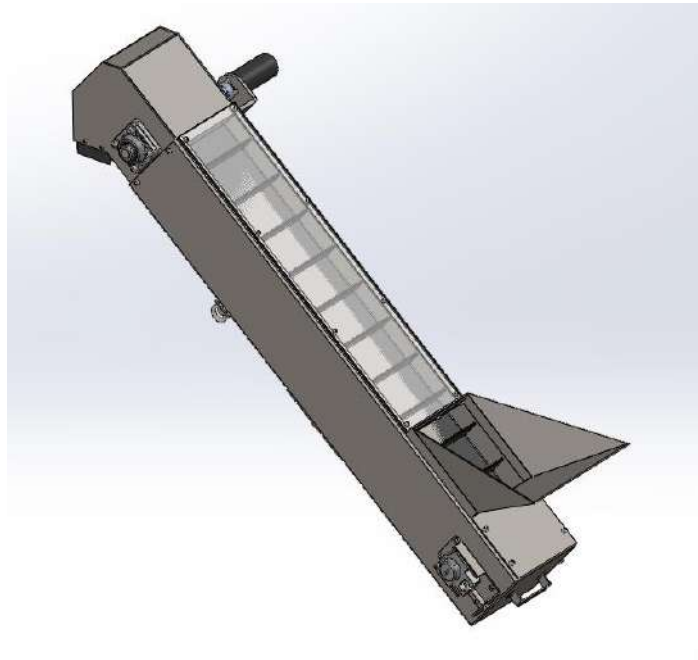


Figura 5-21: Modelo final de cinta de carga

Bastidor

Una vez teniendo el mezclador y la cinta de carga, componentes de mayores dimensiones del kit, se puede avanzar en el diseño del bastidor que una el dispositivo a la tolva.

Datos

Después de la realización de algunos bocetos, se llegó al modelo de bastidor que se muestra en la Figura 5-22. El montaje de los distintos elementos en el bastidor se esquematiza en la Figura 5-23:



Figura 5-22: Modelo conceptual de bastidor.

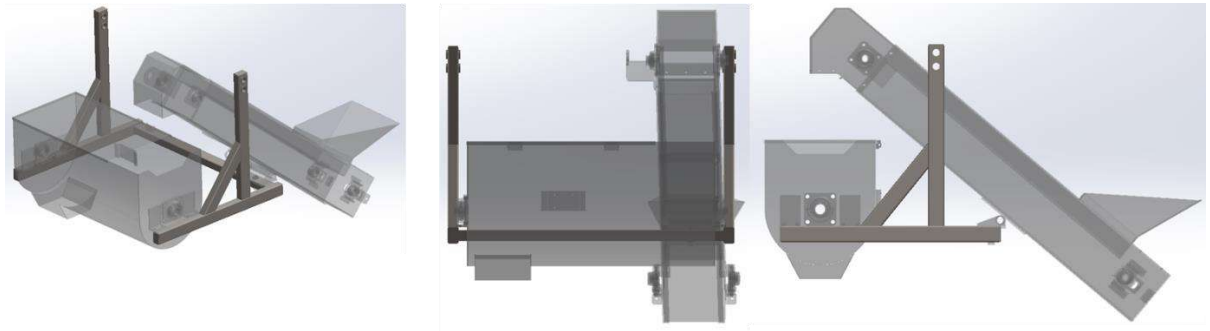


Figura 5-23: Boceto que muestra posición que ocuparían los subsistemas dentro del bastidor.

Análisis estático

En primer lugar, se realizará una simulación estática de la estructura para corroborar que las tensiones que se tienen estén por debajo de las tensiones admisibles:

Tabla 5-25. Datos para análisis estático del bastidor.

Material de la estructura	Acero SAE 1020
Limite elastico	$2,5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$
Factor de seguridad	3
Masa de la estructura del mezclador	44 Kg
Masa de semillas en mezclador	36 Kg
Masa de la estructura de cinta de carga	51 Kg
Masa de semillas en cinta de carga	4 Kg

De estos datos se tiene que:

$$\sigma_{admissible} = \frac{\sigma_{fl}}{N_{seg}} = \frac{2.5 \times 10^8 \frac{N}{m^2}}{3}$$

$$\sigma_{admissible} = 8.3 \times 10^7 \frac{N}{m^2}$$

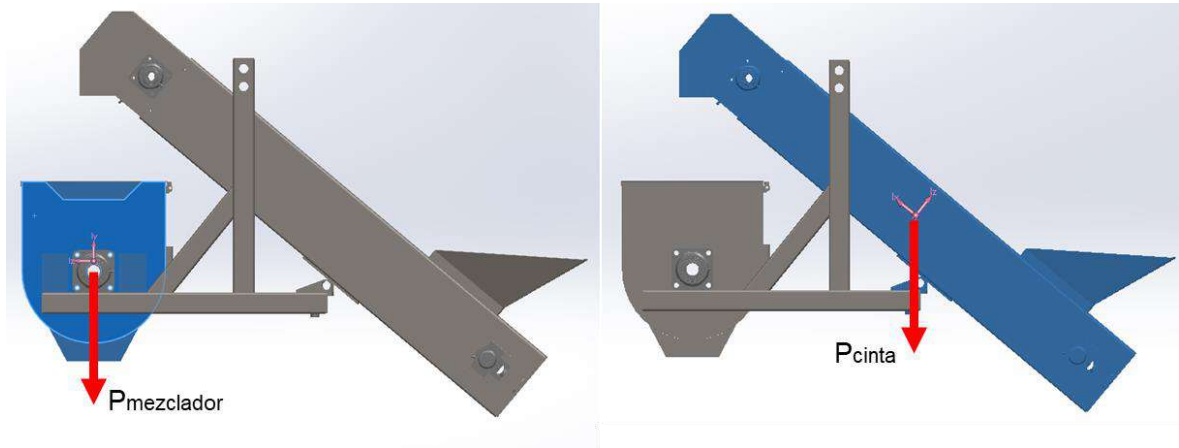


Figura 5-24: Esquema para mostrar donde se ubica el centro de gravedad de los subsistemas para considerar su peso como una carga puntual aplicada en un punto.

$$P_{cinta} = (m_{cinta} + m_{sem\ cinta}) g = (51\ Kg + 4\ Kg) 9.8 \frac{m}{s^2}$$

$$P_{cinta} = 539\ N$$

$$P_{mezclador} = (m_{mezclador} + m_{sem\ mezclador}) g = (44\ Kg + 36\ Kg) 9.8 \frac{m}{s^2}$$

$$P_{mezclador} = 784\ N$$

A continuación, se esquematizan las condiciones para la simulación. La misma se realizará por el método de elementos finitos a través del complemento de SolidWorks, Solidworks Simulation. El objetivo es evaluar si las tensiones axiales y las tensiones por flexion superan la tensión admisible calculada anteriormente:

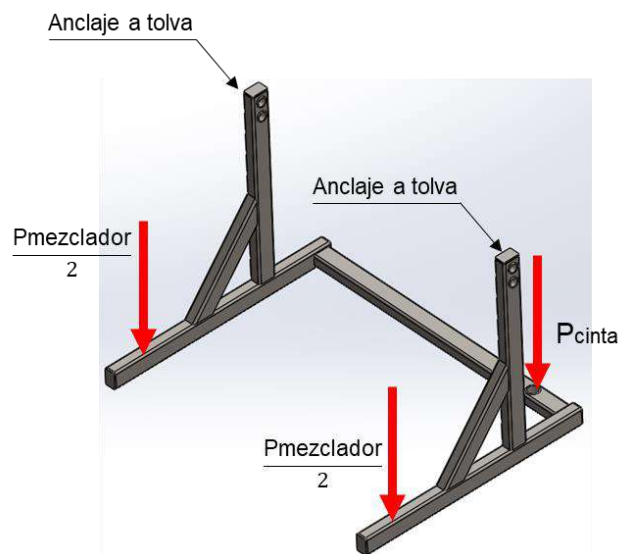


Figura 5-25: Condiciones de carga para simulación.

Se colocan las cargas en los puntos de apoyo, y se definen las geometrías fijas que corresponden a los anclajes del bastidor a la tolva.

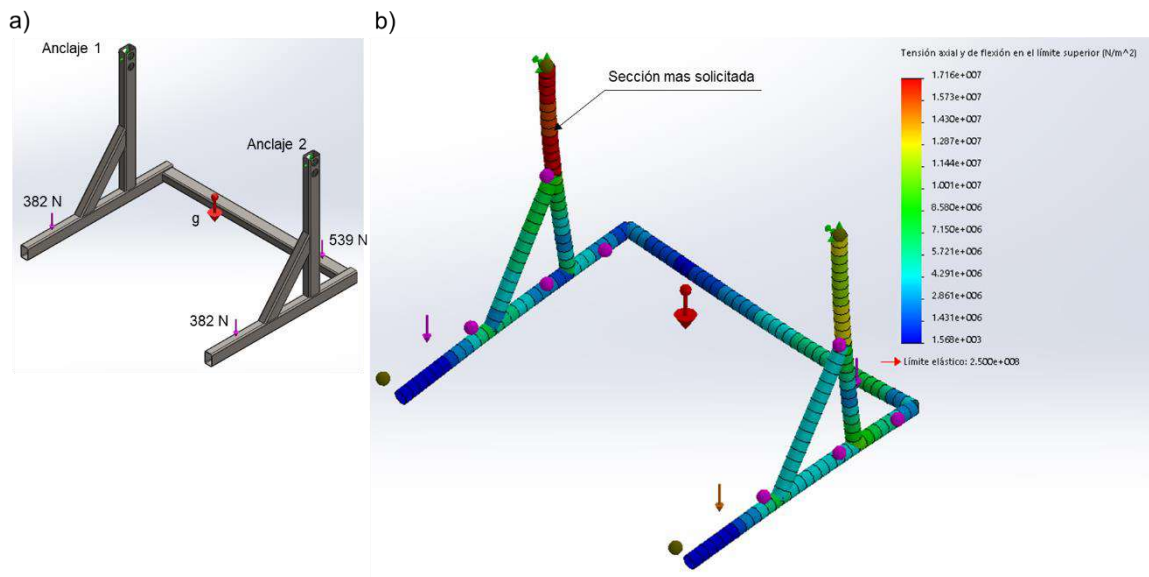


Figura 5-26: a) Condiciones de carga para simulación. b) Resultados de las tensiones axiales y de flexión obtenidas en las barras para primer simulación estática.

Los resultados de la primera simulación indican que las tensiones más elevadas no superan la tensión admisible, aunque se encuentran en el mismo orden de magnitud. Además se observa que la sección más solicitada son los largueros que unen la tolva con el resto del bastidor.

Con la intención de mejorar el diseño para disminuir las tensiones, se propone colocar otros anclajes a la tolva. Estos se ubican en los extremos de las barras que sostienen el mezclador. Se selecciona esta ubicación ya que es fácil generar una nueva conexión rígida a la tolva desde esos puntos y además que es conveniente ya que se encuentra suficientemente alejada de los primeros puntos de anclaje, lo que genera una mayor distribución de las fuerzas.

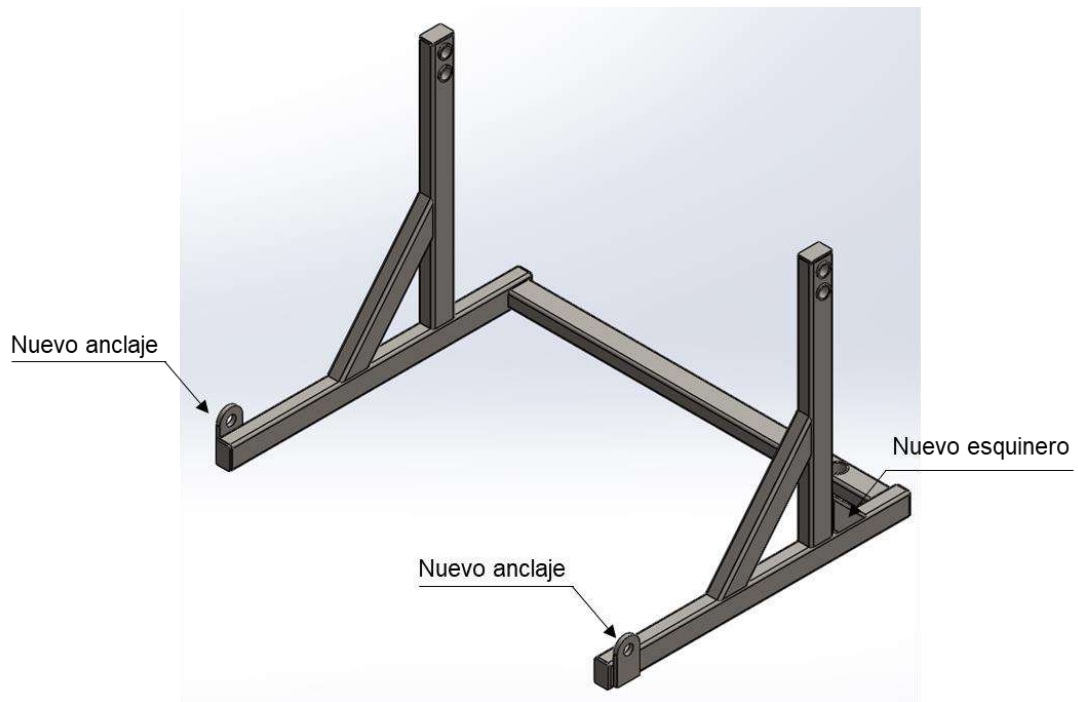


Figura 5-29: Prediseño final de bastidor por análisis estático.

Análisis por impacto

Para el análisis de impacto en la estructura, se tendrán en cuenta las sobrecargas sobre la estructura debidas a fuerzas inerciales que se dan cuando la tolva transita por una calle o ruta y se topa con un obstáculo.



Figura 5-30: Esquema de situación considerada para análisis por impacto.

Para obtener el valor de las fuerzas inerciales, se realiza un modelado de **un cuarto de tolva** para obtener las ecuaciones de posición, velocidad y aceleración.

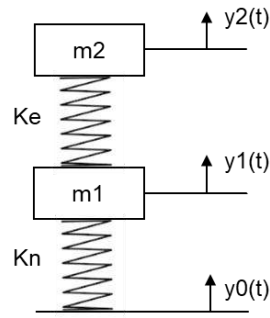


Figura 5-31: Modelo de 1/4 de tolva.

Donde $m1$ es la masa del elástico; $m2$ es un cuarto de la masa de la tolva; Kn es la rigidez del neumático y Ke es la rigidez del elástico.

Además, se definen las siguientes condiciones:

$$y1 > 0$$

$$y2 > 0$$

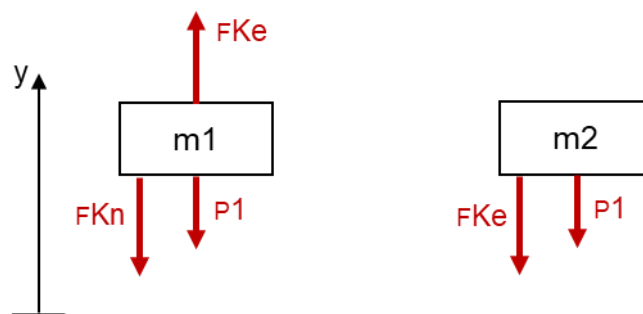
$$y2 > y1$$

$$v2 > 0$$

$$v1 > 0$$

$$v2 > v1$$

Los DCL son, entonces:

Figura 5-32: Diagramas de cuerpo libre de $m1$ y $m2$.

A partir de los diagramas y considerando:

$$\sum F_y = m \ddot{y}$$

$$F_{Ke} = K_E (y_2 - y_1)$$

$$F_{Kn} = K_N (y_1 - y_0)$$

Para m1:

$$K_E (y_2 - y_1) - K_N (y_1 - y_0) - P_1 = m_1 \ddot{y}_1$$

Para m2:

$$-K_E (y_2 - y_1) - P_2 = m_2 \ddot{y}_2$$

Para la resolución de las ecuaciones diferenciales, se utilizará la extensión SIMULINK del Software Matlab, a partir de la construcción un diagrama de bloques que simula el sistema.

Tabla 5-26: Datos para simulación en SIMULINK.

	Valor	Fuente
Rigidez del elastico (Ke)	221500 N/m	(Rodriguez, 2013)
Rigidez del neumatico (Kn).	2 MN/m	(Tsampardoukas, Stammers, & Guglielmino, 2008)
*Masa de 1/4 de tolva (m1)	700 Kg	
Masa de elastico (m2)	135 Kg	(Rodriguez, 2013)
Aceleracion de gravedad (g)	9,8 m/s ²	
Tiempo cuando se aplica el obstaculo	1 s	
Altura del obstaculo (h)	0,15 m	

*Se toma como masa de la tolva en el momento que circula sin semillas, ya que luego de hacer una simulación con la tolva a capacidad máxima, se encontró que la peor condición es cuando esta vacía.

El diagrama de bloques queda de la siguiente forma:

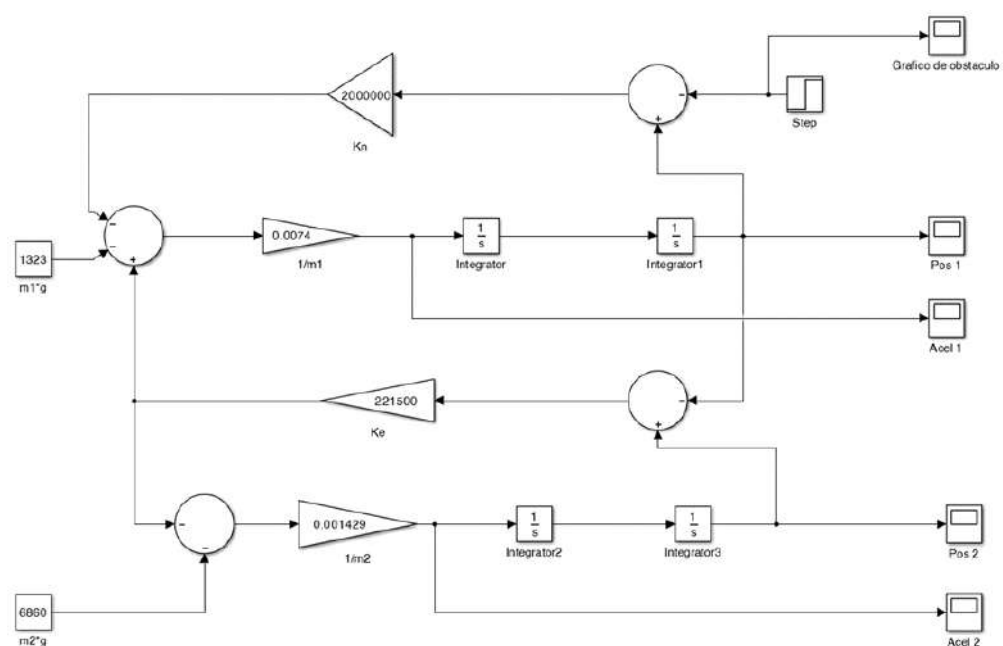


Figura 5-33: Diagrama de bloques del caso analizado.

Resultados de la simulación:

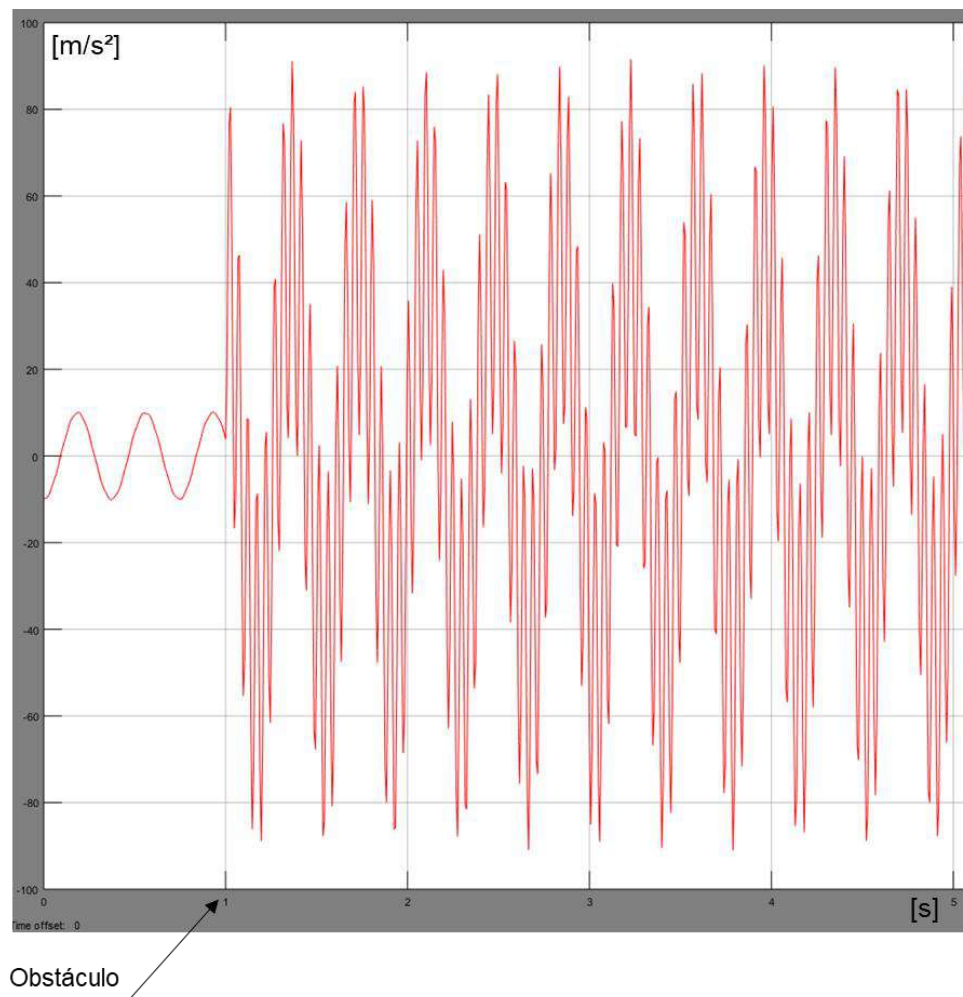


Figura 5-34: Resultados de las aceleraciones generadas en m2 (masa de tolva), es decir, las aceleraciones presentes en el chasis de la tolva.

Los valores obtenidos de aceleración para la tolva son de aproximadamente 9G (9 veces el valor de aceleración de la gravedad). Estos valores son mayores a los esperados en un análisis de fuerzas inerciales para el caso analizado y, por lo tanto, la sobrecarga a estudiar será mayor. Esto puede deberse a que los valores de K no son exactos de un elástico y neumático de una tolva semillera, sino que son los de un camión. Sin embargo, como no es el objetivo de este trabajo el análisis de fuerzas inerciales en la tolva y suponiendo que el análisis de resistencia sea de carácter conservador, se toman estos valores máximos de aceleración para el estudio.

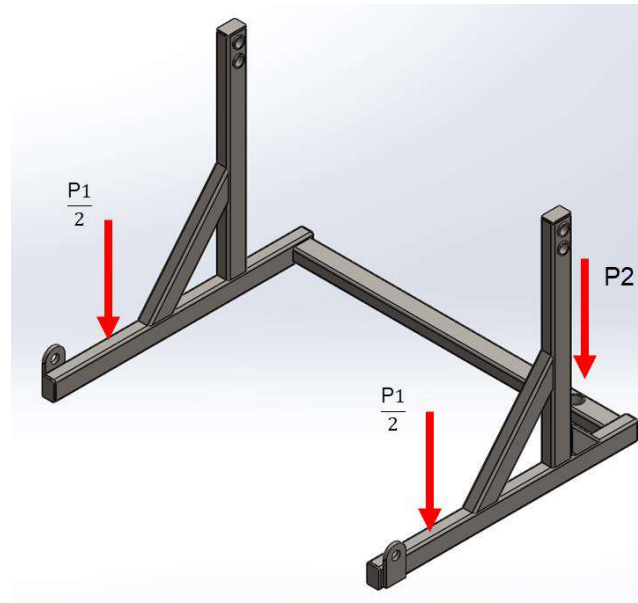
Condiciones de carga para estudio:

Figura 5-35: Condiciones de carga para simulación por impacto.

Donde $P1$ es la masa del mezclador multiplicado por la aceleración máxima calculada ($9g$) y $P2$ es la masa de la cinta de carga multiplicada por dicha aceleración. Se aclara que no se tienen en cuenta la masa de semillas dentro del mezclador o la cinta ya que se supone que el obstáculo lo toma en modo de transporte, por lo que es dispositivo no presenta semillas en su interior.

$$P1 = 9g m_{mezclador} = 50 \text{ Kg} (9) \left(9.8 \frac{m}{s^2}\right)$$

$$P1 = 4410 \text{ N}$$

$$P2 = 9g m_{cinta} = 51 \text{ Kg} (9) \left(9.8 \frac{m}{s^2}\right)$$

$$P2 = 4498 \text{ N}$$

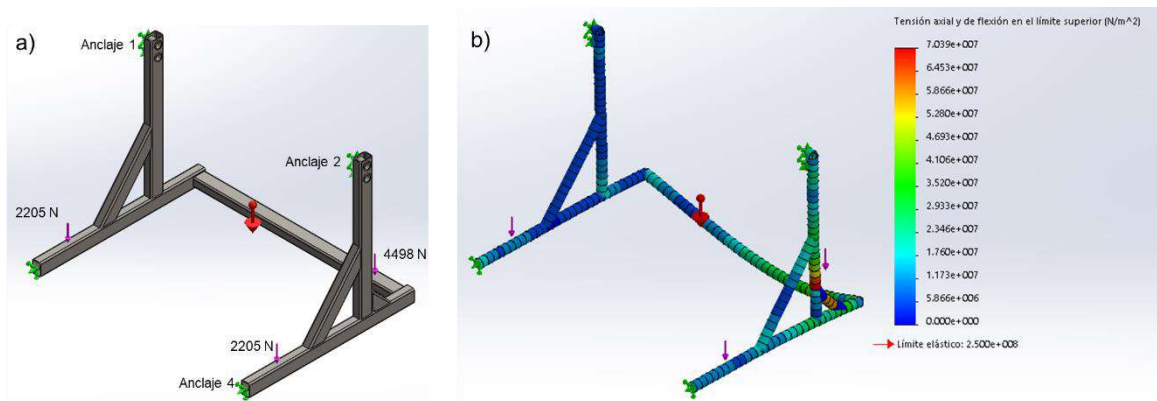


Figura 5-36: a) Condiciones de carga para simulación considerando fuerzas inerciales. b) Resultados del análisis por impacto.

Como se observa en la Figura 5-36b, los resultados del análisis de impacto arrojaron que las tensiones a las que estaría sometida la estructura están por debajo de la tensión admisible calculada al principio ($8,3 \times 10^7 \text{ N/m}^2$). Si bien se encuentra cerca de los valores de tensión admisible, hay que tener en cuenta que la aceleración tomada fue de 9 veces el valor de la aceleración de gravedad, este valor se obtuvo del análisis de aceleraciones que se realizó anteriormente. Como se comentó en la conclusión de dicho análisis, los resultados obtenidos resultaron mayores a lo esperado (3g a 4g), que pudo deberse a distintos factores pero que se lo consideraba igual por tener un criterio conservador. Es por esto que se concluye el análisis de impacto.

Análisis por vibraciones

El análisis de vibraciones se hará tanto para cuando el equipo este en modo de transporte (vibraciones generadas por el camino) como cuando este en modo de trabajo (vibraciones generadas por el funcionamiento del equipo).

▪ Vibraciones en modo de transporte

Del estudio de aceleraciones realizado para el análisis de impacto se obtuvo, además del gráfico de aceleraciones, las oscilaciones que tuvo el chasis de la tolva en sentido vertical (Figura 5-37). Estas oscilaciones se transportaron desde el chasis hacia el equipo.

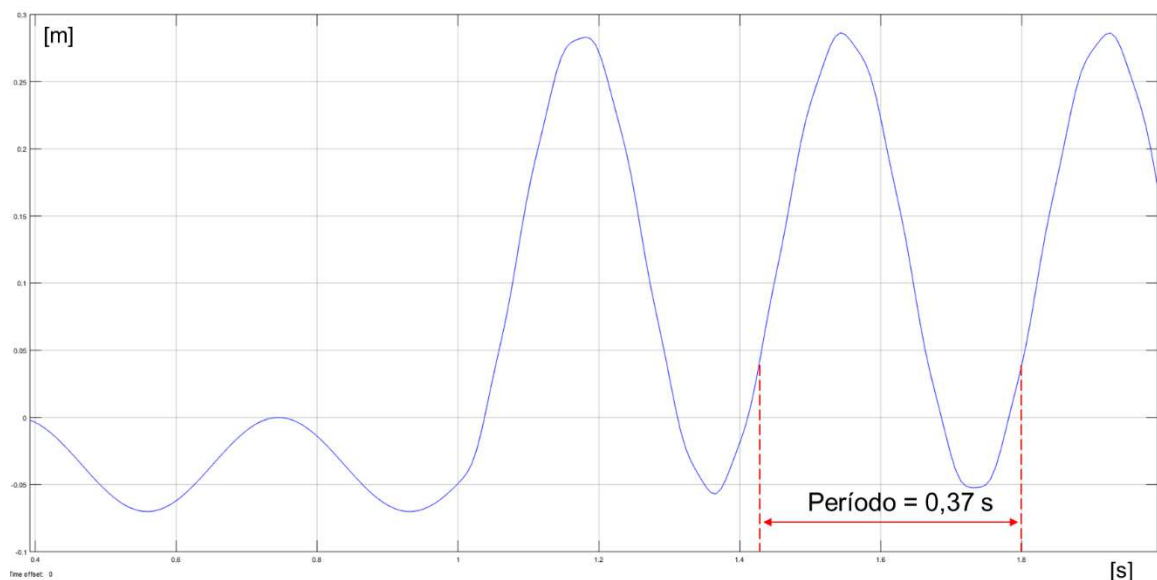


Figura 5-37. Posición de punto de anclaje de tolva al amortiguador en función del tiempo.

$$f = \frac{1}{P} = \frac{1}{0,37s} = 2,7 \text{ Hz}$$

Donde f es la frecuencia y P es el periodo de las oscilaciones generadas.

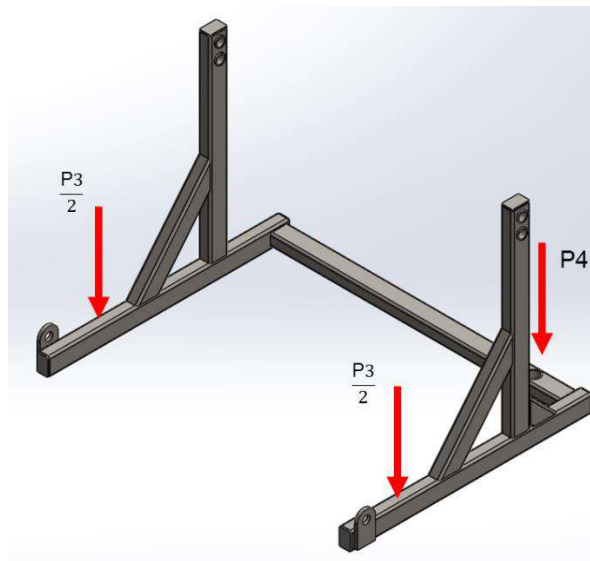
Condiciones de carga para estudio:

Figura 5-38: Condiciones de carga para simulación por vibraciones en modo de transporte.

Donde $P3$ es el peso de la estructura del mezclador y $P4$ es el peso de la estructura de la cinta de carga.

$$P3 = g m_{\text{mezclador}} = 50 \text{ Kg} \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$P3 = 490 \text{ N}$$

$$P4 = 9g m_{\text{cinta}} = 51 \text{ Kg} \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$P4 = 500 \text{ N}$$

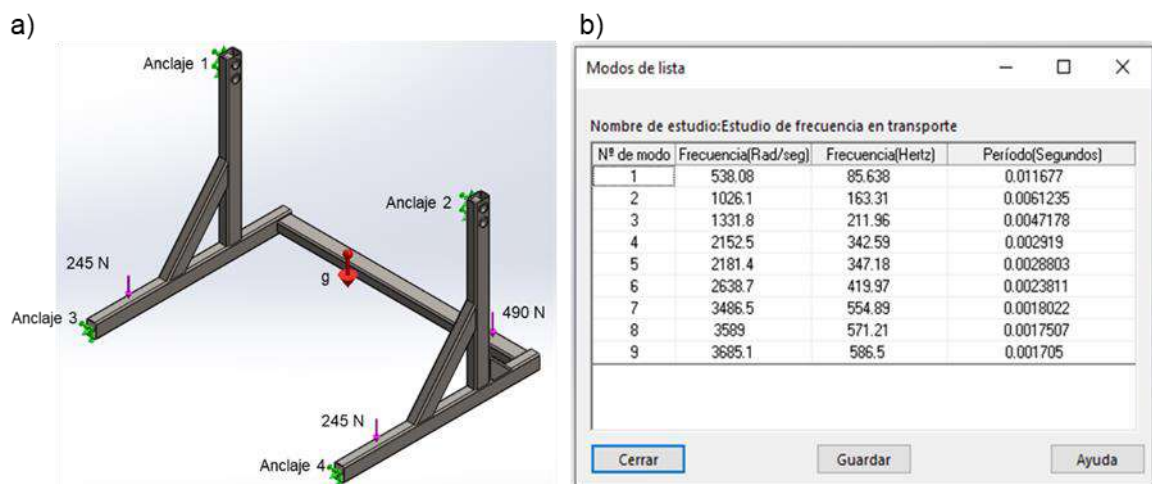
Resultado del estudio de frecuencias:

Figura 5-39: a) Condiciones de carga para análisis de frecuencias. b) Resultado del análisis de frecuencias en modo de transporte.

Como se observa en el resultado del estudio de frecuencias, la mínima frecuencia para que el dispositivo entre en resonancia en modo de transporte es de 85,6 Hz, lo cual es mucho mayor a la frecuencia generada por las oscilaciones cuando la tolva circula por un camino rural (2,7 Hz).

▪ Vibraciones en modo de trabajo

En el modo de trabajo del equipo se tienen dos movimientos que podrían generar vibración en el bastidor, el movimiento giratorio del eje del mezclador, el movimiento giratorio del eje de la cinta de carga:

$$\omega_m = 18 \text{ rpm} = 1,885 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega_c = 119 \text{ rpm} = 12,46 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Condiciones de carga para estudio:

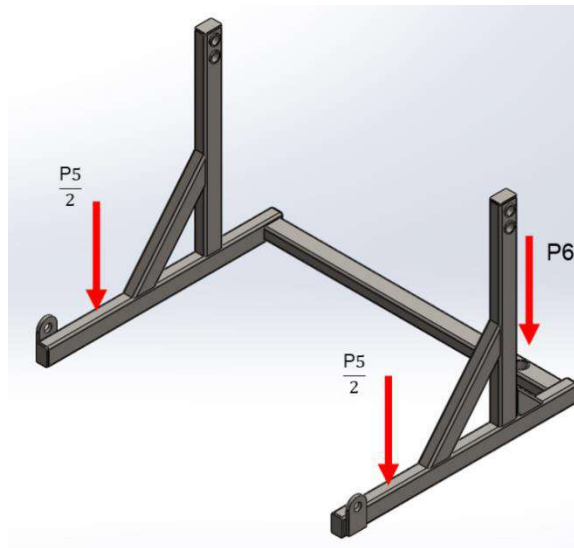


Figura 5-40: Condiciones de carga para análisis de vibraciones en modo de trabajo.

Donde $P5$ es el peso de la estructura del mezclador más las semillas que se encuentran dentro y $P6$ es el peso de la estructura de la cinta de carga más las semillas que se encuentran dentro. Los datos para el cálculo de estas fuerzas se describieron en la Tabla 5-25.

$$P5 = (m_{\text{mezclador}} + m_{\text{sem mezclador}}) g = (44 \text{ Kg} + 36 \text{ Kg}) 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$P5 = 784 \text{ N}$$

$$P6 = (m_{cinta} + m_{sem\ cinta}) g = (51\ Kg + 4\ Kg) 9.8 \frac{m}{s^2}$$

$$P6 = 539\ N$$

Resultado del estudio de frecuencias:

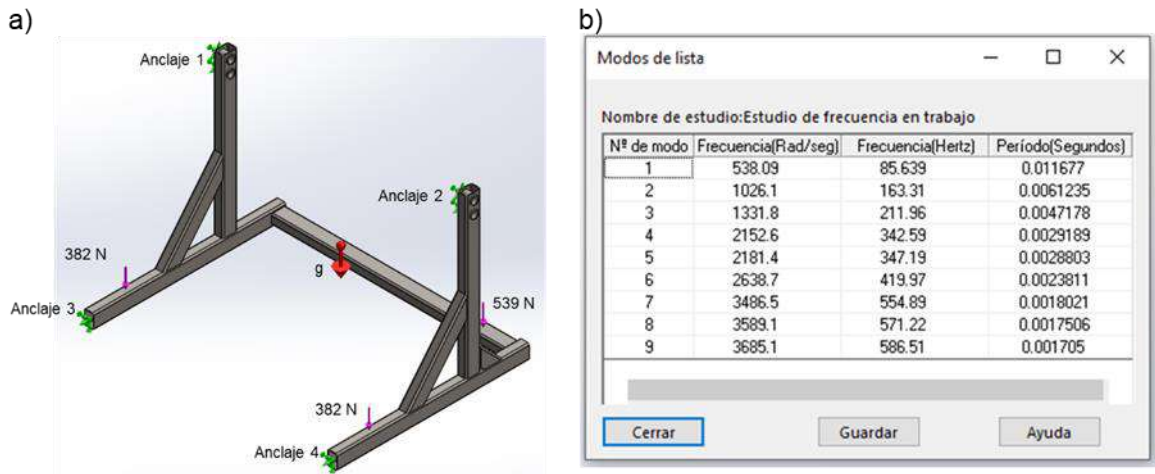


Figura 5-41: a) Condiciones de carga para análisis de frecuencias en modo de trabajo. b) Resultado de análisis de frecuencias en modo de trabajo.

Este estudio de frecuencias indica que la mínima frecuencia para entrar en resonancia cuando el dispositivo se encuentra en modo de trabajo es de 538,09 rad/s, lo cual es mucho mayor a las frecuencias generadas por el movimiento de los ejes durante la operación de la maquina (1,885 rad/s y 12,46 rad/s).

Dimensionamiento de pernos de anclaje

Del análisis de impacto, donde el bastidor se encontró sometido a los esfuerzos máximos, se obtuvieron los valores de reacciones sobre los anclajes:

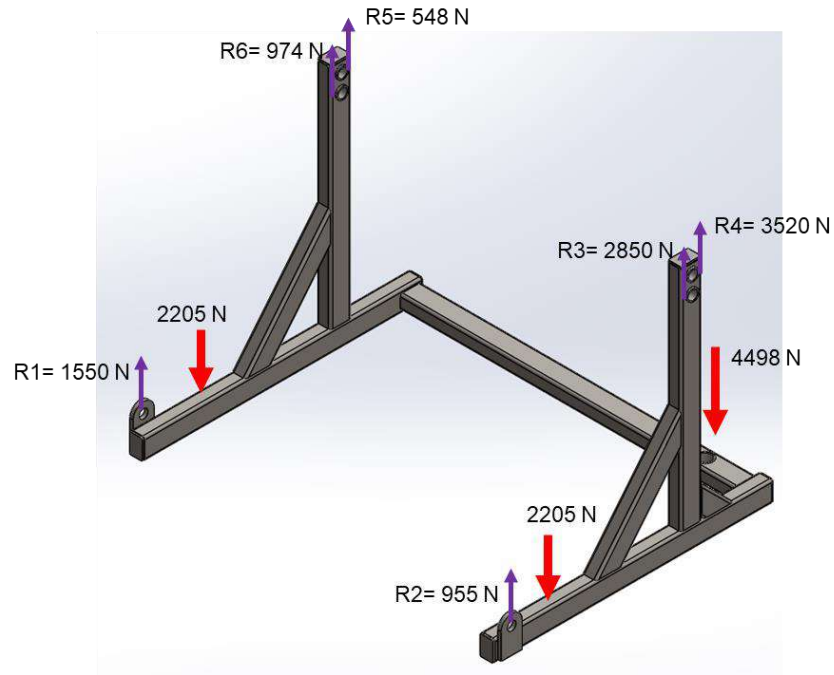


Figura 5-42: Reacciones en los anclajes bajo estado de carga máximo

Los pernos que sujetaran los anclajes al chasis de la tolva, deberán ser tal que soporten los esfuerzos de corte causados por las reacciones de los anclajes al estar sometidos a las cargas del dispositivo para curado de semillas. Dicho esfuerzo de corte se calcula como:

$$\tau_{prom} = \frac{F_R}{A} \quad (3)$$

Donde τ_{prom} es el esfuerzo cortante promedio; F_R es la fuerza aplicada sobre la sección transversal del perno y A es el área transversal del perno que efectivamente resiste el esfuerzo de corte. Para asegurar que los pernos resistan, dicho esfuerzo τ_{prom} debe ser menor a una tensión de corte admisible (τ_{adm}) que tiene en cuenta la denominada tensión de prueba del bulon (σ_{prueba}) y un factor de seguridad (FOS).

$$\tau_{prom} < \tau_{adm} = \frac{\sigma_{prueba}}{FOS}$$

Para R1 y R2:

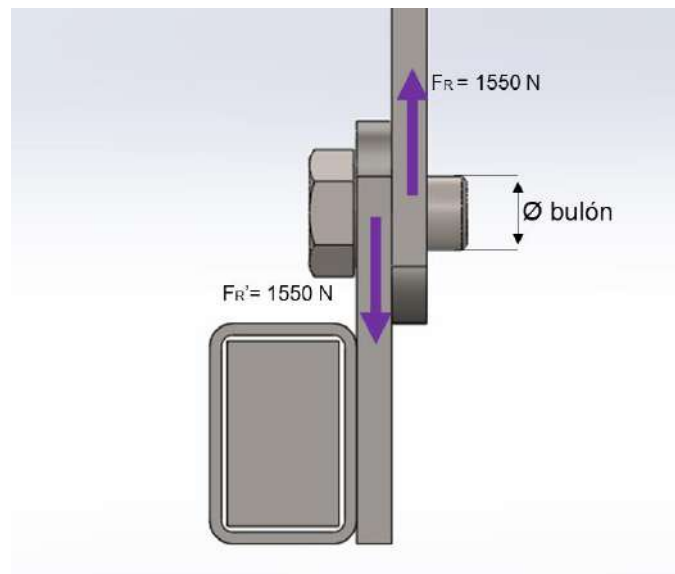


Figura 5-43: Fuerzas actuantes sobre bulón en anclajes de R1 y R2. Se toma la fuerza de reacción máxima para los cálculos.

Tabla 5-27: Datos para verificación de perno al esfuerzo de corte en R1 y R2.

Diametro del bulon supuesto	20 mm
Grado	2
Limite elastico - Limite de prueba	379 N/mm ²
Limite de rotura	510 N/mm ²
Factor de seguridad (FOS)	3
Tension admisible	127 N/mm ²

De la ecuación (3):

$$\tau_{prom} = \frac{F_R}{A} = \frac{1550 \text{ N}}{\frac{\pi(20\text{mm})^2}{4}}$$

$$\tau_{prom} = 4.93 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \tau_{adm}$$

Para R3, R4, R5 y R6:

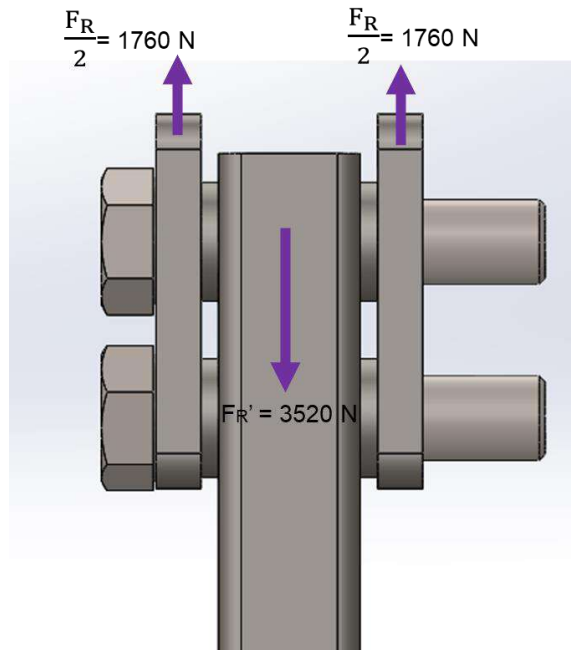


Figura 5-44: Fuerzas actuantes sobre bulón en anclajes de R3, R4, R5 y R6. Se toma la fuerza de reacción máxima para los cálculos.

Tabla 5-28: Datos para verificación de perno al esfuerzo de corte en R3, R4, R5 y R6.

Diametro del bulon supuesto	25,4 mm
Grado	2
Limite elastico - Limite de prueba	379 N/mm ²
Limite de rotura	510 N/mm ²
Factor de seguridad (FOS)	3
Tension admisible	127 N/mm ²

De la ecuación (3):

$$\tau_{prom} = \frac{F_R}{A} = \frac{3520 \text{ N}}{2 \left(\frac{\pi(25.4\text{mm})^2}{4} \right)}$$

$$\tau_{prom} = 3.47 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \tau_{adm}$$

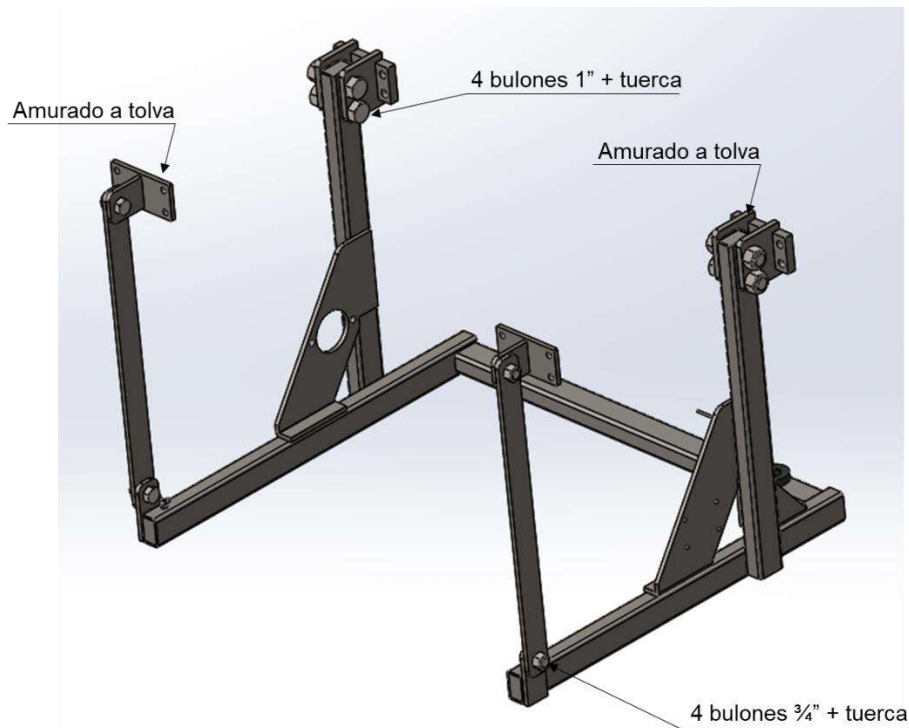


Figura 5-45: Pernos y modo de anclaje a tolva.

Sistema de dosificación de líquido

Como se determinó en la etapa de ingeniería conceptual, la forma de aplicación de líquido será mediante la pulverización del producto a presión sobre una columna de semillas que se forma una vez que el caudal de semillas cae sobre una rampa tipo "V" invertida. Así mismo, se determinó que el método de aplicación será a través de pulverización hidráulica.

En la etapa de ingeniería de detalle se avanzó con el diseño del subsistema de dosificación para agregar más detalles constructivos y teniendo en cuenta las condiciones límites geométricas de todo el dispositivo en su conjunto. En la Figura 5-46 se aprecia la diferencia entre ambos diseños.

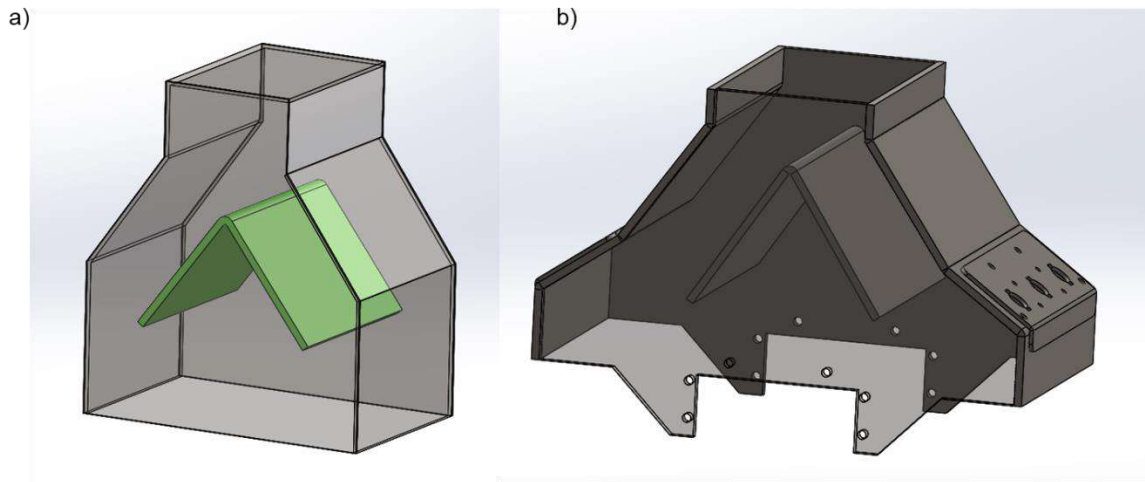


Figura 5-46. a) Primer concepto de la división de semillas mediante V invertida. b) Diseño en detalle del sistema de dosificación mediante V invertida.

Aplicación del líquido

Como se mencionó anteriormente, la forma de aplicar el líquido será a través de pulverización por energía hidráulica. Es decir, que el producto a pulverizar se llevara con una cierta presión desde el depósito hasta la zona de pulverización. La zona de pulverización está compuesta por dosificadores, los cuales son elementos que se encuentran al final del circuito y que se encargar de pulverizar el producto en pequeñas gotas a partir de la energía de presión que tiene el mismo.

Los dosificadores elegidos para este caso serán las pastillas de pulverización comúnmente utilizadas en la aplicación de fitosanitarios mediante las maquinas fumigadoras. La razón de esta elección es la gran variedad de modelos que se tienen, el fácil acceso a estos y el hecho de que son elementos comerciales estándar.



Figura 5-47: Pastilla de pulverización hidráulica utilizada en fumigadoras (Casafe, s.f.).

Regulación de caudal

El control sobre la regulación del caudal de dosificación es uno de los objetivos primarios de este proyecto.

En el momento en que se determinó que se iba a utilizar la pastilla o boquilla de pulverización de fumigadora para la dosificación de líquido, se pensó en regular el caudal de producto aplicado mediante la utilización de una válvula entre la bomba y los dosificadores. Sin embargo, la colocación de una válvula para el control de caudal puede ocasionar que las pastillas no realicen la pulverización esperada, ya que las mismas se encuentran normalizadas para pulverizar determinado caudal a determinada presión. La colocación de una bomba causaría un cambio en la presión que haría variar el caudal pero no se asegura que la pastilla cumpla la función de pulverizar el líquido en gotas.

Entonces, para lograr regular el caudal aplicado, utilizando las pastillas de fumigadora, se pensó en lo siguiente:

Del Anexo 4 se sabe que los productos se diluyen en agua hasta que la dosis a aplicar sea de 1000 ml/100 Kg de semillas de solución de agua más producto curasemillas. Es decir, si la dosis recomendada de un producto es de 200 ml/100 Kg de semillas, y se lo diluye en 800 ml de agua, se tendrá que aplicar 1000 ml/100 Kg de semillas de la solución agua-producto.

Por lo tanto, se propone utilizar esta metodología para el control de la dosis: **las pastillas se seleccionarán para aplicar una dosis fija de 1000 ml/100 Kg de semillas² y el control de la dosis se hará a través de la dilución en agua.** Por ejemplo:

- Si se tiene que aplicar una dosis de producto de 600 ml/100 Kg de semillas se añadirán 400 ml de agua / 100 Kg de semilla.
- Si se tiene que aplicar una dosis de producto de 800 ml/100 Kg de semillas se añadirán 200 ml de agua / 100 Kg de semilla.

En ambos casos la dosis de solución agua-producto es de 1000 ml/100 Kg de semilla. Así se seleccionará solo una boquilla que dosifique esa dosis con la seguridad que la pulverización se hará correctamente. Y, además, la bomba trabajará a un régimen fijo, lo que hará más confiable al sistema.

² Aclaración importante: el caudal [L/min] de producto curasemillas a aplicar por la boquilla dependerá de la dosis (1000 ml/100 Kg de semilla) y del flujo de semillas entrante al sistema de dosificación [Kg de semilla / h].

Cabe aclarar que esto es posible gracias a que los productos son solubles en agua. Inclusive, es recomendable mezclarlos con agua, ya que esta última funciona como un vehículo para llevar el producto a todo el conjunto de semillas de forma homogénea. Recordando la experiencia en el semillero de COOPAR (Página 20), los operarios comentaban que se diluye el producto en agua para para hacerlos más fluido ya que, por ejemplo, 600 ml de producto es muy poca cantidad para cubrir 100 Kg de semillas.

Por último, es importante destacar que como hay gran cantidad de variedad de pastillas de pulverización, se pueden cambiar para aplicar otra dosis, es decir, el valor de 1000 ml/100 Kg de semillas no será algo que no se pueda cambiar. Solo se pensó que es un valor considerable y los cálculos posteriores se realizaran en base a este. En el caso que se requiera colocar otra pastilla distinta, la estructura del dosificador se diseñara de tal forma que sea fácil el intercambio de la misma.

Ubicación de dosificadores

A partir del diseño geométrico de la carcasa del dosificador se realiza una simulación mediante el Software EDEM de ALTAIR. Se pretendía observar, teniendo disponible la cinta transportadora ya dimensionada y la velocidad de las semillas calculada (0,5 m/s) como se desarrollaba realmente la división de caudal en el dosificador. Luego se determinó que ubicación era la más apropiada para los dosificadores.

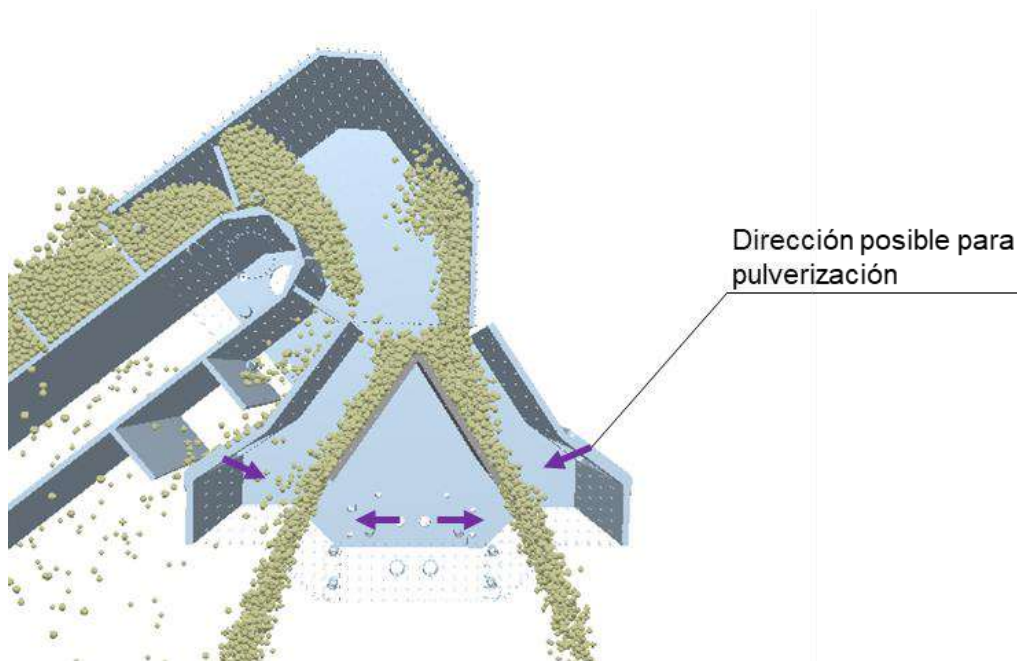


Figura 5-48: Esquema de selección del lugar para ubicar los dosificadores de líquido a partir de la simulación.

Luego, se sumó a la simulación, el cono de líquido pulverizado de manera esquemática. Como se ve en la Figura 5-49, los resultados obtenidos son satisfactorios para los objetivos planteados.

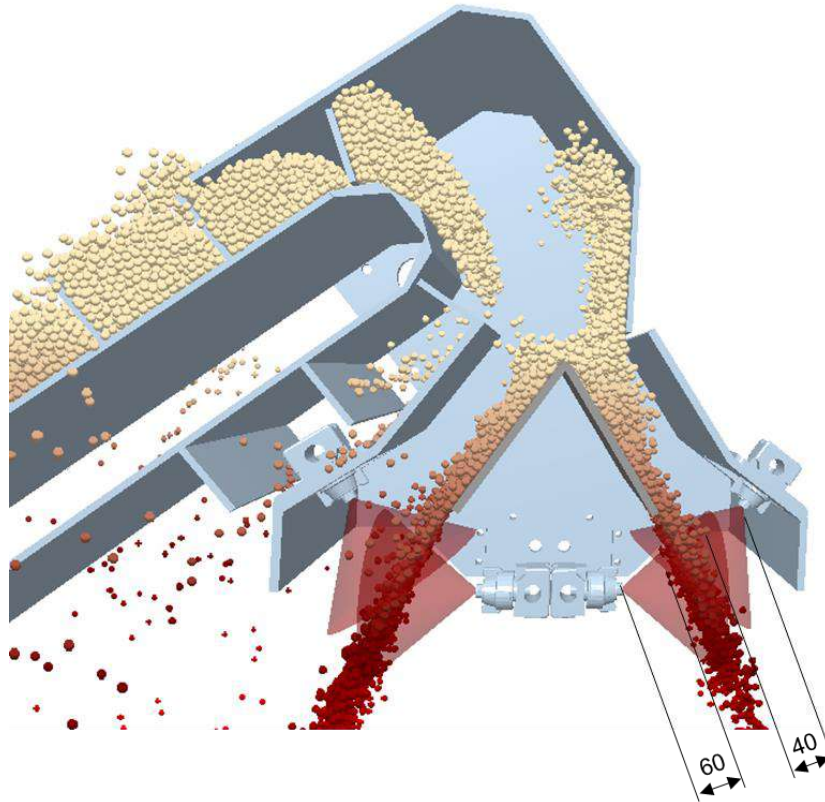


Figura 5-49. Simulación de dosificación de líquido mediante Software EDEM.

Luego se propuso a determinar cuántas boquillas de pulverización se necesitaría para que todo el ancho de la columna de semillas sea pulverizado uniformemente. Para esto se tenían los datos de las distancias desde las boquillas (Figura 5-49) y el ángulo de pulverización de las boquillas, el cual se preselecciona en el catálogo de boquillas TEEJET (TeeJet Technologies) como 80° para las pastillas de pulverización que se podrían utilizar en el dispositivo.

En el primer caso (Figura 5-50a) se analizó la colocación de dos pastillas por ramal, el cual, como se observa no llega a cubrir todo el ancho de la columna para las distancias que se tienen. Se colocó una pastilla más por ramal (Figura 5-50b) para achicar la distancia entre pastillas y que el líquido pulverizado por cada una tienda a superponerse. De esta manera se logra cubrir el ancho total de la columna cumpliendo el propósito planteado al inicio del capítulo.

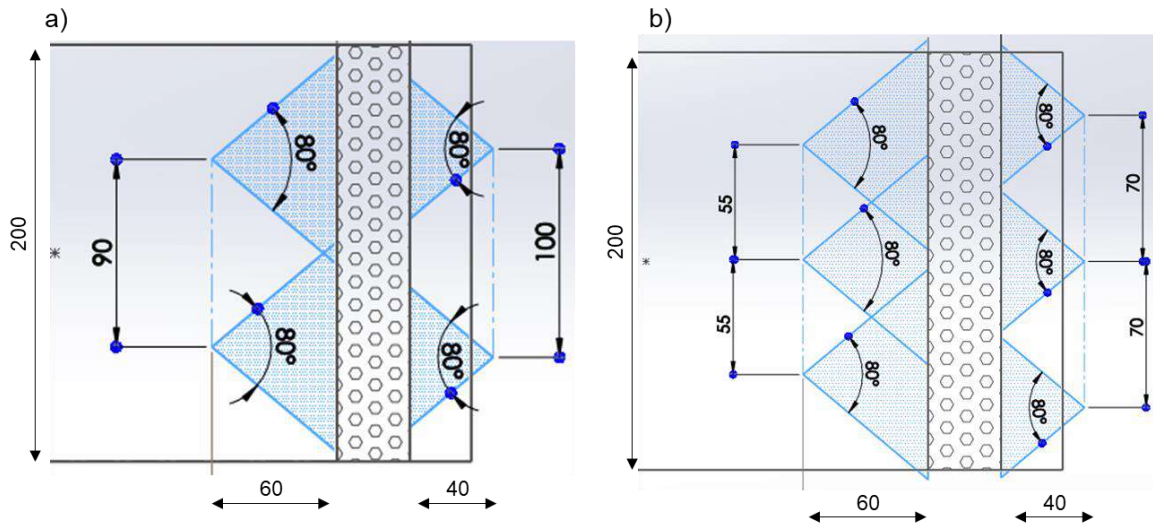


Figura 5-50. Colocación de pastillas en el ancho de la columna de semillas. a) Dos pastillas por ramal. b) Tres pastillas por ramal.

Selección de boquilla

Para la selección de la boquilla se utilizará el catálogo de boquillas de TEEJET (TeeJet Technologies).

En primer lugar, es necesario conocer que caudal de líquido hay que dosificar por cada una teniendo en cuenta cual es el caudal de semillas que está entrando al sistema y cuál es la dosis que se desea aplicar. Recordando, la dosis a aplicar se fijó como 1000 ml/100 Kg de semillas.

$$Q_{liq} = \frac{m_{semillas}}{60} \left(\frac{D}{100000} \right)$$

Donde Q_{liq} es el caudal de líquido total [L/min]; $m_{semillas}$ es el caudal masico de semillas [Kg/h] y D es la dosis deseada de producto [ml/100 Kg].

Además, se tiene que dividir dicho caudal (Q_{liq}) entre la cantidad de pastillas ($N_{boquilla}$) que estarán dosificando para saber el caudal de líquido que debe pasar por cada boquilla individual ($Q_{boquilla}$).

$$Q_{boquilla} = \frac{Q_{liq}}{N_{boquilla}}$$

En la siguiente tabla se resume los datos y resultados:

Tabla 5-29. Datos para selección de boquillas.

Caudal de semillas de entrada	9000	Kg/h
Dosis de liquido a aplicar	1000	ml/100kg
Cantidad de pastillas	12	(6 por seccion)
Caudal de liquido total	1,5	L/min
Caudal de liquido por pastilla	0,125	L/min

Corrección por densidad

De la tabla de datos de productos relevados (Anexo 4), se sabe que la densidad de los productos que se van a dosificar no es la misma que la del agua. Se estimo una **densidad promedio de 1,1 Kg/L.**

Como los valores de caudal y presión dados en el catálogo de boquillas están basados en la pulverización de agua es necesario utilizar un factor de conversión (Fd), brindado por el mismo fabricante de boquillas, para calcular un nuevo caudal corregido ($Q_{corregido}$) y se tendrá en cuenta este último caudal para la selección de la boquilla. El valor del factor de conversión puede observarse en la Tabla 5-30.

$$Q_{corregido} = Q_{boquilla} (Fd) = 0.125 \frac{L}{min} (1.05)$$

$$Q_{corregido} = 0.131 \frac{L}{min}$$

De esta manera, se seleccionará una boquilla del catálogo que dosifique 0.131 L/min para asegurarnos que la dosificación sea de en realidad 0.125 L/min

Tabla 5-30. Factores de conversión para dosificación de productos con densidad distinta a la del agua. (TeeJet Technologies).

DENSIDAD - kg/L	FACTORES DE CONVERSIÓN
0,84	0,92
0,96	0,98
1,00 - AGUA	1,00
1,08	1,04
1,20	1,10
1,28 - 28% nitrógeno	1,13
1,32	1,15
1,44	1,20
1,68	1,30

La boquilla seleccionada, basándose en el catálogo y teniendo en cuenta el caudal necesario se detalla a continuación. En la Tabla 5-32 se detalla la tabla del catálogo que permitió la selección.

Tabla 5-31: Especificaciones de la boquilla de pulverización seleccionada (TeeJet Technologies).

Marca	TEEJET
Modelo	CONEJET Cono Hueco Visiflo
Codigo	TX-VS2
Angulo de pulverizacion	80°
Presion de trabajo	3 bar
Caudal dosificado	0,131 L/min



Tabla 5-32. Datos de caudal dosificado a determinada presión de la boquilla CONEJET Cono Hueco Visiflo de la marca Teejet (TeeJet Technologies).

		l/min																		
		2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar	8 bar	9 bar	10 bar	11 bar	12 bar	13 bar	14 bar	15 bar	16 bar	17 bar	18 bar	19 bar	20 bar
TX-VS1	100	0,055 VF	0,065 VF	0,074 VF	0,081 VF	0,087 VF	0,093 VF	0,098 VF	0,103 VF	0,108 VF	0,112 VF	0,116 VF	0,120 VF	0,124 VF	0,127 VF	0,131 VF	0,134 VF	0,137 VF	0,140 VF	0,143 VF
TX-VS2	100	0,110 VF	0,131 VF	0,148 VF	0,164 VF	0,177 VF	0,189 VF	0,201 VF	0,211 VF	0,221 VF	0,231 VF	0,240 VF	0,248 VF	0,256 VF	0,264 VF	0,272 VF	0,279 VF	0,286 VF	0,293 VF	0,299 VF
TX-VK3	100	0,164 F	0,196 VF	0,223 VF	0,245 VF	0,266 VF	0,284 VF	0,301 VF	0,317 VF	0,332 VF	0,346 VF	0,359 VF	0,372 VF	0,384 VF	0,396 VF	0,407 VF	0,418 VF	0,429 VF	0,439 VF	0,449 VF
TX-VK4	50	0,218 F	0,262 VF	0,299 VF	0,331 VF	0,360 VF	0,386 VF	0,410 VF	0,433 VF	0,454 VF	0,474 VF	0,493 VF	0,512 VF	0,529 VF	0,546 VF	0,562 VF	0,578 VF	0,594 VF	0,608 VF	0,623 VF
TX-VK6	50	0,327 F	0,393 VF	0,448 VF	0,496 VF	0,539 VF	0,579 VF	0,615 VF	0,649 VF	0,681 VF	0,711 VF	0,740 VF	0,767 VF	0,794 VF	0,819 VF	0,844 VF	0,867 VF	0,890 VF	0,912 VF	0,934 VF
TX-VK8	50	0,433 F	0,525 VF	0,603 VF	0,671 VF	0,732 VF	0,788 VF	0,840 VF	0,888 VF	0,934 VF	0,978 VF	1,02 VF	1,06 VF	1,10 VF	1,13 VF	1,17 VF	1,20 VF	1,24 VF	1,27 VF	1,30 VF
TX-VK10	50	0,541 F	0,657 VF	0,753 VF	0,838 VF	0,915 VF	0,985 VF	1,05 VF	1,11 VF	1,17 VF	1,22 VF	1,27 VF	1,32 VF	1,37 VF	1,42 VF	1,46 VF	1,50 VF	1,55 VF	1,59 VF	1,63 VF
TX-VK12	50	0,649 F	0,788 VF	0,904 VF	1,01 VF	1,10 VF	1,18 VF	1,26 VF	1,33 VF	1,40 VF	1,47 VF	1,53 VF	1,59 VF	1,65 VF	1,70 VF	1,75 VF	1,81 VF	1,86 VF	1,90 VF	1,95 VF
TX-VK18	50	0,968 F	1,18 VF	1,37 VF	1,53 VF	1,67 VF	1,80 VF	1,93 VF	2,04 VF	2,15 VF	2,25 VF	2,35 VF	2,45 VF	2,54 VF	2,63 VF	2,72 VF	2,80 VF	2,88 VF	2,96 VF	3,03 VF
TX-VK26	50	1,40 F	1,71 VF	1,97 VF	2,20 VF	2,41 VF	2,60 VF	2,78 VF	2,95 VF	3,11 VF	3,26 VF	3,40 VF	3,54 VF	3,67 VF	3,80 VF	3,92 VF	4,04 VF	4,16 VF	4,27 VF	4,38 VF

Luego a partir de la boquilla elegida, se selecciona los demás componentes para su montaje en el circuito de dosificación.

Tabla 5-33: Especificaciones del acople rápido para pastilla (TeeJet Technologies).

Marca	TEEJET
Modelo	CP26277-1-NY
Presion maxima	20 bar
Material	Nylon
Nro de pedido con junta	26278-1-NYR



Tabla 5-34: Especificaciones de la bajada de tubería (TeeJet Technologies).

Marca	TEEJET	
Modelo	QJ7421-1/2-NYB	
Presion maxima	20 bar	
Tubo para montaje	1/2"	
Ø de orificio a perforar en tubería	9,5 MM	

Selección de bomba

Para la selección de la bomba, primero se calculará la presión necesaria para el funcionamiento del circuito ($P_{trabajo}$). Esta es la suma de la presión para la dosificación ($P_{dosificacion}$) más la pérdida de carga generada por el mismo circuito ($\Delta P_{circuito}$).

$$P_{trabajo} = P_{dosificacion} + \Delta P_{circuito}$$

De la Tabla 5-32 se obtuvo que la **presión de dosificación es de 3 bar**, ahora se calculara la pérdida de carga en el circuito.

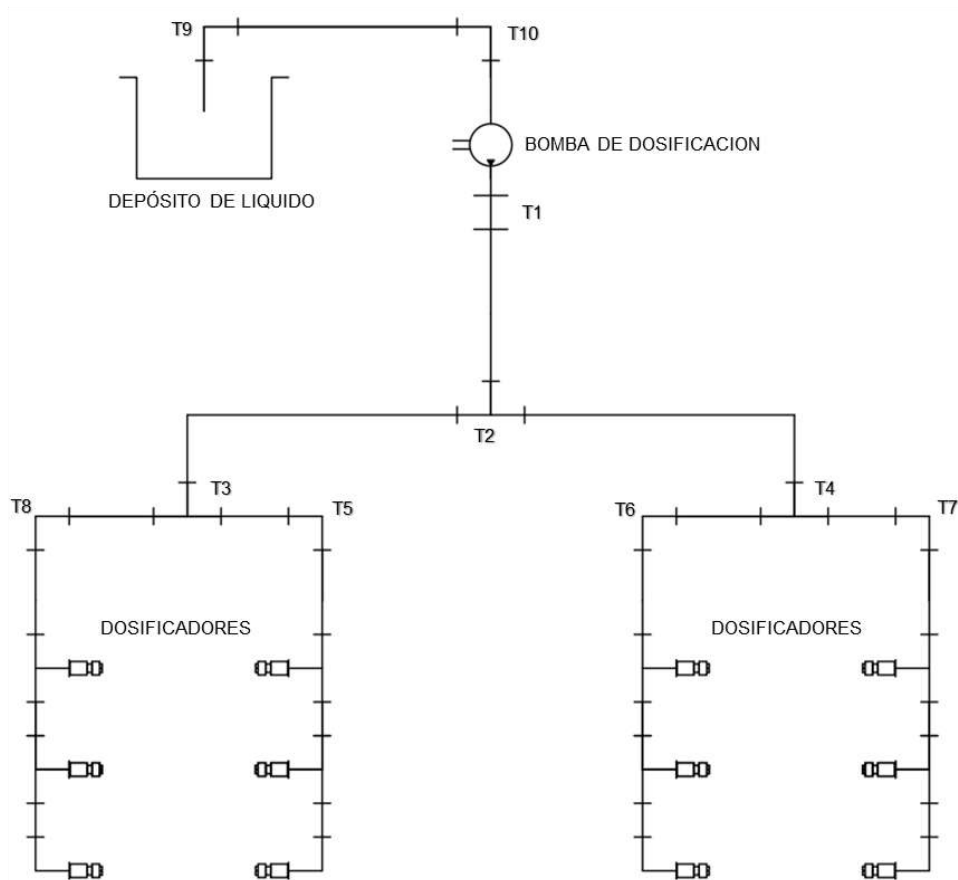


Figura 5-51: Esquema del circuito de dosificación de líquido para tratamiento de semillas.

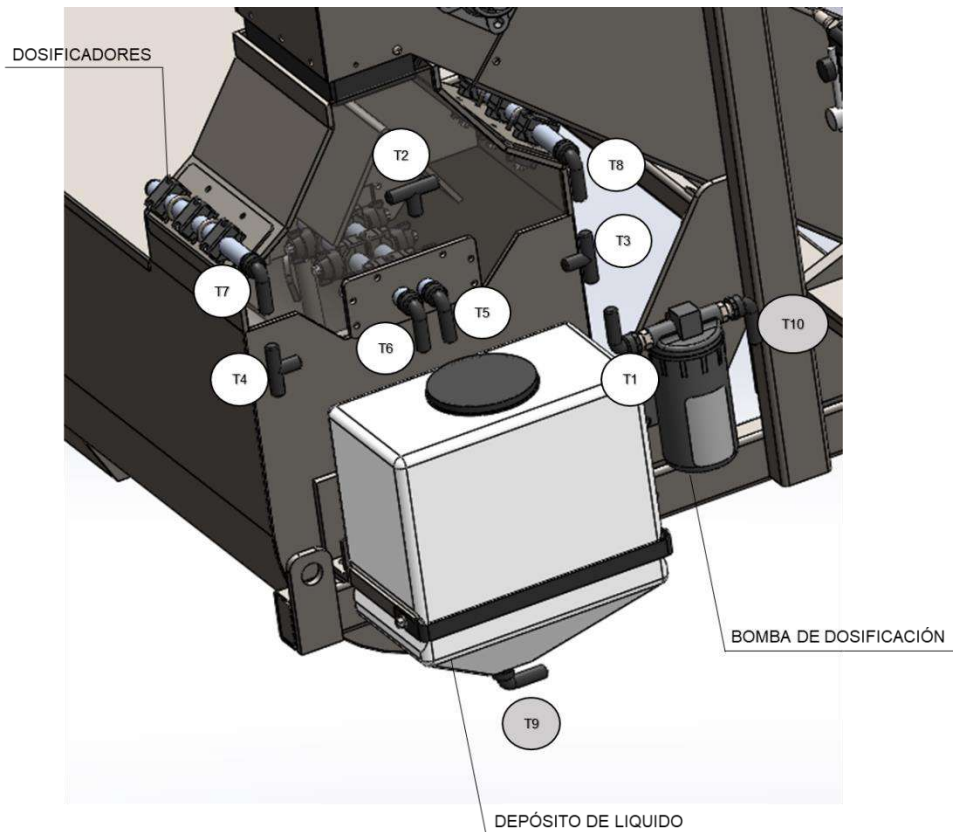


Figura 5-52: Ubicación física de los elementos del circuito.

Cálculo de pérdida de carga en circuito

Se calculará la pérdida de carga por fricción en las tuberías y por la presencia de accesorios. Ambos cálculos se basan en la metodología utilizada por el libro “*Mecánica de fluidos. Fundamentos y aplicaciones*” (Çengel & Cimbala, 2006).

▪ Pérdida de carga por fricción en tuberías

La pérdida de carga en tuberías puede calcularse como:

$$h_{fr} = f \frac{L V^2}{\varnothing 2g}$$

Donde h_{fr} es la pérdida de carga en un tramo de tubería; L es la longitud del tramo; V es la velocidad promedio del flujo en el tramo; $\varnothing$ es el diámetro interior de la tubería; g es la aceleración de la gravedad y f es el factor de fricción.

$$V = \frac{Q (60000)}{A} = \frac{Q (60000)}{\pi \frac{\varnothing^2}{4}}$$

Donde Q es el caudal en L/min y A el área de la tubería en m².

$$f = \frac{64}{Re}$$

Donde Re es el Nro. de Reynolds y esta fórmula solo es correcta para flujo laminar ($Re \leq 2300$)

$$Re = \frac{\rho V_{prom} \emptyset}{\mu}$$

Donde μ es la viscosidad del fluido; ρ es la densidad.

Del Anexo 4 se obtuvo que:

Densidad promedio $1.1 \text{ g/cm}^3 = 1100 \text{ Kg/m}^3$

Viscosidad = $5.3 \text{ cP} = 0.0053 \text{ Kg/ms}$

Tabla 5-35: Hoja de cálculo para la pérdida de carga en los distintos tramos de tuberías.

Tramo	L [m]	Q [L/min]	$\emptyset$ [m]	V [m/s]	Re	f	hfr [m]
T1-T2	0,35	1,5	0,0127	0,20	520,19	0,123	0,006738
T2-T4	0,23	0,75	0,0127	0,10	260,10	0,246	0,002214
T2-T3	0,23	0,75	0,0127	0,10	260,10	0,246	0,002214
T4-T6	0,28	0,375	0,0127	0,05	130,05	0,492	0,001348
T4-T7	0,05	0,375	0,0127	0,05	130,05	0,492	0,000241
T3-T5	0,28	0,375	0,0127	0,05	130,05	0,492	0,001348
T3-T8	0,05	0,375	0,0127	0,05	130,05	0,492	0,000241
TOTAL							0,014342

$Re \leq 2300 \rightarrow$ Flujo laminar

▪ Pérdida de carga menores por accesorios

La pérdida de carga en los accesorios se calcula a partir de la siguiente formula:

$$h_L = K_L \frac{V^2}{2g}$$

Donde h_L es la pérdida de carga en un accesorio y K_L es un factor que depende de cada accesorio.

Tabla 5-36: Hoja de cálculo para la pérdida de carga en los accesorios del circuito.

Conexión	Cantidad	Q [L/min]	Ø [m]	K _L	V [m/s]	h _L [m]
UNION TE (Central)	1	1,5	0,0127	2	0,20	0,003974
CODO 90° (Central)	1	1,5	0,0127	0,9	0,20	0,001788
UNION TE (Seccion)	2	0,75	0,0127	2	0,10	0,001987
Codo 90° (Seccion)	4	0,375	0,0127	0,9	0,05	0,000447
Cuerpos de boquilla (TE)	12	0,125	0,0095	2	0,03	0,001058
TOTAL						0,009255

Luego la pérdida de carga total (ΔH_{total}) es la suma de las pérdidas de carga de todos los tramos (ΔH_{fr}) y todos los accesorios (ΔH_L):

$$\Delta H_{total} = \Delta H_{fr} + \Delta H_L = 0.01435 \text{ m} + 0.009255$$

$$\Delta H_{total} = 0.02361 \text{ m}$$

La pérdida de carga debido al cambio de presión está dada por:

$$\Delta H_{total} = \frac{\Delta P}{\rho g}$$

$$\Delta P_{circuito} = \Delta H_{total} \rho g = 0.02361 \text{ m} \left(1100 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$\Delta P_{circuito} = 255 \text{ Pa} = 0.003 \text{ bar}$$

Selección de bomba y presión de trabajo

Recordando que:

$$P_{trabajo} = P_{dosificacion} + \Delta P_{circuito}$$

$$P_{trabajo} = 3 \text{ bar} + 0.003 \text{ bar}$$

$$P_{trabajo} = 3.003 \text{ bar}$$

La bomba para la dosificación de líquido será del tipo bomba de diafragma debido a sus ventajas para la aplicación pretendida:

- 1) Capacidad para manejar una amplia variedad de líquidos, incluso los altamente viscosos.
- 2) Bombear productos químicos cáusticos, ya que el diafragma puede estar hecho de materiales que resisten la reacción.

- 3) Son versátiles porque pueden funcionar bien, incluso cuando están bombeando contra mucha presión. (Aiguapres, 2019)
- 4) Capaces de funcionar en seco sin producir daños.
- 5) Bajos costos de mantenimiento
- 6) Fácil control operacional. (Gargil, 2022)

Se seleccionará del catálogo de la marca FLOJET (Xylem, Inc., 2017), de la serie DUPLEX II. Para los distintos modelos de la serie se tienen las curvas características de las mismas:

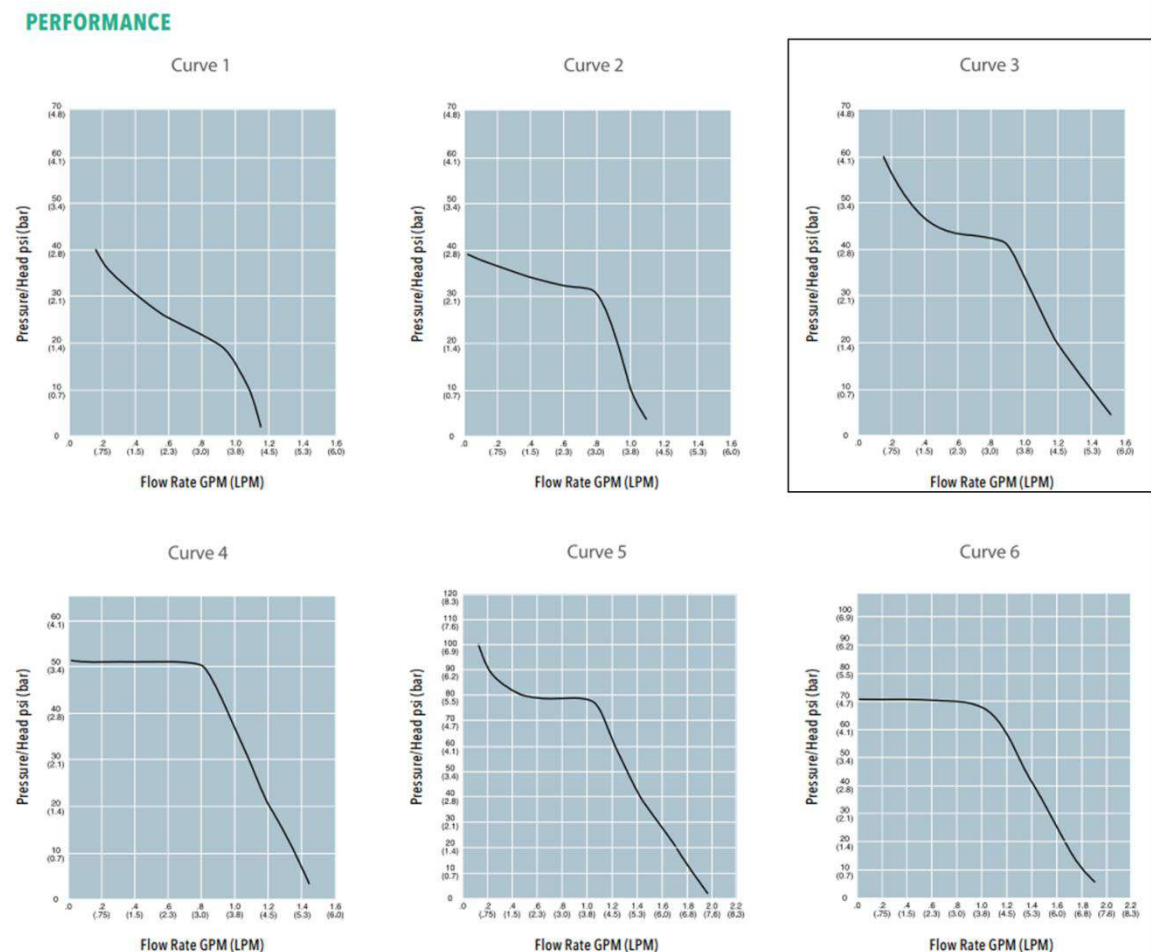


Figura 5-53: Curvas características de distintos modelos de bombas a diafragma (Xylem, Inc., 2017).

Teniendo en cuenta el Caudal a suministrar calculado en la Tabla 5-29 (1.5 L/min), y la Presión de trabajo (3.003 bar) se tiene el **punto de operación** de la bomba, que se utiliza para elegir el modelo de bomba en el catálogo a través de su curva característica. Se selecciona la bomba cuya curva característica es la 3 en la Figura 5-53.

Tabla 5-37: Especificaciones de bomba para dosificación seleccionada.

Marca	FLOJET
Serie	Duplex II
Modelo	D21X005
Voltaje	12V DC
Caudal maximo	7,6 L/min
Conexiones	NPT 3/8"
Material diafragma	EP/PP blend
Peso	3,2 Kg



En la Figura 5-54 se muestra la curva de la bomba seleccionada y se traza el punto de operación objetivo. Como se observa, existe una diferencia entre la presión de trabajo calculada ($P_{\text{trabajo actual}}$) y la presión de trabajo que tiene la bomba al funcionar con un caudal como el objetivo ($P_{\text{trabajo obj}}$). Esta diferencia se denominó $\Delta P_{\text{válvula}}$, ya que se utilizará una válvula para que genere una pérdida de carga, tal que la presión generada por la bomba sea la $P_{\text{trabajo obj}}$ y de esa forma brindar un caudal de 1,5 L/min.

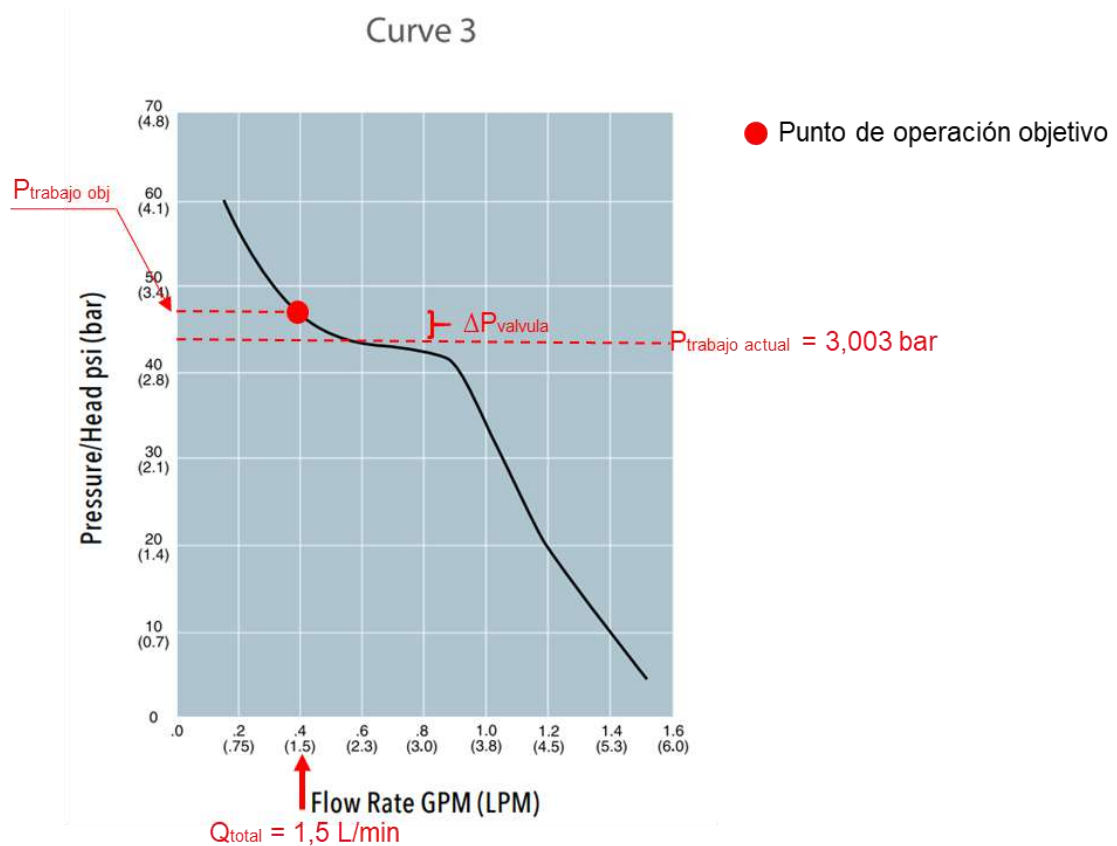


Figura 5-54: Curva característica de bomba seleccionada (Xylem, Inc., 2017).

Entonces se tiene que:

$$\Delta P_{\text{valvula}} = P_{\text{trabajo obj}} - P_{\text{trabajo actual}} = 3,2 \text{ bar} - 3,003 \text{ bar}$$

$$\Delta P_{\text{valvula}} = 0,197 \text{ bar} = 19700 \text{ Pa}$$

$$\Delta H_{\text{valvula}} = \frac{\Delta P_{\text{valvula}}}{\rho g} = \frac{19700 \text{ Pa}}{\left(1100 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right) \left(\frac{9.8 \text{ m}}{\text{s}^2}\right)}$$

$$\Delta H_{\text{valvula}} = 1.82 \text{ m}$$

Diagrama final del circuito

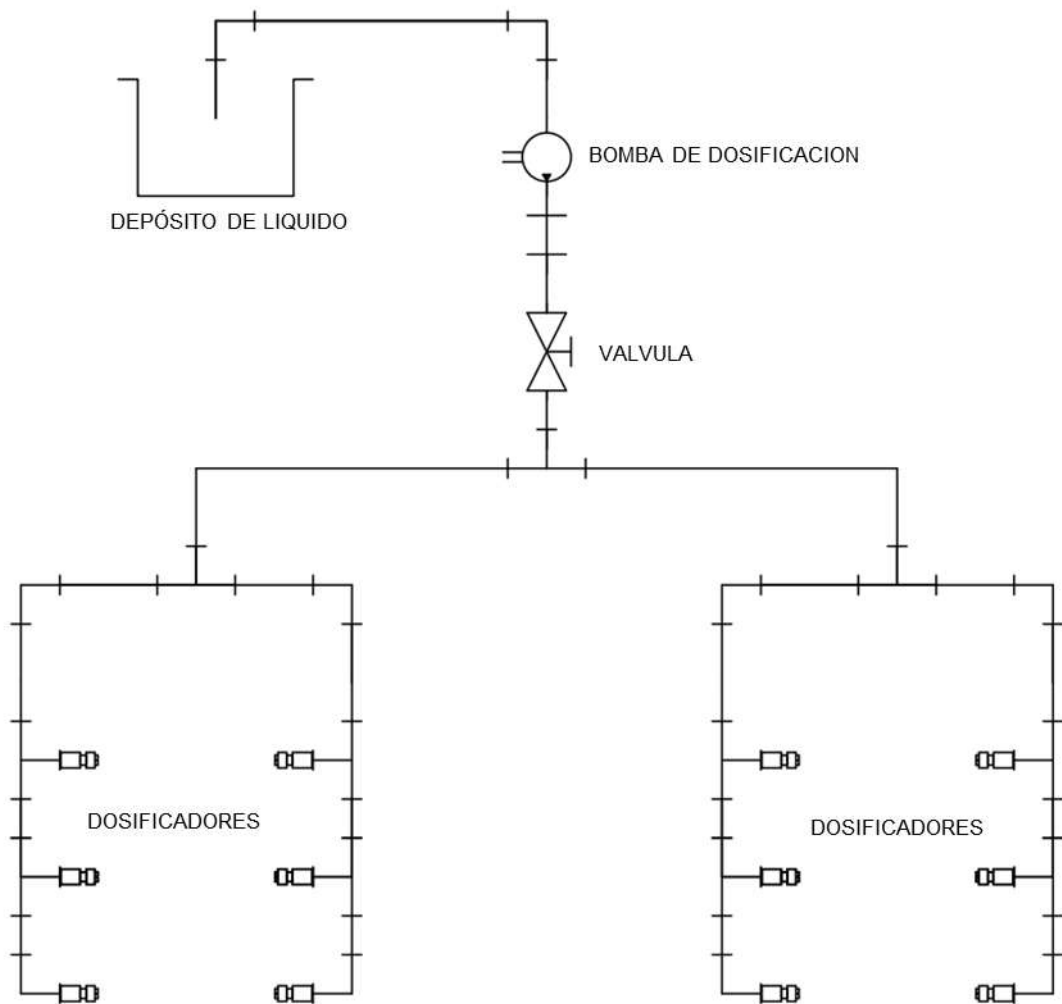


Figura 5-55: Diagrama final de circuito para dosificación de líquido.

Sistema de accionamiento hidráulico

El objetivo del diseño de un circuito hidráulico en nuestro sistema es el accionamiento de la cinta de carga y del mezclador. Del diseño de dichos conjuntos se tienen los datos para el diseño del circuito y la selección de componentes.

Datos

En primer lugar, se recuerda los requerimientos necesarios:

Tabla 5-38: Datos para el cálculo del sistema de accionamiento hidráulico.

	Cinta de carga	Mezclador
Velocidad de giro requerida [rpm]	119	18
Potencia requerida [HP]	0,034	0,661

Como se determinó en la etapa de ingeniería conceptual, el circuito será accionado por la bomba hidráulica del tractor, es decir, el dispositivo se acoplará al circuito hidráulico del tractor a través de los acoples rápidos. En la Tabla 5-39 se muestran las especificaciones de las bombas relevadas en un grupo de tractores.

Tabla 5-39: Datos de bombas de tractor relevadas.

Tipo de bomba	Marca	Modelo	Cilindrada [cm ³ /rev]	Q a 2000 rpm [L/min]	Pmax a salida bomba [bar]	P en conexión rápida [bar]
Engranajes	Venturi	B2	20	40	210	150
Engranajes	Venturi	B2	26	52	180	150
Engranajes	Venturi	B2	42,5	85	180	150
Engranajes	Venturi	B2	45	90	180	150

*Presión medida experimentalmente con manómetro en acople rápido con motor a medio acelerador (1400-1500 rpm giro motor)

Prediseño del circuito

Para el diseño del circuito se tomaron en cuenta los siguientes puntos.

- **Motores en serie:** Se decide que los motores de la cinta y del mezclador se posicionen en serie, con el objetivo de mantener una sincronización entre los mismos. Esto se debe a que como es un proceso continuo que proporciona un caudal de semillas [Kg semillas/h] dado, ambos conjuntos (mezclador y cinta de carga) deben estar sincronizados en su alimentación y descarga para que no se produzca acumulación de material en ninguno de ellos.

- **Control de caudal:** El caudal de aceite hidráulico es el que determinará a qué velocidad ha de girar el motor, por lo que su control es imprescindible si se quiere realizar un correcto tratamiento de semillas: el caudal de semillas que ingresa al sistema de dosificación es directamente proporcional a la velocidad de giro del motor de la cinta de carga. Teniendo el dato del caudal de semillas, se sabe cuánto producto dosificar.
De los datos relevados en la Tabla 5-39, el caudal máximo del que se dispone, en la peor condición se supondrá como 40 L/min.
- **Filtrado del aceite:** Como el circuito del dispositivo se acoplará al circuito hidráulico del tractor, es necesario colocar un elemento filtrante del aceite. Por las características del entorno en los trabajos rurales, los circuitos hidráulicos de los tractores pueden ser contaminados con restos de tierra, polvo y pasto seco, proveniente del sistema de acople rápido que poseen para acoplarse a cualquier implemento agrícola. Con el objetivo de proteger la instalación del dispositivo para curado, se colocará un elemento filtrante al principio de la instalación.
- **Sentido de giro:** Por cómo están diseñados los sistemas de mezclado y de carga, los motores de dichos sistemas se encuentran pensados para girar en un solo sentido de giro. En los tractores, la válvula distribuidora comúnmente usada, puede energizar el sistema con dos sentidos de giro posibles. Con el fin de proteger el circuito del dispositivo en el caso de que se accione la válvula involuntariamente en la posición incorrecta, se debe colocar en la instalación un elemento que impida la circulación de aceite por el circuito del sistema para tratamiento de semillas.
- **Sistema de seguridad de la instalación:** Se deben tener en cuenta fallas, desperfectos o condiciones de mal funcionamiento que produzcan un aumento de presión y colocar elementos que mitiguen o eliminen las posibilidades de que dañen al operario o al sistema.

1. Motor de mezclador
2. Motor de cinta de carga
3. Elemento para control de caudal
4. Elemento para garantizar sentido de giro
5. Filtro

P: Presión

T: Tanque

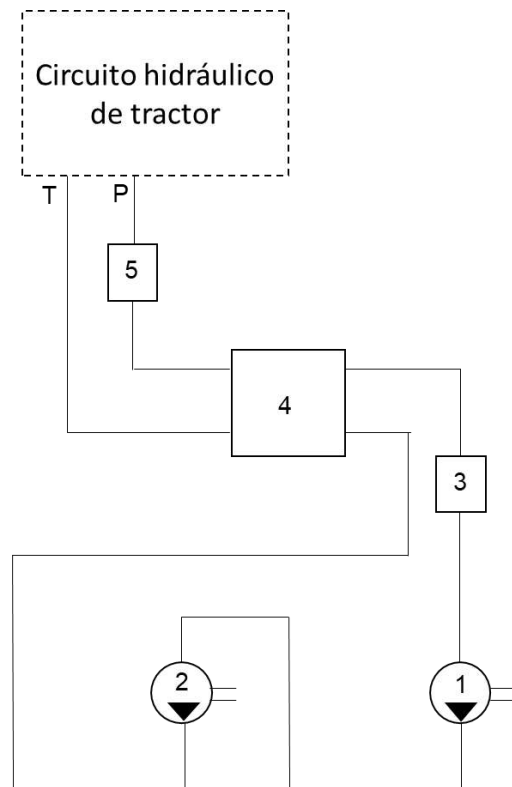


Figura 5-56: Primer bosquejo del circuito hidráulico.

Selección de componentes

1) Motor de mezclador

Este motor debe girar a relativamente bajas rpm. Por las iteraciones que se realizaron para la selección, para obtener los valores de velocidad deseados a un caudal y presión dentro de los límites de diseño, era necesario seleccionar un motor de cilindrada mayor, con el incremento de coste que esto significa. Es por esto que se opta por la opción de colocar un dispositivo reductor de velocidad entre el motor y el eje del mezclador. De esta manera se seleccionará un motor de menor cilindrada, que entregue una velocidad mayor a la del giro del mezclador requerida.

El reductor se realizará mediante una transmisión por cadenas, cuyo cálculo se encuentra en el Anexo 5. A continuación, en la Tabla 5-40 se muestran los datos obtenidos del cálculo del sistema de transmisión.

Tabla 5-40: Resumen de resultados del cálculo de la transmisión por cadenas para el mezclador.

Velocidad de entrada	45	rpm
Velocidad de salida	18	rpm
Relacion de transmision	2,5	
Tipo de cadena	Cadena Nº 60	
Paso	3/4"	pulg
Longitud de cadena necesaria	64	pasos
Distancia entre centros	319,5	mm
Tipo de piñon	Nº 60 - Paso 3/4"	
Nº dientes de piñon	17	
Ø piñon	103,68	mm
Tipo de corona	Nº 60 - Paso 3/4"	
Nº dientes de corona	42	
Ø corona	254,92	mm
Lubricacion	Tipo A - Manual	

Luego se selecciona un motor para la velocidad de entrada al sistema de transmisión requerida. Se utilizará el catálogo de motores hidráulicos de MORO HIDRAULICA (MORO HIDRAULICA, Motores orbitales y cabezales hidroestaticos) para la selección del motor, así como las fórmulas en el catálogo para el cálculo de Torque, Caudal y Presión necesarios.

Tabla 5-41: Datos del modelo de motor para mezclador seleccionado.

Velocidad de giro requerida [rpm]	45	rpm
Potencia requerida	0,661	HP
Modelo de motor preseleccionado	BMP-80P41AIY/T10	
Cilindrada	79,3	cm ³ /rev
Torque	140,18	Nm
Caudal necesario	35,69	L/min
Presion necesaria	111,07	bar

2) Motor de cinta de carga

Para el motor de cinta de carga se probó con varios modelos en la hoja de cálculos, siendo seleccionado el modelo BMM-12P1CY1 del catálogo de motores hidráulicos de MORO HIDRAULICA (MORO HIDRAULICA, Motores orbitales y cabezales hidroestaticos).

Tabla 5-42: Datos del modelo de motor para cinta de carga seleccionado.

Velocidad de giro requerida [rpm]	119	rpm
Potencia requerida	0,034	HP
Modelo de motor preseleccionado	BMM-12P1CY1	
Cilindrada	12,9	cm ³ /rev
Torque	2,73	Nm
Caudal necesario	15,35	L/min
Presion necesaria	13,28	bar

3) Elemento para control de caudal.

Como se mencionó anteriormente, la velocidad a la que van a ir tanto el mezclador como la cinta es una variable de entrada para el sistema de dosificación y debe ser controlada adecuadamente y no presentar variaciones significativas.

Para esto se utilizará un tipo de válvula denominada **Válvulas de Control de Caudal Variable, Compensadas en Presión**. Este tipo de controles de flujo vienen equipados con un orificio variable posicionado en serie con un compensador. El último automáticamente se ajusta a variaciones entre la presión de entrada y la de carga, lo que permite que se mantenga un caudal constante bajo estas condiciones de operación con una precisión del 3 al 5%. Las válvulas de control de flujo variable, compensadas en presión vienen disponibles con válvulas antirretorno, lo que permite el flujo libre en la dirección opuesta, así como también válvulas de control de presión para sobrecarga, que envían el fluido a tanque cuando la presión máxima es excedida. (Solorzano, 2017).

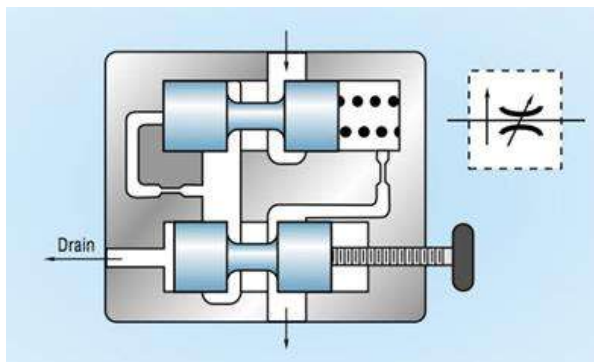


Figura 5-57: Válvula de control de Caudal Variable, Compensada en Presión. (Solorzano, 2017)

La selección de la válvula se realizará mediante el catálogo de Distribuidores y válvulas de la marca Moro Hidráulica (MORO HIDRAULICA, Distribuidores y válvulas., s.f.).

Tabla 5-43: Datos del modelo de válvula para control de caudal seleccionado.

Modelo	LKF - 60 - 1/2 NPT	
Caudal soportado	0 - 60	L/min
Presion maxima	215	Kg/cm ²
Tipo de rosca de conexión	1/2"x14	cm ³ /rev

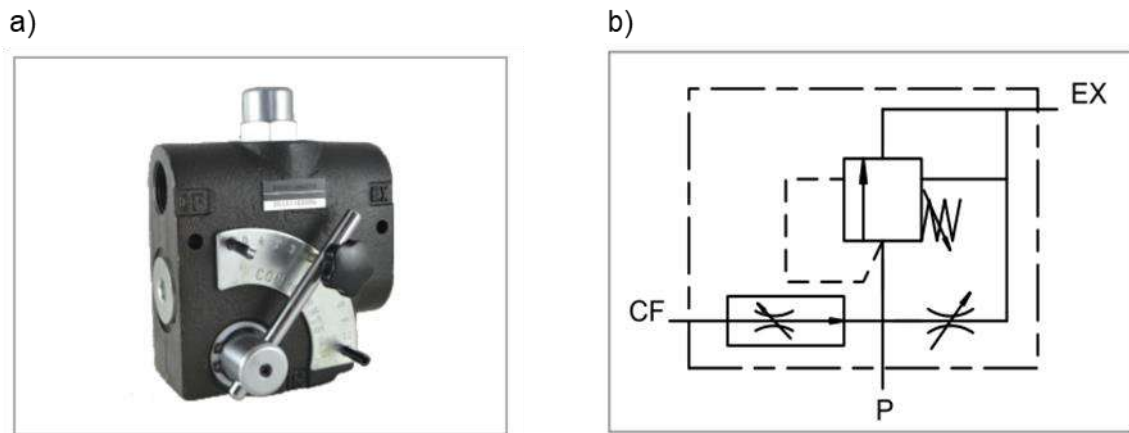


Figura 5-58: a) Forma física de la válvula. b) Esquema hidráulico de la válvula. (MORO HIDRAULICA, Distribuidores y válvulas., s.f.)

Para este elemento hay que realizar una aclaración importante, al consultar con un vendedor de estos componentes, este indico que, aunque regulando la válvula para que el caudal de salida sea, por ejemplo, de 35 L/min, el mismo puede variar en un cierto rango dependiendo del caudal de entrada. Como se observa en la Tabla 5-39, las bombas de los tractores varían en tamaño, cilindrada y caudal entregado, por lo que no se puede asegurar que, regulando la válvula para un tractor, el caudal de salida sea el mismo si se conecta a otro tractor distinto.

Para sobrepasar este inconveniente se opta por colocar un elemento de medición en tiempo real de las rpm de giro del eje de la cinta de carga. Estos componentes son comúnmente llamados **tacómetros**. Al conectar el tacómetro al eje de la cinta de carga, se conocerá a todo momento la velocidad de giro de este, y, por consiguiente, el caudal de entrada de semillas (variable de mayor interés). Ya no importa a que tractor se conecte el dispositivo, basta con mover la perilla de la válvula hasta observar en el display del tacómetro las rpm requeridas en el eje de la cinta, que en este caso son de 119 rpm.

4) Elemento para control de sentido de giro

Para el control de sentido de giro, no se encontró un elemento comercial capaz de satisfacer las necesidades del sistema, por lo que se esquematizo el diagrama hidráulico

del bloque para su construcción. Dicho bloque si este compuesto por elementos comerciales: 2 válvulas antirretorno y 1 válvula limitadora de presión.

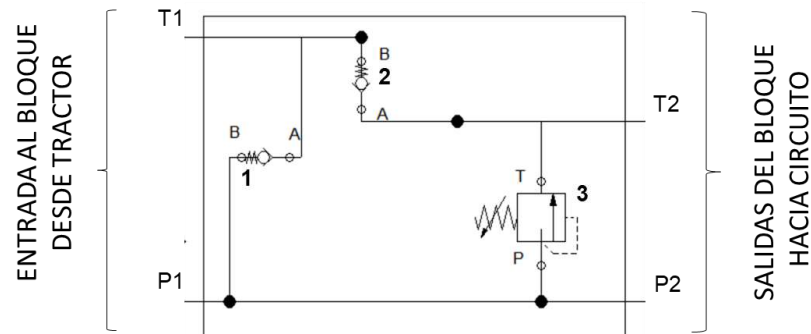


Figura 5-59: Esquema de bloque hidráulico para el control de sentido de giro.

El funcionamiento del bloque se explica gráficamente en la Figura 5-59. En Figura 5-59a, el aceite a presión ingresa por P1 y va hacia P2 sin problema ya que la válvula antirretorno 1 se encuentra cerrada en esa dirección. Luego de pasar por el circuito el aceite vuelve por T2 y va hacia T1 y al tanque de aceite hidráulico del tractor.

El funcionamiento mostrado en Figura 5-59b es para los casos de que se accione mal el comando de la válvula distribuidora del tractor, las mangueras se coloquen al revés, etc. El aceite a presión ingresa por T1 pero no puede ir hacia T2 porque la válvula antirretorno 2 se lo impide, por lo que va hacia P1 al abrirse la válvula antirretorno 1 y de ahí queda recirculando al tanque de aceite hidráulico del tractor. En este caso, el circuito no tendrá presión de aceite y los motores no girarán.

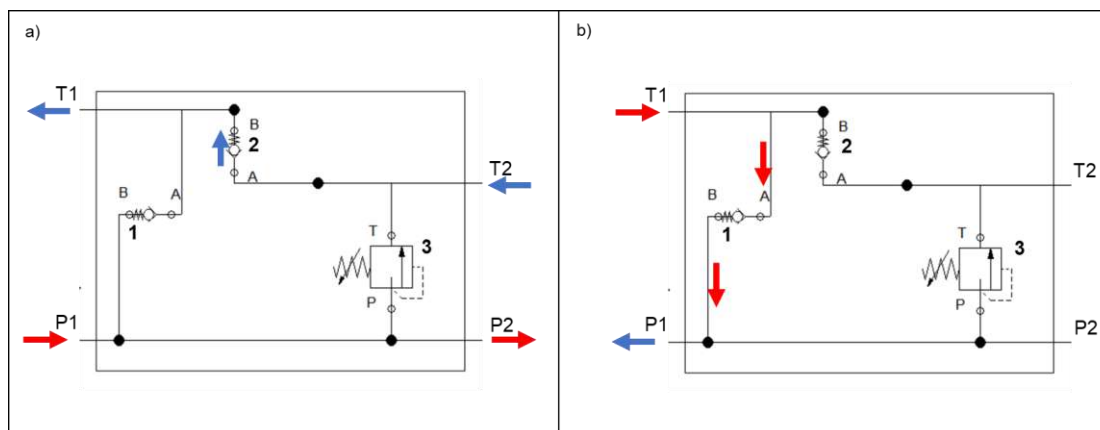


Figura 5-60: Modos de funcionamiento del bloque. a) Presión de aceite en dirección correcta. b) Presión de aceite por dirección incorrecta.

5) Filtro

El elemento filtrante del circuito se encuentra al comienzo de la instalación, es decir, donde el circuito se encuentra a su mayor valor de presión. Es por esto que se debe recurrir a los denominados filtros de presión.

El filtro se selecciona del catálogo de Bombas, equipos hidráulicos, componentes y filtros de Moro Hidráulica (MORO HIDRAULICA, Bombas, equipos hidraulicos, componentes y filtros.)

Tabla 5-44: Datos del modelo de filtro de presión seleccionado.

Marca	UFI ITALY	
Modelo	FPM21B04CNFC5EXX	
Caudal soportado	50-75	L/min
Presion maxima	210	bar
Medio filtrante	Fibra	
Valvula Bypass	Acero, seteada a 6 bar	
Sellos	Nitrilo	
Tipo de rosca de conexión	BSP 1/2"	

Modificaciones al circuito

Luego de seleccionado los componentes, surge la necesidad de modificar el circuito bosquejado en la Figura 5-56, debido a los motores seleccionados. Recordando los motores se encuentran conectados en serie, con la entrada del motor de la cinta de carga conectada a la salida del motor del mezclador. De la selección de los motores se obtuvo que el motor del mezclador necesita 35 L/min y el de la cinta de carga 15 L/min aproximadamente para que los sistemas se muevan a las velocidades requeridas.

Como ha de observarse es necesario desviar parte del caudal que sale del motor del mezclador hacia la cinta de carga para que a esta le lleguen los 15 L/min. En este caso particular el porcentaje de aceite que hay que desviar es cercano al 50%.

Para lograr tal objetivo se piensa en utilizar una válvula divisora de caudal 50/50. Esta válvula divide el caudal de entrada a la misma en dos caudales iguales correspondiente al 50% del caudal de entrada. El circuito quedaría:

- 1. Motor de mezclador
- 2. Motor de cinta de carga
- 3. Elemento para control de caudal
- 4. Elemento para garantizar sentido de giro
- 5. Filtro
- 6. Válvula divisora de flujo

P: Presión
T: Tanque

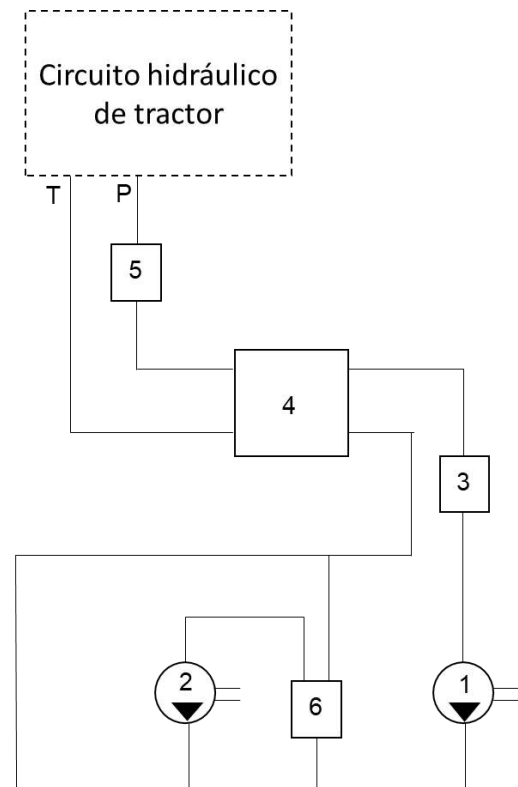


Figura 5-61: Segundo bosquejo del circuito hidráulico.

6) Válvula divisora de flujo.

La válvula divisora integradora proporcional se selecciona del catálogo de Distribuidores y válvulas de la marca Moro Hidráulica (MORO HIDRAULICA, Distribuidores y válvulas., s.f.). En la Tabla 5-45 se muestran las especificaciones de la válvula seleccionada.

Tabla 5-45: Datos del modelo de válvula divisora de caudal seleccionada.

Marca	FLUID-PRESS	
Codigo para pedido	40104	
Caudal soportado	20-40	L/min
Presion maxima	250	bar
Porcentaje de division	50-50	
Tipo de rosca de conexión	Entrada: 1/2" BSP / Salidas: 3/8" BSP	

Una aclaración importante es que la adición de esta válvula no modifica la regulación de caudal mediante la válvula de control de flujo. Para regular el flujo de aceite se debe mover la perilla hasta que el tacómetro que mide la velocidad de giro del eje de la cinta de carga de 119 rpm.

Debido a que nos basaremos en las rpm que mide el tacómetro, el caudal que le llega al primer motor (del mezclador) es posible que varíe entre 30-35 L/min ya que la válvula divisora de caudal tiene un porcentaje de división 50-50 y para que el motor de la cinta

gire a 119 rpm, se calculó que necesita alrededor de 15,4 L/min. Esta variación en el caudal de entrada al motor del mezclador no influye en la calidad del tratamiento ya que la velocidad de giro del mezclador no es una variable de mayor relevancia como así lo es la velocidad de giro del motor de la cinta, la cual alimenta el sistema de dosificación.

Diseño final de circuito hidráulico

Teniendo en cuenta todo lo comentado anteriormente, se realiza el circuito hidráulico del sistema completo mediante el Software FluidSIM Hidráulica 4.5 de FESTO.

Las especificaciones de los elementos se encuentran detalladas en la sección de **Selección de componentes.**

1. Motor de mezclador
2. Motor de cinta de carga
3. Válvula reguladora de flujo
4. Bloque hidráulico para control de sentido de giro
5. Filtro de presión
6. Válvula divisora de flujo

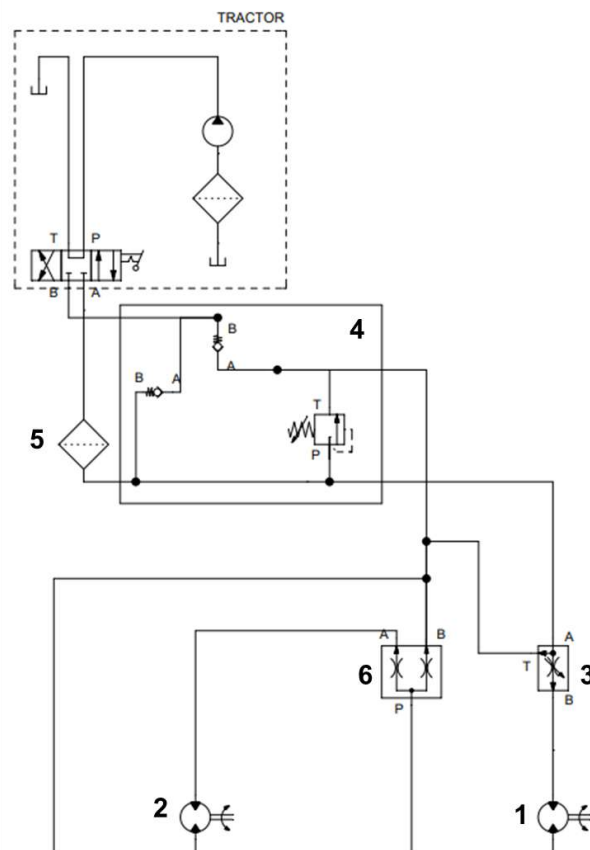


Figura 5-62: Circuito hidráulico del equipo para tratamiento de semillas.

7) Selección de mangueras hidráulicas y conectores

Luego de tener los componentes seleccionados se eligen las mangueras y los conectores para el circuito. En la Figura 5-63 se muestra nuevamente el circuito hidráulico con las indicaciones de los conectores necesarios para especificar las mangueras y los conectores en la Tabla 5-46 y Tabla 5-47 respectivamente.

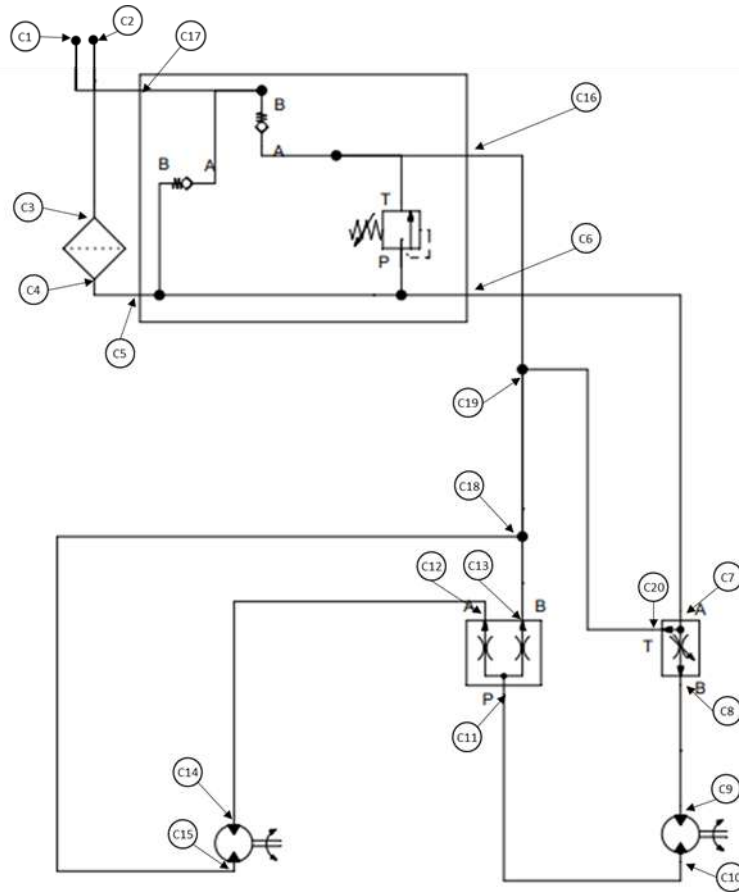


Figura 5-63: Circuito hidráulico con indicaciones de los conectores necesarios.

Tabla 5-46: Especificación de mangueras hidráulicas.

Union	Caudal [L/min]	P max [bar]	Tipo de línea	Tamaño (Según Nomograma)	Tipo de manguera
C2-C3	40	150	P	1/2"	SAE100 R1AT
C4-C5	40	150	P	1/2"	SAE100 R1AT
C6-C7	40	150	P	1/2"	SAE100 R1AT
C8-C9	40	150	P	1/2"	SAE100 R1AT
C10-C11	40	150	P	1/2"	SAE100 R1AT
C12-C14	17,5	150	P	3/8"	SAE100 R1AT
C15-C18a	17,5	150	T	1/2"	SAE100 R1AT
C13-C18b	17,5	150	T	1/2"	SAE100 R1AT
C18c-C19a	35	150	T	3/4"	SAE100 R1AT
C20-C19b	5	150	T	1/2"	SAE100 R1AT
C19c-C16	40	150	T	3/4"	SAE100 R1AT
C17-C1	40	150	T	3/4"	SAE100 R1AT

P: Presion T: Retorno a tanque

*Los valores de caudal son los valores maximos que podrian llegar a circular por las mangueras en modo de trabajo

*La Pmax viene determinada por las bombas relevadas, sin embargo la P de trabajo de la limitadora de presion sera de unos 150 bar.

Tabla 5-47: Especificación de los conectores para el circuito

Conexión	Elemento	Manguera	Conector a manguera	Conector a elemento	Rosca en elemento
C1	ACOPLE RAPIDO ISO-7241-A CON VALVULA BOLA UNF 3/4" O RING	3/4"	HEMBRA JIC 37° UNF 7/8"x14 a 3/4	ADAPTADOR MACHO RECTO O RING UNF 3/4"x16 a 7/8"x14	
C2	ACOPLE RAPIDO ISO-7241-A CON VALVULA BOLA UNF 3/4" O RING	1/2"	HEMBRA JIC 37° UNF 7/8"x14 a 1/2	ADAPTADOR MACHO RECTO O RING UNF 3/4"x16 a 7/8"x14	
C3	FILTRO	1/2"	HEMBRA JIC 37° UNF 3/4"x16 a 1/2	ADAPTADOR MACHO RECTO BSP 1/2"x14 a UNF 3/4"x16	BSP 1/2
C4	FILTRO	1/2"	HEMBRA JIC 37° UNF 3/4"x16 a 1/2	ADAPTADOR MACHO RECTO BSP 1/2"x14 a UNF 3/4"x16	BSP 1/2
C5	MANIFOLD	1/2"	HEMBRA JIC 37° UNF 3/4"x16 a 1/2	ADAPTADOR MACHO RECTO BSP 1/2"x14 a UNF 3/4"x16	BSP 1/2
C6	MANIFOLD	1/2"	HEMBRA JIC 37° UNF 3/4"x16 a 1/2	ADAPTADOR MACHO RECTO BSP 1/2"x14 a UNF 3/4"x16	BSP 1/2
C7	VALV REG CAUDAL COMP	1/2"	HEMBRA 90° JIC 37° UNF 3/4"x16 a 1/2	ADAPTADOR MACHO RECTO NPT 1/2"x14 a UNF 3/4"x16	NPT 1/2 X 14
C8	VALV REG CAUDAL COMP	1/2"	HEMBRA JIC 37° UNF 3/4"x16 a 1/2	ADAPTADOR MACHO RECTO NPT 1/2"x14 a UNF 3/4"x16	NPT 1/2 X 14
C9	MOTOR MEZCLADOR	1/2"	HEMBRA JIC 37° UNF 3/4"x16 a 1/2	ADAPTADOR MACHO RECTO BSP 1/2"x14 a UNF 3/4"x16	G 1/2
C10	MOTOR MEZCLADOR	1/2"	HEMBRA 90° JIC 37° UNF 3/4"x16 a 1/2	ADAPTADOR MACHO RECTO BSP 1/2"x14 a UNF 3/4"x16	G 1/2
C11	VALV DIVISORA	1/2"	HEMBRA 90° JIC 37° UNF 3/4"x16 a 1/2	ADAPTADOR MACHO RECTO BSP 1/2"x14 a UNF 3/4"x16	BSP 1/2
C12	VALV DIVISORA	3/8"	HEMBRA 90° JIC 37° UNF 9/16"x18 a 3/8	ADAPTADOR MACHO RECTO BSP 3/8"x19 a UNF 9/16"x18	BSP 3/8
C13	VALV DIVISORA	1/2"	HEMBRA 90° JIC 37° UNF 3/4"x16 a 1/2	ADAPTADOR MACHO RECTO BSP 3/8"x19 a UNF 3/4"x16	BSP 3/8
C14	MOTOR CARGA	3/8"	HEMBRA 90° JIC 37° UNF 9/16"x18 a 3/8	ADAPTADOR MACHO RECTO BSP 3/8"x19 a UNF 9/16"x18	G 3/8
C15	MOTOR CARGA	1/2"	HEMBRA 90° JIC 37° UNF 3/4"x16 a 1/2	ADAPTADOR MACHO RECTO BSP 3/8"x19 a UNF 3/4"x16	G 3/8
C16	MANIFOLD	3/4"	HEMBRA JIC 37° UNF 7/8"x14 a 3/4	ADAPTADOR MACHO RECTO BSP 1/2"x14 a UNF 7/8"x14	BSP 1/2
C17	MANIFOLD	3/4"	HEMBRA JIC 37° UNF 7/8"x14 a 3/4	ADAPTADOR MACHO RECTO BSP 1/2"x14 a UNF 7/8"x14	BSP 1/3
C18a	UNION TE #1 - E (TEE MACHO JIC 37° 7/8"x14)	1/2"	HEMBRA JIC 37° UNF 7/8"x14 a 1/2	-	
C18b	UNION TE #1 - E (TEE MACHO JIC 37° 7/8"x14)	1/2"	HEMBRA JIC 37° UNF 7/8"x14 a 1/2	-	
C18c	UNION TE #1 - S (TEE MACHO JIC 37° 7/8"x14)	3/4"	HEMBRA JIC 37° UNF 7/8"x14 a 3/4	-	
C19a	UNION TE #2 - E (TEE MACHO MACHO HEMBRA JIC 37° 7/8"x14)	3/4"	HEMBRA JIC 37° UNF 7/8"x14 a 3/4	-	
C19b	UNION TE #2 - E (TEE MACHO MACHO HEMBRA JIC 37° 7/8"x14)	1/2"		-	
C19c	UNION TE #2 - S (TEE MACHO MACHO HEMBRA JIC 37° 7/8"x14)	3/4"	HEMBRA JIC 37° UNF 7/8"x14 a 3/4	-	
C20	VALV REG CAUDAL COMP	1/2"		ADAPTADOR MACHO RECTO NPT 1/2"x14 a UNF 7/8"x14	NPT 1/2 X 14

Diseño final del equipo para tratamiento de semillas

En este apartado se explicarán las consideraciones finales de diseño del equipo, el montaje, el modo de funcionamiento y las regulaciones que presenta.

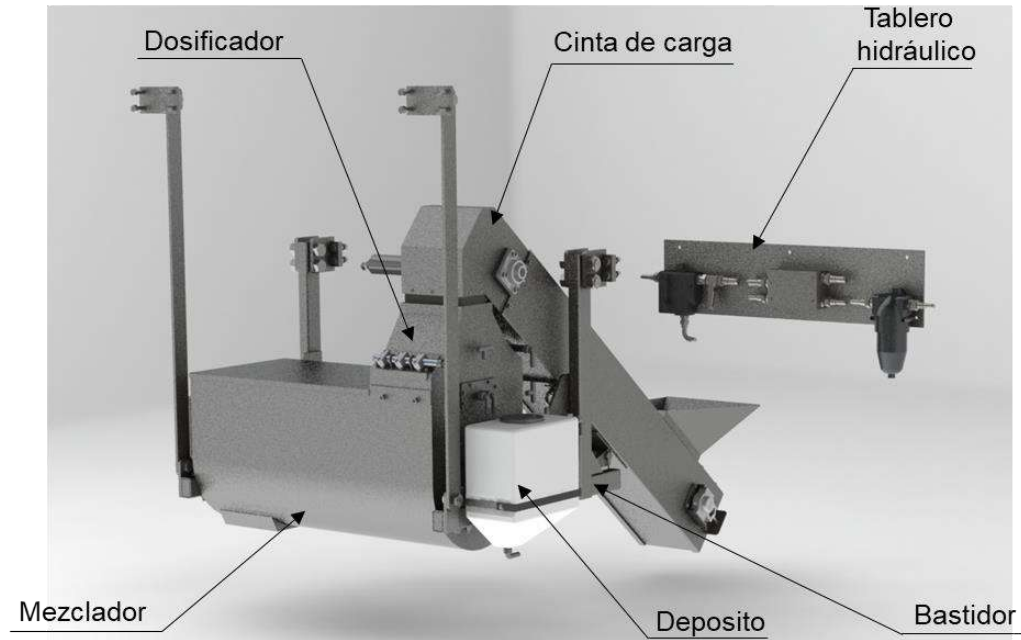


Figura 5-64: Partes del equipo para tratamiento de semillas

Montaje

Para el montaje del equipo en las tolvas semilleras es necesario primero acoplar las piezas "Anclaje a tolva posterior" y "Anclaje a tolva delantero" al chasis de la tolva. Luego se presenta el dispositivo y se lo acopla a los anclajes mediante uniones abulonadas (Figura 5-65)

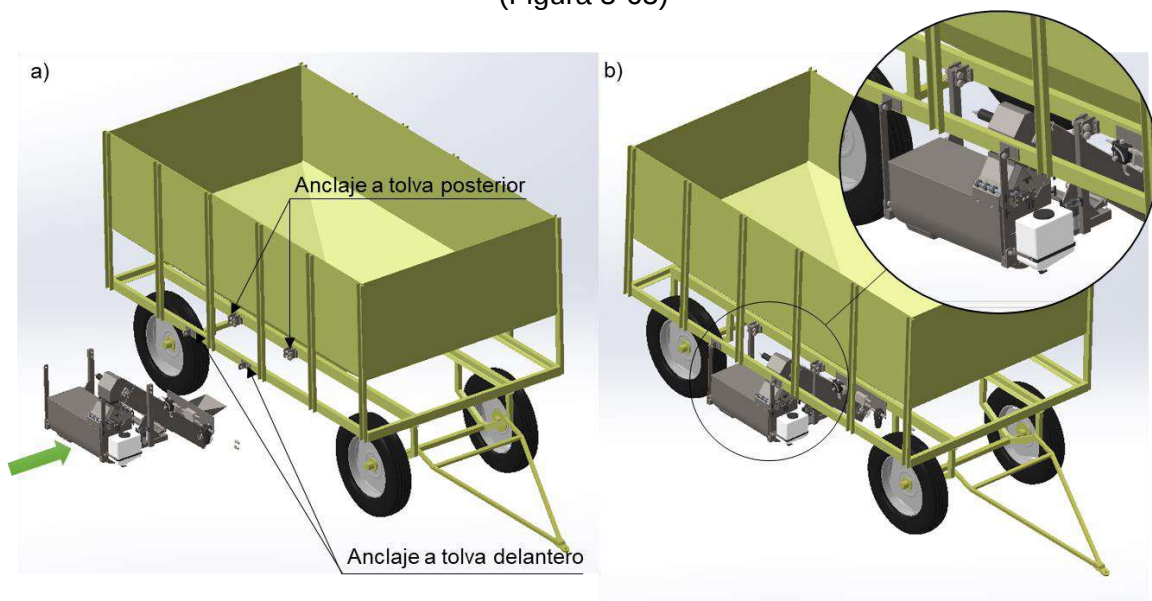


Figura 5-65: a) Montaje de anclajes a chasis de tolva. b) Dispositivo montado en tolva.

Como se comentó anteriormente, las tolvas semilleras pueden variar en su diseño, la pieza “Rienda de anclaje” es una pieza que puede variar entre los distintos diseños de tolva para absorber esa diferencia. como se muestra en la Figura 5-66.

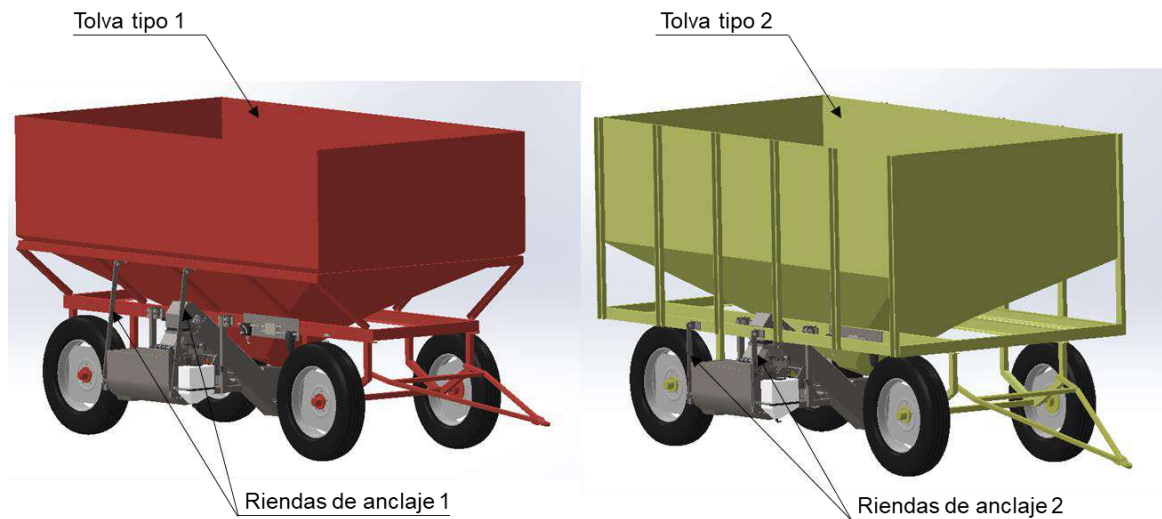


Figura 5-66: Distintos tipos de riendas de anclaje a para distintos tipos de tolva.

Modos de trabajo

Una vez montado el dispositivo en la tolva, la cinta de carga puede adoptar dos posiciones, una para Modo de Trabajo, en el momento que se esté utilizando la máquina para el tratamiento de semillas y una para Modo de Transporte, cuando se requiera transportar la tolva de un campo a otro o transitar por ruta y no se quiera retirar todo el dispositivo. Este cambio de posición es posible gracias a la pieza “Pivot de cinta” que une el bastidor con la estructura de la cinta de carga.

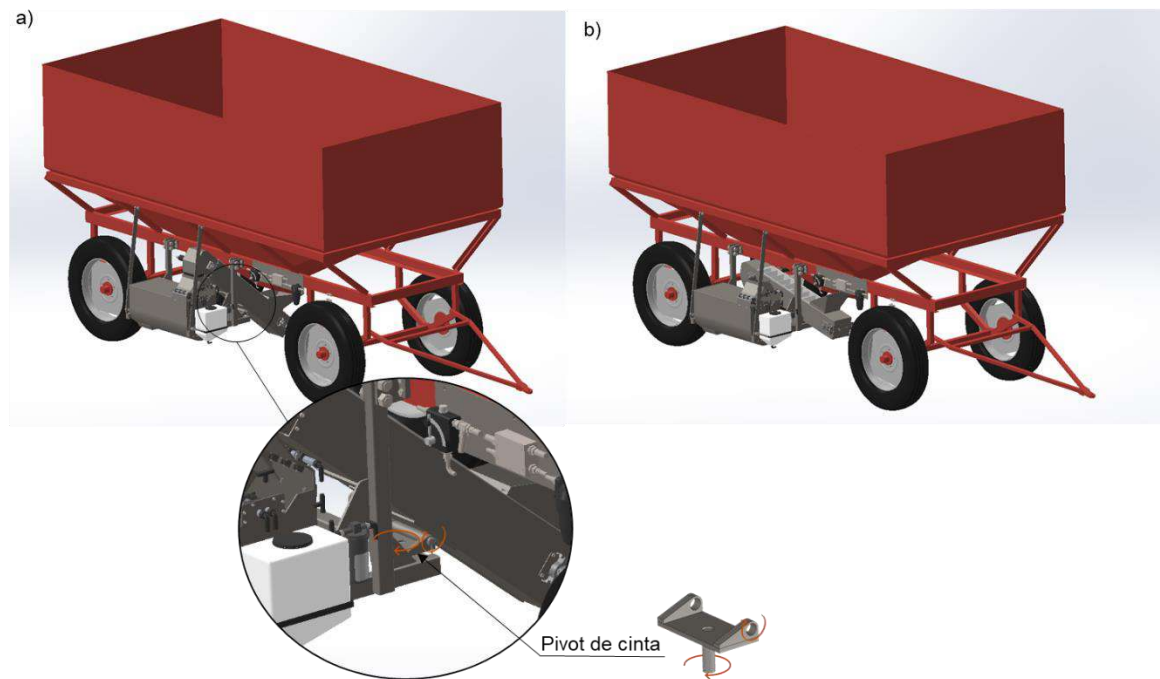


Figura 5-67: a) Dispositivo en Modo de Trabajo. b) Dispositivo en Modo de Transporte.

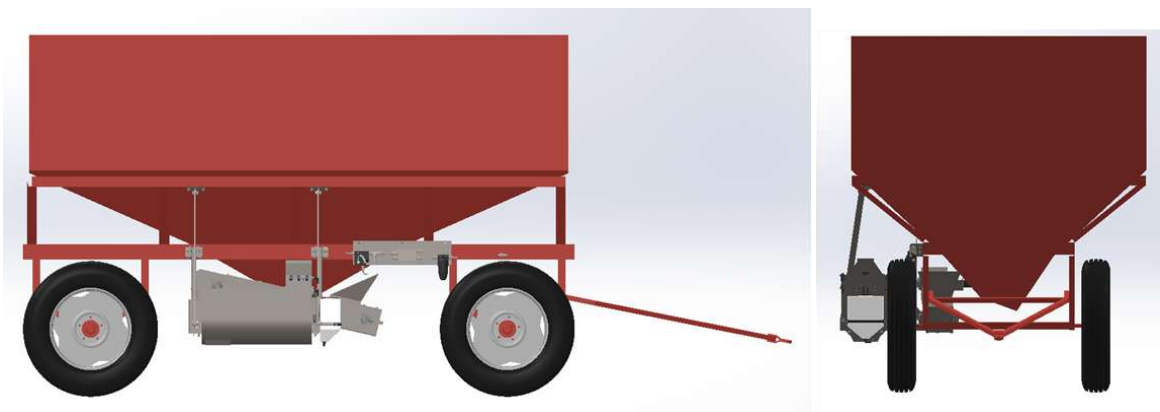


Figura 5-68: Equipo para tratamiento de semillas: Modo de Transporte.

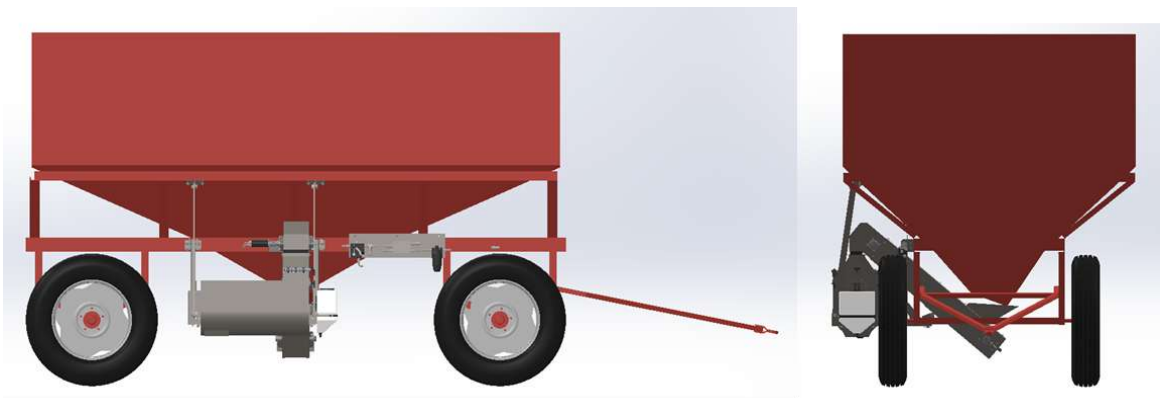


Figura 5-69: Equipo para tratamiento de semillas: Modo de Trabajo.

Funcionamiento y regulaciones.

A continuación, se especifican los pasos a seguir para la puesta en marcha del equipo y se realizan las aclaraciones necesarias.

1. Montaje del equipo en la tolva.

De la misma manera que se indica en el apartado “Montaje” se debe acoplar el dispositivo a la tolva.

2. Conexión de las fuentes de energía

Incluye el acople del circuito hidráulico del equipo al circuito hidráulico del tractor y la conexión a 12V de la bomba de diafragma.

3. Posicionar la máquina para Modo de Trabajo

De la misma manera que se explica en el apartado “Modos de trabajo”.

4. Posicionar la cinta de descarga a sembradora

5. Preparar el producto a aplicar y cargar el deposito

Como se mencionó durante el diseño del sistema de dosificación, el método para variación de la dosis se hará mediante su dilución en agua hasta lograr una dosis de 1000 ml de solución / 100 Kg de semilla. Es decir, si se tiene que aplicar un producto con una dosis de 300 ml/100 Kg de semilla: añadir en un contenedor calibrado 300 ml de producto y 700 ml de agua para así formar una mezcla de 1000 ml que servirá para curar 100 Kg de semilla.

En la siguiente tabla se resume la dilución:

Tabla 5-48: Tabla guía para preparación de producto curasemillas.

DOSIS A APLICAR	mL de producto cada 100 Kg de semillas	mL de agua cada 100 Kg de semilla
200 mL/100 Kg de semilla	200	800
300 mL/100 Kg de semilla	300	700
400 mL/100 Kg de semilla	400	600
500 mL/100 Kg de semilla	500	500
600 mL/100 Kg de semilla	600	400
700 mL/100 Kg de semilla	700	300
800 mL/100 Kg de semilla	800	200
900 mL/100 Kg de semilla	900	100
1000 mL/100 Kg de semilla	1000	0

Se recomienda preparar la solución fuera del depósito del dispositivo, en un recipiente aparte y luego verterla en el mismo.

6. Energizar el sistema hidráulico y regular velocidad de cinta

Al accionar el mando del circuito hidráulico del tractor, la cinta de carga comenzara a funcionar. Mover la palanca de la válvula reguladora de flujo hidráulica, hasta que el tacómetro que indica la velocidad angular del eje de la cinta de los siguientes valores según el caso:

Tabla 5-49: Tabla guía para regulación de velocidad de cinta.

CULTIVO	Indicación de tacómetro
SOJA	122 RPM
TRIGO	115 RPM

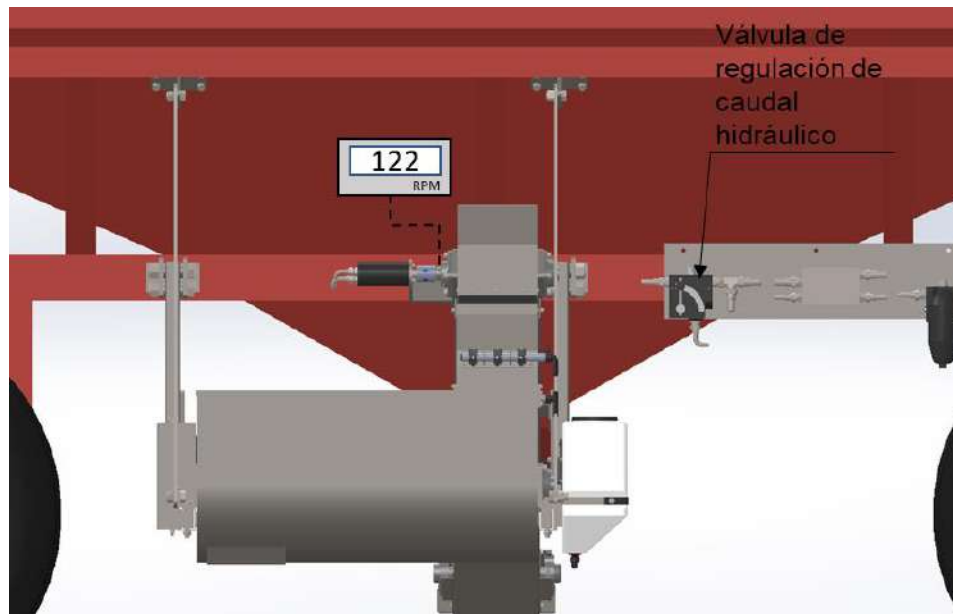


Figura 5-70: Esquema de como regular velocidad de cinta de carga.

7. Energizar el sistema de descarga a sembradora

8. Energizar el sistema de dosificación y abrir la compuerta de descarga de la tolva

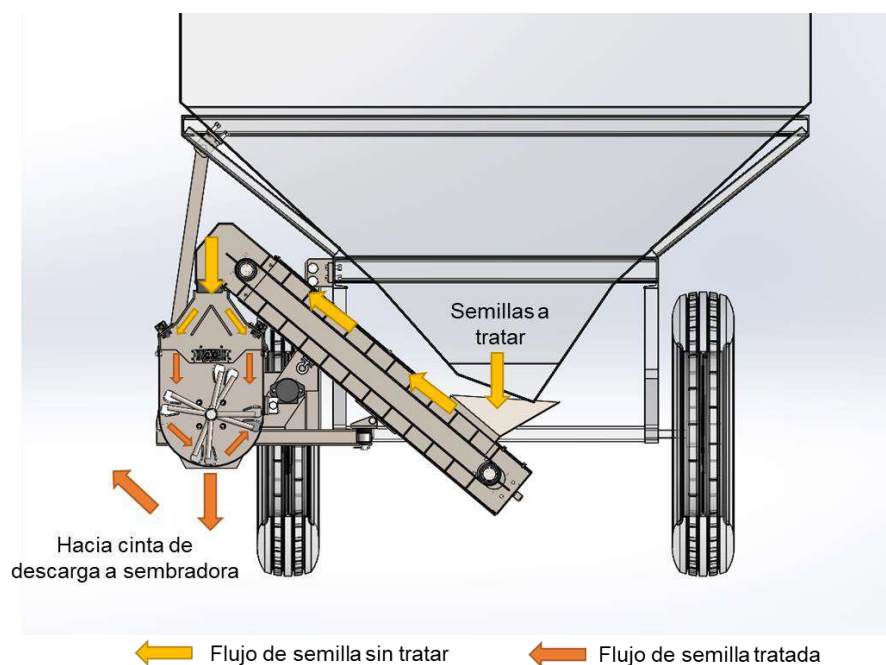


Figura 5-71: Esquema del flujo de semillas dentro del dispositivo.

9. Seguimiento y control durante el proceso

Durante el proceso se recomienda hacer dos seguimientos:

- Observar el tacómetro, las velocidades siempre deben ser las indicadas en la Tabla 5-49.
- Observar el presostato de la bomba de diafragma, si hay algún cambio, puede que alguna pastilla esta tapada.

10. Para detener el mecanismo

Se recomienda en primer lugar desenergizar el circuito hidráulico a través del mando del tractor, de forma de que no pase más semilla al sistema. Luego apagar el sistema de dosificación.

En el caso que ya se haya terminado de usar el equipo, vaciar completamente el depósito de la solución, agregar agua y dejar funcionando la bomba a diafragma de manera de limpiar el circuito de dosificación.

6. Conclusiones

A nivel técnico, si bien la maquina no fue construida físicamente, se han realizado las validaciones, simulaciones y consideraciones necesarias para afirmar que los objetivos y propósitos planteados para este proyecto fueron cumplidos, a saber:

- El **Control de la dosis** es posible gracias al sistema de control de dosis fija de 1000mL / 100 Kg de semilla y regulación de dosis mediante dilución en agua previamente descrito en el diseño del dosificador. Como la pastilla fue seleccionada para ese caudal y la bomba funcionara a un régimen fijo, el sistema presentara una alta confiabilidad.
- Cada semilla debía tener cubierta un mínimo de 80% de su superficie con producto al salir del equipo (**Calidad de cobertura**) y del conjunto total de semillas, mínimo un 95% debía ser alcanzada por el producto (**Homogeneidad de alcance**). En las simulaciones realizadas al dosificador en forma de V invertida pudo observarse que el caudal de semillas se separa en dos columnas de aproximadamente 2,5 semillas que permite la dosificación directa de todas las semillas, ya que se tienen dosificadores por el interior y el exterior. Además, también se observó que las simientes se separan lo suficiente entre sí como para permitir que el líquido penetre en la columna favoreciendo aún más la cobertura de la superficie individual de cada semilla. Luego al pasar por el mezclador, todas las discontinuidades y heterogeneidades que pudieron haber quedado se absorben durante el tiempo de mezclado.
- Todos los subsistemas que transportan el grano de un lugar a otro en el dispositivo (cinta de carga y mezclador) fueron calculados para trabajar con un flujo de 9000 Kg/h tanto si son semillas de trigo como soja, por lo que se cumple el objetivo relacionado a la **Capacidad de trabajo**.
- En cuanto a la **Integridad de la semilla**, en el diseño de todos los subsistemas se tuvo presente la tarea de minimizar los riesgos de que la semilla sufra algún tipo de daño. La cinta de carga es un medio de transporte de granos con un muy bajo porcentaje de rotura, además de que las velocidades de avance de la cinta son relativamente bajas; cuando cae la semilla desde la cinta e impacta contra la V invertida del sistema de dosificación, lo hace a una altura muy corta, por lo que no hay posibilidades de rotura. Y finalmente, el giro del eje del mezclador es a bajas revoluciones y con un factor de llenado bajo, por lo que no debería haber problema de roturas en la etapa de mezclado.

- Se considera que se diseñó un equipo simple en cuanto a **facilidad de uso**, una vez montado y posicionado, bastan unas pocas maniobras para realizar el tratamiento. Además, los comandos quedaron al alcance para un trabajo cómodo. Esto permite realizar un trabajo seguro ya que el operario tiene un mínimo contacto con el producto y no debe estar en posiciones incómodas durante el proceso, cumpliendo los **requerimientos de Higiene y Seguridad**.
- El diseño del bastidor se calculó por estática, por análisis de impacto y vibraciones de tal manera que sea un **equipo robusto** que absorba y resista las discontinuidades que puedan presentarse durante el transporte de la tolva en el lote o por caminos rurales.
- Finalmente, el único objetivo, secundario, que no se pudo evaluar fue el de los costos para su comercialización. Si bien no se calcularon los costos, no es una máquina que presente geometrías raras ni aleaciones especiales, a simple vista se considera que los **costos de fabricación** son acordes a las prestaciones que da la máquina una vez terminada.

A nivel académico, se tienen varios aspectos a destacar como conclusiones de este trabajo y se hará desde una opinión propia.

En primer lugar, el proyecto obliga, en el buen sentido, a integrar la mayoría de asignaturas dictadas en la carrera, y en particular, algunas se destacan:

- Mecánica de fluidos: para el análisis del circuito de dosificación de producto para el tratamiento de semillas.
- Materiales: para la elección de los distintos materiales que componen la máquina y los tratamientos térmicos para algunas piezas.
- Análisis de mecanismos y máquinas: durante la elección de los componentes de máquina, diseño del sistema de transmisión y diseño del eje del mezclador.
- Dibujo mecánico I y II: para la realización de planos de definición, de conjunto y de soldadura y determinación de tolerancias geométricas y dimensionales.
- Mecánica de materiales: para el análisis estructural y diseño de los elementos que componen la máquina, en especial, del bastidor, análisis por vibraciones, impacto y diseño por fatiga.
- Equipos agroindustriales: para el mejor entendimiento del sector agroindustrial y los sistemas de transporte de granos y semillas.

- Hidráulica: para el diseño del circuito hidráulico de accionamiento y selección de componentes.
- Dinámica de los sistemas físicos: para la simulación y análisis de aceleraciones del bastidor durante el diseño por impacto.
- Síntesis de mecanismos y maquinas: durante la etapa de ingeniería conceptual y búsqueda de alternativas de solución.

Ahora teniendo en cuenta conclusiones a nivel personal, si bien se quedó muy conforme con el diseño final logrado para la máquina, lo más satisfactorio que queda de este trabajo es todo lo que se tuvo que hacer para llegar a ese diseño final. Es decir, todo lo que involucro este proceso desde el planteamiento del problema hasta el diseño de la solución. Desde las experiencias en campo, la visita a la planta semillera, la búsqueda de información de semillas y productos, la búsqueda de buenas ideas para las alternativas de solución, las entrevistas con profesores, la consulta a productores e ingenieros agrónomos, la realización de la encuesta, el aprender a utilizar nuevos softwares como el EDEM son ejemplos de las experiencias obtenidas en este trabajo.

Se consideran de extremo valor los aprendizajes y enseñanzas logradas en este proceso, sabiendo que hay cosas por mejorar, pero con ganas de hacerlo y lograr ser un buen profesional.

Como reflexión, para dar un cierre, tanto el proceso de diseño como la conclusión de un proyecto de estas dimensiones es un gran logro que estará siempre para recordar que uno es capaz de enfrentarse a problemas de estas características.



Figura 6-1: Render de equipo para tratamiento de semillas montado en tolva semillera.

7. Bibliografía

Agroads. (s.f.). *Inoculador de semillas - Ombu*. Recuperado el 13 de abril de 2023, de [agroads.com.ar: https://www.agroads.com.ar/detalle.asp?clasi=650378](https://www.agroads.com.ar/detalle.asp?clasi=650378)

AGROFY. (s.f.). *Tolva para Semillas y Fertilizante Apache 10000 L Nueva*. Recuperado el 12 de abril de 2023, de [agrofy.com.ar: https://www.agrofy.com.ar/semillas-y-fertilizantes-apache-10000-lts-pascanas.html](https://www.agrofy.com.ar/semillas-y-fertilizantes-apache-10000-lts-pascanas.html)

AGROGUIA. (s.f.). *Noria cargadora Arg Metal de 7m*. Recuperado el 26 de septiembre de 2022, de [agroguia.com: https://agroguia.com/producto/noria-cargadora-arg-metal-de-7-m/](https://agroguia.com/producto/noria-cargadora-arg-metal-de-7-m/)

Aiguapres. (19 de Febrero de 2019). *Cómo funciona una bomba de agua de diafragma*. Recuperado el 30 de marzo de 2023, de [aiguapres.es: https://www.aiguapres.es/bomba-diafragma/#:~:text=Una%20de%20las%20ventajas%20de,llama%20la%20cabeza%20de%20descarga](https://www.aiguapres.es/bomba-diafragma/#:~:text=Una%20de%20las%20ventajas%20de,llama%20la%20cabeza%20de%20descarga).

Alvarez, I. J. (2016). *Manejo y uso eficiente del tamaño, uniformidad y distribución de la gota de pulverización en cultivo de soja (Glycine max L. Merrill)*.

Boac, J. M., Casada, M. E., Maghirang, R. G., & Harner III, J. P. (2012). *3-D AND QUASI-2-D DISCRETE ELEMENT MODELING OF GRAIN COMMINGLING IN A BUCKET ELEVATOR BOOT SYSTEM*. American Society of Agricultural and Biological Engineers.

Bombassei Argentina S.A. (s.f.). *Noria para semillas y fertilizante*. Recuperado el 26 de septiembre de 2022, de [industriasbombassei.com.ar: https://industriasbombassei.com.ar/v2/producto/noria-para-semillas-y-fertilizante/](https://industriasbombassei.com.ar/v2/producto/noria-para-semillas-y-fertilizante/)

Casafe. (15 de noviembre de 2019). *La importancia del curado de semillas con fungicidas*. Recuperado el 13 de abril de 2023, de [casafe.org: https://www.casafe.org/la-importancia-del-curado-de-semillas-con-fungicidas/](https://www.casafe.org/la-importancia-del-curado-de-semillas-con-fungicidas/)

CASAFE. (15 de noviembre de 2019). *La importancia del curado de semillas con fungicidas*. Obtenido de [casafe.org: https://www.casafe.org/la-importancia-del-curado-de-semillas-con-fungicidas/](https://www.casafe.org/la-importancia-del-curado-de-semillas-con-fungicidas/)

- Casafe. (s.f.). *Calibración y regulación de pulverizadoras*. Recuperado el 20 de abril de 2023, de casafe.org: <https://www.casafe.org/regulacion-de-pulverizadoras/>
- Castillo Herran, B. (2010). Formación de gotas en la aplicación de plaguicidas. En A. P. Di Prinzio, A. Escolà Agustí, A. F. Morata, Á. Bustos Maté, B. Castillo Herran, D. E. Fernandez, . . . W. Pereira Alencar de Carvalho, *Tecnología de aplicación de agroquímicos* (págs. 55-65).
- Catedra de Equipos Agroindustriales. (2018). Elevadores de cangilones NORIAS.
- Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2006). *Mecánica de fluidos. Fundamentos y aplicaciones*. Mexico: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA.
- Chaudhari, K. (25 de Agosto de 2015). *engineersgallery*. Recuperado el 27 de Marzo de 2023, de Coefficient of Friction Between Belt and Pulley: <https://www.engineersgallery.com/coefficient-of-friction-between-belt-and-pulley/>
- Chen, Z., Wassgren, C., Veikle, E., & Ambrose, K. (2020). Determination of material and interaction properties of maize and wheat kernels for DEM simulation. *Biosystems Engineering* 195, 208-226.
- Cherlinka, V. (26 de abril de 2022). *Tratamiento De Semillas: Métodos Y Ventajas*. Recuperado el 17 de abril de 2023, de eos.com: <https://eos.com/es/blog/tratamiento-de-semillas/>
- Cossar, M. L. (2015). *Cuantificación de daño mecánico en semilla de soja desde cosecha hasta almacenaje*. Universidad Nacional de Rosario.
- Craviotto, R. M., Arango, M. R., & Gallo, C. (29 de abril de 2017). *El uso de la semilla de trigo como simiente*. Obtenido de inta.gob.ar: <https://inta.gob.ar/documentos/el-uso-de-la-semilla-de-trigo-como-simiente>
- Doroshenko, A., Butovchenko, A., & Gorgadze, L. (2018). *The modeling of the process of grain material outflow from a hopper bin with a lateral outlet*.
- Ebrahimi, M., Yaraghi, A., Ein-Mozaffari, F., & Lohi, A. (2018). The effect of impeller configurations on particle mixing in an agitated paddle mixer. *Powder Technology*, 158-170.
- Gargil. (22 de abril de 2022). *Ventajas de las bombas neumáticas de diafragma y su reparación*. Recuperado el 30 de marzo de 2023, de gargil.es: <https://gargil.es/ventajas-bombas-neumaticas-de-diafragma/>

- La Nación. (16 de enero de 2021). *Tratamiento de semillas: el primer paso para un buen rinde*. Obtenido de lanacion.com:
<https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/una-semilla-bien-tratada-favorece-el-stand-de-plantas-nid2571799/>
- LUXME. (2018). Tubular Chain Conveyors Technical Brochure. Recuperado el 30 de septiembre de 2022, de https://luxme.com/wp-content/uploads/2018/12/TCC_Brochure.pdf
- Maquinac. (3 de junio de 2021). *Inoculadoras y curadoras de semillas*. Obtenido de maquinac.com: <https://maquinac.com/informe/inoculadoras-y-curadoras/>
- Martin Sprocket & Gear, Inc. (2013). *El gran catalogo 4000*.
- Meprosa. (s.f.). *Características de los elevadores de cangilones de descarga centrífuga*. Recuperado el 29 de septiembre de 2022, de meprosa.mx:
<https://meprosa.mx/caracteristicas-los-elevadores-cangilones-descarga-centrifuga/>
- METALGOM. (s.f.). *Cintas transportadoras*. Recuperado el 26 de septiembre de 2022, de <https://metalgom.com.ar/productos/cintas-transportadoras/>
- MORO HIDRAULICA. (s.f.). *Bombas, equipos hidraulicos, componentes y filtros*. Recuperado el 21 de Enero de 2023, de <https://morohidraulica.com.ar/productos/bombas-equipos-hidraulicos-y-componentes/>
- MORO HIDRAULICA. (s.f.). *Distribuidores y válvulas*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2022, de <https://morohidraulica.com.ar/productos/distribuidores-y-valvulas/>
- MORO HIDRAULICA. (s.f.). *Motores orbitales y cabezales hidrostaticos*. Recuperado el 17 de Enero de 2023, de <https://morohidraulica.com.ar/productos/motores-orbitales-y-cabezales-hidrostaticos/>
- Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de maquina*. Mexico: PEARSON Education.
- MUNSON. (s.f.). *Rotary Continuous Mixers*. Recuperado el 15 de diciembre de 2022, de munsonmachinery.com: <https://www.munsonmachinery.com/Rotary-Continuous-Mixers/Specifications.php>
- Mur, M., Tourn , S., Merani, V., Platz, P., Larrieu, L., Guilino, F. D., & Balbuena, R. (21 de octubre de 2020). *¿Chimango o cinta? qué recomiendan los especialistas*.

- Recuperado el 8 de abril de 2023, de Horizonte A:
<https://horizonteadigital.com/chimango-o-cinta-que-recomiendan-los-especialistas/>
- Nestor F Giraudo. (s.f.). Recuperado el 26 de septiembre de 2022, de
<http://nestorfgiraudo.com/cinta-transportadora-jp-350/>
- NOVA. (s.f.). *INOCULANTES*. Recuperado el 16 de junio de 2022, de laboratorios-nova.com: <https://laboratorios-nova.com/web/inoculantes/>
- NOVA. (s.f.). *TERÁPICOS DE SEMILLAS*. Recuperado el 16 de junio de 2022, de laboratorios-nova.com: <https://laboratorios-nova.com/web/terapicos-de-semillas/>
- Patwa, A., Kingsly Ambrose, R. P., & Casada, M. E. (2016). Discrete Element Method as an Approach to Model the Wheat Milling Process. *Powder Technology* .
- Pergamaq. (s.f.). *Noria p/carga granel portátil NG-450*. Recuperado el 29 de septiembre de 2022, de pergamaq.com: <http://www.pergamaq.com/maquina10.html>
- PODER EJECUTIVO NACIONAL. (1998). Ley 24.449. *ANEXO II Dec. 79/98 NORMAS PARA LA CIRCULACION DE MAQUINARIA*. Argentina.
- POZZIMAQ. (s.f.). *Inoculador de semillas*. Recuperado el 13 de abril de 2023, de pozzimaq.com: <https://pozzimaq.com/inoculador-de-semillas/>
- Ramirez D'Auria, P. (8 de junio de 2021). *Cuidado y curado de semilla: las claves para el trigo y la cebada desde el minuto cero*. Obtenido de infocampo.com: <https://www.infocampo.com.ar/cuidado-y-curado-de-semilla-las-claves-para-el-trigo-y-la-cebada-desde-el-minuto-cero/>
- Retamal, M. (1 de abril de 2020). *Semillas curadas para evitar manchas en los rendimientos invernales*. Obtenido de revistachacra.com.ar: <https://www.revistachacra.com.ar/nota/33249-semillas-curadas-para-evitar-manchas-en-los-rendimientos-invernales/>
- Rizobacter. (junio de 2009). *COMPINCHE® Hoja de seguridad*. Obtenido de rizobacter.com.ar: <https://www.rizobacter.com.ar/sites/default/files/2020-03/Compinche.pdf>
- Rizobacter. (febrero de 2010). *Hoja de seguridad TENACIUS*. Obtenido de rizobacter.com.ar: <https://www.rizobacter.com.ar/sites/default/files/2020-03/Tenacius.pdf>

- Rizobacter. (septiembre de 2014). *COMPINCHE® SX - Hoja de seguridad*. Obtenido de rizobacter.com.ar: <https://www.rizobacter.com.ar/sites/default/files/2020-03/Compinche%20SX.pdf>
- Rizobacter. (junio de 2014). *Hoja de seguridad TENACIUS SX*. Obtenido de rizobacter.com.ar: <https://www.rizobacter.com.ar/sites/default/files/2020-03/Tenacius%20SX.pdf>
- Rizobacter. (septiembre de 2015). *MAXIM® INTEGRAL Hoja de seguridad*. Obtenido de rizobacter.com.ar: <https://www.rizobacter.com.ar/sites/default/files/2020-03/MAXIM%20INTEGRAL.pdf>
- Rizobacter. (enero de 2015). *SUREN® PLUS Hoja de seguridad*. Obtenido de rizobacter.com.ar: <https://www.rizobacter.com.ar/sites/default/files/2020-03/Suren%20Plus%20-%20Hoja%20de%20Seguridad.pdf>
- Rizobacter. (mayo de 2017). *RITIRAM CARB PLUS Ficha de datos de seguridad*. Obtenido de rizobacter.com.ar: <https://www.rizobacter.com.ar/sites/default/files/2018-12/RITIRAM%20CARB%20PLUS.pdf>
- Rizobacter. (enero de 2018). *RIZODERMA Ficha de datos de seguridad*. Obtenido de rizobacter.com.ar: <https://www.rizobacter.com.ar/sites/default/files/2019-11/FDS%20-%20RIZODERMA.PDF>
- Rizobacter. (s.f.). *Inoculantes y Bio-inductores*. Recuperado el 17 de abril de 2023, de rizobacter.com.ar: <https://www.rizobacter.com.ar/es/inoculantes-y-bio-inductores-0>
- Rizobacter. (s.f.). *MAXIM® EVOLUTION*. Recuperado el 16 de junio de 2022, de rizobacter.com.ar: https://www.rizobacter.com.ar/sites/default/files/2021-06/maxim-evolution_0.pdf
- RIZOBACTER. (s.f.). *MAXIM® INTEGRAL*. Recuperado el 16 de junio de 2022, de rizobacter.com.ar: <https://www.rizobacter.com.ar/sites/default/files/2021-10/Maxim%20Integral%20%28002%29.pdf>
- RIZOBACTER. (s.f.). *Portfolio TRIGO*. Recuperado el 16 de junio de 2022, de rizobacter.com.ar: https://www.rizobacter.com.ar/sites/default/files/2020-02/PORTFOLIO%20TRIGO%202020_3.pdf

- Rizobacter. (s.f.). *Signum Bio-Inductor*. Recuperado el 16 de junio de 2022, de rizobacter.com.ar: <https://www.rizobacter.com.ar/es/productos/argentina/signum>
- Rizobacter. (s.f.). *SurenPlus*. Recuperado el 16 de junio de 2022, de rizobacter.com.ar: <https://www.rizobacter.com.ar/es/productos/argentina/suren-plus>
- Rodriguez, J. S. (2013). *Análisis estructural para resortes de ballesta granallados bajo condiciones de carga cíclicas*. Bogotá.
- Screw Conveyor Engineering Committee of the Engineering Conference. (2019). *ANSI/CEMA Standard No. 350 Screw Conveyors for Bulk Materials 5th Edition*. Conveyor Equipment Manufacturers Association.
- SinFines Cardinali. (s.f.). *SinFines*. Recuperado el 27 de septiembre de 2022, de <https://sinfinescardinali.com/sin-fines-2/>
- SKF. (s.f.). *Unidades de rodamientos de bolas con pestaña*. Recuperado el 27 de Marzo de 2023, de <https://www.skf.com/co/products/mounted-bearings/ball-bearing-units/flanged-ball-bearing-units/productid-FY%2025%20FM>
- SKF. (s.f.). *Unidades de rodamientos de bolas con tensor*. Recuperado el 27 de Marzo de 2023, de <https://www.skf.com/ar/products/mounted-bearings/ball-bearing-units/take-up-ball-bearing-units/productid-TU%2025%20FM>
- Solorzano, R. (30 de Junio de 2017). *Principios Ingenieriles Básicos: Válvulas de Control de Flujo*. Recuperado el 18 de Enero de 2023, de <https://www.powermotiontech.com/hydraulics/hydraulic-valves/article/21887396/principios-ingenieriles-bsicos-vlvulas-de-control-de-flujo>
- Tatu Marchesan. (s.f.). *DCA SÉRIE 1000 - DISTRIBUIDOR DE CALCÁRIO E ADUBO*. Recuperado el 12 de abril de 2023, de marchesan.com.br: <https://www.marchesan.com.br/produto/detalhe/dca-serie-1000-distribuidor-de-calcario-e-adubo/pt-BR>
- TeeJet Technologies. (s.f.). Catálogo 51A-ES. Recuperado el 14 de Diciembre de 2022
- Trafane, L. G., da Motta, X. F., Suarez Castelhanos, C. I., da Silva Almeida, A., Geri, E. M., & Madruga de Tunes, L. (Junio de 2017). Tratamiento de semillas de soja y su influencia sobre la calidad fisiológica a lo largo del tratamiento. *Agrociencia Uruguay - Volumen 21*.

- Tsampardoukas, G., Stammers, C. W., & Guglielmino, E. (2008). Hybrid balance control of a magnetorheological truck suspension. *Journal of sound and vibration* 317, 514-536.
- Tsugeno, Y., Sakai, M., Yamazaki, S., & Nishinomiya, T. (2021). DEM simulation for optimal design of powder mixing in a ribbon mixer. *Advanced Powder Technology* 32.
- Xylem, Inc. (Septiembre de 2017). Industrial Diaphragm Pumps. *FLOJET*.

8. Anexos

Anexo 1: Simulación de flujo de semillas sobre el sistema dosificación tipo V invertida.

La simulación para la validación del sistema de dosificación mediante V invertida se llevará a cabo mediante el Software EDEM 2022 de Altair que utiliza el método de elementos discretos (DEM) para simular el comportamiento de las partículas (en este caso, semillas) cuando se las somete a determinadas condiciones, movimientos o fuerzas externas.

Se realizarán dos simulaciones, una para semillas de soja y otra para semillas de trigo.

Datos y consideraciones

En primer lugar, se creó una geometría simplificada, como se muestra en la Figura 8-1 donde se pretende ver lo que ocurre cuando ingresa un caudal de semillas dado. El material de la estructura se predefinió como SAE 1010.

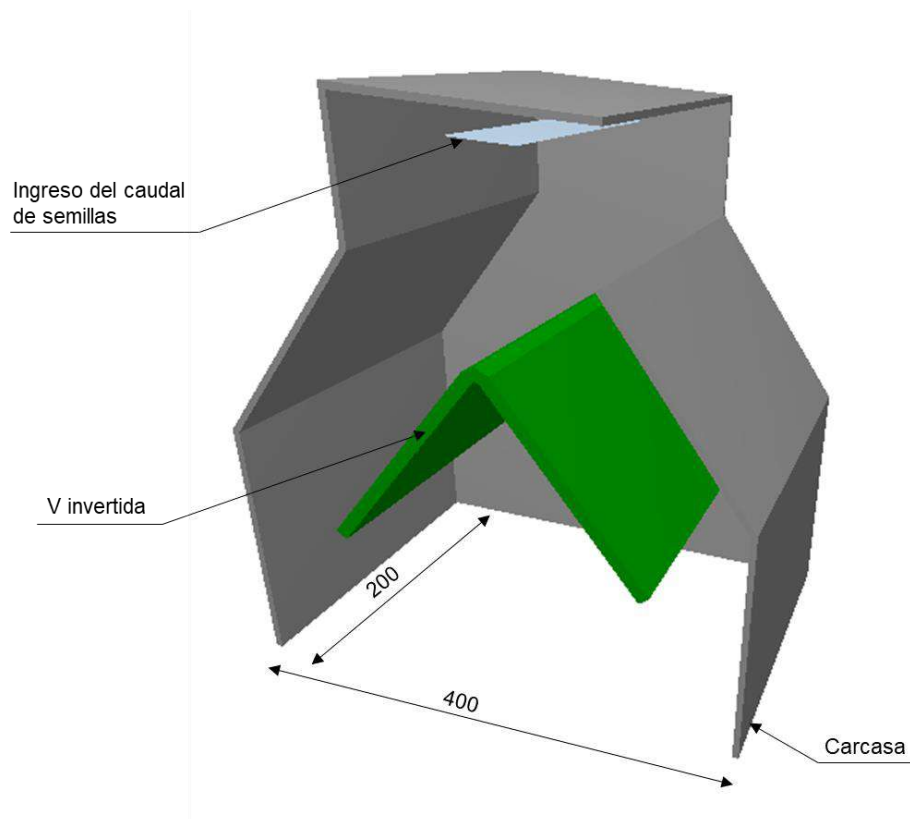


Figura 8-1: Geometría del dosificador tipo V invertida.

Lo siguiente fue determinar que el caudal que ingrese sea el mismo que se tiene como objetivo para el proyecto, es decir 9000 Kg/h de semillas. El mismo ingresará por una abertura de 200 mm x 50 mm.

Luego se cargan los datos necesarios para que el software calcule el comportamiento de las partículas en la geometría mostrada, estos datos se especifican en las tablas siguientes:

Tabla 8-1: Datos de semillas relevantes para simulación.

Parametro	Soja	Trigo
Densidad min [Kg/m ³]	720	750
Densidad max [Kg/m ³]	800	840
Densidad prom [Kg/m ³]	760	795
Peso aproximado de una semilla [g]	0,16 - 0,19	0,23
Ø prom [mm]	6,45	

Tabla 8-2: Propiedades relevantes para la simulación

Parametro	Soja		Trigo		SAE 1010	
Coefficiente de Poisson ν []	0,25	[a]	0,2	[d]	0,29	[c]
Densidad de material como solido [Kg/m ³]	1247	[a]	1420	[d]	7870	[c]
Modulo de corte G [Pa]	1,04E+06	[a]	7,65E+07	[d]	7,75E+10	[c]
Modulo elastico E [Pa]	2,60E+06	[a]			2,00E+11	[c]
Largo de semilla [mm]	3,00		6,73		-	
Ancho de semilla [mm]	3,00		3,37		-	

[a] (Boac, Casada, Maghirang, & Harner III, 2012)

[d] (Patwa, Kingsly Ambrose, & Casada, 2016)

[c] Fuente: Materiales de SolidWorks 2016

Tabla 8-3: Datos de la distribución del tamaño de las semillas

Parametro	Soja		Trigo	
Tipo de distribucion	Normal	[a]	-	
Mean Factor	1,00	[a]	-	
Factor de desviacion estandar	0,4	[a]	-	

[a] (Boac, Casada, Maghirang, & Harner III, 2012)

Tabla 8-4: Datos de los valores de interacción entre las semillas de soja y con el material de la estructura.

Parametro	Interaccion Soja-Soja		Interaccion Soja-SAE 1010	
Coefficiente de restitution	0,6	[a]	0,6	[a]
Coefficiente de rozamiento estatico	0,45	[a]	0,3	[a]
Coefficiente de rozamiento por rodadura	0,05	[a]	0,05	[a]

[a] (Boac, Casada, Maghirang, & Harner III, 2012)

Tabla 8-5: Datos de los valores de interacción entre las semillas de trigo y con el material de la estructura.

	Interaccion Trigo-Trigo		Interaccion Trigo-SAE 1010	
Coeficiente de restitution	0,32	[d]	0,75	[b]
Coeficiente de rozamiento estatico	0,39	[d]	0,3	[b]
Coeficiente de rozamiento por rodadura	0,19	[d]	0,05	[f]

[b] (Chen, Wassgren, Veikle, & Ambrose, 2020)

[d] (Patwa, Kingsly Ambrose, & Casada, 2016)

[e] (Doroshenko, Butovchenko, & Gorgadze, 2018)

Finalmente se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros para la simulación:

- Se utilizo el método de integración numérica de Euler.
- El paso de tiempo (time step) usado fue 0.0000712 s. Corresponde al 20% del Paso de tiempo de Rayleigh (Paso de tiempo máximo recomendado).
- El tamaño de celda (Cell size) fue de 2.5 Rmin.
- El tiempo total a simular es de 5 s.

Resultados para semillas de soja

En la Figura 8-2 se observa capturas en función del tiempo donde el caudal de semillas entra al sistema distribuidor. Se observa un comportamiento simétrico para cada lado de la V invertida, además de que no se aprecian “rebotes” indeseables de semillas ni posibles atascamientos en el sistema.

Con respecto a la formación de la columna de semillas que facilite la dosificación, se nota que a medida que los granos abandonan la rampa, queda formada una columna de aproximadamente 2 – 2,5 semillas de espesor, lo que hace favorable la dosificación por ambos frentes (por la izquierda o interior y por la derecha o exterior a la columna).

Además, en la Figura 8-3, donde se tiene una vista frontal hacia la rampa, se nota que las semillas no están del todo juntas entre sí. Esto favorece la calidad de cobertura de la superficie ya que el spray penetra más allá de la primera columna las semillas y por entre las mismas, entonces cada grano se encontrará con toda su superficie dentro de la nube de spray.

Como conclusión final, al observarse que la dirección de la columna sigue paralela a la dirección de la rampa por un cierto tiempo, plantea la posibilidad de inclinar los dosificadores para que actúen perpendiculares al flujo de semillas.

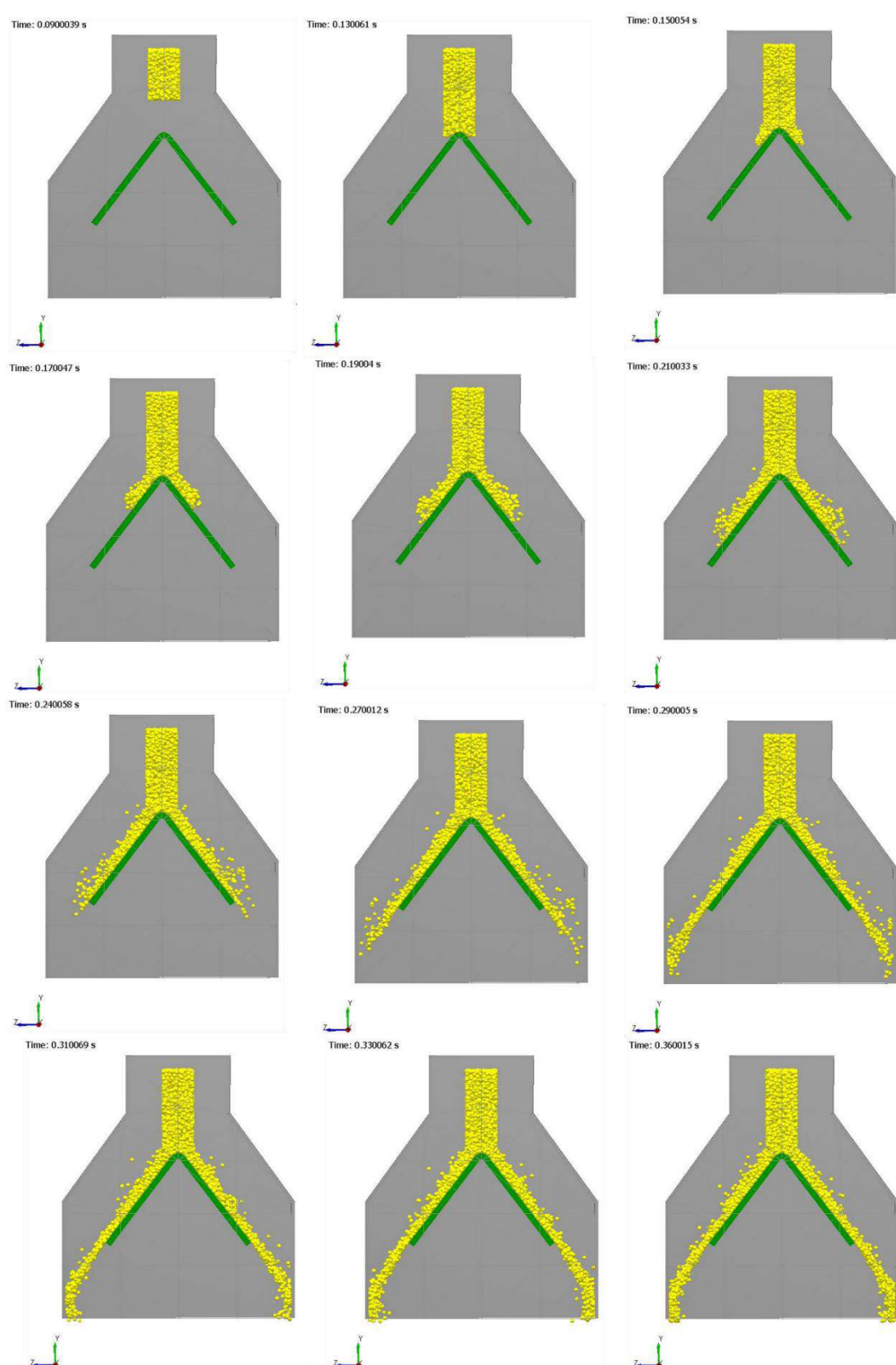


Figura 8-2: Capturas a medida que pasa el tiempo de simulación de semillas de soja.

Time: 0.360015 s

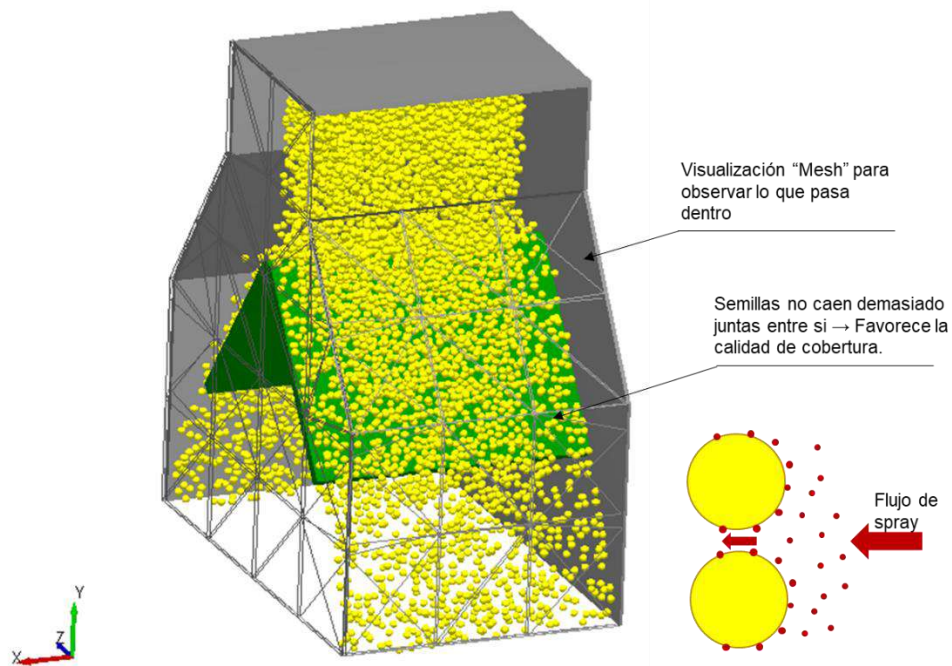


Figura 8-3: Vista en perspectiva de la simulación de semillas de soja.

Resultados para semillas de trigo.

Para el caso de semillas de trigo, en la Figura 8-4 se observa un comportamiento más "caótico" en el momento que el caudal de semillas se encuentra con el distribuidor en V, con mayor cantidad y mayor energía de rebotes de semillas que en el caso de soja. Pasado cierto tiempo, la cantidad de rebotes disminuye y queda acotado, con esto la división de caudal es más fluida y permite la formación de dos columnas de semillas de aproximadamente 3 – 3,5 semillas de espesor. Para los rebotes remanentes podría considerarse colocar deflectores sobre los dosificadores para que estas semillas no pasen entre estos últimos.

Desde una vista frontal a la rampa (Figura 8-5), como sucedió con el caso de la soja, existen ciertos espacios entre las semillas, que favorecen la cobertura de la superficie de las mismas al pasar por la nube de spray.

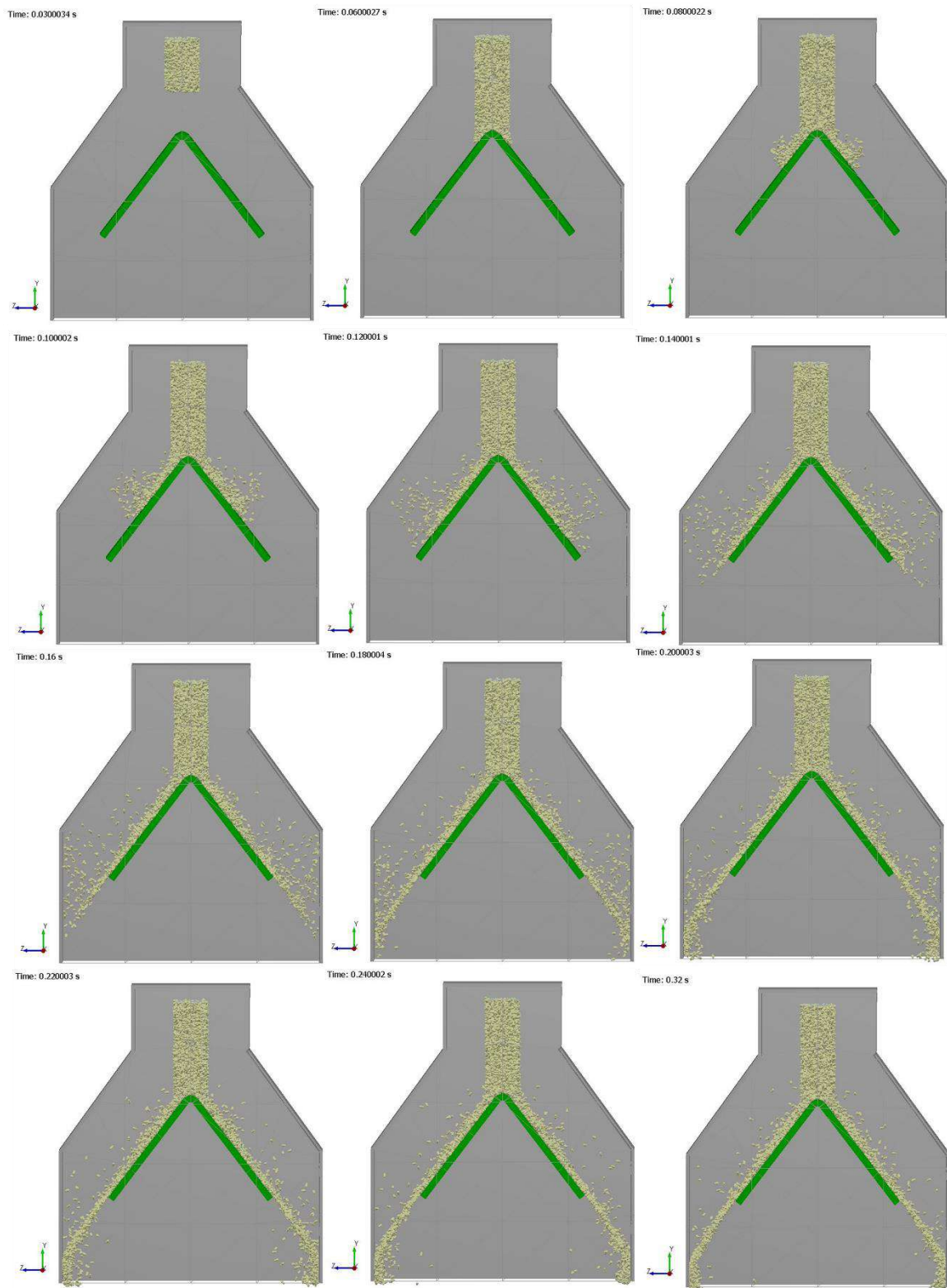


Figura 8-4: Capturas a medida que pasa el tiempo de simulación de semillas de trigo.

Time: 0.32 s

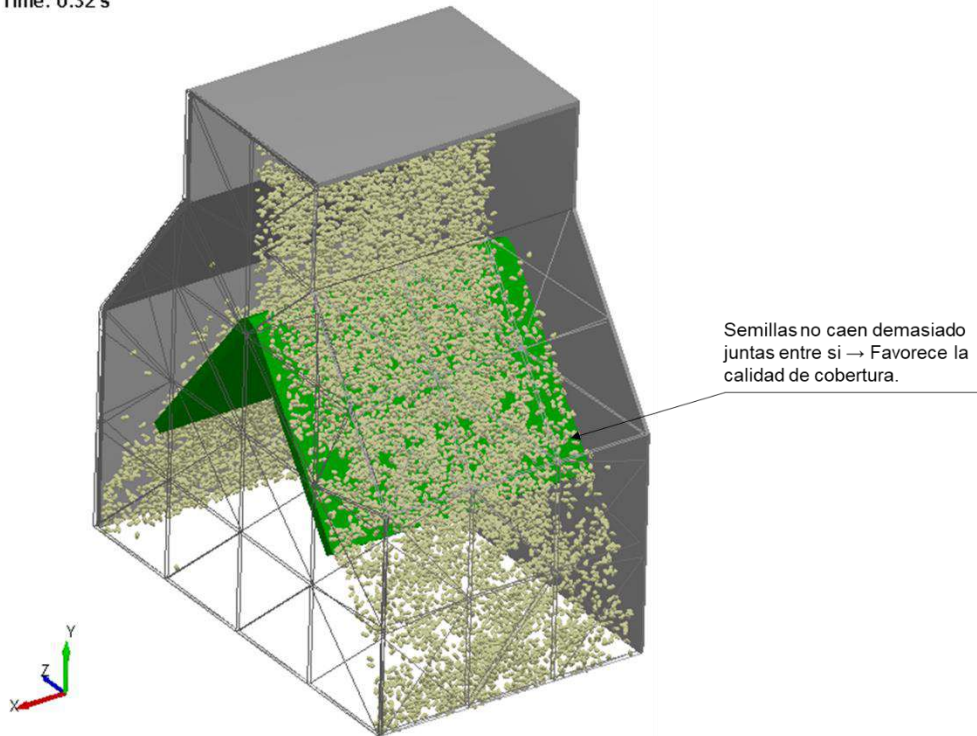


Figura 8-5: Vista en perspectiva de la simulación de semillas de trigo.

Anexo 2: Tablas utilizadas en cálculo de mezclador

Estas tablas provienen del Catálogo 4000 Sección H - Manejo de materiales (Martin Sprocket & Gear, Inc., 2013).

Factores de Capacidad para Transportador con Paso Especial CF_1		
Paso	Descripción	CF_1
Estándar	Paso = Diámetro del Helicoidal	1.00
Corto	Paso = $\frac{1}{2}$ Diámetro del Helicoidal	1.50
Medio	Paso = $\frac{1}{3}$ Diámetro del Helicoidal	2.00
Largo	Paso = $\frac{1}{4}$ Diámetro del Helicoidal	0.67

Factores de Capacidad para Transportador con Helicoidal Especial CF_2			
Tipo de Helicoidal	Carga del Transportador		
	15%	30%	45%
Helicoidal con Corte	1.95	1.57	1.43
Helicoidal con Corte y Doble	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: $CF_2 = 1.0$.

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

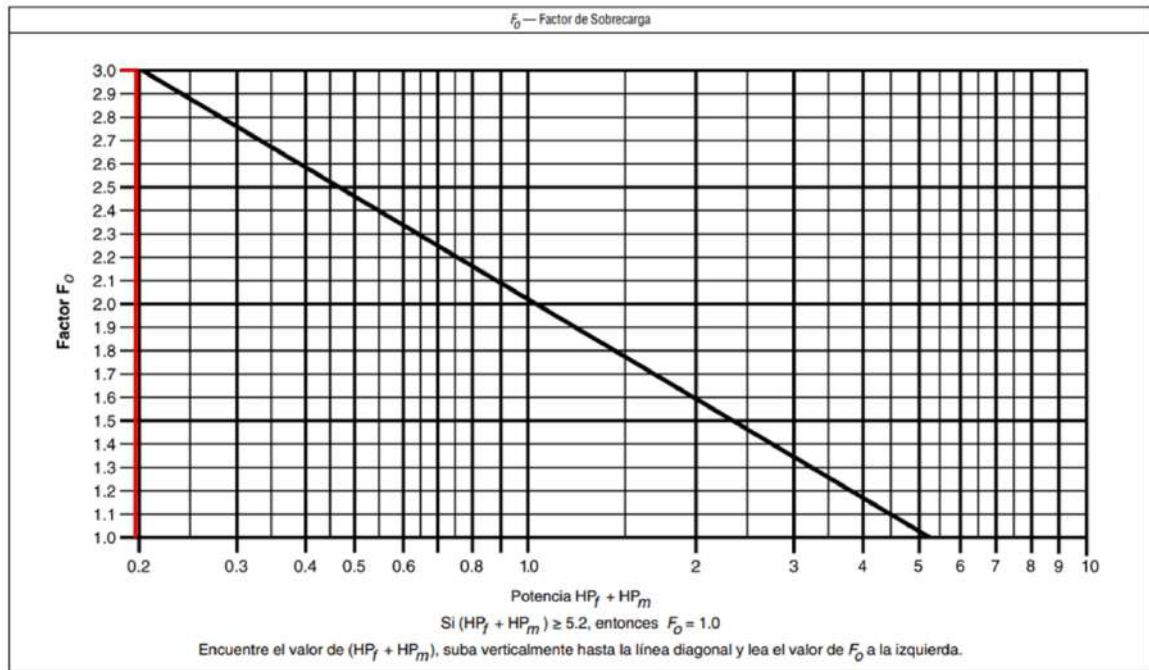
Factor del Diámetro del Transportador, F_d			
Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Factor F_d	Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Factor F_d
4	12.0	14	78.0
6	18.0	16	106.0
9	31.0	18	135.0
10	37.0	20	165.0
12	55.0	24	235.0
		30	300.0

Factor del Bujes para Colgante		
Tipo de Bujes		Factor del Bujes para Colgante F_b
B	Rodamiento de Bolas	1.0
L	Bronce <i>Martin</i>	2.0
S	* Bronce Grafitado * Bronce, Impregnado en Aceite * Madera, Impregnado en Aceite * Nylatron * * Nylon * Teflón * UHMW * Uretano	2.0
	* Hierro Endurecido <i>Martin</i>	3.4
H	* Superficie Endurecida * Stellite * Cerámica	4.4

* Bujes no lubricados o bujes sin lubricación adicional.

Tipo de Helicoidal	F_p Factor por porcentaje de carga de transportador			
	15%	30%	45%	95%
Estándar	1.0	1.0	1.0	1.0
Helicoidal con Corte	1.10	1.15	1.20	1.3
Con Corte y Doble	N.R.*	1.50	1.70	2.20
Helicoidal de Listón	1.05	1.14	1.20	—
*No recomendada				

Factor de Paleta, F_p					
Paletas Estándar por Paso. Paletas Ajustadas a 45° Paso Invertido					
Número de Paletas por Paso	0	1	2	3	4
Factor de Paleta — F_p	1.0	1.29	1.58	1.87	2.16



Anexo 3: Tablas para cálculo de resistencia a la fatiga.

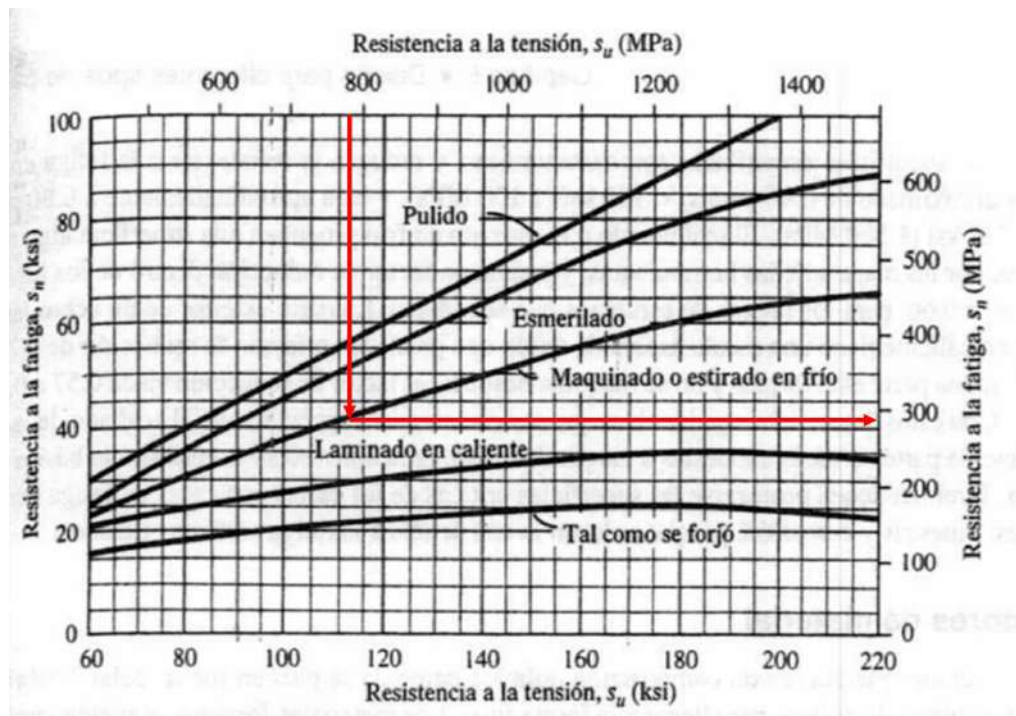


Figura 8-6: Resistencia a la fatiga en función de la resistencia última a la tensión. (Mott, 2006)

Tabla 8-6: Factor de confiabilidad en función de la confiabilidad deseada. (Mott, 2006)

Factores de confiabilidad aproximados C_R	
Confiabilidad deseada C_R	
0.50	1.0
0.90	0.90
0.99	0.81
0.999	0.75

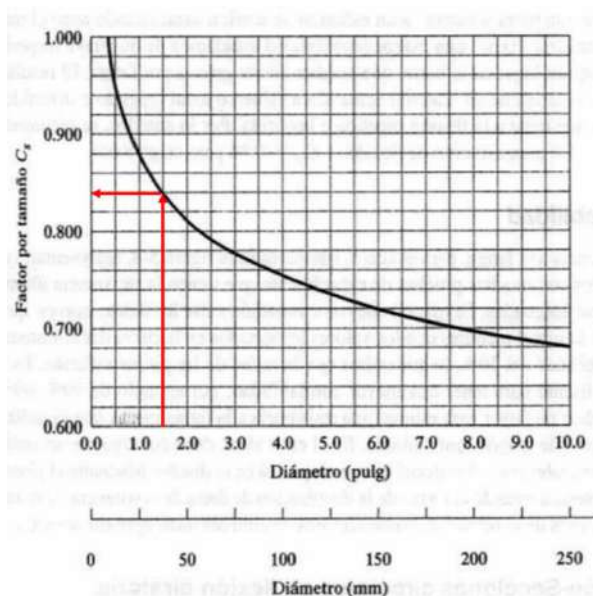


Figura 8-7: Factor por tamaño en función del diámetro del eje. (Mott, 2006)

Tabla 8-7: Factor de material según el tipo de proceso de fabricación. (Mott, 2006)

Acero forjado:	$C_m = 1.00$	Hierro colado maleable:	$C_m = 0.80$
Acero colado:	$C_m = 0.80$	Hierro colado gris:	$C_m = 0.70$
Acero pulverizado:	$C_m = 0.76$	Hierro colado dúctil:	$C_m = 0.66$

Anexo 4: Datos de productos para tratamientos de semillas relevados.

Tabla 8-8: Datos de distintos productos para tratamiento de semillas

Semilla	Marca	Nombre	Tipo de tratamiento	Dosis min [ml/100kg semilla]	Dosis max [ml/100kg semilla]	Dosis total con agua [mL/100kg semilla]	Fuente	Densidad a 20°C [g/cm³]	Viscosidad cSt a (cP)	Fuente
Trigo	Rizobacter	Tenacius SX	Insecticida + Funguicida	200	250	1000	[1]	1,145	-	[8]
Trigo	Rizobacter	Tenacius	Insecticida + Funguicida	400	500		[1]	1,104	-	[9]
Trigo	Rizobacter	Rizoderma	Funguicida	400	600		[1]	1	5,3	[10]
Soja	Rizobacter	Rizoderma	Funguicida	300	300		[1]	1	5,3	[10]
Trigo	Rizobacter	Compínche SX	Funguicida	200	250	1000	[1]	1,06 -1,08	-	[11]
Trigo	Rizobacter	Compínche	Control enfermedades	100	300	1000	[1]	-	-	[12]
Trigo	Rizobacter	Ritiramcarb Plus	Funguicida	200	200		[1]	1,102-1,162	-	[13]
Trigo	Rizobacter	Rizofos Liqtrigo	Fertilizante	1000	1000		[1]			
Trigo	Rizobacter	Status ZN	Fertilizante	200	300		[1]			
Soja	Rizobacter	Maxim integral	Insecticida + Funguicida	100	100	500	[2]	1,246	-	[14]
Soja	Rizobacter	Suren Plus	Insecticida + Funguicida	300	300	500	[3]	1,14-1,18	-	[15]
Trigo	Rizobacter	Suren Plus	Insecticida + Funguicida	200	300	1000	[3]	1,14-1,19	-	[15]
Soja	Rizobacter	Maxim Evolution	Funguicida	100	100	500	[4]			
Soja	Rizobacter	Signum	Bio inductor	200	200		[5]			
Soja	NOVA	Origen	Funguicida	250	250		[6]			
Soja	NOVA	Options	Funguicida	250	250		[6]			
Soja	NOVA	Sicuro	Insecticida + Funguicida	1000	1000		[6]			
Trigo	NOVA	Sicuro	Insecticida + Funguicida	1000	1000		[6]			
Soja	NOVA	Tiram Nova 36	Funguicida	175	175	1000	[6]			
Trigo	NOVA	Tiram Nova 37	Funguicida	280	300	1000	[6]			
Trigo	NOVA	Caudillo	Insecticida + Funguicida	400	400	1000	[6]			
Soja	NOVA	Inoculante Pack	Inoculante	250	250		[7]			
Soja	NOVA	Inoculante Pack Premiun	Inoculante	400	400		[7]			

[1] (RIZOBACTER)

[2] (RIZOBACTER)

[3] (Rizobacter, s.f.)

[4] (Rizobacter)

[5] (Rizobacter, s.f.)

[6] (NOVA, s.f.)

[7] (NOVA, s.f.)

[8] (Rizobacter, 2014)

[9] (Rizobacter, 2010)

[10] (Rizobacter, 2018)

[11] (Rizobacter, 2014)

[12] (Rizobacter, 2009)

[13] (Rizobacter, 2017)

[14] (Rizobacter, 2015)

[15] (Rizobacter, 2015)

Anexo 5: Cálculo de transmisión por cadenas para mezclador.

El objetivo de hacer un sistema de transmisión por cadenas es establecer una unión entre la velocidad de giro del motor de accionamiento y el giro del eje del mezclador. Se tienen los siguientes datos:

Tabla 8-9: Datos para el cálculo de la transmisión para el mezclador.

Velocidad de giro de salida	18 RPM
Potencia necesaria	0,67 HP
Relacion de transmision	2,5

Siguiendo la metodología de diseño de transmisiones por cadenas (Mott, 2006):

1) Cálculo de potencia de diseño:

$$P_{diseño} = F_s (P_{necesaria}) = 1.2 (0.67 \text{ HP})$$

$$P_{diseño} = 0.8 \text{ HP}$$

Donde $P_{diseño}$ es la potencia de diseño del sistema de transmisión; F_s es el factor de servicio (se determina según la Tabla 8-10) y $P_{necesaria}$ es la potencia que se tenía como dato.

Tabla 8-10: Factores de servicio para transmisiones por cadenas (Mott, 2006).

Tipo de carga	Tipo de impulsor		
	Impulsor hidráulico	Motor eléctrico o turbina	Motor de combustión interna con transmisión mecánica
Uniforme (agitadores, ventiladores, transportadores con carga ligera y uniforme)	1.0	1.0	1.2
Choque moderado (máquinas herramienta, grúas, transportadores pesados, mezcladoras de alimento y molinos)	1.2	1.3	1.4
Choque pesado (prensas de troquelado, molinos de martillos, transportadores alternos, accionamientos de molino de rodillos)	1.4	1.5	1.7

2) Velocidad de salida

$$\omega_{salida} = \omega_{entrada} i = 18 \text{ RPM} (2.5)$$

$$\omega_{salida} = 45 \text{ RPM}$$

3) Selección de paso y dientes de piñón de tracción

Se recomienda que el piñón tenga un mínimo de 17 dientes, por lo que se busca en las tablas de capacidades de carga para distintos tipos de cadena, una que cumpla los requerimientos de potencia (0.8 HP) a un mínimo de 17 dientes y a la velocidad de giro deseada (45 RPM).

Se encuentra que la cadena simple de rodillos N° 60, de paso $p = 3/4"$, con un piñón de 17 dientes, posee una capacidad de carga de 1.11 HP para una velocidad de 45 RPM, por lo tanto, se encuentra apta para el propósito. La tabla también recomienda una lubricación de la cadena tipo A: manual o goteo.

4) *Nº de dientes de corona.*

$$N_2 = N_1 i = 17 (2.5)$$

$$N_2 = 42,5 \rightarrow N_2 = 42$$

Donde N_2 es el numero de dientes de la corona y N_1 es el numero de dientes del piñón.

5) *Velocidad de salida esperable*

$$\omega_2 = \omega_1 \left(\frac{N_1}{N_2} \right) = 45 \text{ RPM} \left(\frac{17}{42} \right)$$

$$\omega_2 = 18.21 \text{ RPM}$$

6) *Cálculo de diámetro de corona y piñón.*

$$D_1 = \frac{p}{\sin\left(\frac{180^\circ}{N_1}\right)} = \frac{0.75''}{\sin\left(\frac{180^\circ}{17}\right)} = 4.082''$$

$$D_1 = 103.68 \text{ mm}$$

$$D_2 = \frac{p}{\sin\left(\frac{180^\circ}{N_2}\right)} = \frac{0.75''}{\sin\left(\frac{180^\circ}{42}\right)} = 10.036''$$

$$D_2 = 254.92 \text{ mm}$$

7) *Distancia entre centros*

Se recomienda una distancia entre centros de 30 a 50 pasos de cadena, pero por la geometría acotada de la ubicación de la transmisión se tiene una distancia máxima posible de 315 mm entre centros, es decir, unos 16.5 pasos. Luego se verificara que se cumpla el ángulo de contacto para comprobar que no se compromete la transmisión al estar por debajo de los valores recomendados.

8) Longitud de cadena necesaria

$$L = 2C + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C}$$

$$L = 2(16.5) + \frac{42 + 17}{2} + \frac{(42 - 17)^2}{4\pi^2 16.5}$$

$$L = 63.46 \text{ pasos} \rightarrow L = 64 \text{ pasos}$$

9) Distancia teórica entre centros

$$C = \frac{1}{4} \left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} + \sqrt{\left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right]^2 - \frac{8(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2}} \right]$$

$$C = 16.77 \text{ pasos} = 319.47 \text{ mm}$$

10) Verificación de ángulo de contacto

Se debe verificar que ambos sean mayores a 120°.

Para piñón:

$$\theta_1 = 180^\circ - 2 \sin^{-1} \left(\frac{D_2 - D_1}{2C} \right)$$

$$\theta_1 = 152^\circ$$

Para corona:

$$\theta_2 = 180^\circ + 2 \sin^{-1} \left(\frac{D_2 - D_1}{2C} \right)$$

$$\theta_2 = 207^\circ$$

Resumen de resultados

Tabla 8-11: Resumen de resultados obtenidos en el cálculo del sistema de transmisión.

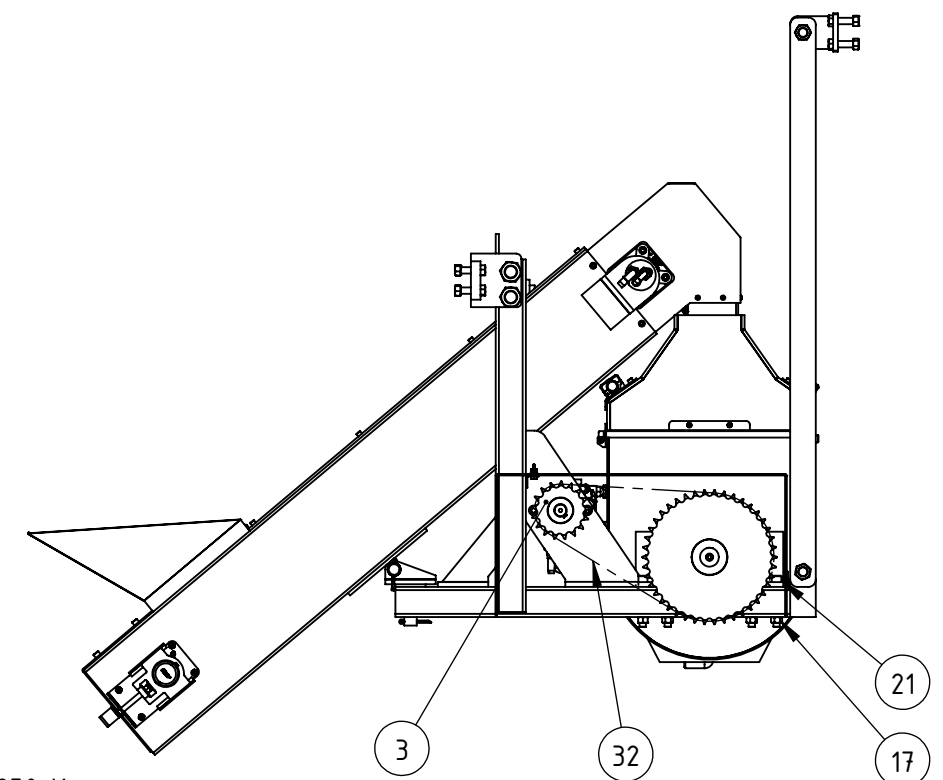
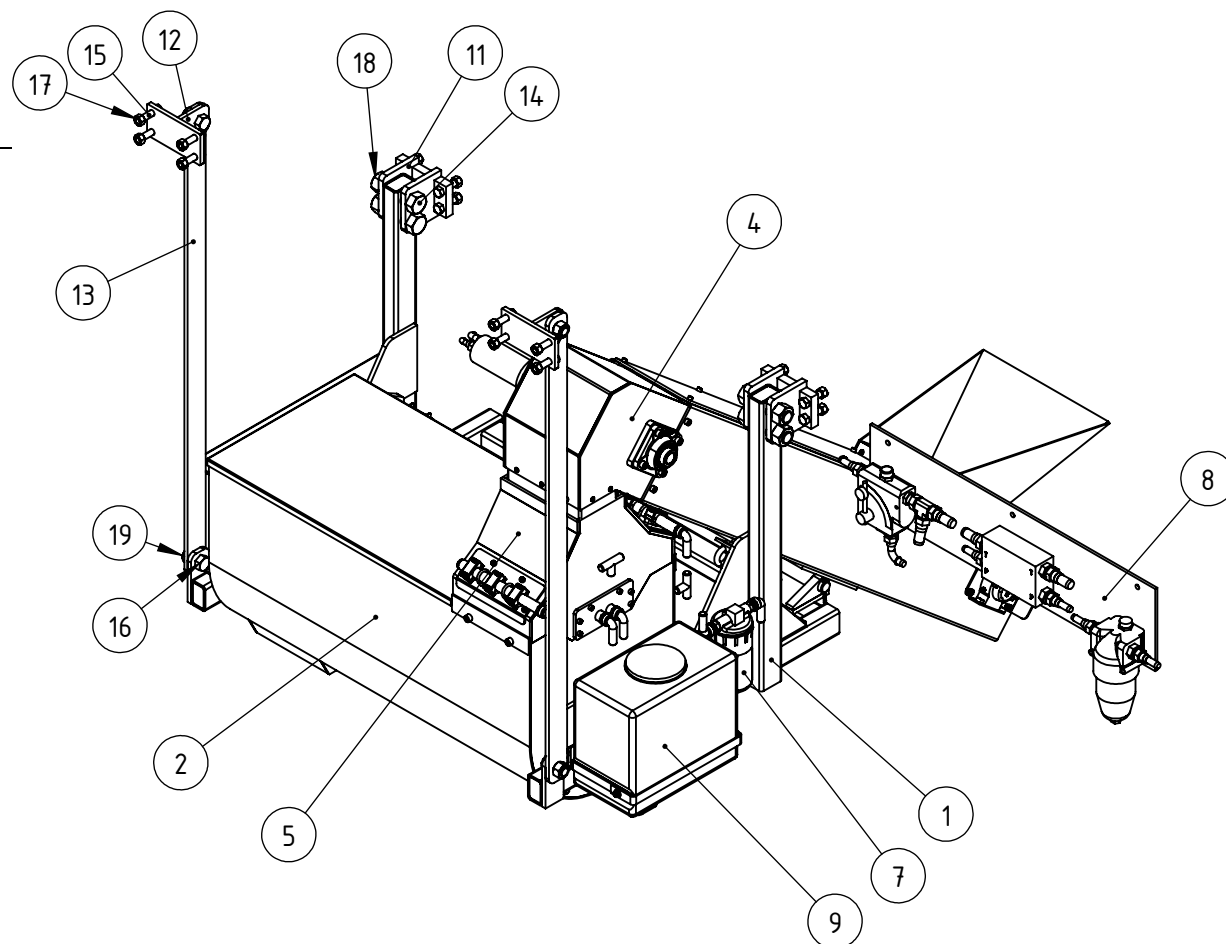
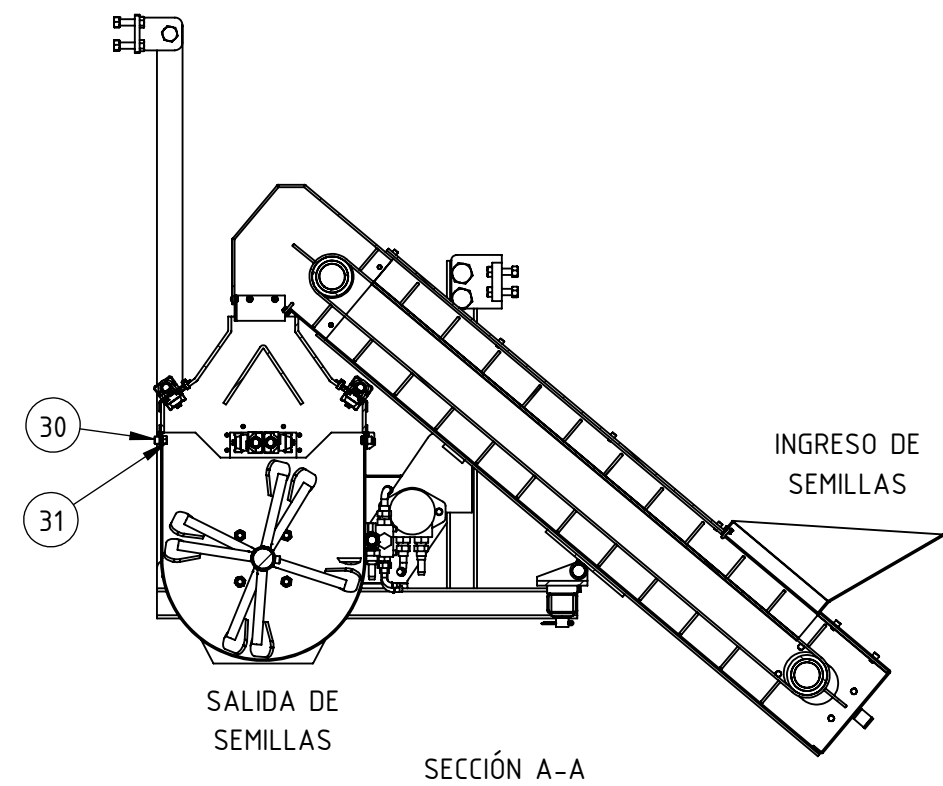
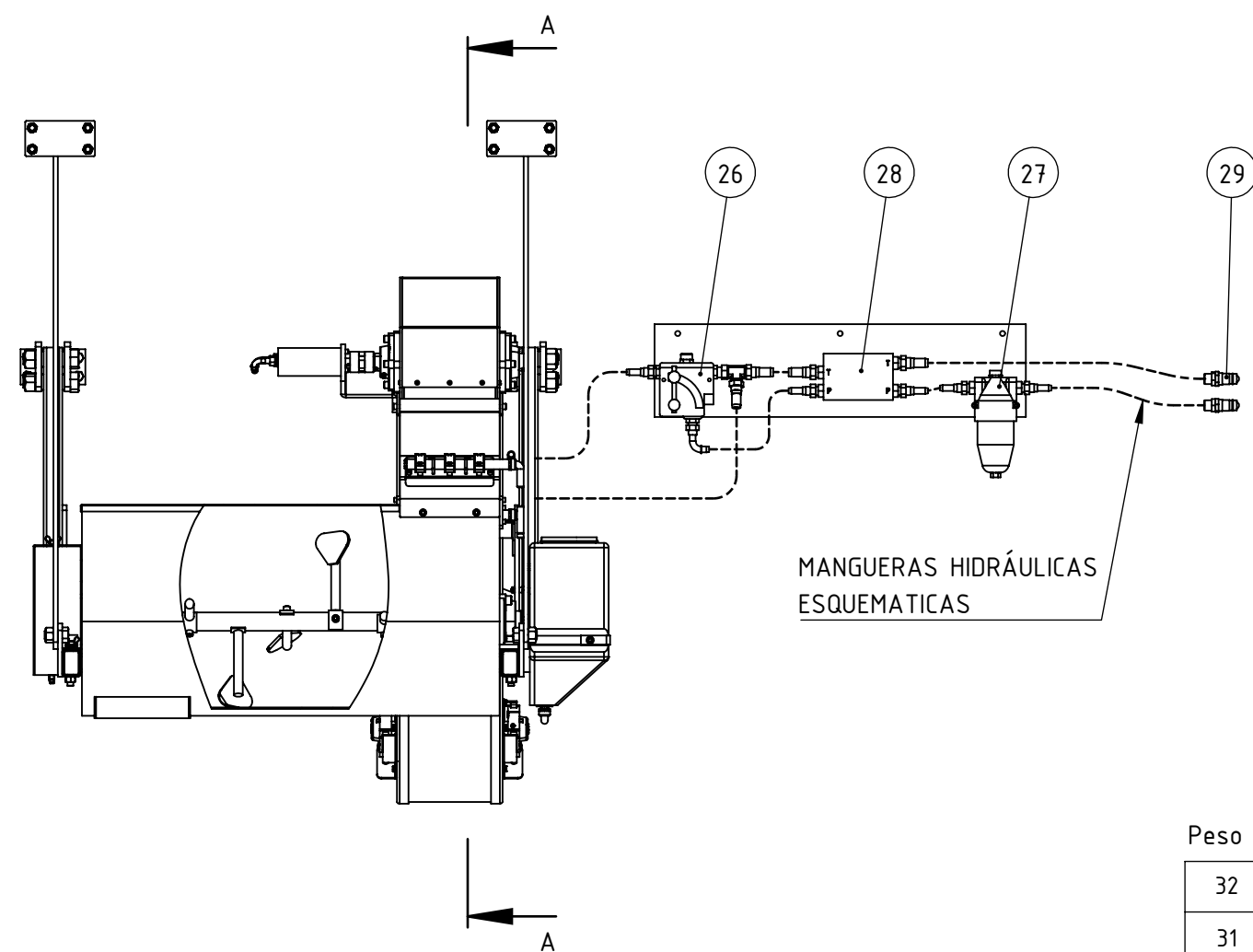
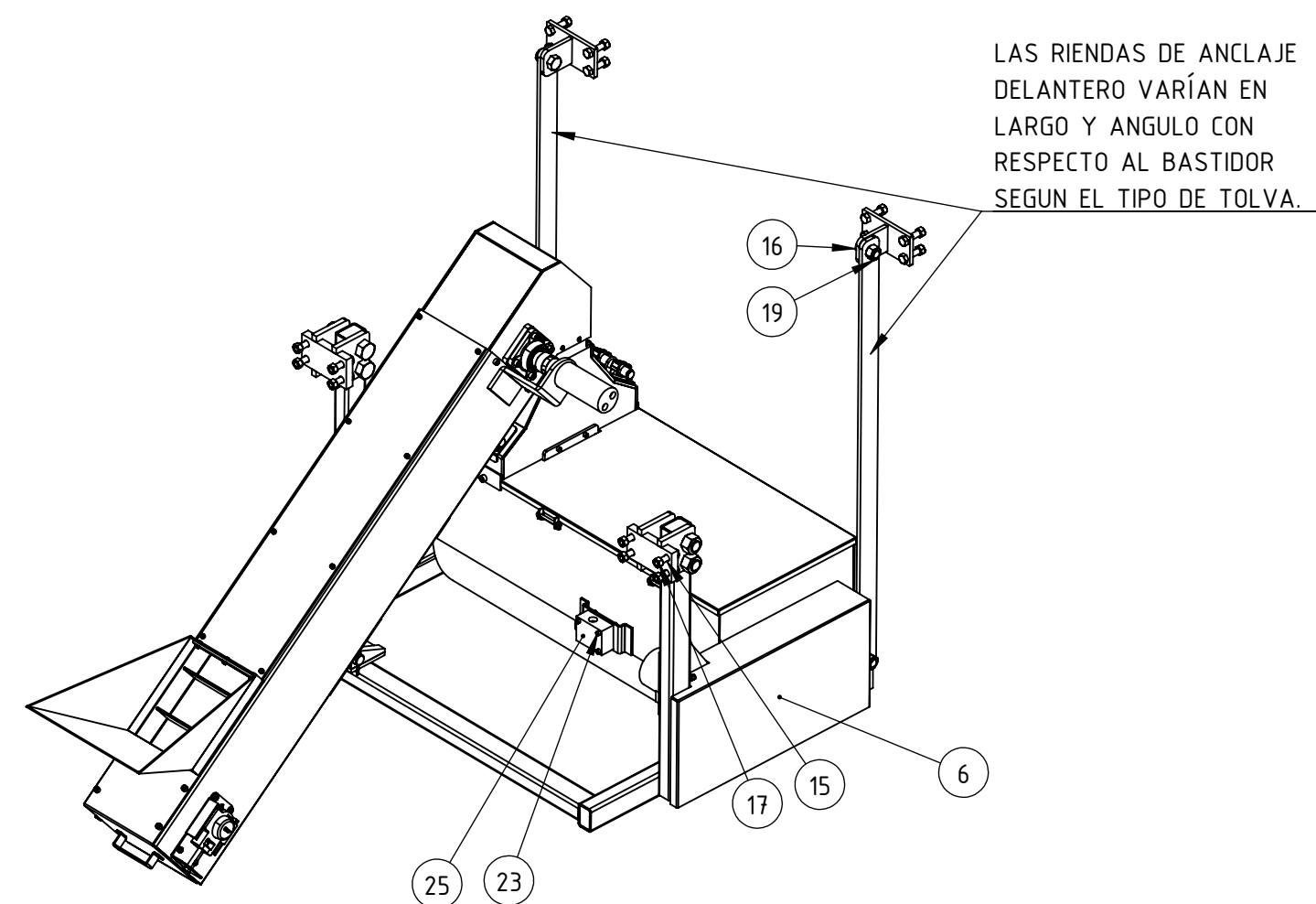
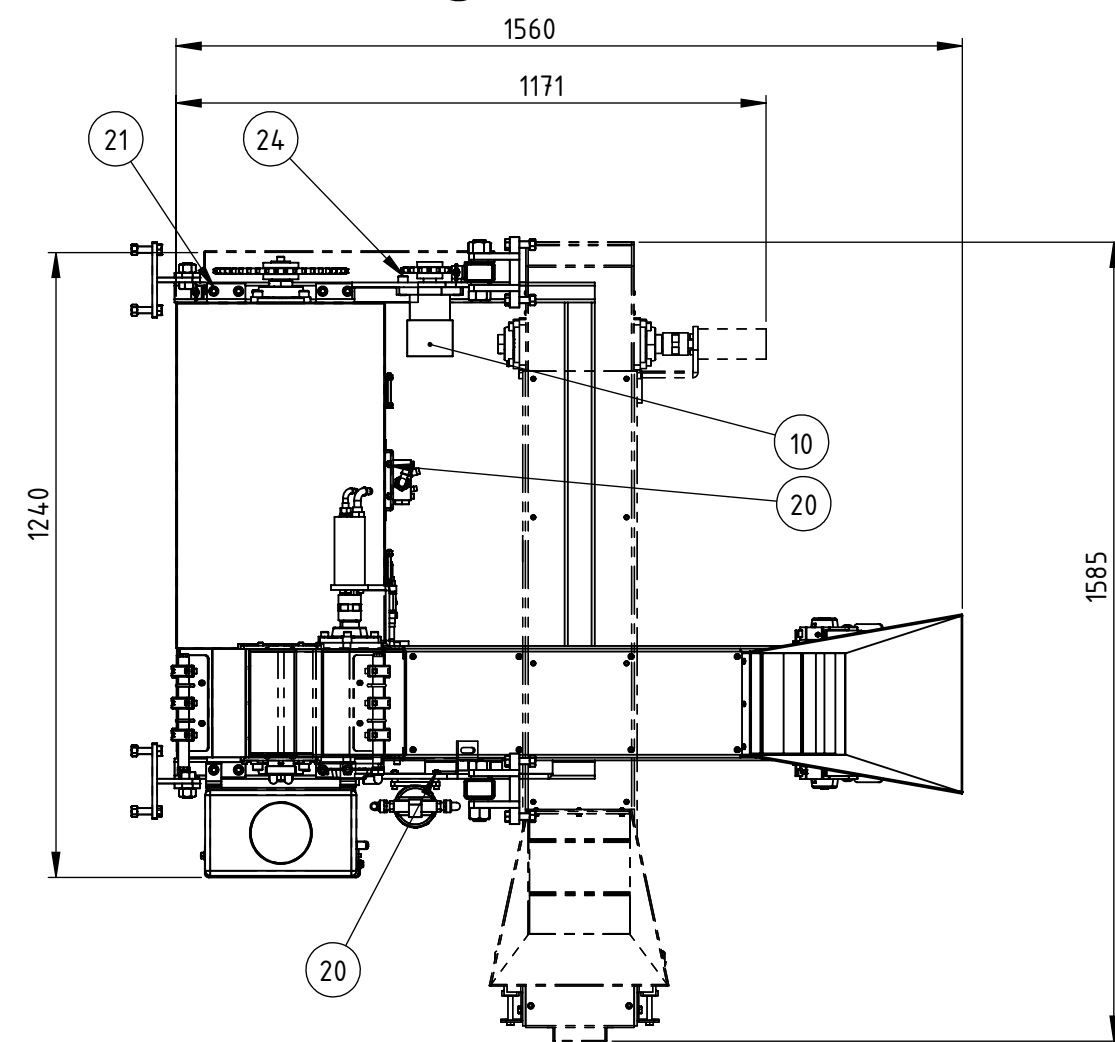
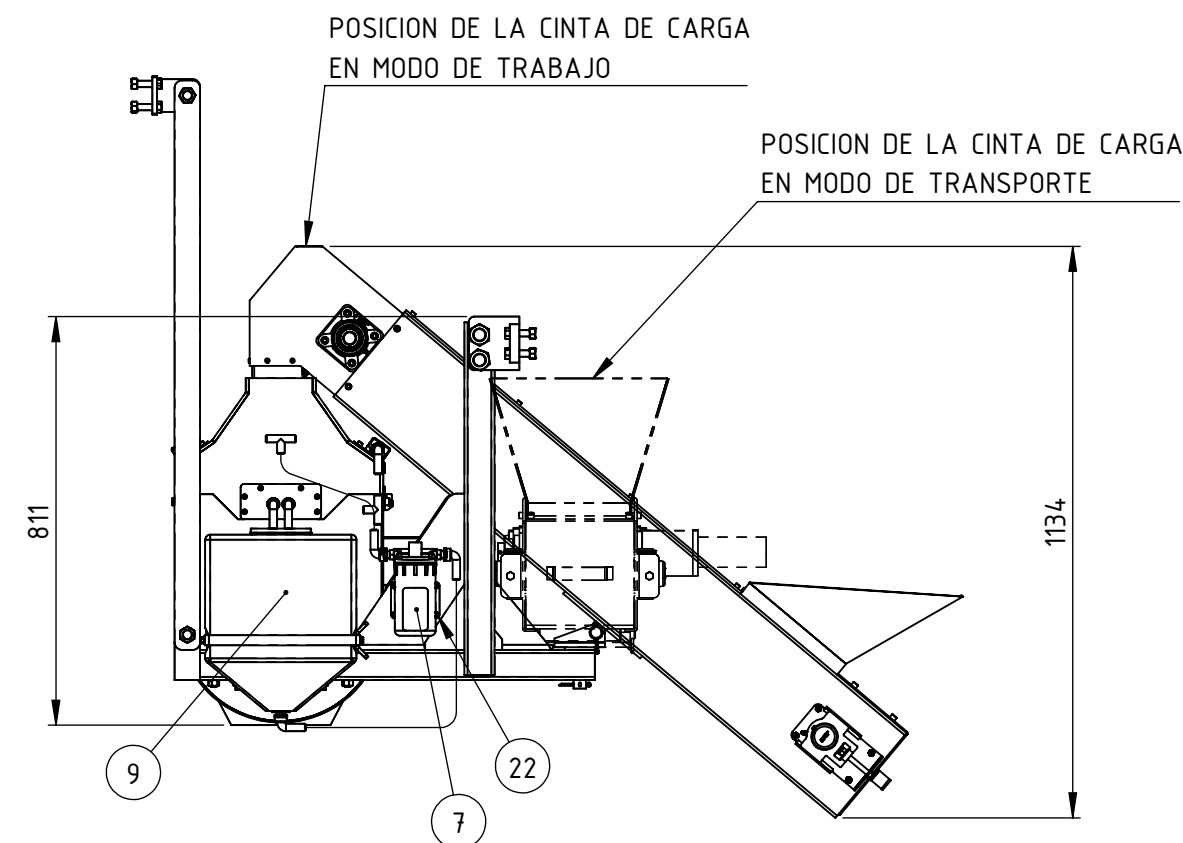
Tipo de cadena	Cadena Nº 60
Paso	3/4"
Longitud de cadena necesaria	64 pasos
Distancia entre centros	319,5 mm
Tipo de piñón	Nº 60 - Paso 3/4"
Nº dientes de piñón	17
Ø piñón	103,68 mm
Tipo de corona	Nº 60 - Paso 3/4"
Nº dientes de corona	42
Ø corona	254,92 mm
Lubricacion	Tipo A - Manual

9. Planos

En las paginas siguientes se presentan los planos para la fabricación del equipo. La codificación de los planos sigue la siguiente regla:



Todos los planos se encuentran codificados excepto el conjunto completo de la máquina.



Peso estimado: 250 Kg

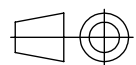
32	CADENA Nº 60 PASO 3/4"	1	COMERCIAL	LONGITUD: 64 pasos
31	TUERCA HEX 3/8"	4	COMERCIAL	
30	TORNILLO ALLEN 3/8" x 1/2"	4	COMERCIAL	
29	ACOPLE RAPIDO ISO-7421-A	2	COMERCIAL	
28	MANIFOLD DE SEGURIDAD	1	COMERCIAL	
27	FILTRO DE PRESION	1	COMERCIAL	UFI ITALY (50-75 L/min)
26	VALVULA REG. DE FLUJO COMPENSADA	1	COMERCIAL	FLUID PARTS (LKF-60-1/2NPT)
25	VALVULA DIVISORA DE CAUDAL	1	COMERCIAL	
24	TORNILLO ALLEN 1/2" x 1"	2	COMERCIAL	
23	TORNILLO ALLEN 1/4" x 2"	3	COMERCIAL	
22	TORNILLO ALLEN 1/4" x 1 1/4"	4	COMERCIAL	
21	TORNILLO ALLEN 1/2" x 3 1/2"	8	COMERCIAL	
20	TUERCA HEX 1/4"	7	COMERCIAL	
19	TUERCA HEX 3/4"	4	COMERCIAL	
18	TUERCA HEX 1"	4	COMERCIAL	
17	TUERCA HEX 1/2"	24	COMERCIAL	
16	TORNILLO CABEZA HEX 3/4" x 1 1/2"	4	COMERCIAL	
15	TORNILLO CABEZA HEX 1/2" x 2"	16	COMERCIAL	
14	TORNILLO CABEZA HEX 1" x 4"	4	COMERCIAL	
13	RIENDA DE ANCLAJE TIPO 2	2	AISI 1010	VARIA S/ TOLVA
12	ANCLAJE A TOLVA DELANTERO	2		PLANO 01-201-0014-00
11	ANCLAJE A TOLVA POSTERIOR	2		PLANO 01-201-0009-00
10	MOTOR HIDRAULICO BMM-12P1CY1	1	COMERCIAL	MARCA: MORO HIDRAULICA
9	DEPOSITO	1		PLANO 01-301-0006-00
8	TABLERO HIDRAULICO	1	AISI 1010	PLANO 01-104-0023-00
7	BOMBA DE DIAFRAGMA FLOJET	1	COMERCIAL	DUPLEX 2 - D21X005
6	TAPA DE TRANSMISION	1		PLANO 01-201-0011-00
5	DOSIFICADOR	1		PLANO 01-301-0004-00
4	CINTA DE CARGA	1		PLANO 01-301-0001-00
3	PIÑON 17D - Nº60 - Paso 3/4"	1	COMERCIAL	
2	MEZCLADOR	1		PLANO 01-301-0003-00
1	BASTIDOR	1		PLANO 01-301-0002-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES



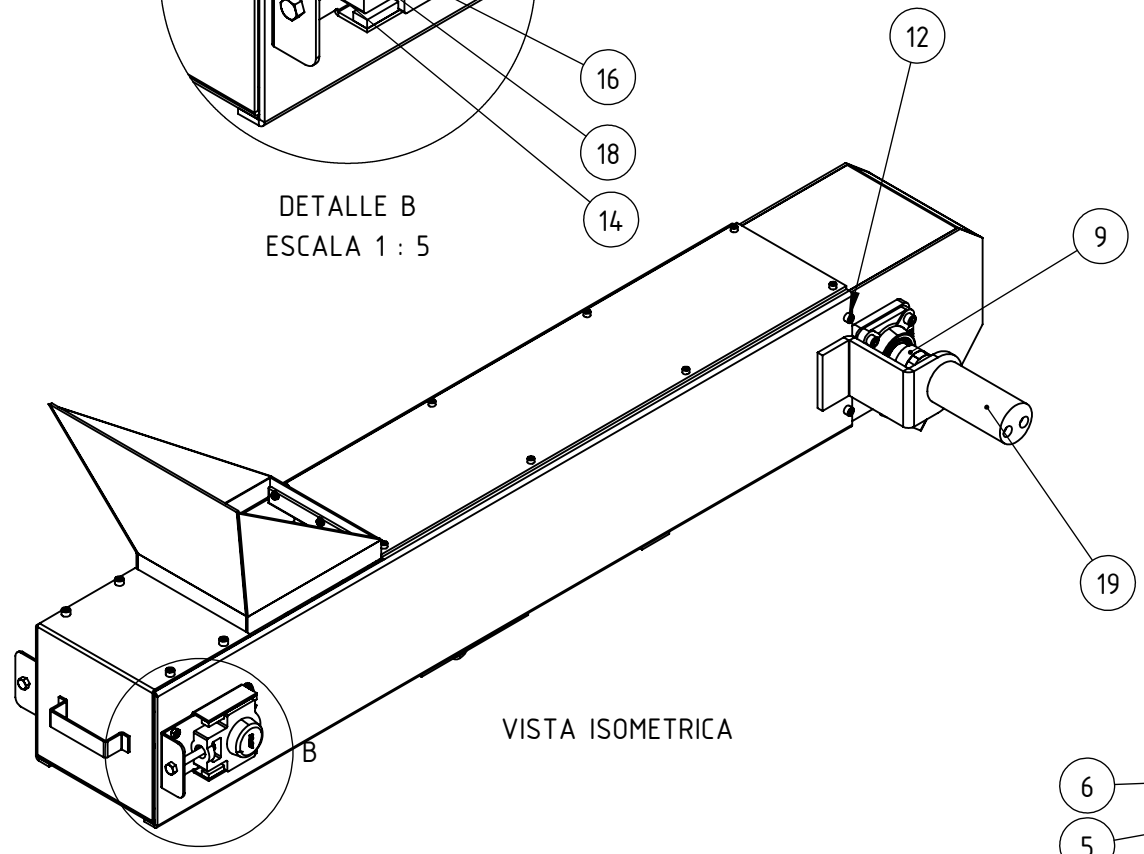
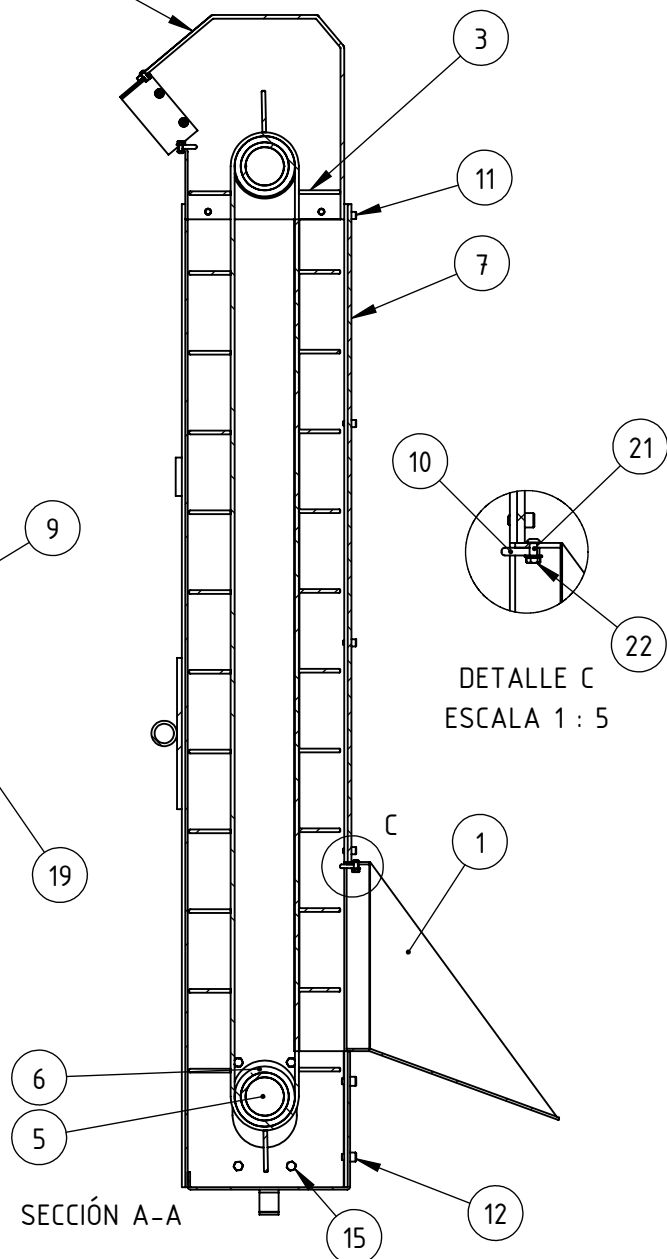
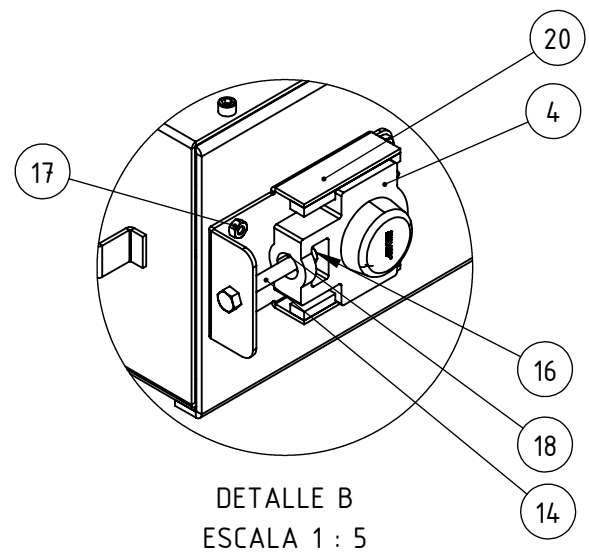
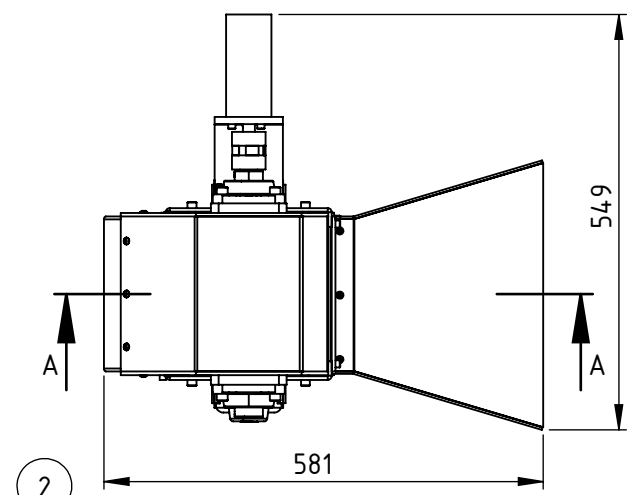
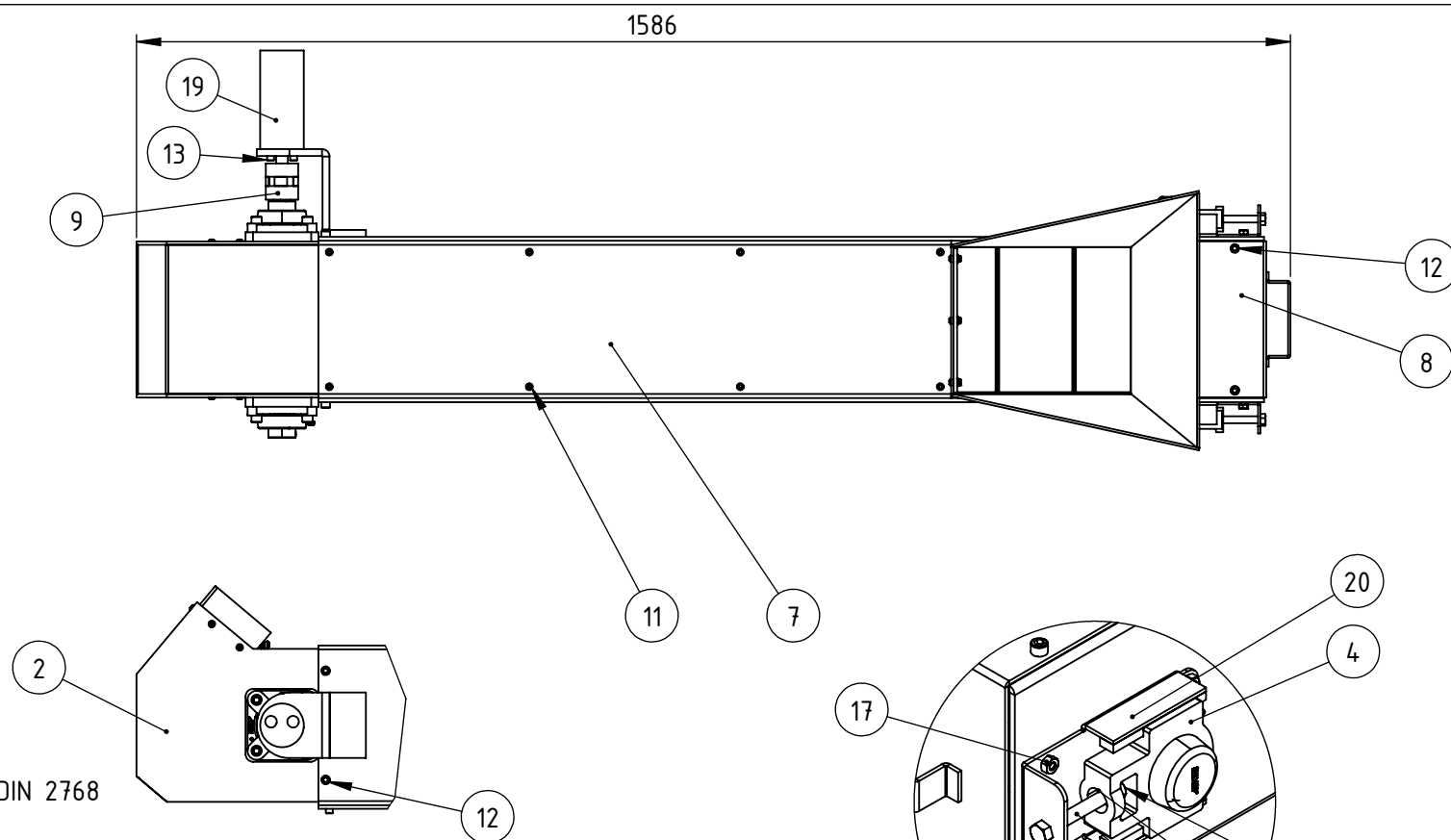
PROYECTO FINAL DE
INGENIERÍA MECÁNICA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

EQUIPO PARA TRATAMIENTO
DE SEMILLAS

	FECHA	NOMBRE	ESCALA
DIBUJO	20/4/2023	Klein, Francisco R.	1:15
APROBO			

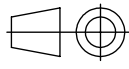


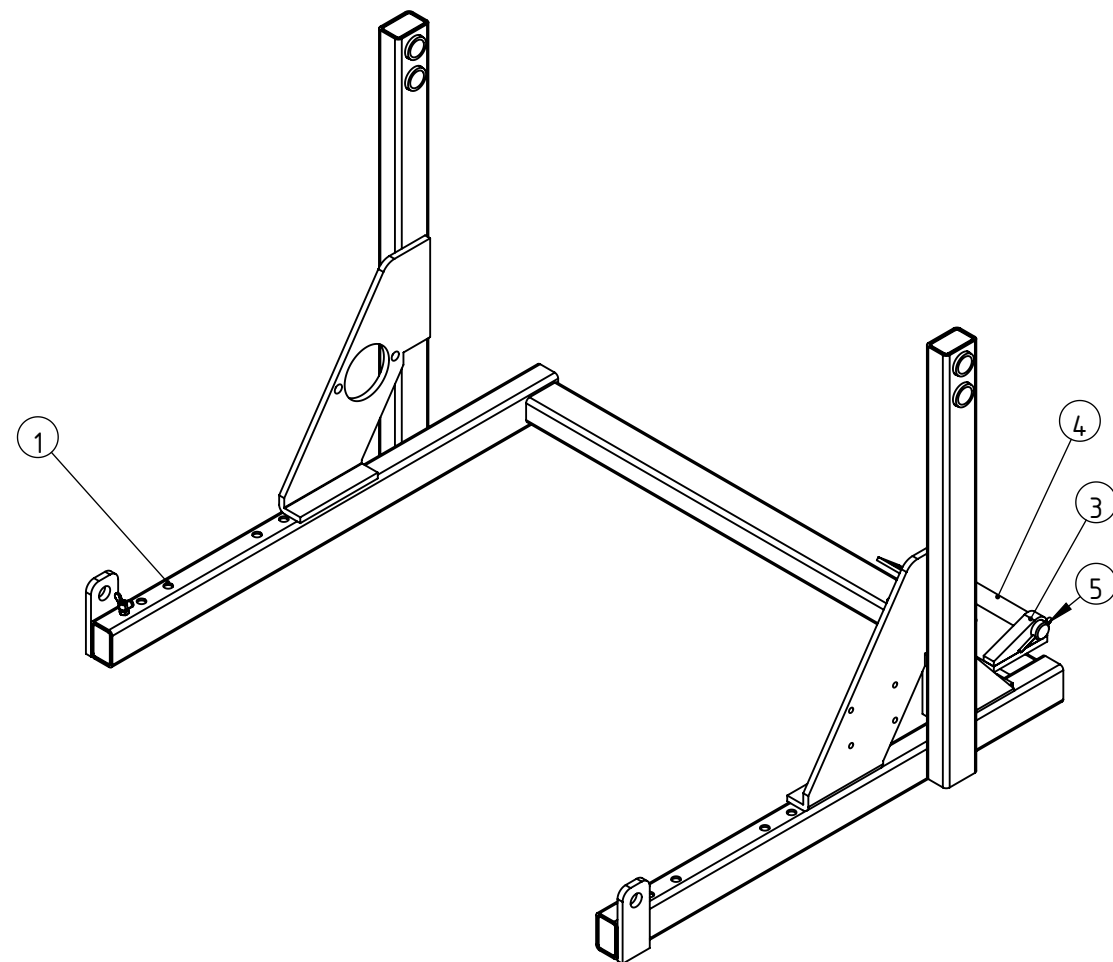
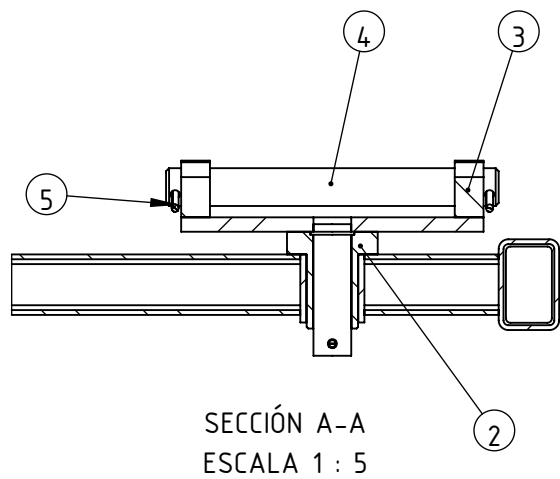
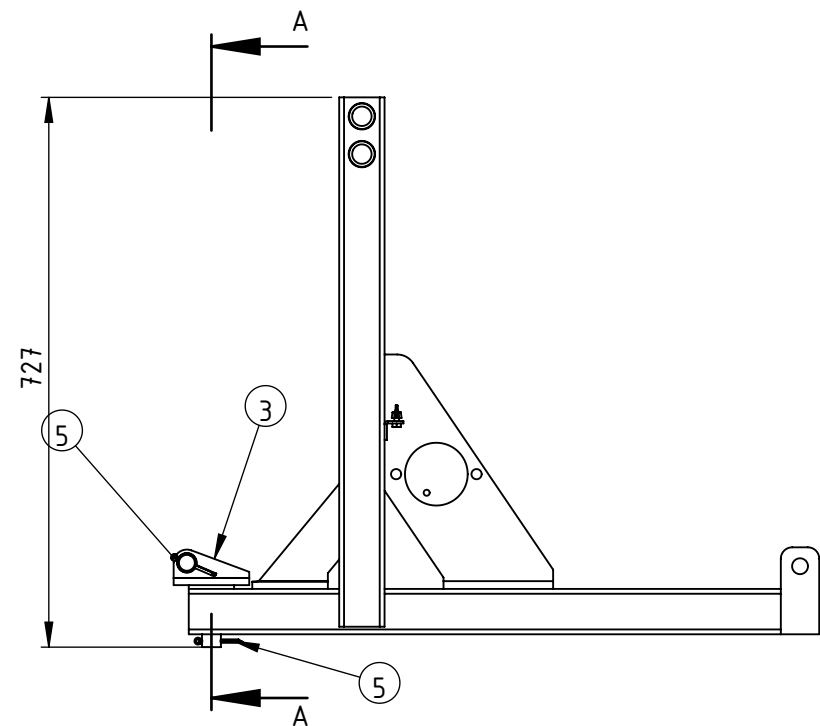
Plano de conjunto de máquina



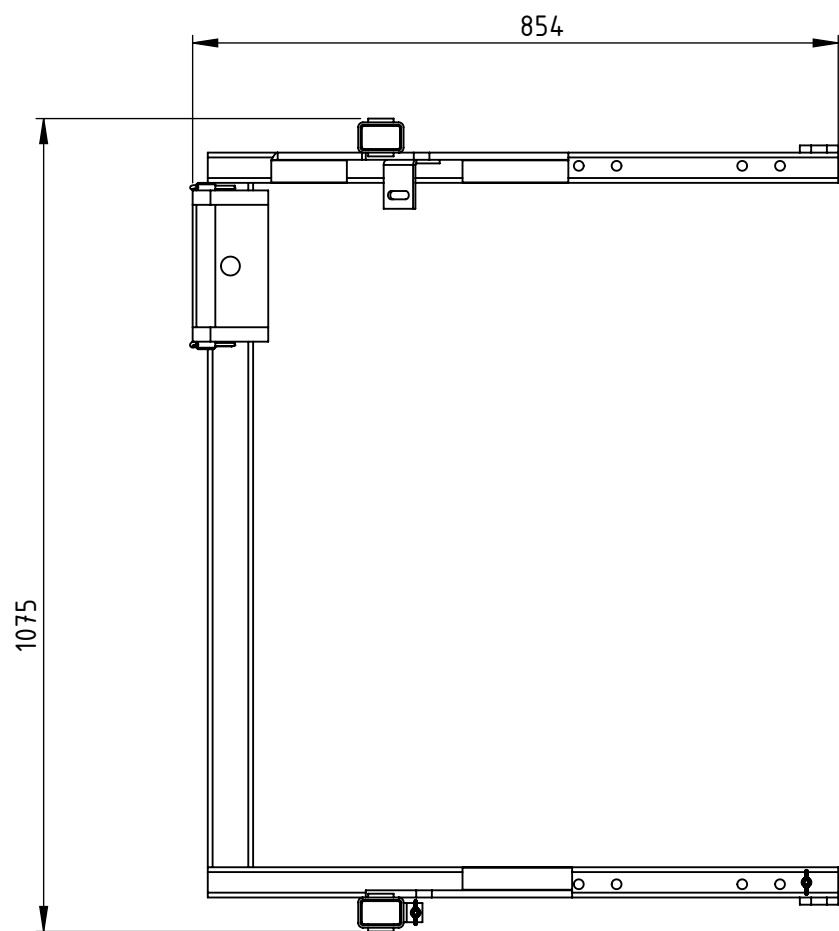
Tolerancias generales según DIN 2768
Matar cantos vivos
Peso estimado: 86530.99 g

22	TUERCA HEX C/BRIDA M5	3	COMERCIAL	
21	TORNILLO ALLEN M5 x 12	3	COMERCIAL	
20	SOPORTE PARA RODILLO TENSOR	2	AISI 1010	01-104-0028-00
19	MOTOR HIDRAULICO	1	COMERCIAL	MODELO BMM-12P1CY1 MARCA: MORO HIDRAULICA
18	ARANDELA PLANA 3/8"	2	COMERCIAL	
17	TUERCA HEX 1/4"	8	COMERCIAL	
16	TUERCA HEX 3/8"	2	COMERCIAL	
15	TORNILLO CAB HEX 1/4" x 1/2"	8	COMERCIAL	
14	TORNILLO CAB HEX 3/8" x 2 3/4"	2	COMERCIAL	
13	TORNILLO ALLEN 1/4" x 3/4"	3	COMERCIAL	
12	TORNILLO ALLEN 5/16" x 7/16"	8	COMERCIAL	
11	TORNILLO ALLEN 1/4" x 7/16"	8	COMERCIAL	
10	GOMA PARA ENRASE	1	BUTYL	01-105-0004-00
9	ACOPLE ELASTICO SS075	1	COMERCIAL	
8	PLEGADO DE TAPA	1	AISI 1010	01-101-0007-00
7	ACRILICO	1	Acrílico (Impacto medio-alto)	01-105-0003-00
6	CUBIERTA DE RODILLO	1	Caucho	01-105-0002-00
5	EJE DE RODILLO TENSOR	1	AISI 1045	01-103-0001-00
4	SKF TU 25 FM ECY	2	COMERCIAL	
3	CINTA	1	CAUCHO SBR C/ REFUERZO TEXTIL NYLON-POLIESTER	
2	CONJUNTO DE DESCARGA	1		01-203-0002-00
1	ESTRUCTURA	1		01-201-0001-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES

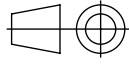
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			CINTA DE CARGA	
DIBUJO APROBO			FECHA 16/4/2023	NOMBRE Klein, Francisco R.
			ESCALA 1:10	CONJUNTO: MAQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS
				01-301-0001-00

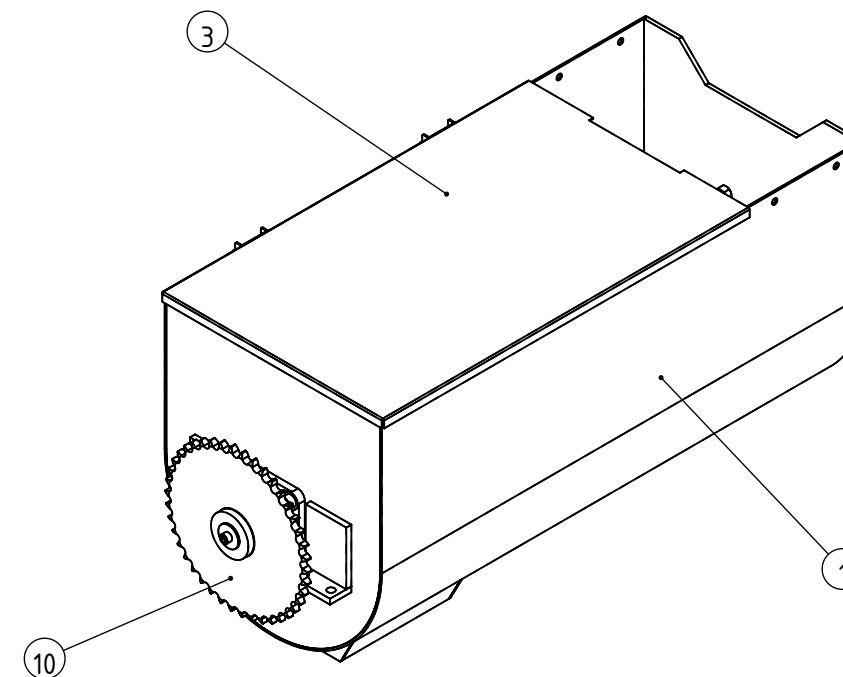
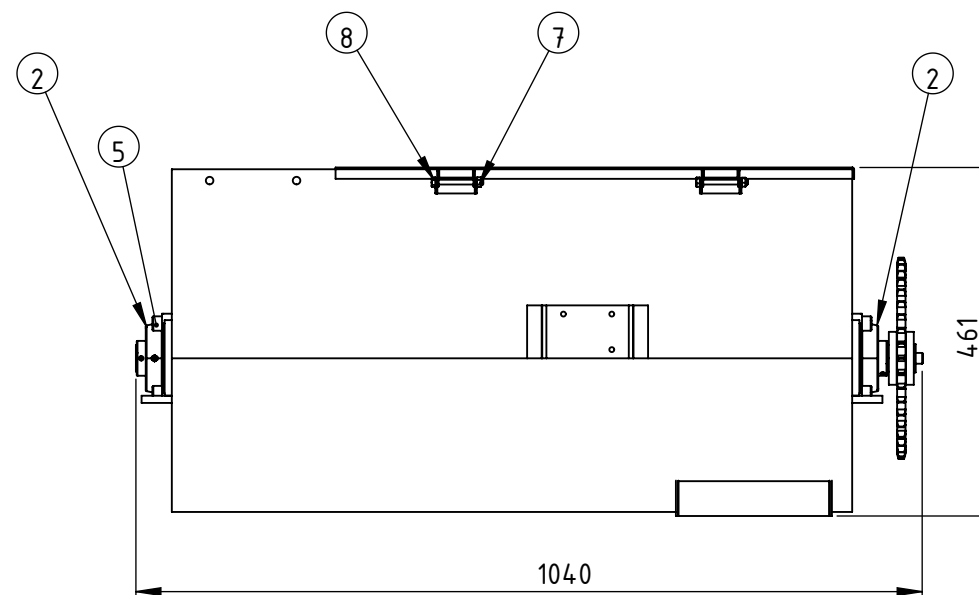
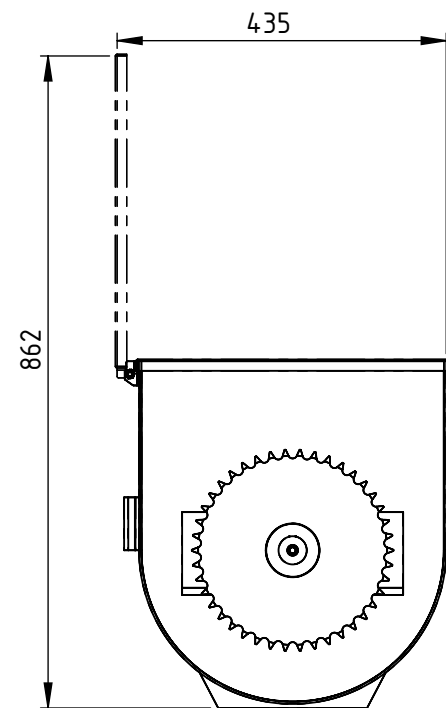


VISTA ISOMETRICA

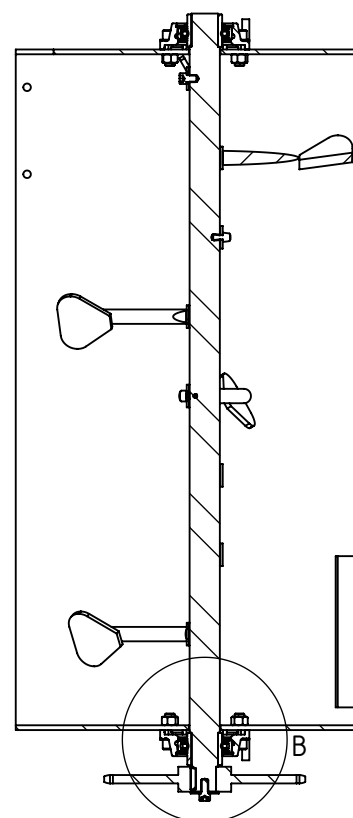
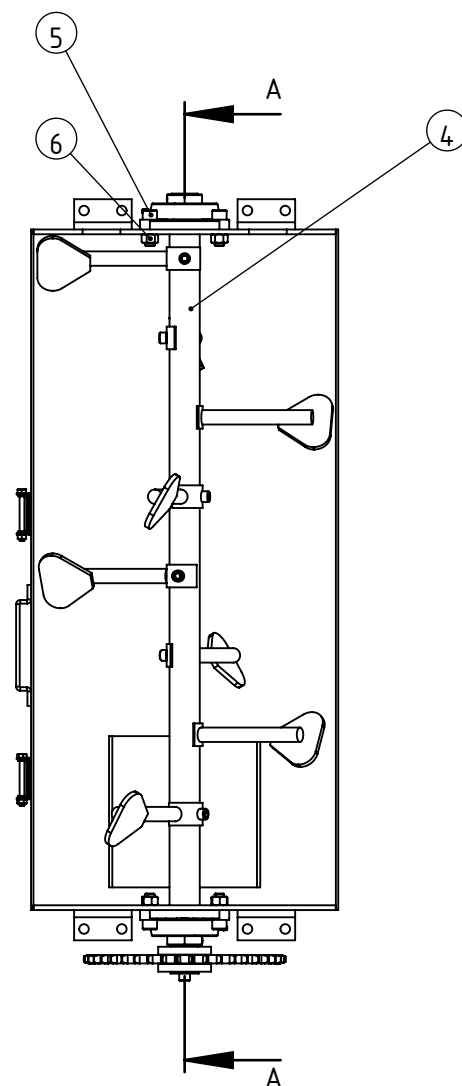


Tolerancias generales según DIN 2768
Matar cantos vivos
Peso estimado: 31015.32 g

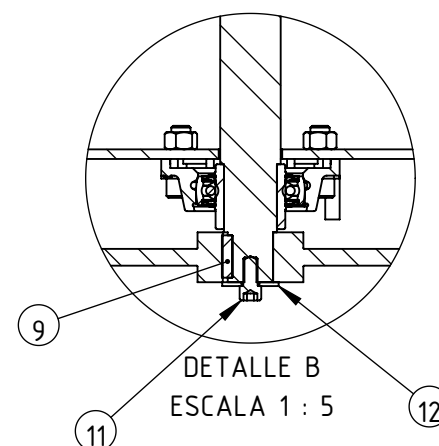
5	CHAVETA PARTIDA Ø5x50	3	COMERCIAL	
4	EJE PARA PIVOTE DE CINTA	1	AISI 1020	01-103-0006-00
3	PIVOTE DE CINTA	1		01-205-0005-00
2	BUJE PARA PIVOTE DE CINTA	1	GRILON	01-103-0005-00
1	ESTRUCTURA	1		01-201-0004-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			BASTIDOR	
			CONJUNTO:	01-301-0002-00
			MAQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS	
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	
DIBUJO	18/4/2023	Klein, Francisco R.	1:10	
APROBO				



VISTA ISOMÉTRICA



SECCIÓN A-A



DETALLE B
ESCALA 1 : 5

Tolerancias generales según DIN 2768
Matar cantos vivos
Peso estimado: 66334.27 g

12	ARANDELA PLANA $\varnothing_{ext}=38$ $\varnothing_{int}=10$	1	COMERCIAL	
11	TORNILLO ALLEN $3/8"$ x $3/4"$	1	COMERCIAL	
10	CORONA CADENA 60 - 42D - PASO $3/4"$	1		
9	CHAVETA ANCHO=8 x ALTO=5 x LARGO=28	1	COMERCIAL	DIN 6885
8	TORNILLO CAB HEX $1/4"$ x $2 1/2"$	2	COMERCIAL	
7	TUERCA HEX AUTOF $1/4"$	2	COMERCIAL	
6	TUERCA HEX AUTOF $1/2"$	8	COMERCIAL	
5	TORNILLO ALLEN $1/2"$ x $1 3/8"$	8	COMERCIAL	
4	EJE DE MEZCLADOR	1		VER PLANO 01-203-0001-00
3	TAPA DE MEZCLADOR	1		VER PLANO 01-201-0010-00
2	SKF FY 35 TF	2	COMERCIAL	
1	ARTESA	1		VER PLANO 01-201-0006-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES



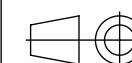
PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

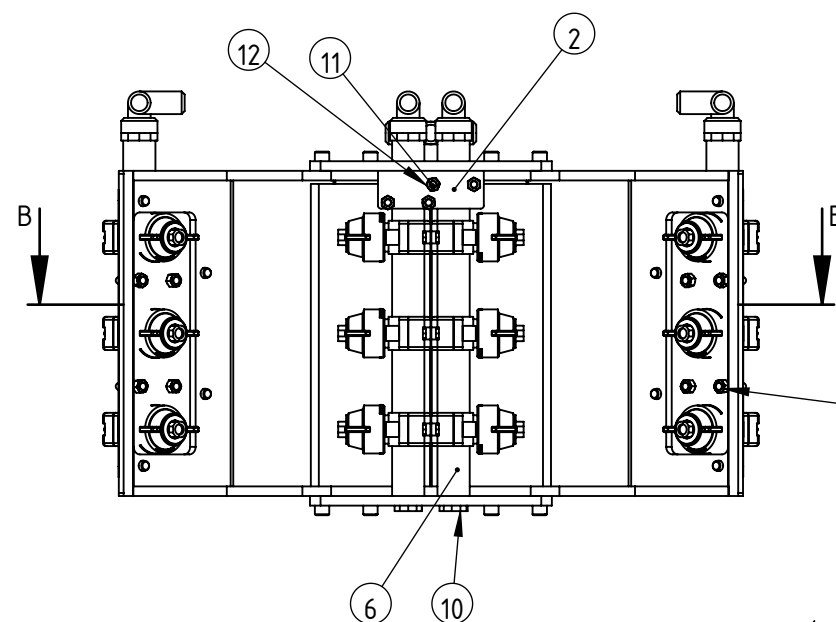
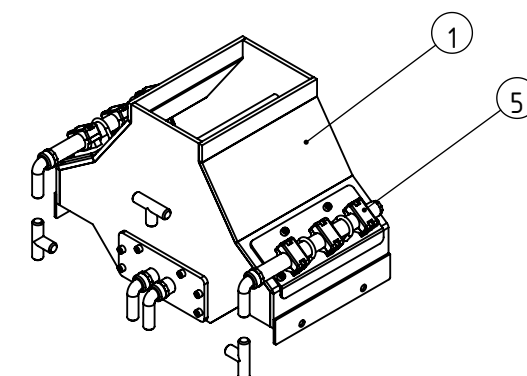
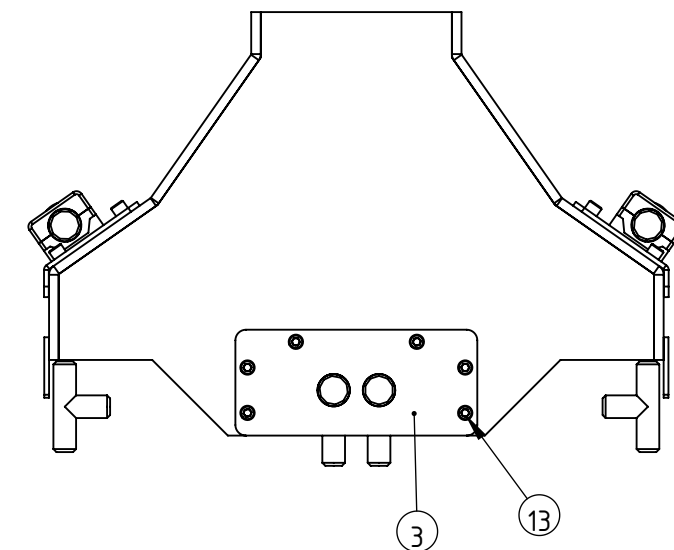
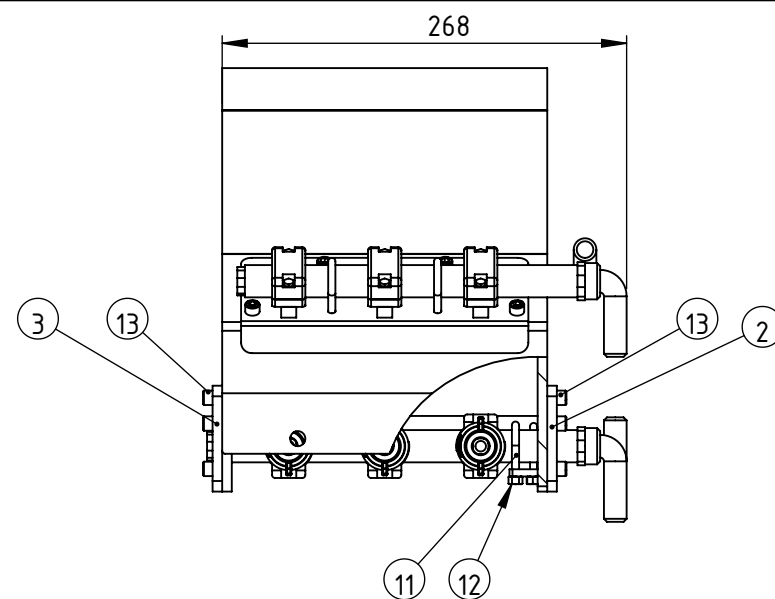
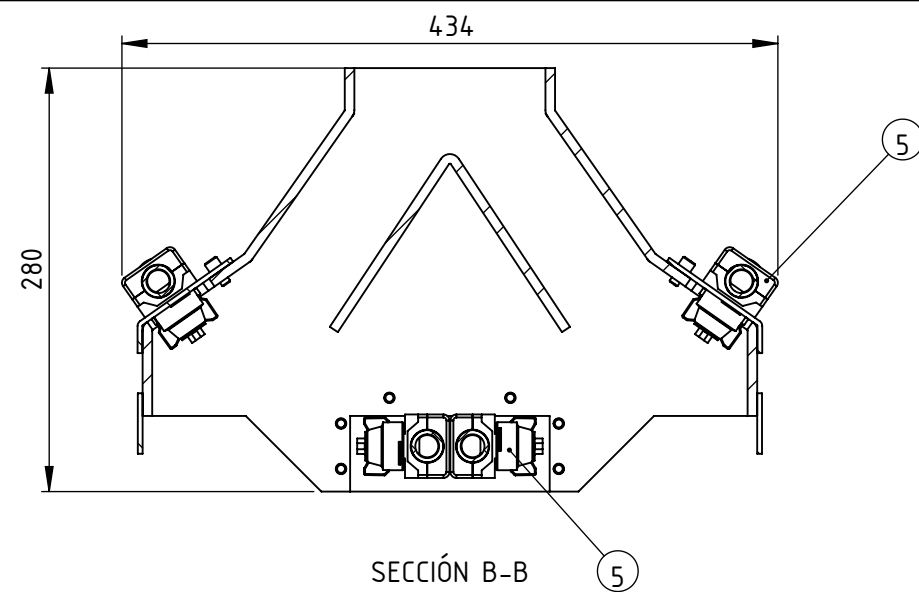
	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15/4/2023	Klein, Francisco R.
APROBO		

ESCALA
1:10

MEZCLADOR
CONJUNTO:
MAQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS



01-301-0003-00

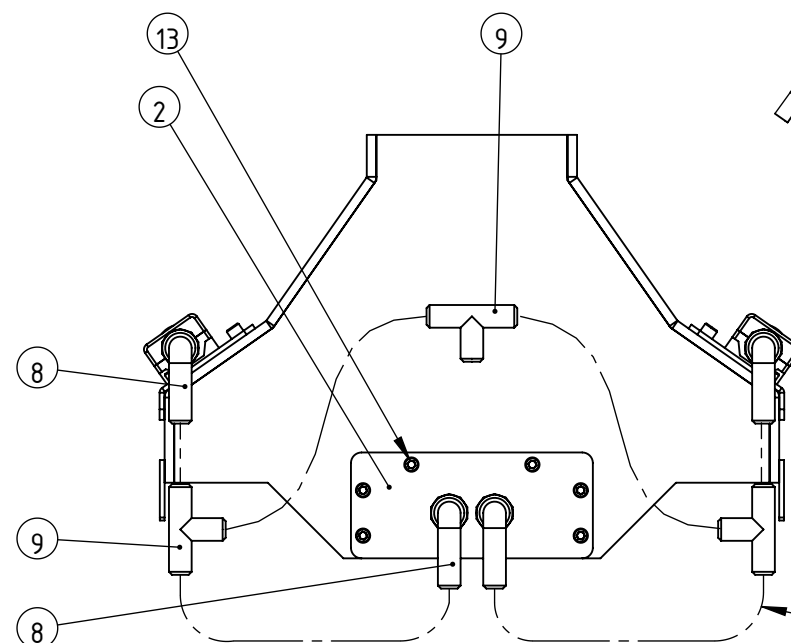
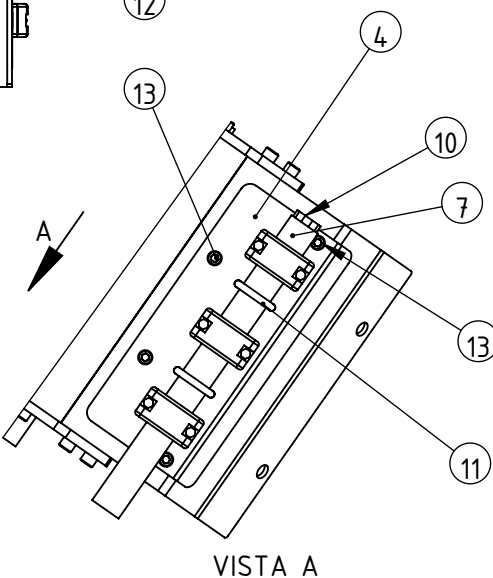


PASTILLA TEEJET
TXR CONEJET

ACOPLE RAPIDO
QUICK TEEJET

DETALLE C
ESCALA 1:2

TEEJET QJ7421-NYB



Tolerancias generales según DIN 2768
Matar cantos vivos
Peso estimado: 17855.56 g

13	TORNILLO ALLEN 1/4" x 1/2"	20	COMERCIAL	
12	TUERCA HEX 3/16"	12	COMERCIAL	
11	GRAMPA U 3/16"	6	COMERCIAL	
10	TAPON 3/8"	4	COMERCIAL	
9	ESPIGA TRIPLE TE 1/2"	3	COMERCIAL	
8	ESPIGA CODO CON ROSCA 1/2"	4	COMERCIAL	
7	Tuberia dosificador exterior	2	2014-T4	01-102-0004-00
6	TUBERIA DE DOSIFICACION INTERIOR	2	2014-T4	01-102-0003-00
5	BOQUILLA Y PORTABOQUILLA TEEJET	12	COMERCIAL	VER DETALLE C
4	SOPORTE DE CUERPOS DE BOQUILLAS EXTERIORES	2	AISI 1010	01-104-0018-00
3	SOPORTE DE CUERPO DE BOQUILLAS INTERIORES	1	AISI 1010	01-104-0017-00
2	SOPORTE TUBERIAS INTERIOR	1		01-201-0013-00
1	ESTRUCTURA	1		01-201-0008-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES



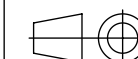
PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

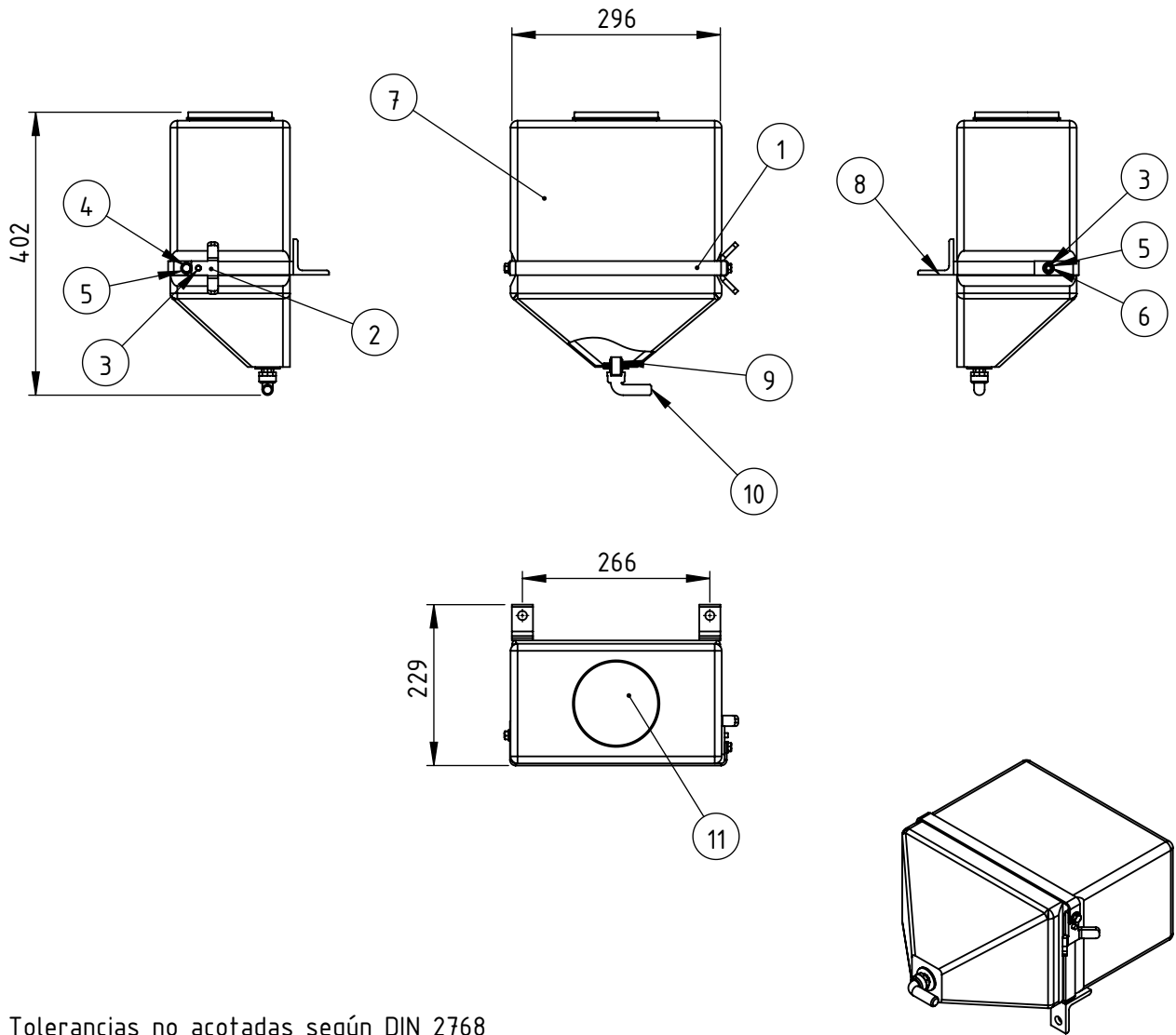
	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15/4/2023	Klein, Francisco R.
APROBO		

ESCALA
1:5

DOSIFICADOR
CONJUNTO:
MAQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS



01-301-0004-00



Tolerancias no acotadas según DIN 2768

Matar cantos vivos

Peso estimado: 1868.40 g

VISTA ISOMÉTRICA

11	TAPA DE DEPOSITO	1	PE Alta densidad	01-105-0008-00
10	ESPIGA CODO C/ ROSCA 1/2"	1	COMERCIAL	MARCA IPS
9	ADAPTADOR PARA TANQUE 1/2"	1	COMERCIAL	MARCA IPS
8	SOPORTE DEPOSITO	1		01-201-0012-00
7	TANQUE	1	PET	01-105-0006-00
6	TUERCA CAB HEX 1/4"	1	COMERCIAL	
5	ARANDELA PLANA 1/4"	2	COMERCIAL	
4	TORNILLO CAB HEX 1/4" x 3/8"	1	COMERCIAL	
3	TORNILLO CAB AVELLANADA 1/4" x 3/4"	2	COMERCIAL	
2	MANIJA PARA FIJACION DE DEPOSITO	1	AISI 1010	01-104-0025-00
1	GOMA DE FIJACION DE TANQUE	1	BUTYL	01-105-0007-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES



PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

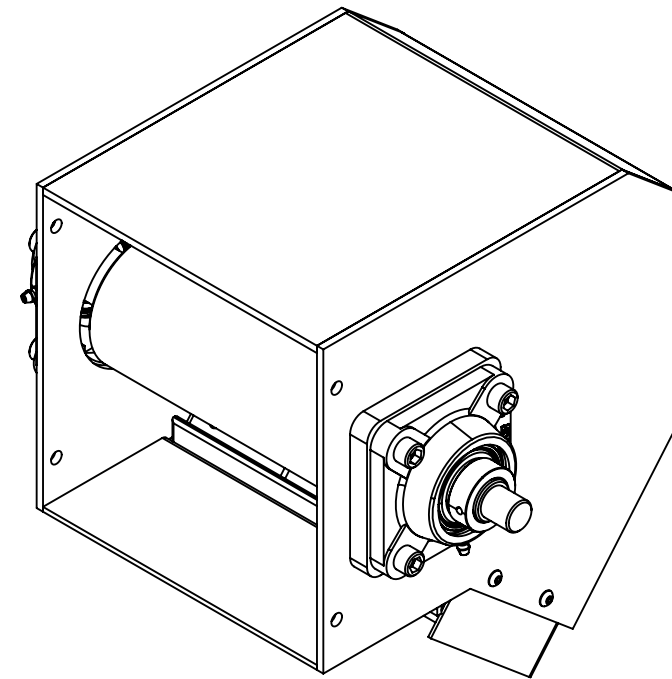
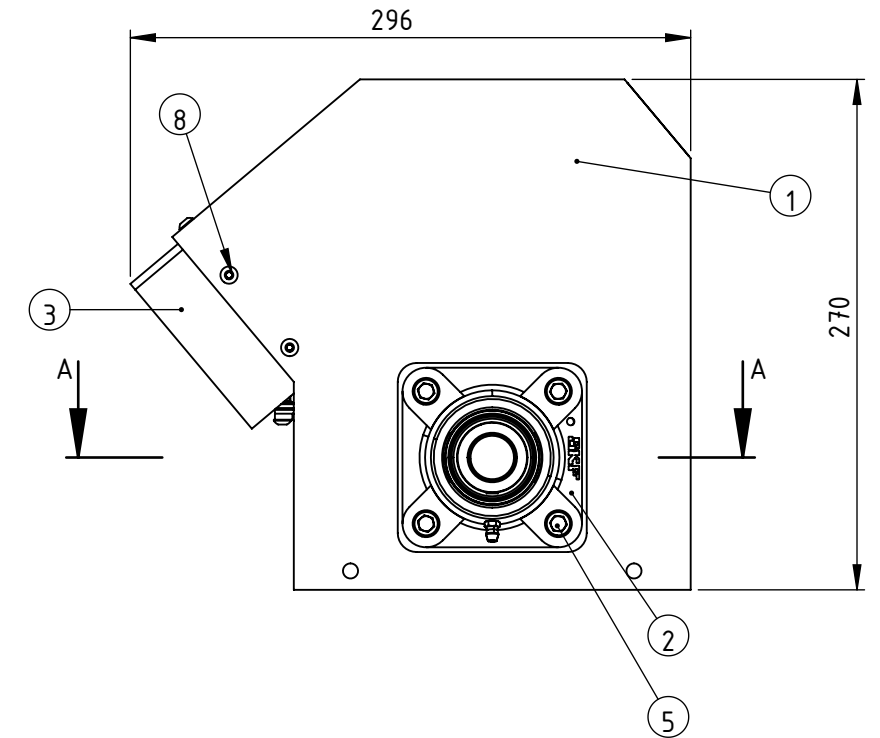
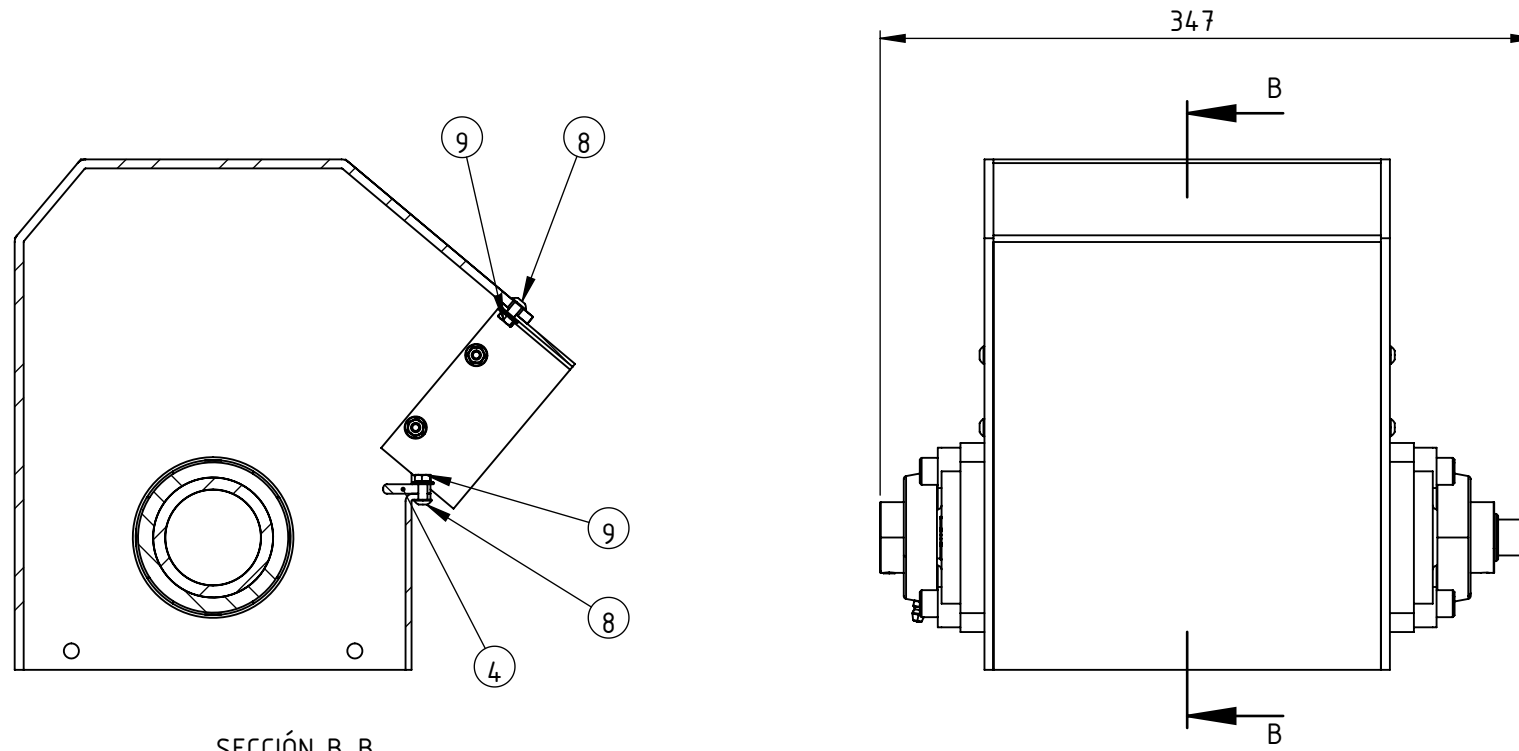
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

DEPOSITO

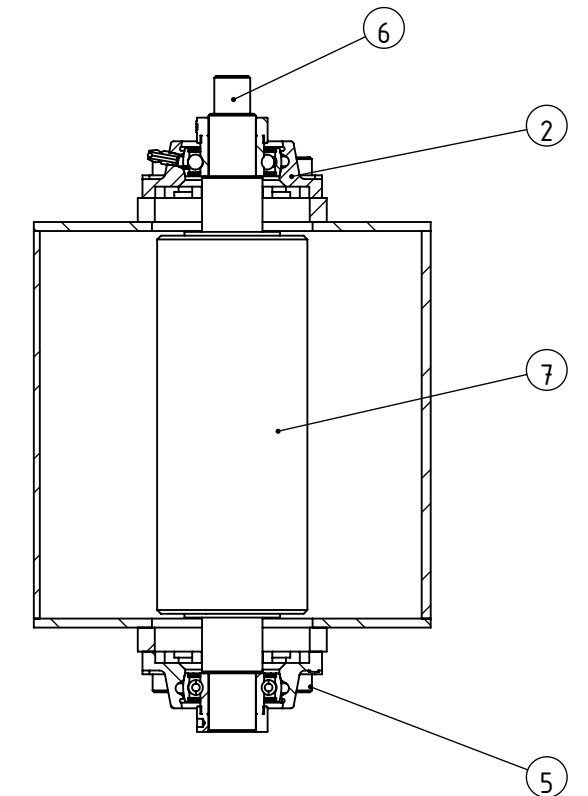
CONJUNTO:

MÁQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS

	FECHA	NOMBRE	ESCALA		
DIBUJO	15/4/2023	Klein, Francisco R.	1:10		01-301-0006-00
APROBO					



VISTA ISOMETRICA



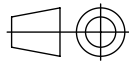
SECCIÓN A-A

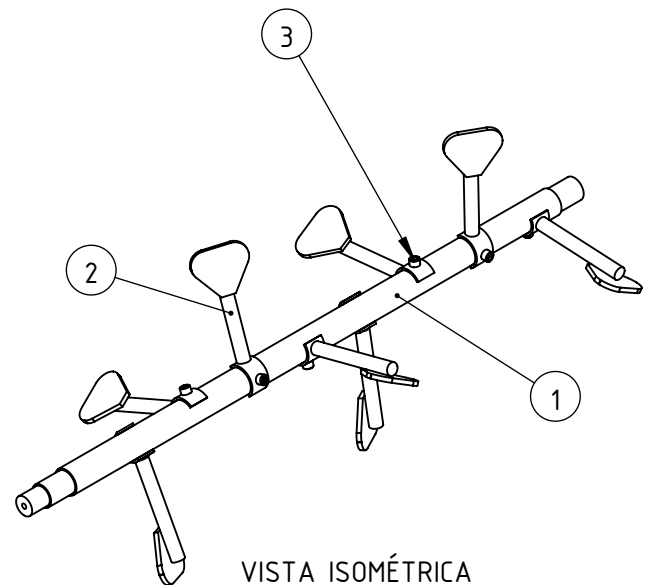
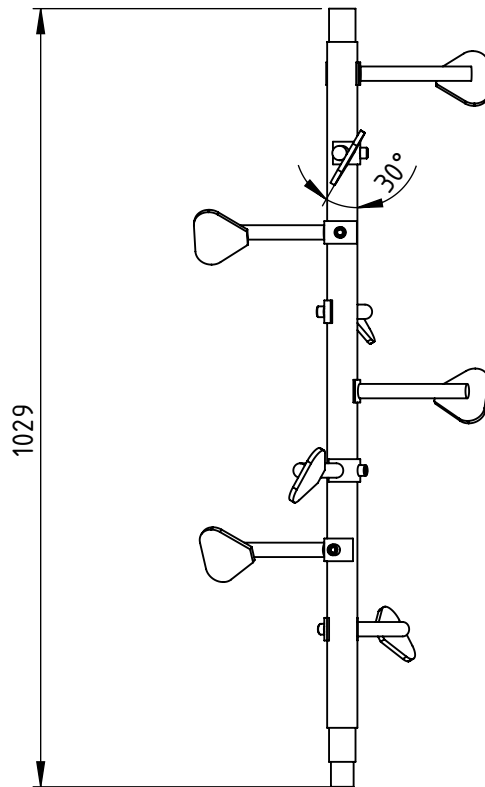
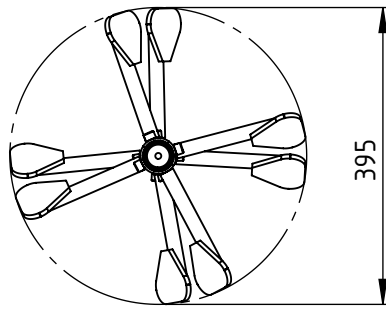
Tolerancias generales según DIN 2768

Matar cantos vivos

Peso estimado: 14214.88 g

9	TUERCA HEX M5	10	COMERCIAL	
8	TORNILLO ALLEN M5 x 10	10	COMERCIAL	
7	CUBIERTA DE RODILLO	1	Caucho	01-105-0002-00
6	EJE DE RODILLO TRACTOR	1	AISI 1045	01-103-0002-00
5	TORNILLO ALLEN 3/8" x 3/4"	8	COMERCIAL	
4	GOMA PARA ENRASE	1	BUTYL	01-105-0004-00
3	EMBOCADOR DE DESCARGA	1	BUTYL	01-105-0005-00
2	SKF FY 25 FM	2	COMERCIAL	
1	CARCAZA DE DESCARGA	1		01-201-0002-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES

 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			CONJUNTO DE DESCARGA CONJUNTO: CINTA DE CARGA MAQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS	
FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:4		01-203-0002-00
DIBUJO	16/4/2023 Klein, Francisco R.			
APROBO				

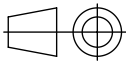


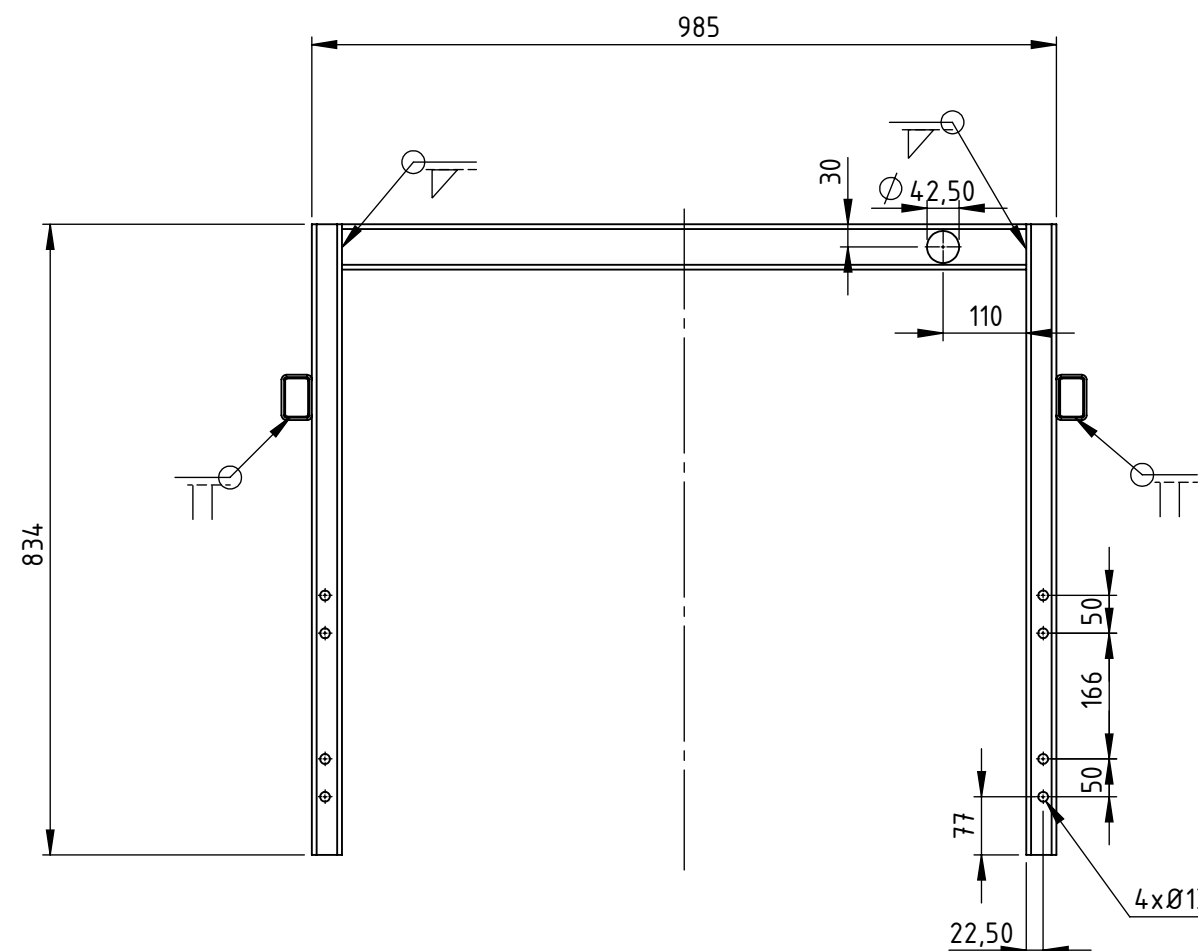
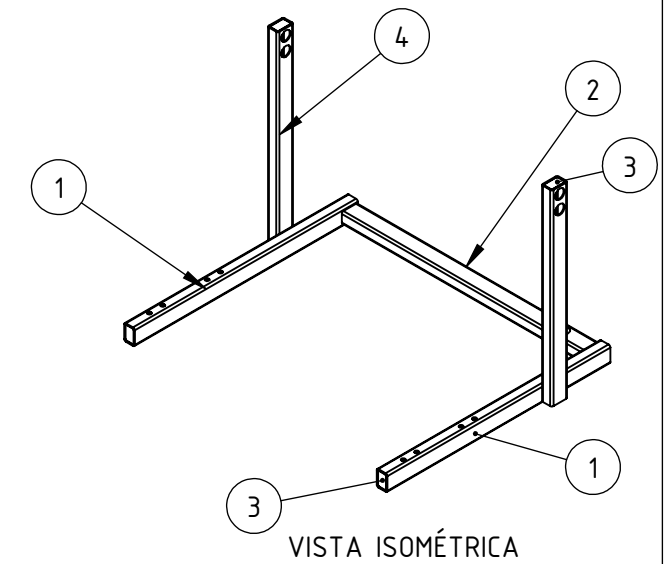
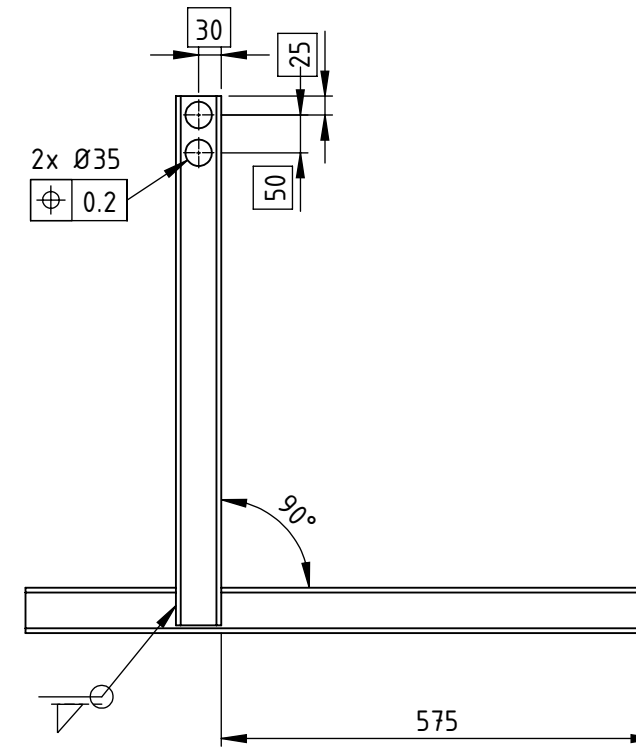
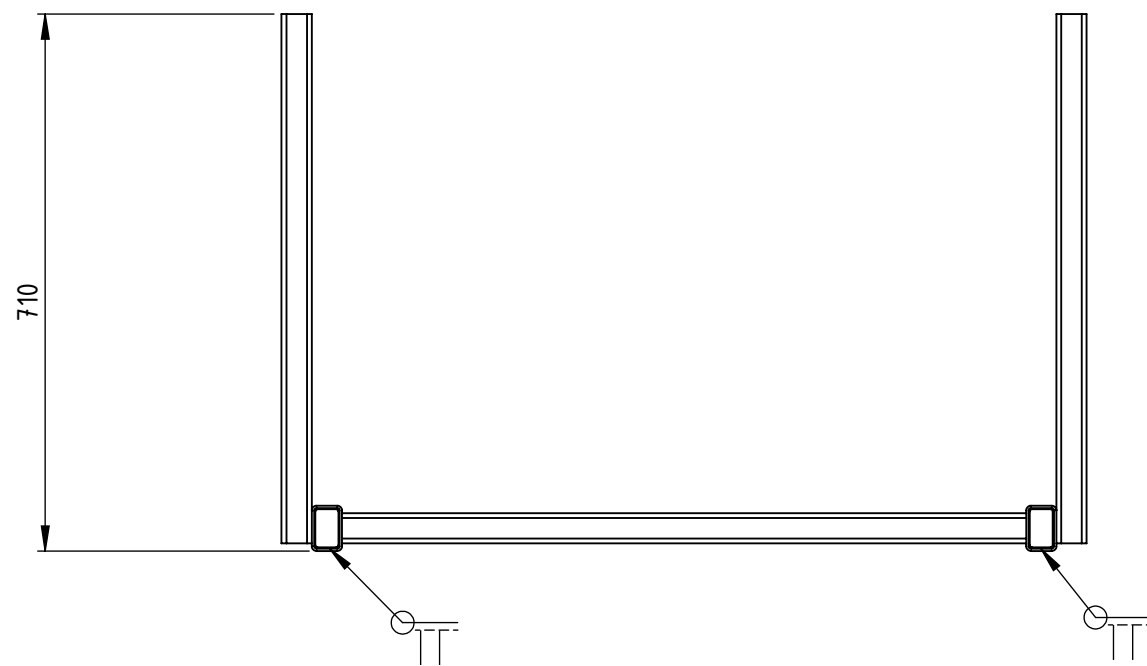
VISTA ISOMÉTRICA

Tolerancias no acotadas según DIN 2768

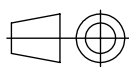
Matar cantos vivos

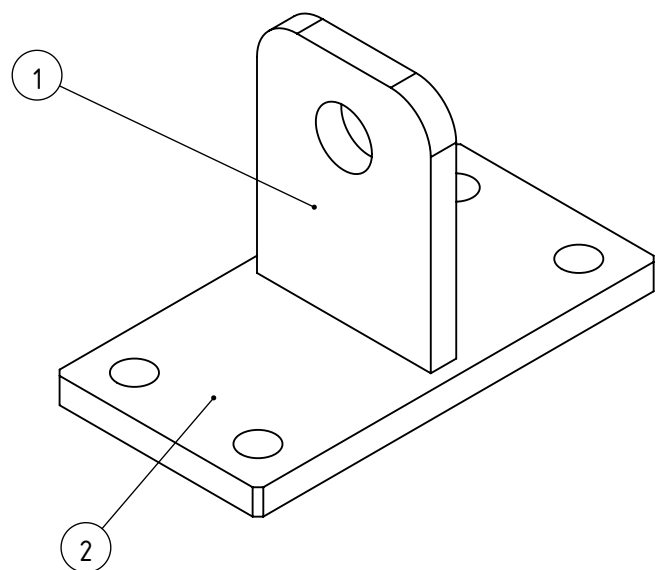
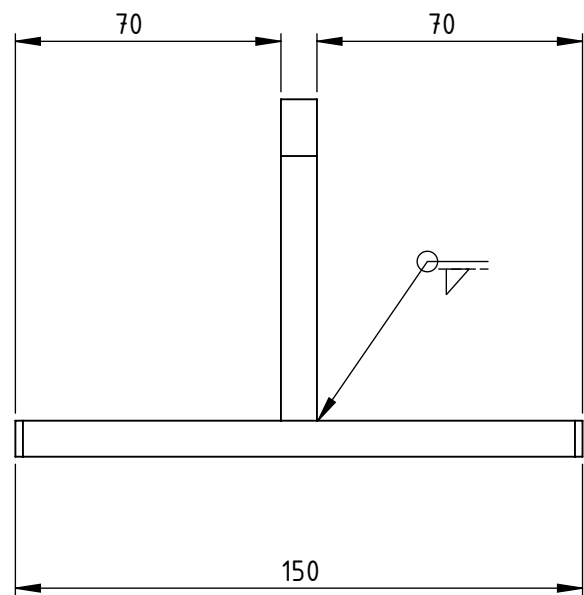
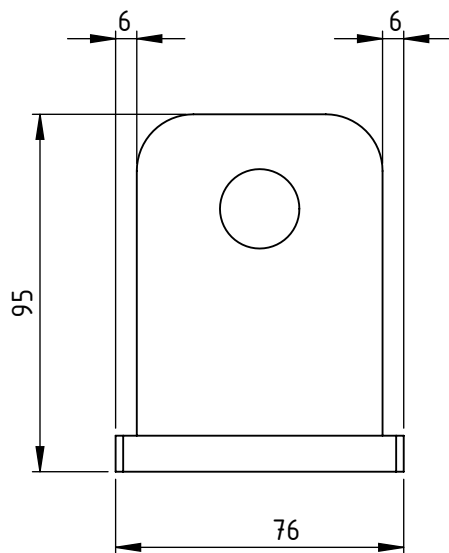
Peso estimado: 14537.30 g

3	TORNILLO ALLEN 3/8" x 1/2"	8	COMERCIAL	
2	PALA DE MEZCLADOR	8		01-207-0007-00
1	EJE	1	AISI 1020	01-103-0009-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		EJE DE MEZCLADOR CONJUNTO: MEZCLADOR MÁQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	
DIBUJO	15/4/2023	Klein, Francisco R.	1:10	
APROBO				
			01-203-0001-00	



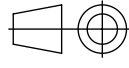
Proceso de soldadura: GMAW
Tolerancias no acotadas según DIN 2768
Matar cantos vivos
Peso estimado: 18067.07 g

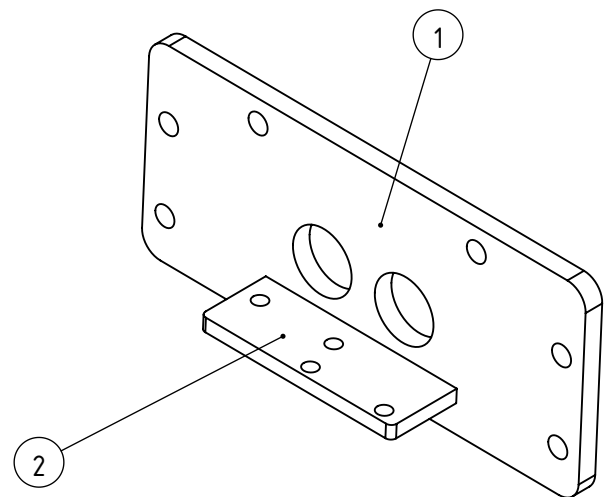
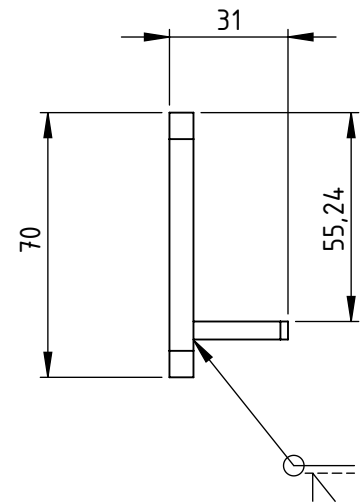
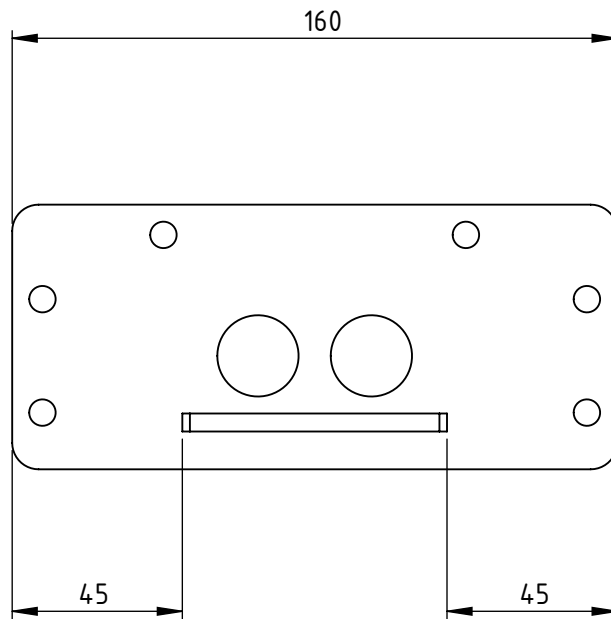
4	TUBO RECTANGULAR 60 X 40 X 3,20	2	AISI 1010	700
3	TAPA 50 X 30 X 5	8	AISI 1010	
2	TUBO RECTANGULAR 60 X 40 X 3,20	1	AISI 1010	905
1	TUBO RECTANGULAR 60 X 40 X 3,20	2	AISI 1010	834
POS.	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MATERIAL	LONGITUD
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		BASE DE BASTIDOR SUBCONJUNTO: ESTRUCTURA CONJUNTO: BASTIDOR		
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:10	
APROBO	20/4/2023	Klein, Francisco R.		
				 01-202-0001-00



VISTA ISOMÉTRICA

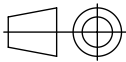
Proceso de soldadura: GMAW
Tolerancias no acotadas según DIN 2768
Matar cantos vivos
Peso estimado: 1197.37 g

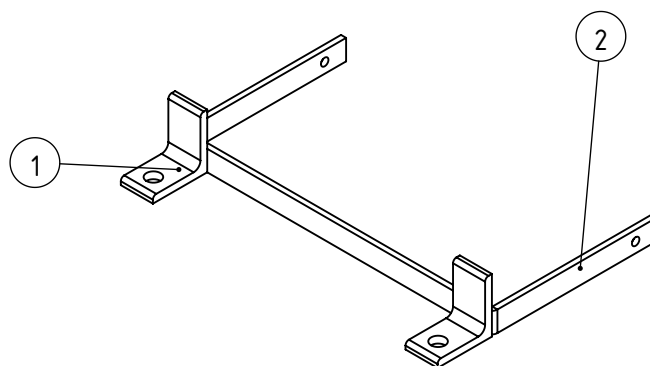
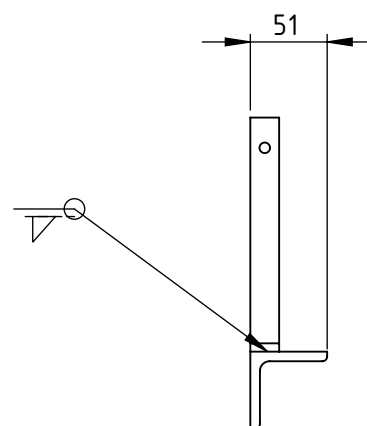
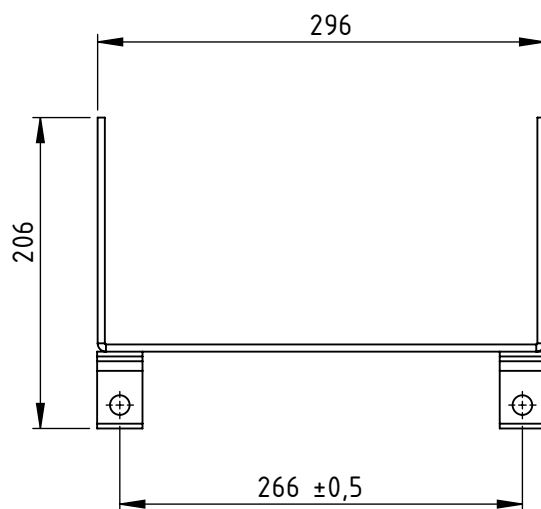
2	BASE PARA ANCLAJE A TOLVA	1	AISI 1010	01-106-0007-00
1	PLACA PARA ANCLAJE A BASTIDOR	1	AISI 1010	01-104-0030-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		ANCLAJE A TOLVA DELANTERO CONJUNTO: BASTIDOR MÁQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	
DIBUJO	7/4/2023	Klein, Francisco R.	1:2	
APROBO			 01-201-0014-00	



VISTA ISOMÉTRICA

Proceso de soldadura: GMAW
Tolerancias no acotadas según DIN 2768
Matar cantos vivos
Peso estimado: 572.37 g

2	PLACA PARA AJUSTE DE TUBERIAS INTERIORES	1	AISI 1010	01-104-0029-00
1	SOPORTE DE CUERPO DE BOQUILLAS INTERIORES	1	AISI 1010	01-104-0017-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		SOPORTE TUBERIAS INTERIOR CONJUNTO: DOSIFICADOR MÁQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:2	
DIBUJO	7/4/2023	Klein, Francisco R.		
APROBO			 01-201-0013-00	



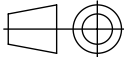
VISTA ISOMÉTRICA

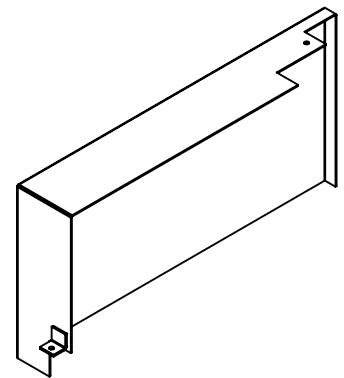
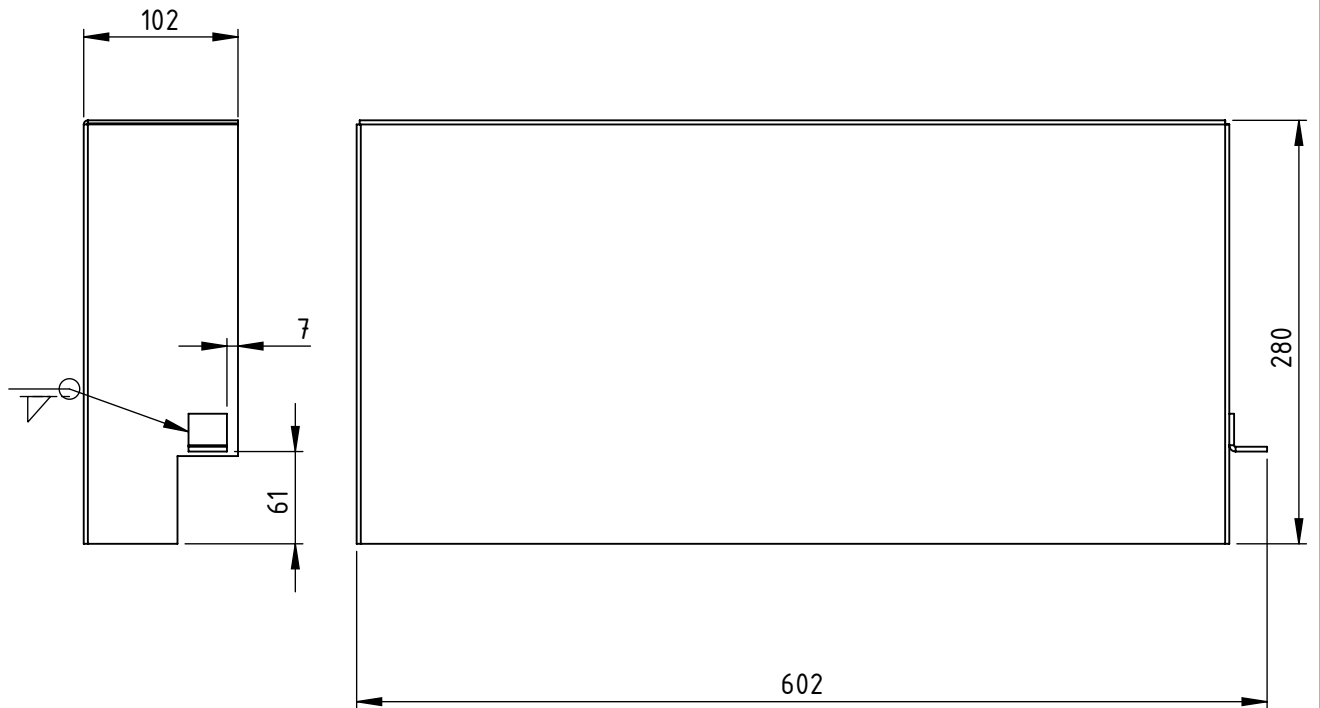
Proceso de soldadura:

Tolerancias no acotadas según DIN 2768

Matar cantos vivos

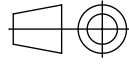
Peso estimado: 694.80 g

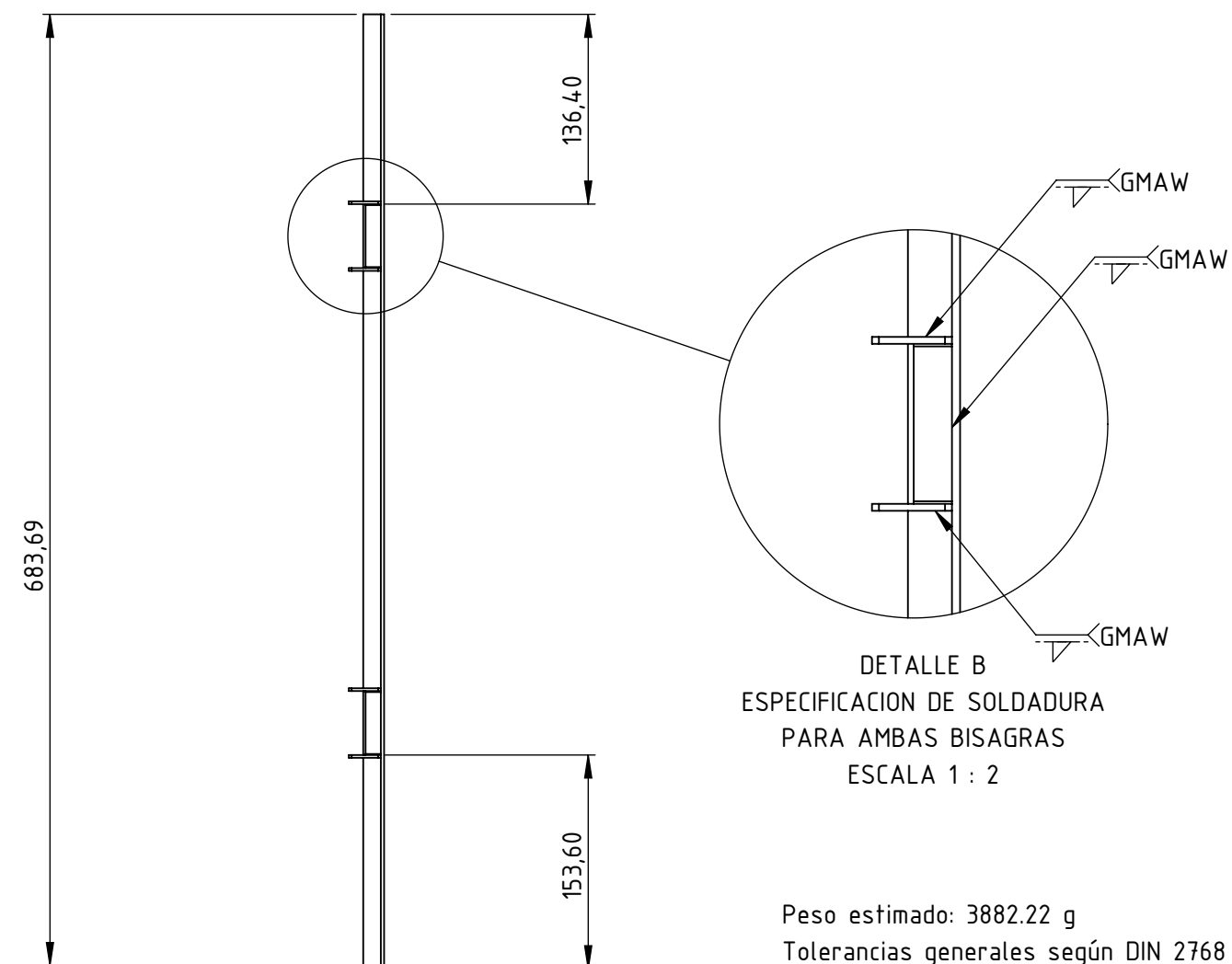
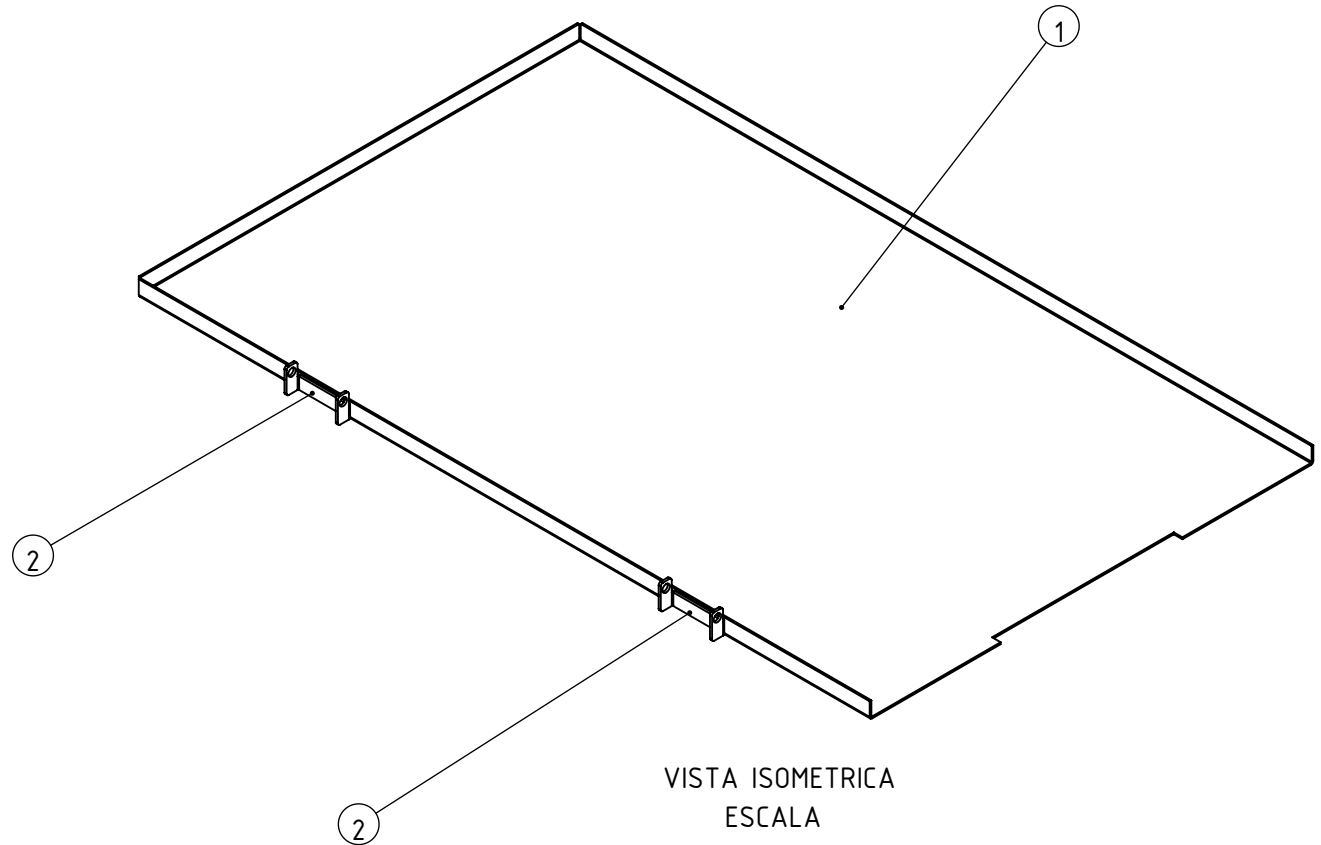
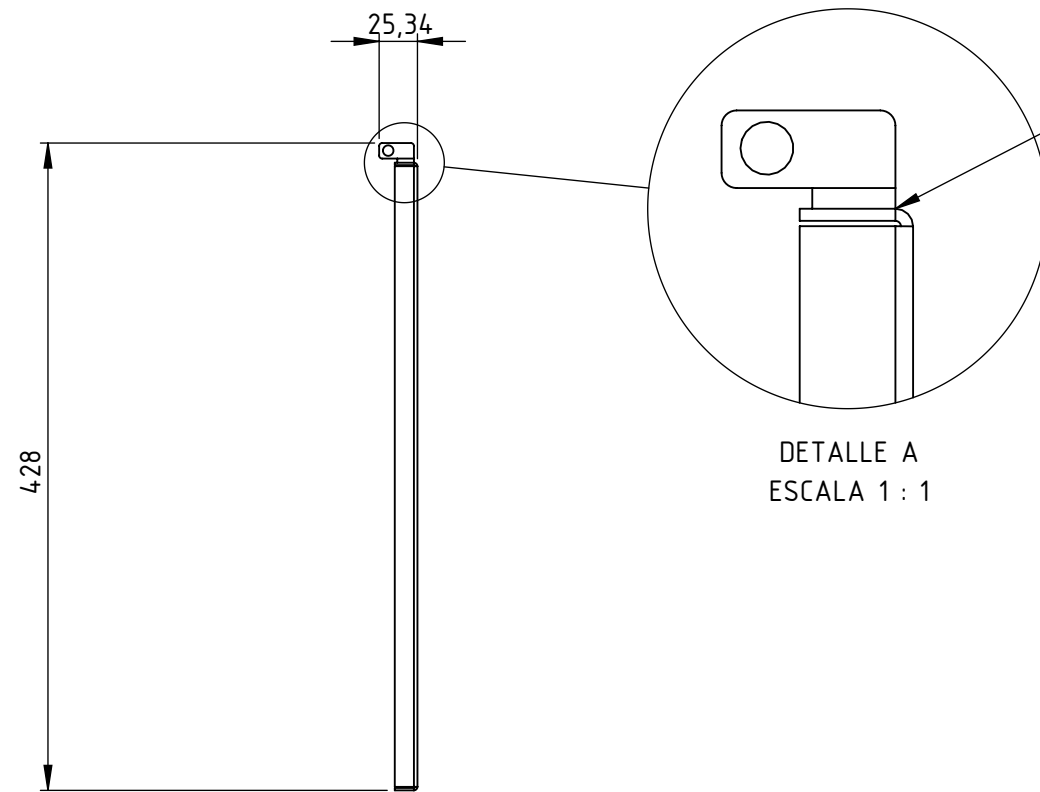
2	SOPORTE DE TANQUE	1	AISI 1010	01-106-0003-00
1	Anclaje soporte de deposito	2	AISI 1010	01-102-0005-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		SOPORTE DEPOSITO CONJUNTO: DOSIFICADOR MÁQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:5	
DIBUJO	7/4/2023	Klein, Francisco R.		
APROBO				
				01-201-0012-00



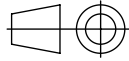
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:10

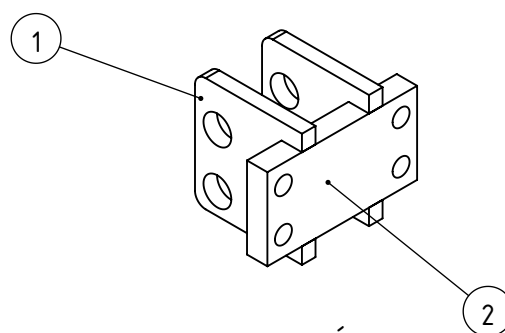
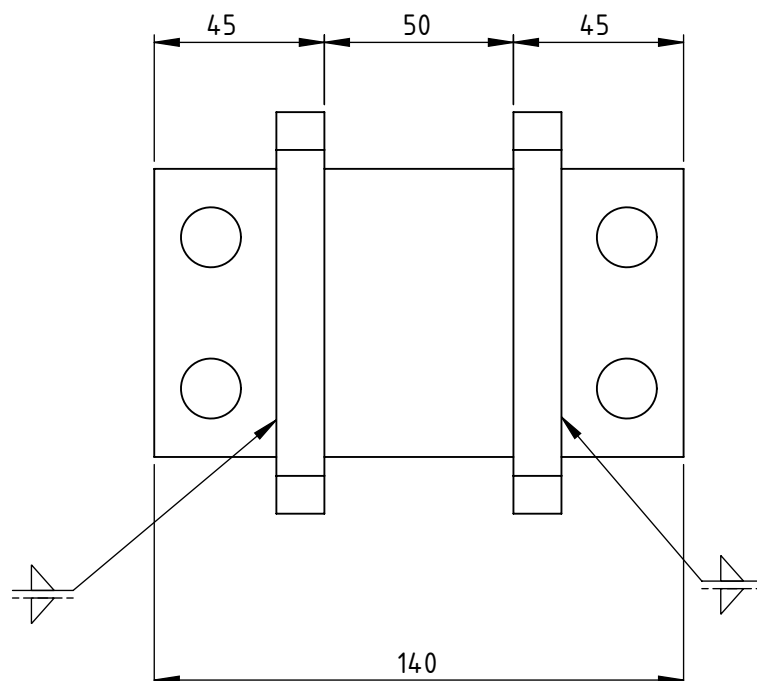
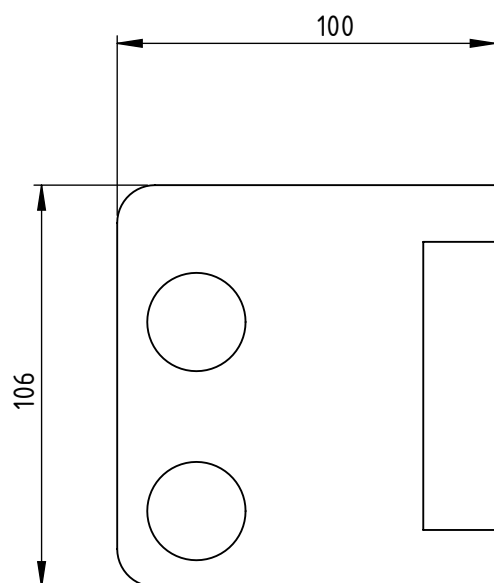
Proceso de soldadura: GMAW
Tolerancias no acotadas según DIN 2768
Matar cantos vivos
Peso estimado: 3813.98 g

2	SOPORTE PARA TAPA DE SIST TRANSMISION	1	AISI 1010	01-106-0005-00
1	TAPA DE SISTEMA DE TRANSMISION	1	AISI 1010	01-101-0014-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		TAPA DE TRANSMISION CONJUNTO: MEZCLADOR MÁQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS		
	FECHA	NOMBRE		
DIBUJO	7/4/2023	Klein, Francisco R.		
APROBO				
			ESCALA 1:5	01-201-0011-00



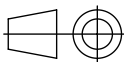
Peso estimado: 3882.22 g
Tolerancias generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

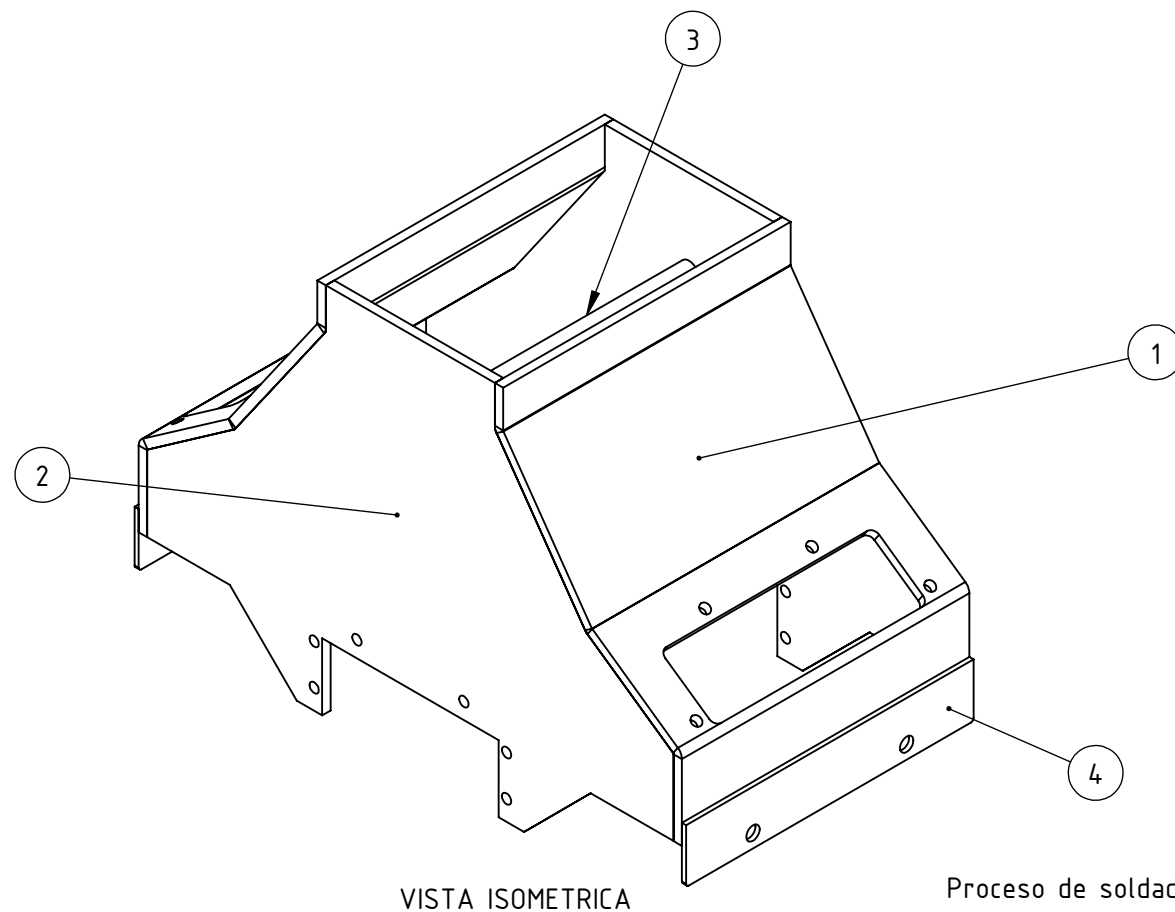
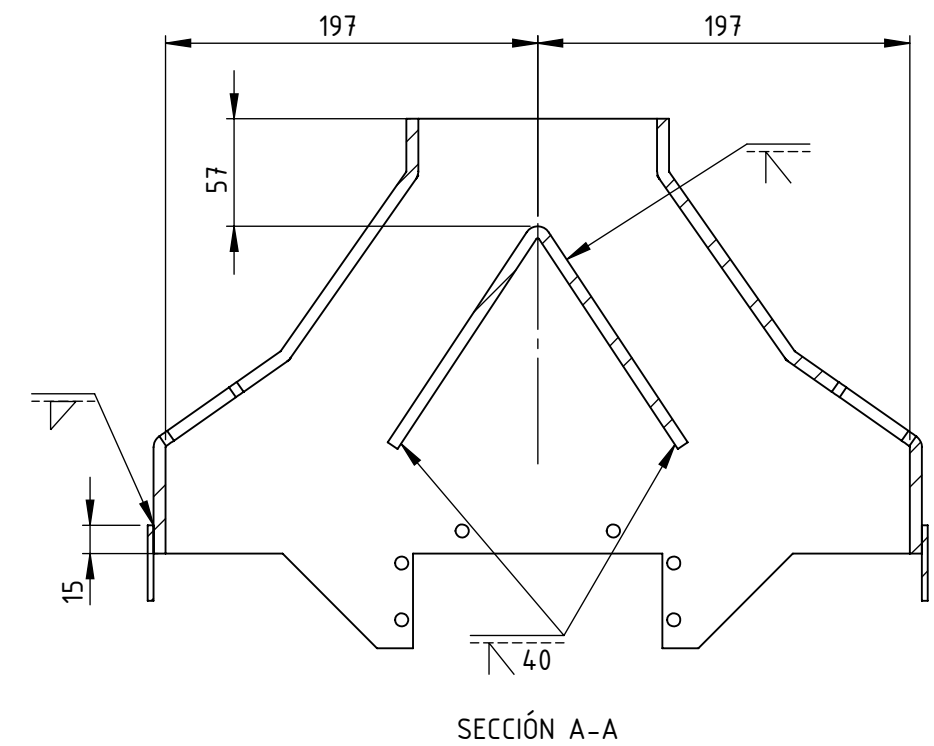
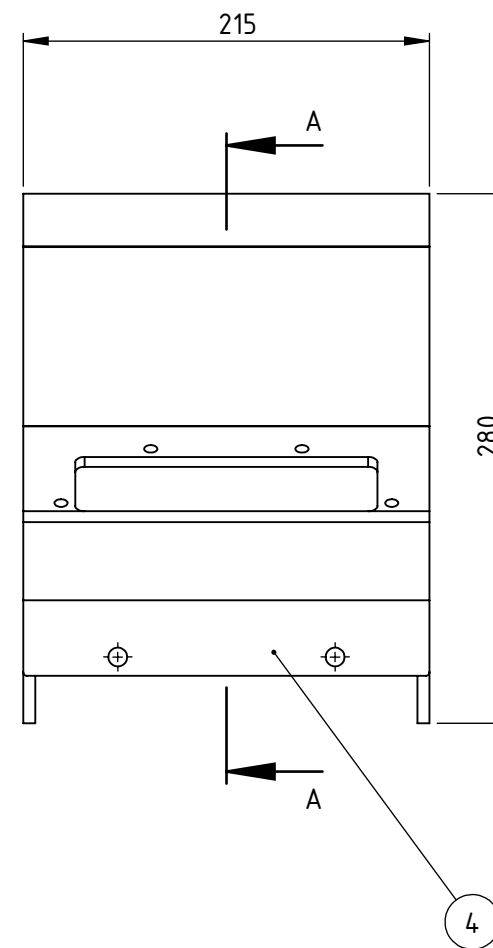
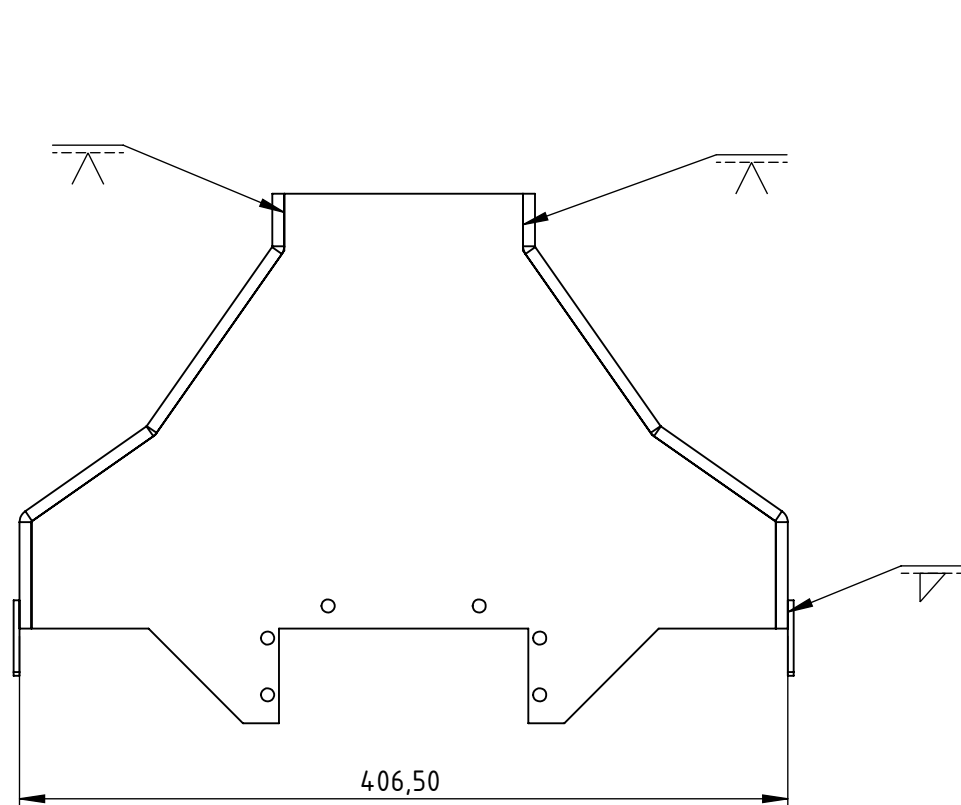
2	BISAGRA TAPA	2	AISI 1010	01-104-0021-00
1	TAPA	1	AISI 1010	01-101-0012-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			TAPA DE MEZCLADOR CONJUNTO: MEZCLADOR MAQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS	
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:5	
DIBUJO	7/4/2023	Klein, Francisco R.		
APROBO			 01-201-0010-00	



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:5

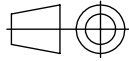
Proceso de soldadura: GMAW
Tolerancias no acotadas según DIN 2768
Matar cantos vivos
Peso estimado: 3092.58 g

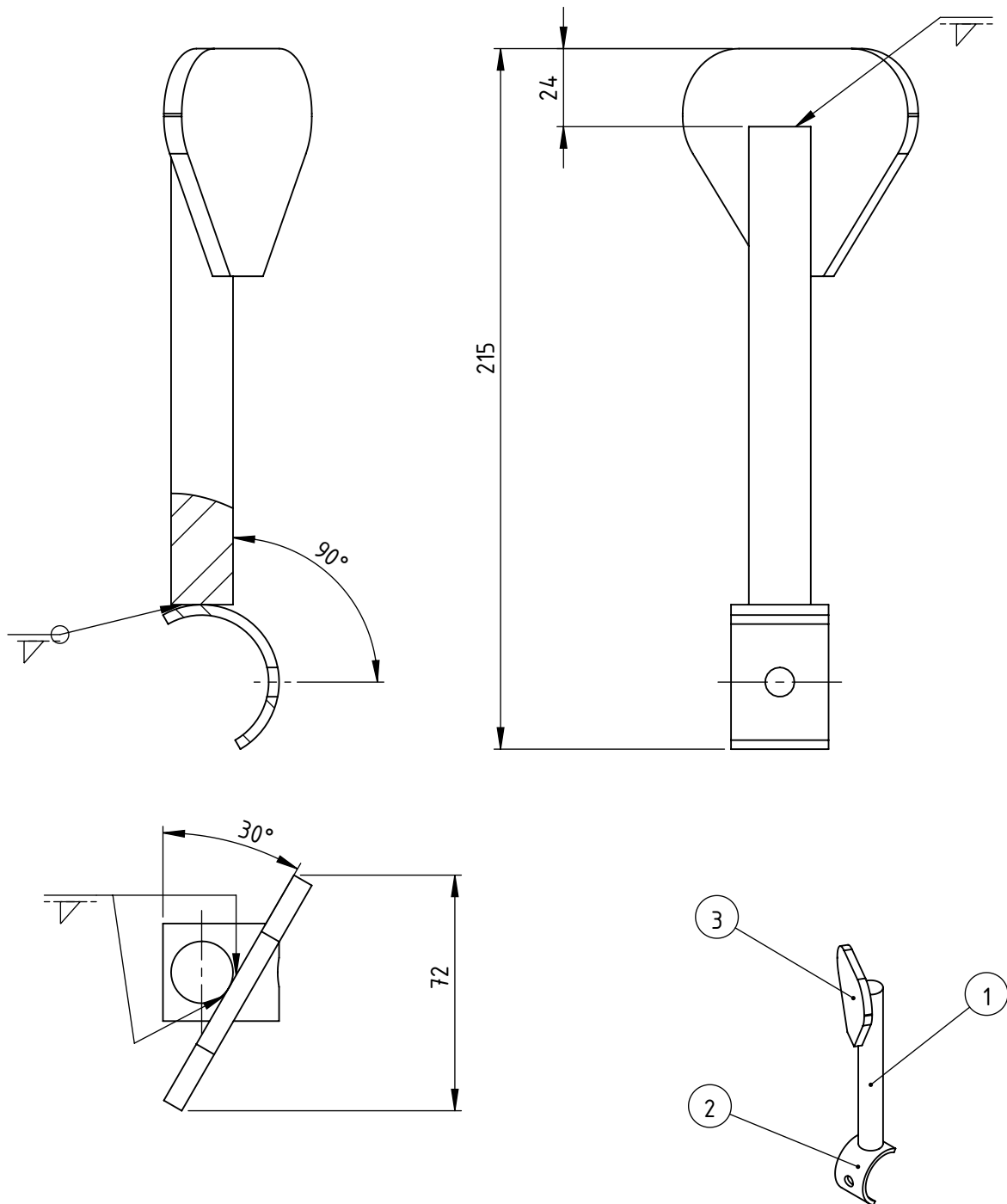
2	PLACA PARA ANCLAJE A TOLVA	1	AISI 1010	01-104-0012-00
1	PLACA PARA ANCLAJE A BASTIDOR	2	AISI 1010	01-104-0011-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		ANCLAJE A TOLVA POSTERIOR CONJUNTO: BASTIDOR MÁQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	
DIBUJO	7/4/2023	Klein, Francisco R.	1:2	
APROBO			 01-201-0009-00	



VISTA ISOMETRICA

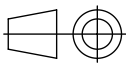
Proceso de soldadura: GMAW
Tolerancias generales según DIN 2768
Matar cantos vivos
Peso estimado: 14918.92 g

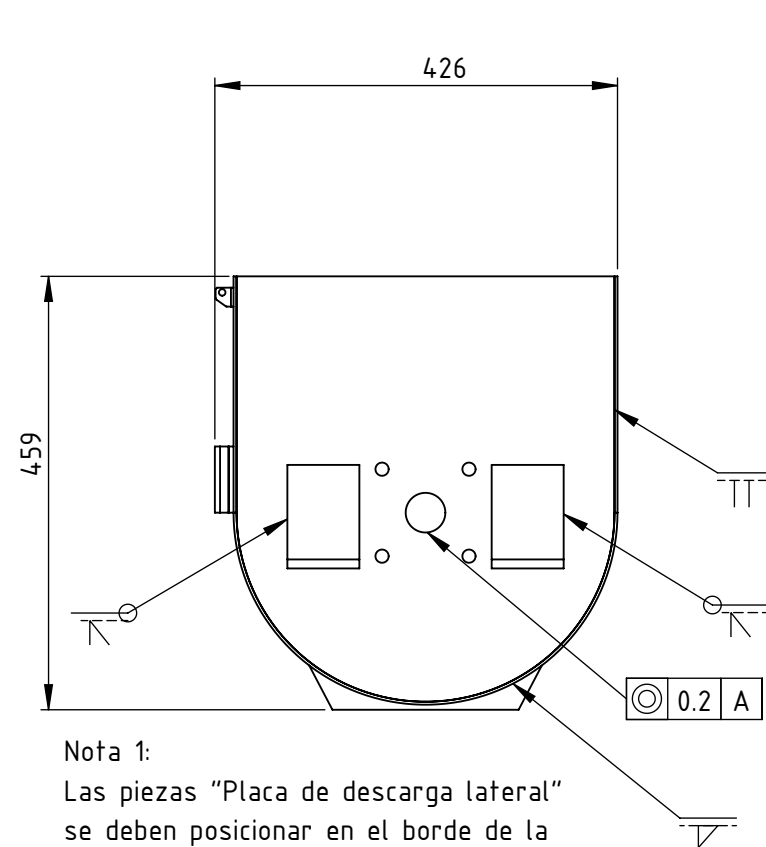
4	PLACA DE UNION A MEZCLADOR	2	AISI 1010	01-104-0032-00
3	V INVERTIDA	1	AISI 1045	01-101-0013-00
2	PLACA LATERAL	2	AISI 1010	01-104-0015-00
1	PLEGADO DE ESTRUCTURA	2	AISI 1010	01-104-0016-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			ESTRUCTURA CONJUNTO: DOSIFICADOR MAQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS	
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:4	
APROBO	7/4/2023	Klein, Francisco R.		
				01-201-0008-00



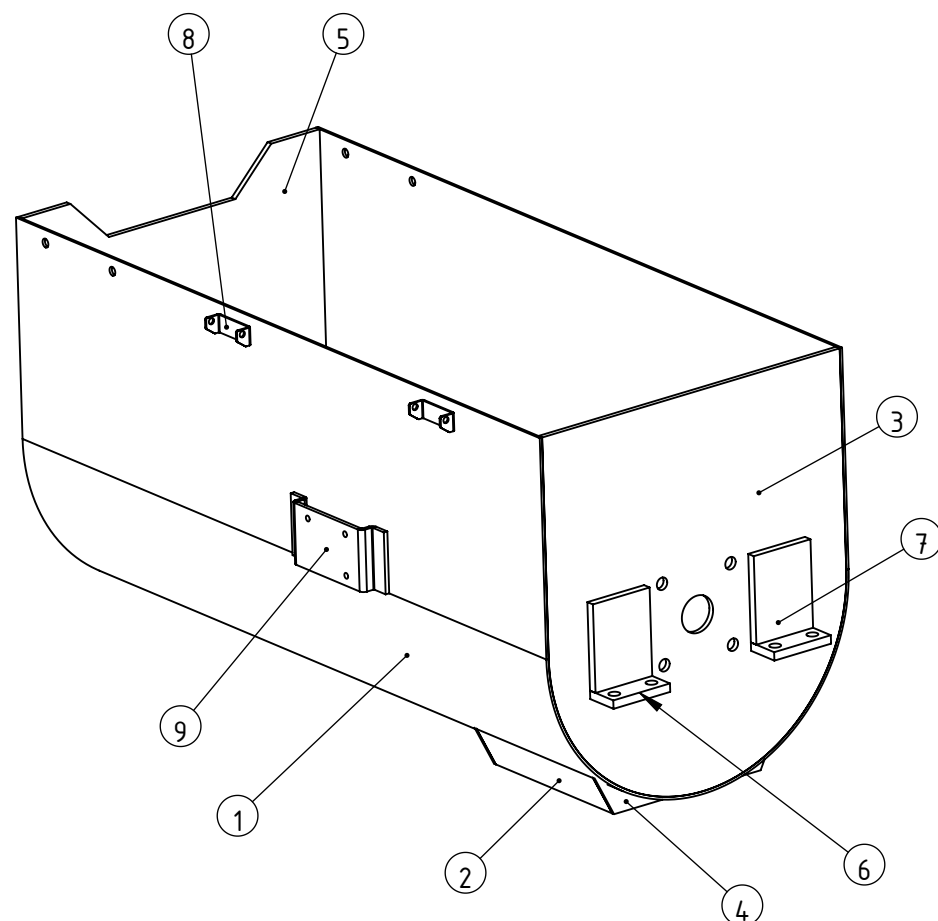
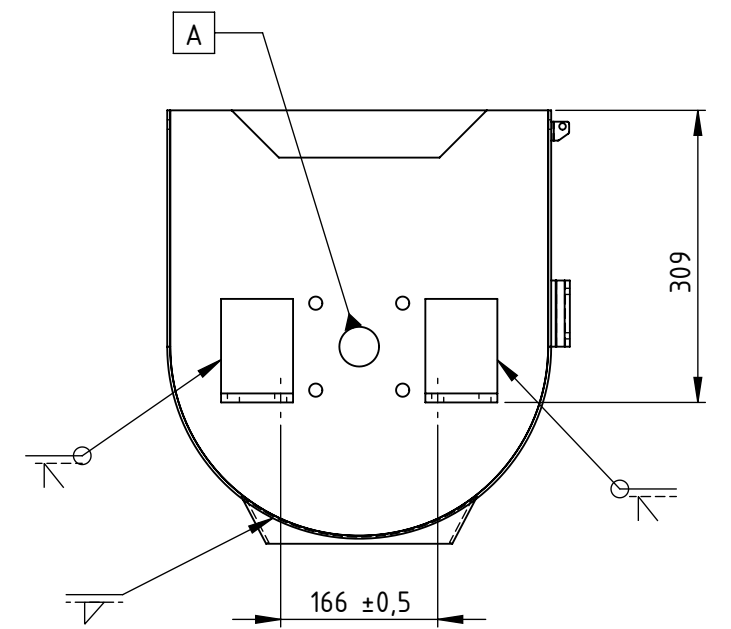
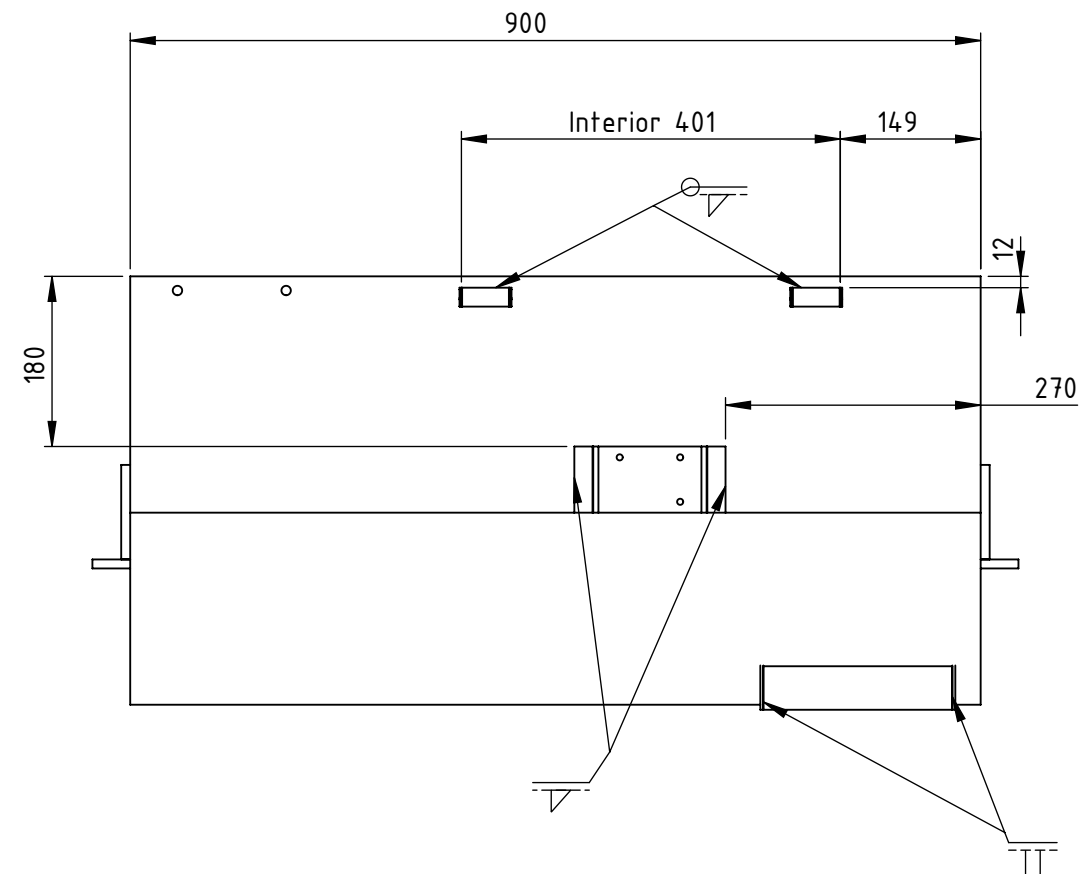
Proceso de soldadura: GMAW
Tolerancias no acotadas según DIN 2768
Matar cantos vivos
Peso estimado: 587.50 g

VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:5

3	PALETA	1	AISI 1010	01-104-0010-00
2	ANCLAJE DE PALA A EJE	1	AISI 1010	01-102-0002-00
1	VARILLA DE PALA	1	AISI 1010	01-102-0001-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			PALA DE MEZCLADOR CONJUNTO: MEZCLADOR MÁQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS	
	FECHA	NOMBRE	 01-201-0007-00	
DIBUJO	7/4/2023	Klein, Francisco R.		
APROBO				
			ESCALA 1:2	

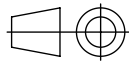


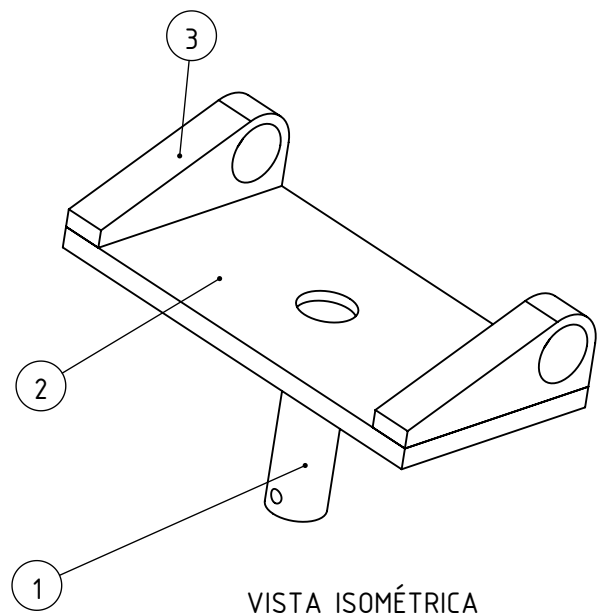
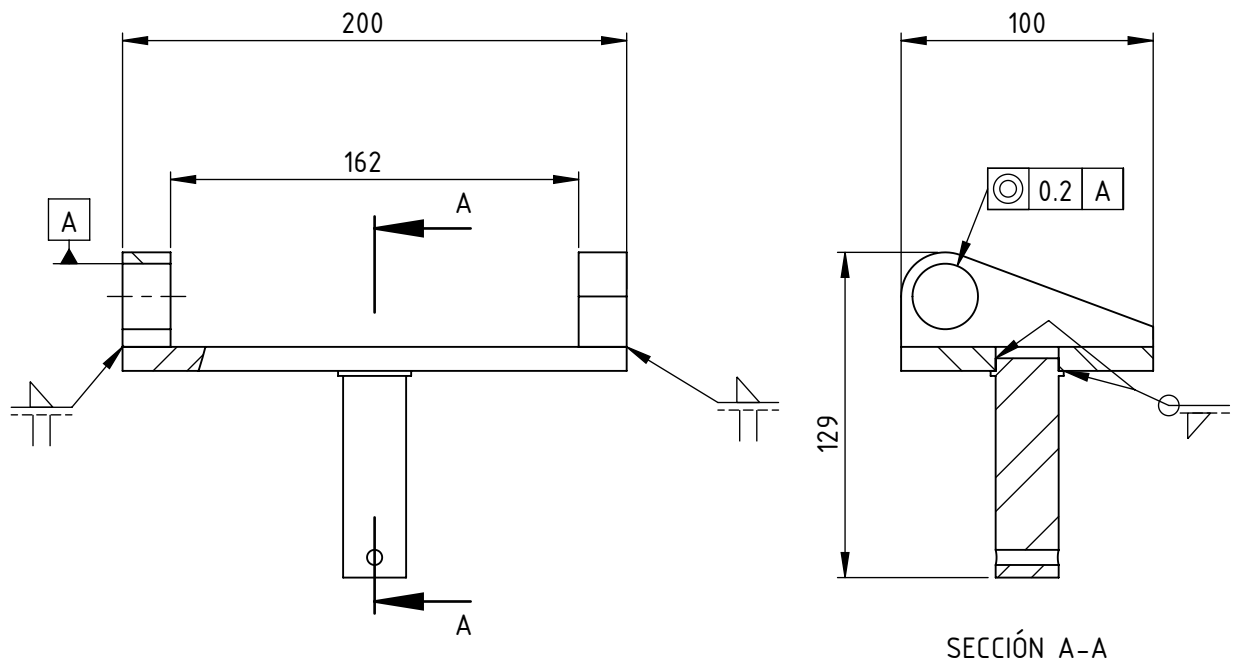
Nota 1:
Las piezas "Placa de descarga lateral"
se deben posicionar en el borde de la
abertura de descarga del rolado y
concentricas a este.



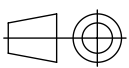
VISTA ISOMÉTRICA

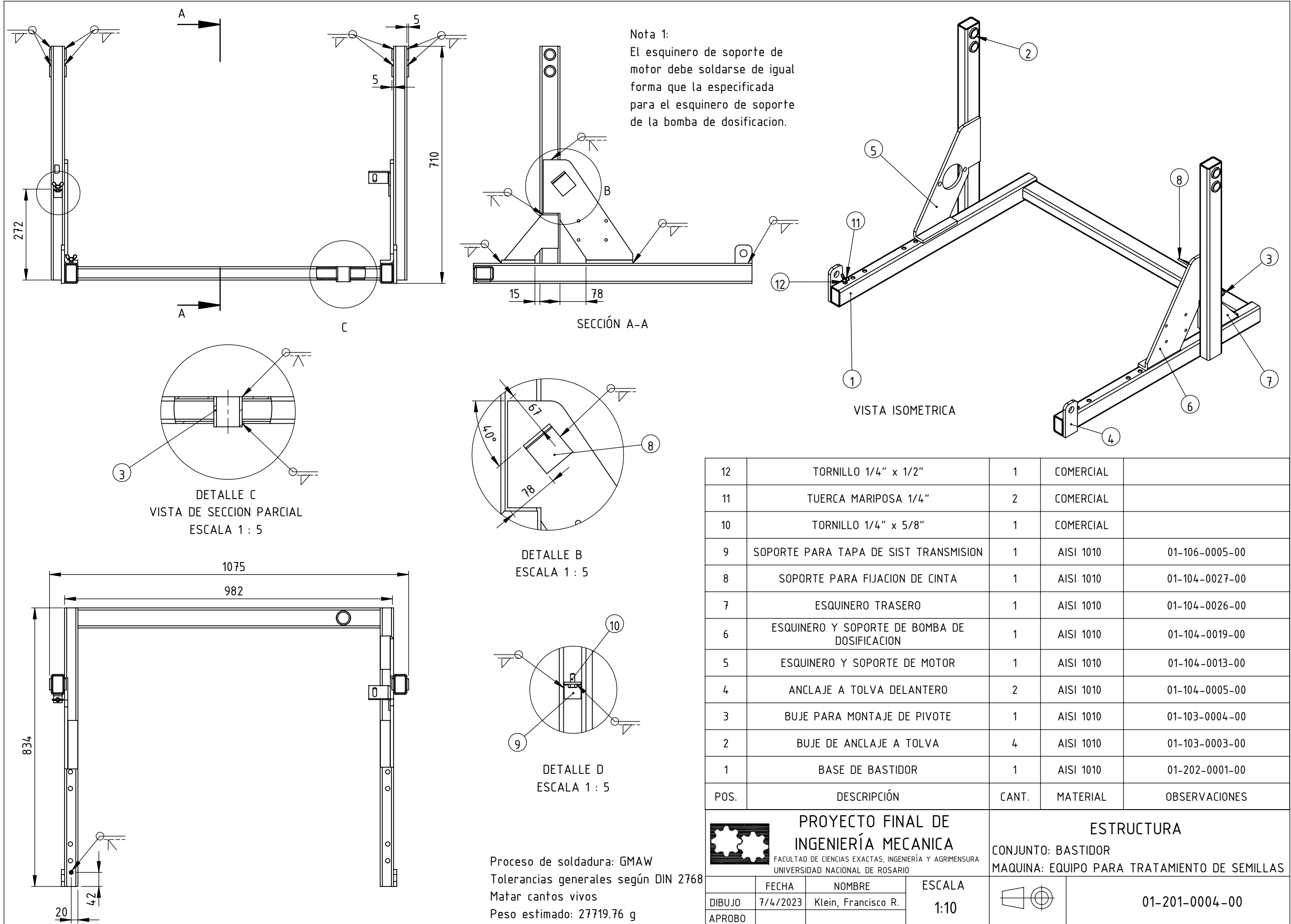
Proceso de soldadura: GMAW
Tolerancias generales según DIN 2768
Matar cantos vivos
Peso estimado: 44314.82 g

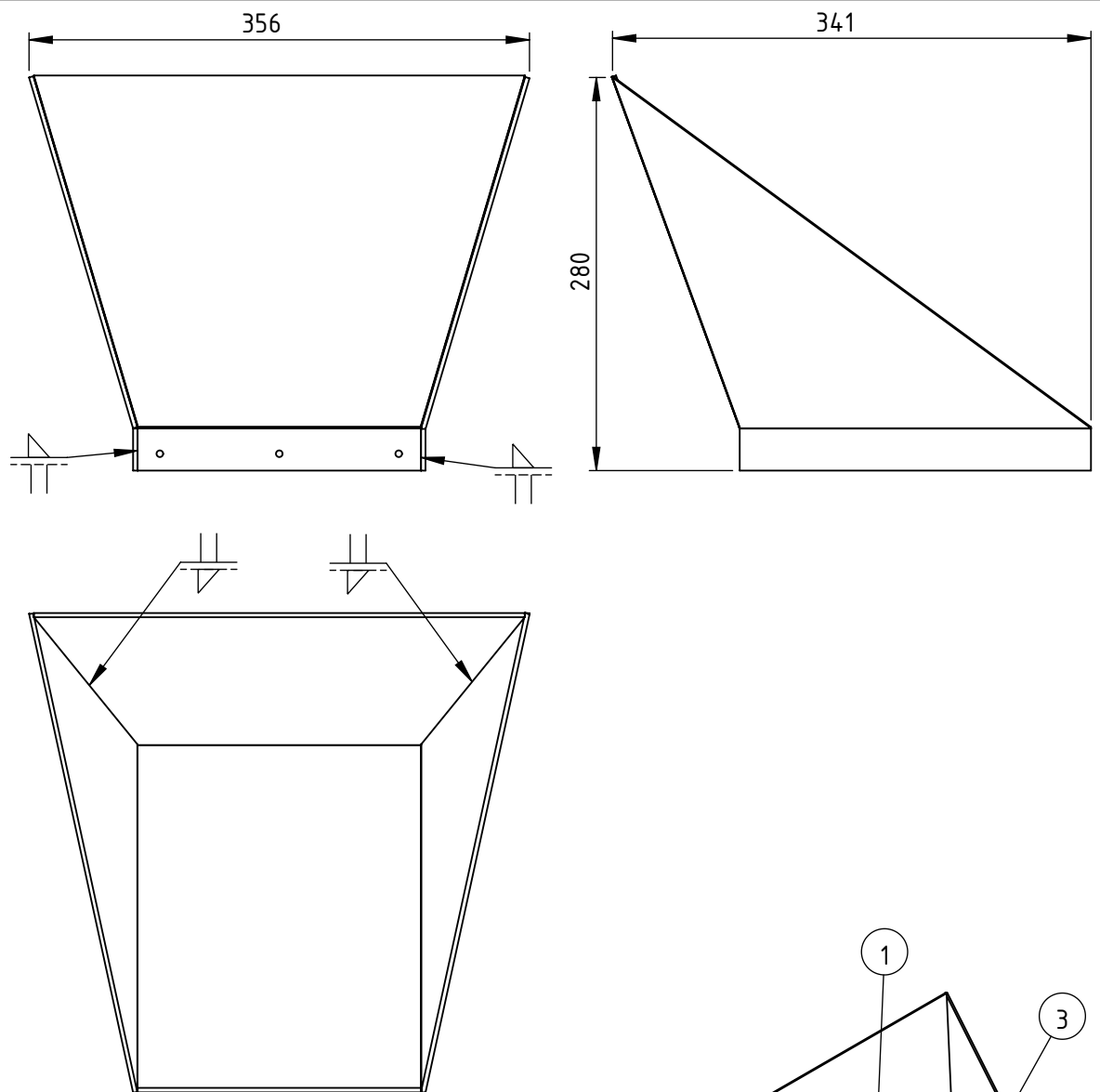
9	SOPORTE VALVULA DIVISORA DE CAUDAL	1	AISI 1010	01-104-0024-00
8	BISAGRA ARTESA	2	AISI 1010	01-104-0022-00
7	PLACA PARA ANCLAJE A BASTIDOR	4	AISI 1010	01-106-0002-00
6	PLACA PERFORADA PARA ANCLAJE A BASTIDOR	4	AISI 1010	01-106-0001-00
5	EXTREMO DE DOSIFICADO	1	AISI 1010	01-104-0020-00
4	PLACA DE DESCARGA LATERAL	2	AISI 1010	01-104-0009-00
3	EXTREMOS DE ARTESA	1	AISI 1010	01-104-0008-00
2	PLACA DE DESCARGA	2	AISI 1010	01-101-0011-00
1	ROLADO Y PLEGADO DE ARTESA	1	AISI 1010	01-101-0010-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			ARTESA CONJUNTO: MEZCLADOR MAQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS	
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:8	
APROBO	7/4/2023	Klein, Francisco R.		
				01-201-0006-00



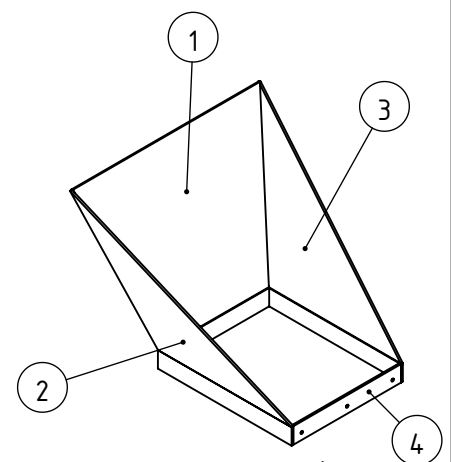
Proceso de soldadura: GMAW
Tolerancias no acotadas según DIN 2768
Matar cantos vivos
Peso estimado: 2391.35 g

3	LATERAL	2	AISI 1010	01-104-0007-00
2	PLACA DE PIVOTE	1	AISI 1010	01-104-0006-00
1	PERNO DE PIVOTE DE CINTA	1	AISI 1020	01-103-0007-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			PIVOTE DE CINTA CONJUNTO: BASTIDOR MÁQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS	
	FECHA	NOMBRE	 01-201-0005-00	
DIBUJO	7/4/2023	Klein, Francisco R.		
APROBO				





Proceso de soldadura: GMAW
 Tolerancias no acotadas según DIN 2768
 Matar cantos vivos
 Peso estimado: 4136.93 g



VISTA ISOMÉTRICA
 ESCALA 1:10

4	PLACA DE ENRASE	1	AISI 1010	01-101-0005-00
3	LATERAL IZQUIERDO	1	AISI 1010	01-104-0004-00
2	LATERAL DERECHO	1	AISI 1010	01-104-0003-00
1	PLACA POSTERIOR	1	AISI 1010	01-104-0002-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES



PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

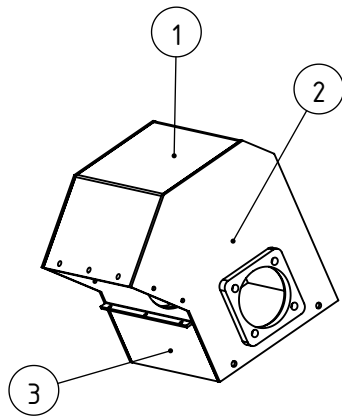
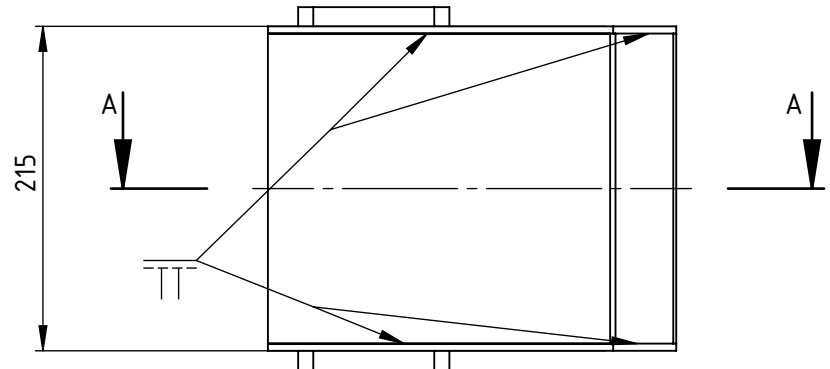
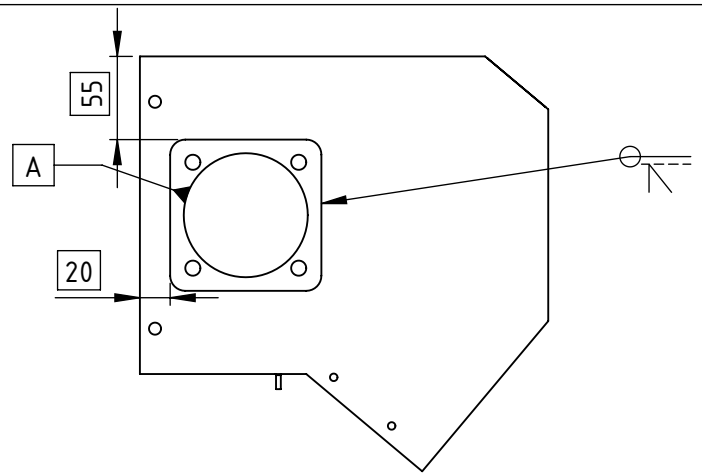
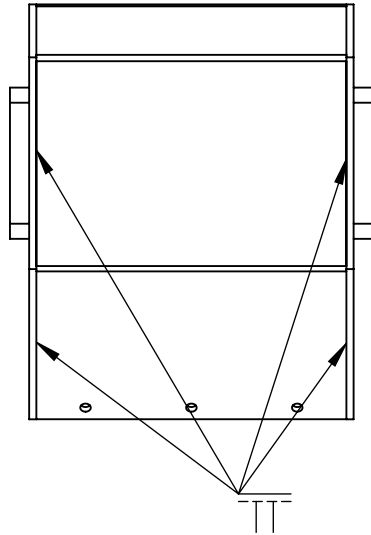
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

ZONA DE CARGA

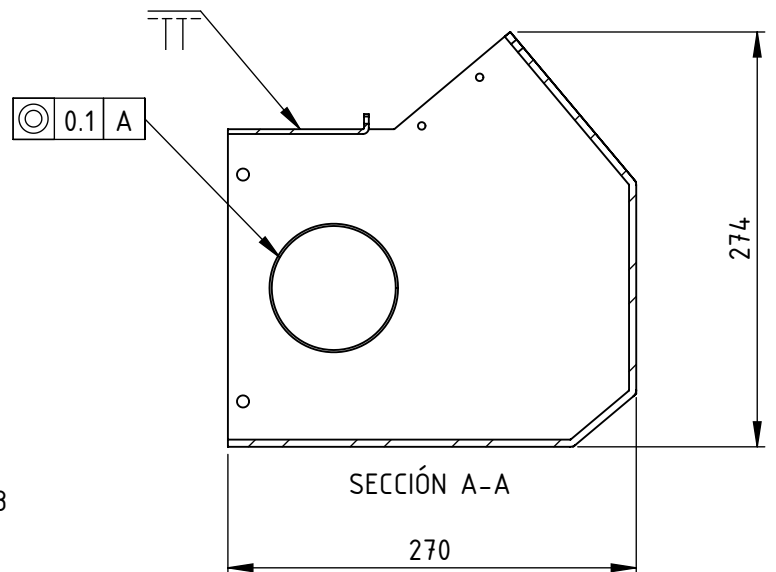
CONJUNTO: CINTA DE CARGA

MÁQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS

	FECHA	NOMBRE	ESCALA		
DIBUJO	7/4/2023	Klein, Francisco R.	1:5		01-201-0003-00
APROBO					



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:10



Proceso de soldadura: GMAW
Tolerancias no acotadas según DIN 2768
Matar cantos vivos
Peso estimado: 9614.61 g

4	BASE PARA RODAMIENTO	2	AISI 1010	01-104-0031-00
3	PLACA INFERIOR	1	AISI 1010	01-101-0015-00
2	LATERAL CARCAZA DE DESCARGA	2	AISI 1010	01-104-0001-00
1	PLEGADO DE CARCAZA SUPERIOR	1	AISI 1010	01-101-0004-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES

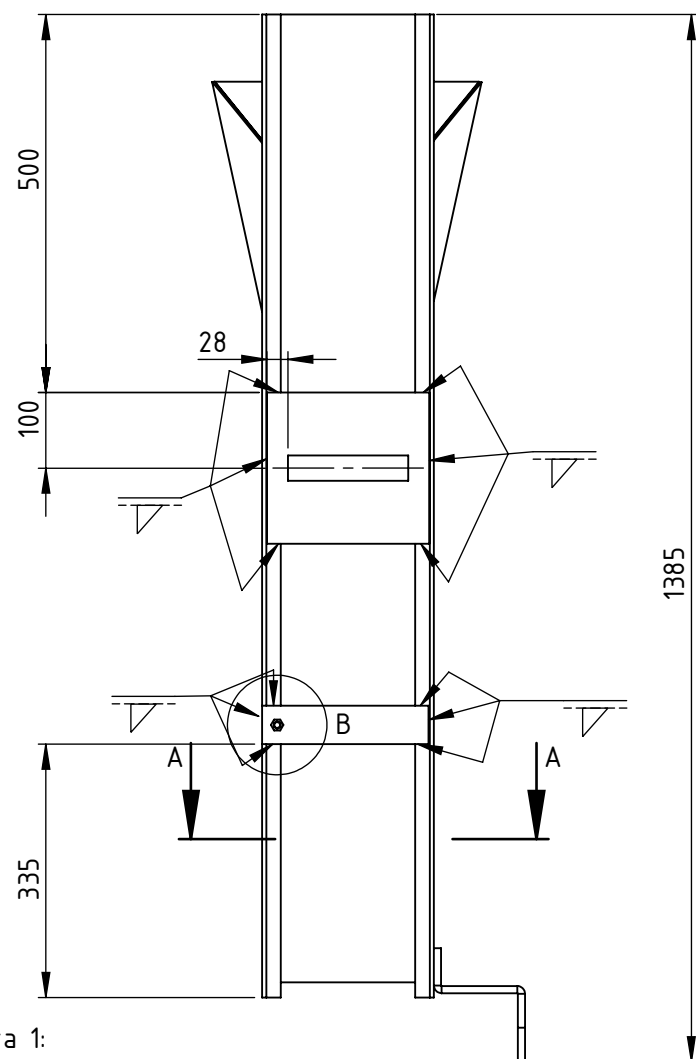
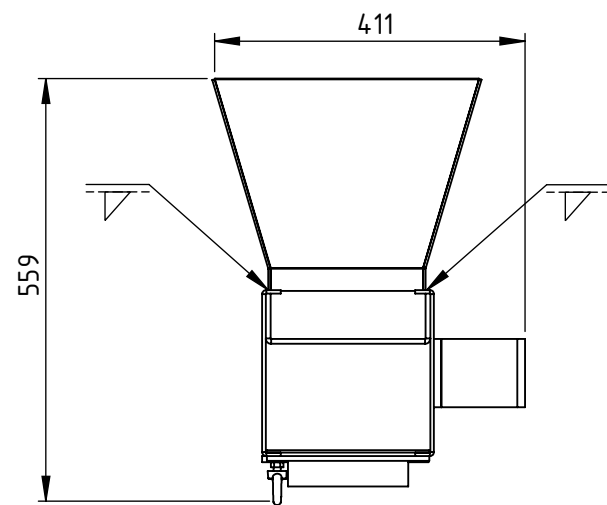


PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

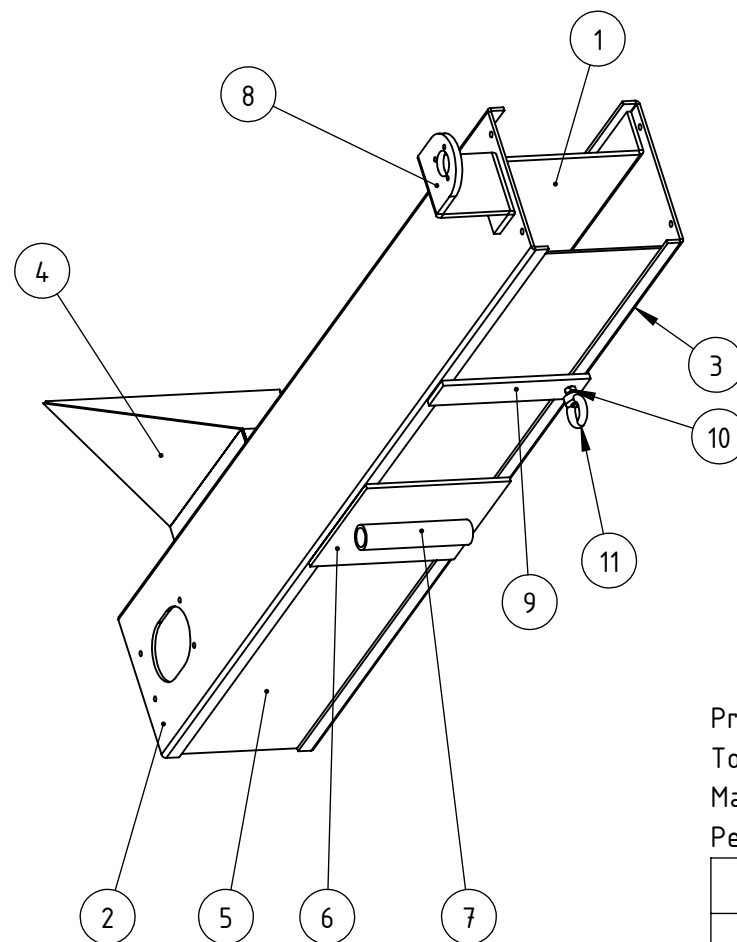
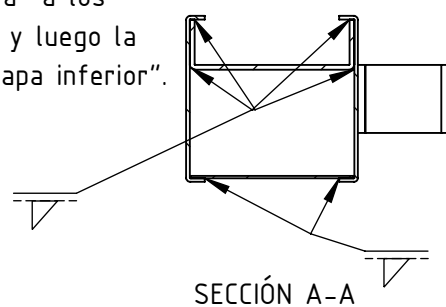
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

CARCAZA DE DESCARGA
CONJUNTO: CINTA DE CARGA
MÁQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS

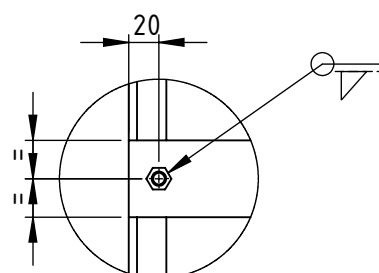
	FECHA	NOMBRE	ESCALA		
DIBUJO	7/4/2023	Klein, Francisco R.	1:5		01-201-0002-00
APROBO					



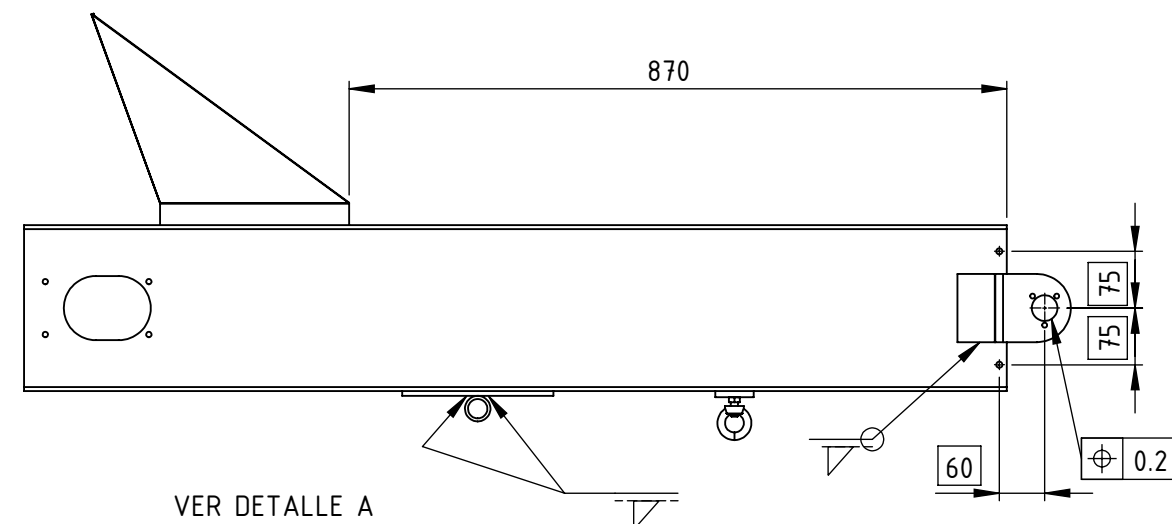
Nota 1:
Soldar primero la pieza
"Plegado de
estructura" a los
laterales y luego la
pieza "Chapa inferior".



VISTA ISOMÉTRICA



DETALLE B
ESCALA 1 : 5



VER DETALLE A

Proceso de soldadura: GMAW
Tolerancias generales según DIN 2768
Matar cantos vivos
Peso estimado: 58333.64 g

11	TUERCA CON OJAL 3/8"	1	COMERCIAL	
10	TORNILLO 3/8" x 3/4"	1	COMERCIAL	
9	PLACA PARA SUJECION A BASTIDOR	1	AISI 1010	01-106-0004-00
8	SOPORTE MOTOR	1	AISI 1010	01-104-0014-00
7	TUBO PARA PIVOTE	1	AISI 1010	01-103-0008-00
6	APOYO PARA PIVOTE	1	AISI 1010	01-101-0009-00
5	CHAPA INFERIOR	1	AISI 1010	01-101-0008-00
4	ZONA DE CARGA	1		
3	LATERAL IZQUIERDO	1	AISI 1010	01-101-0003-00
2	LATERAL DERECHO	1	AISI 1010	01-101-0002-00
1	PLEGADO DE ESTRUCTURA	1	AISI 1010	01-101-0001-00
POS.	DESCRIPCIÓN	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES



PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

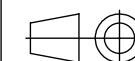
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	7/4/2023	Klein, Francisco R.
APROBO		

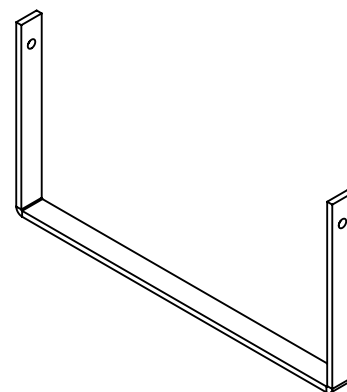
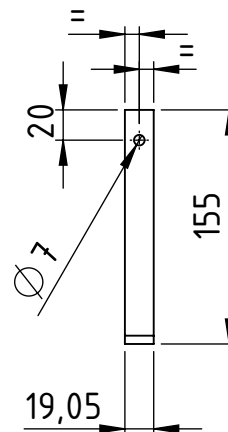
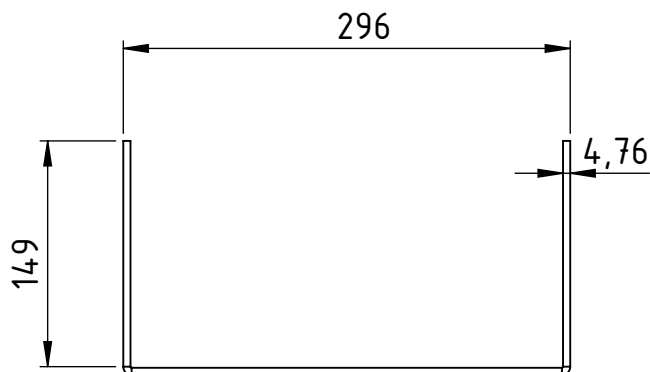
ESCALA
1:10

ESTRUCTURA

CONJUNTO: CINTA DE CARGA
MAQUINA: EQUIPO PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS

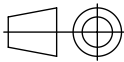


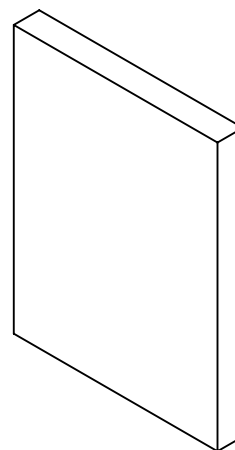
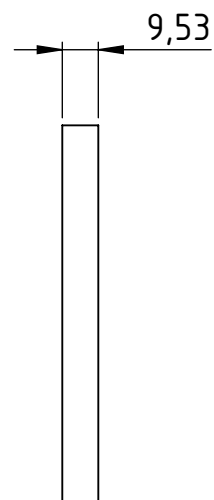
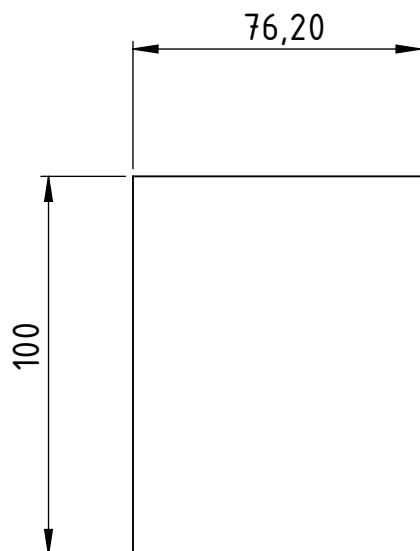
01-201-0001-00



VISTA ISOMÉTRICA

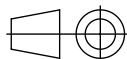
Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

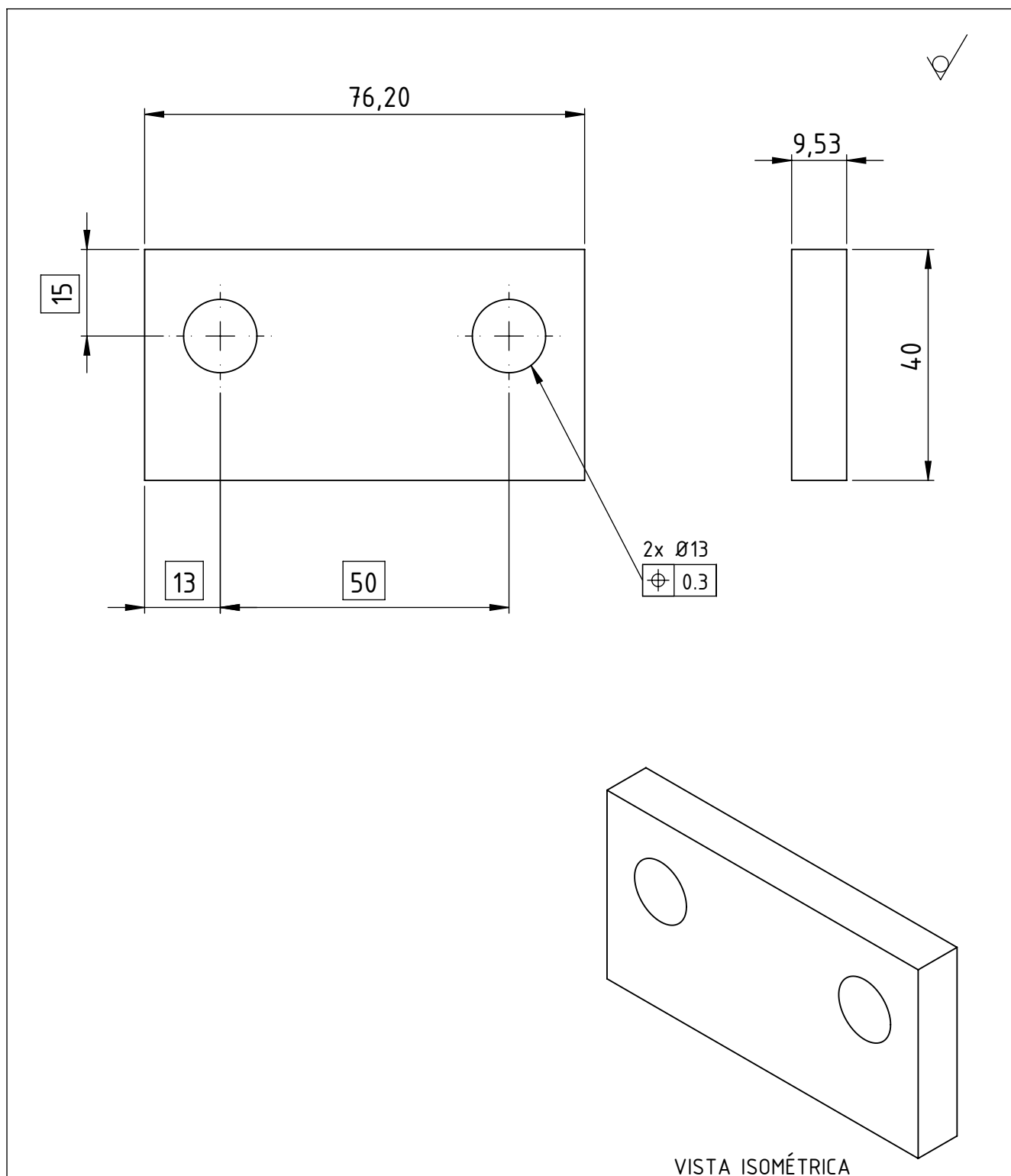
1	PLANCHUELA 3/4" x 3/16"	AI SI 1010	L=593mm	420.42
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		SOPORTE DE TANQUE SUBCONJUNTO: SOPORTE DE DEPOSITO CONJUNTO: DOSIFICADOR		
	FECHA	NOMBRE		01-106-0003-00
DIBUJO	4/4/2023	Klein, Francisco R.		
APROBO				



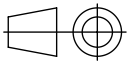
VISTA ISOMÉTRICA

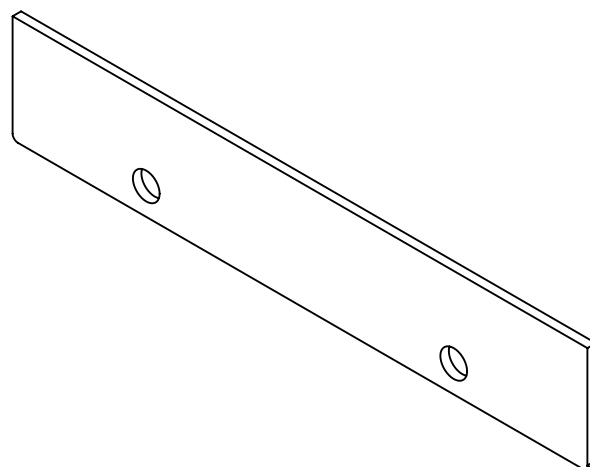
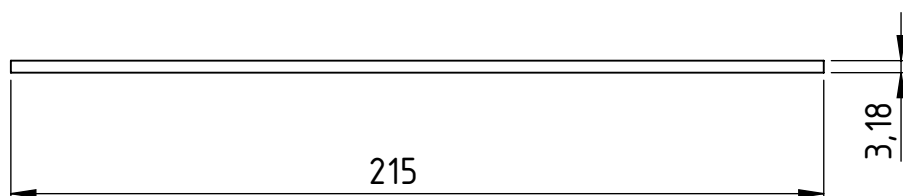
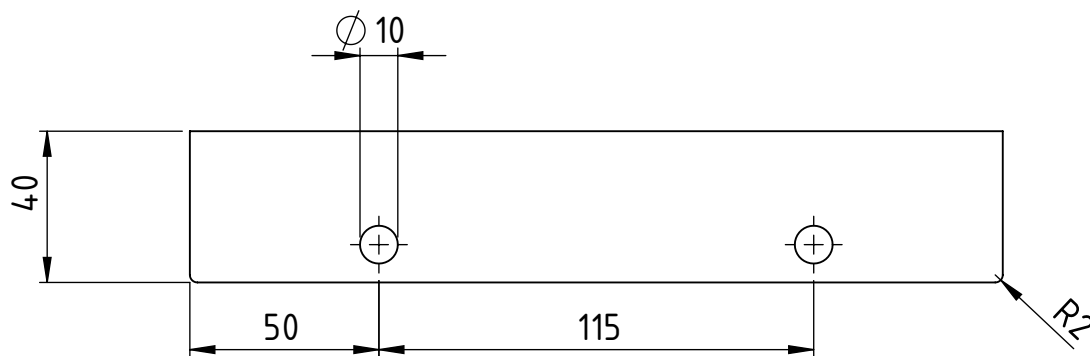
Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

1	PLANCHUELA 3" x 3/8"		AISI 1010	L= 100 mm	571.21
POS.	DENOMINACIÓN		MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			PLACA PARA ANCLAJE A BASTIDOR SUBCONJUNTO: ESTRUCTURA CONJUNTO: MEZCLADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA		 01-106-0002-00
DIBUJO	4/4/2023	Klein, Francisco R.	1:2		
APROBO					



Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

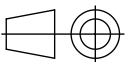
1	PLANCHUELA 3" x 3/8"	AI SI 1010	L= 40	209.49
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		PLACA PERFORADA PARA ANCLAJE A BASTIDOR SUBCONJUNTO: ESTRUCTURA CONJUNTO: MEZCLADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	
DIBUJO	4/4/2023	Klein, Francisco R.	1:1	
APROBO			 01-106-0001-00	

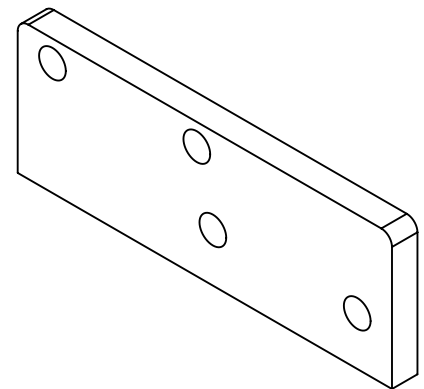
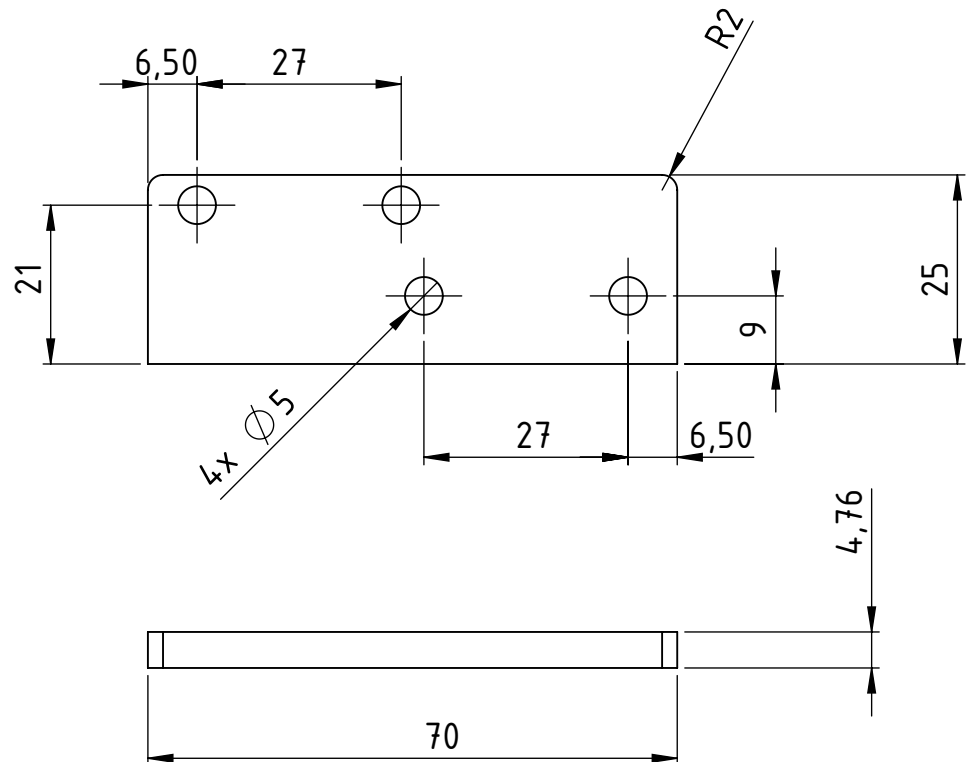


VISTA ISOMÉTRICA

Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768

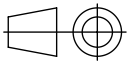
Matar cantos vivos

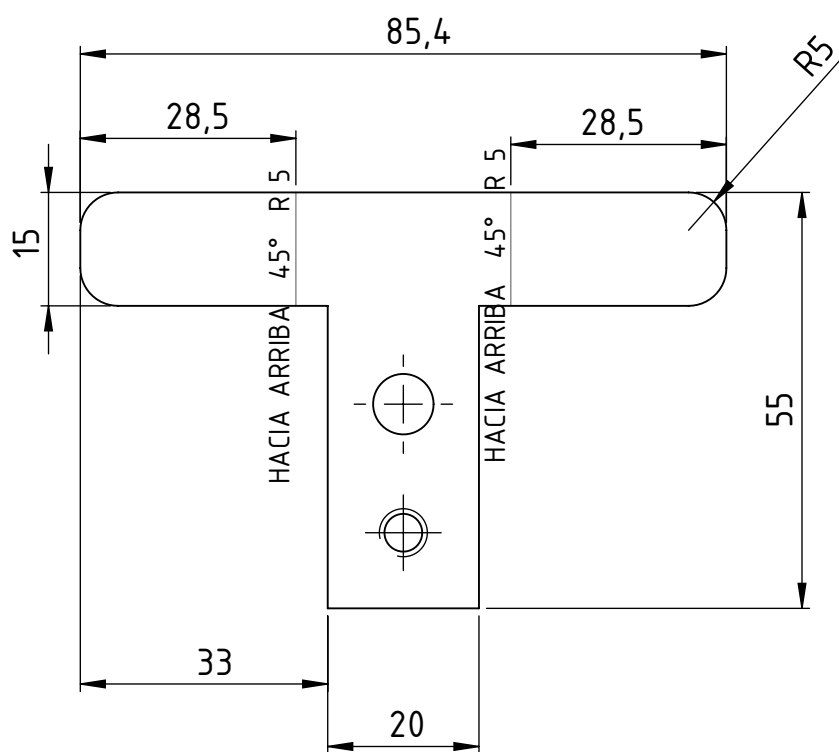
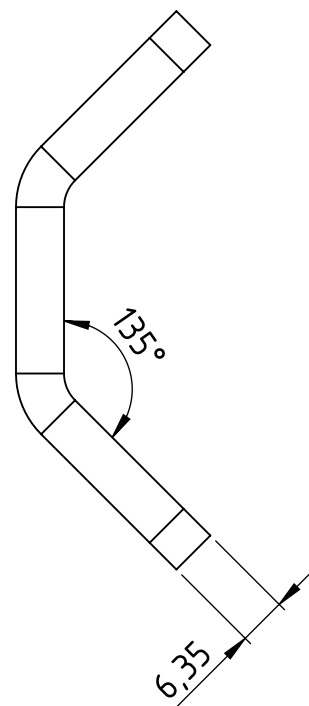
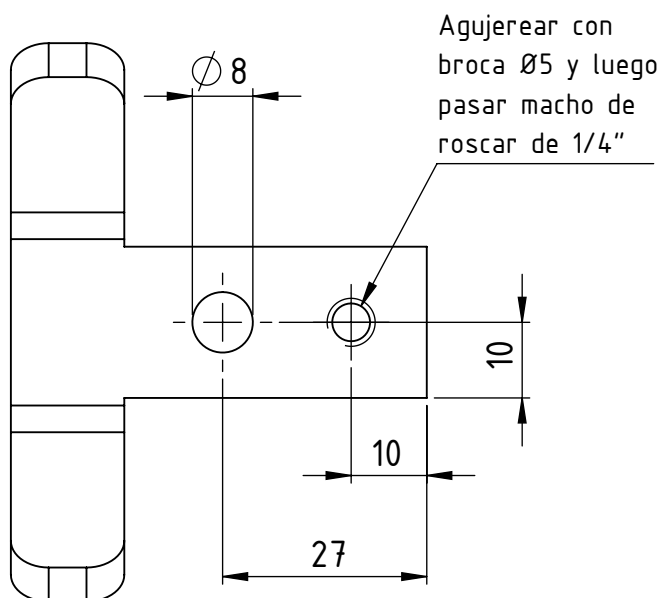
1	CHAPA 1/8"	AI SI 1010		210.92
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		PLACA DE UNION A MEZCLADOR SUBCONJUNTO: ESTRUCTURA CONJUNTO: DOSIFICADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	
DIBUJO	16/4/2023	Klein, Francisco R.	1:2	
APROBO			 01-104-0032-00	



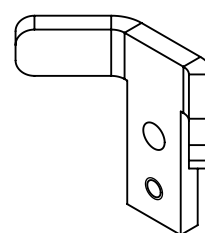
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA

Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

1	CHAPA 3/16"	AISI 1010		62.58
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		PLACA PARA AJUSTE DE TUBERIAS INTERIORES SUBCONJUNTO: SOPORTE DE TUBERIAS CONJUNTO: DOSIFICADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	 01-104-0029-00
DIBUJO	4/4/2023	Klein, Francisco R.	1:1	
APROBO				

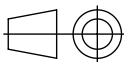


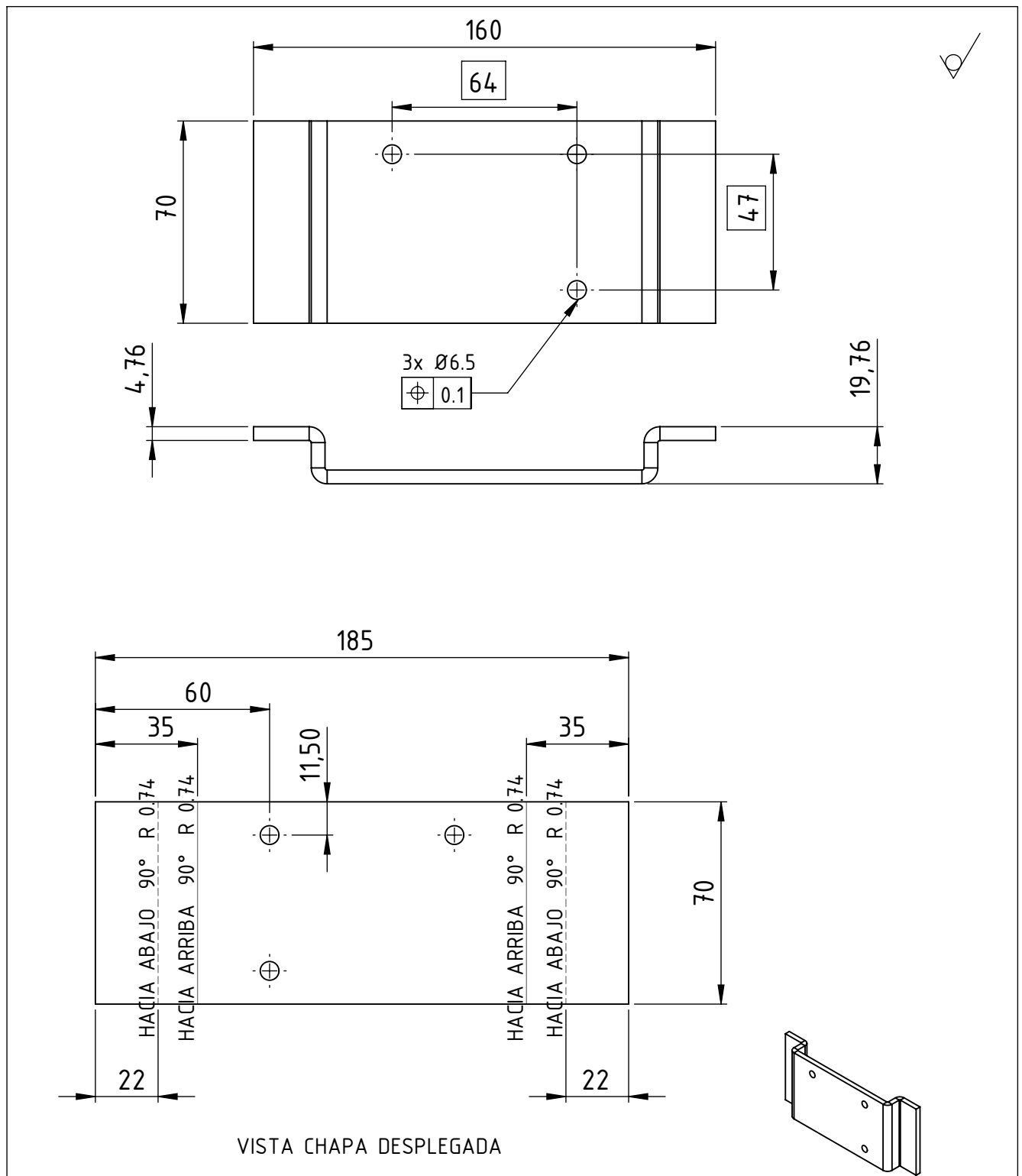
VISTA DE CHAPA DESPLEGADA



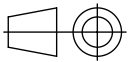
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:2

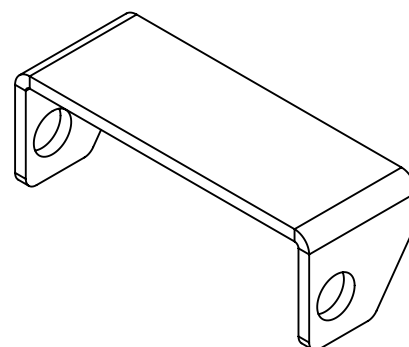
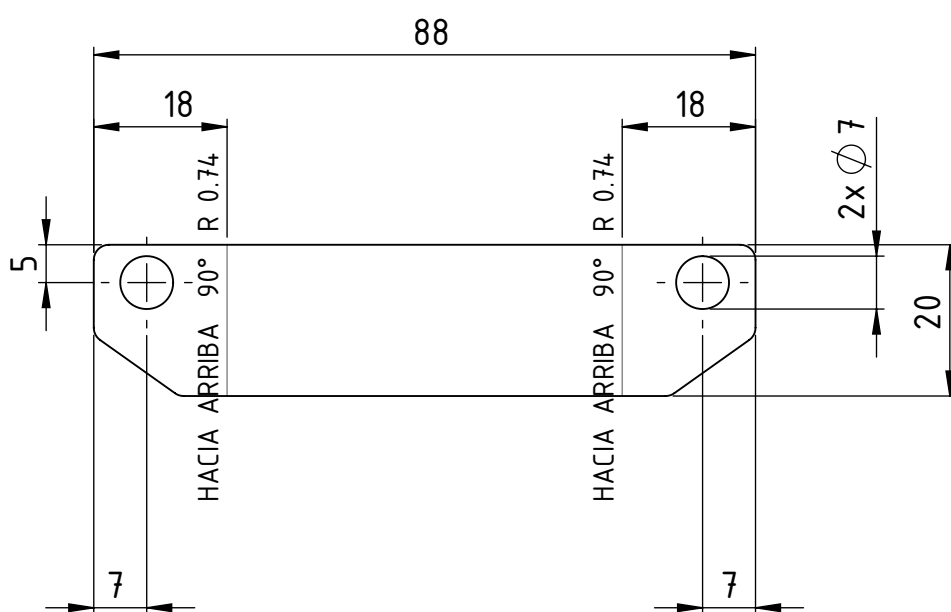
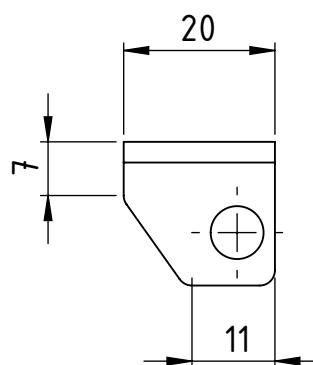
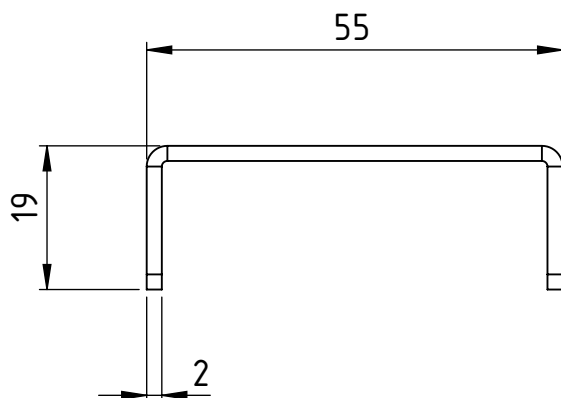
Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

1	CHAPA 1/4"	AI SI 1010		99.46
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		MANIJA PARA FIJACION DE DEPOSITO SUBCONJUNTO: SOPORTE DE DEPOSITO CONJUNTO: DOSIFICADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	 01-104-0025-00
DIBUJO	4/4/2023	Klein, Francisco R.	1:1	
APROBO				



Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

1	CHAPA 3/16"	AI SI 1010		480.72
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		SOPORE VALVULA DIVISORA DE CAUDAL SUBCONJUNTO: ARTESA CONJUNTO: MEZCLADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	 01-104-0024-00
DIBUJO	4/4/2023	Klein, Francisco R.	1:2	
APROBO				



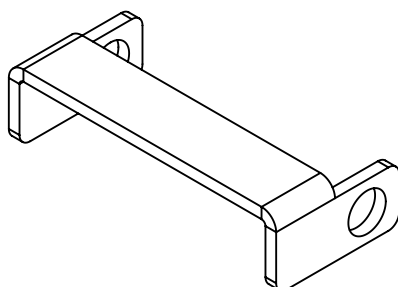
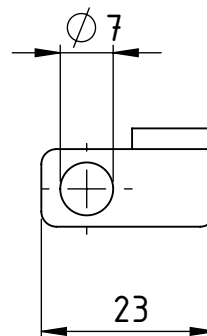
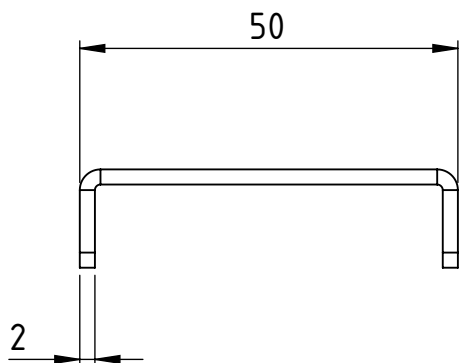
VISTA ISOMÉTRICA

Radios no acotados igual a 2

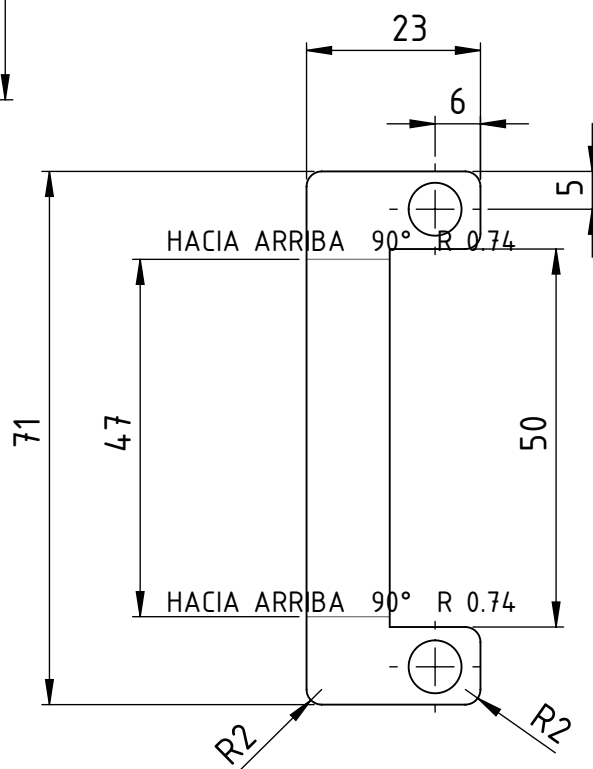
Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768

Matar cantos vivos

1	CHAPA 2mm	AISI 1010		24.88
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		BISAGRA ARTESA SUBCONJUNTO: ARTESA CONJUNTO: MEZCLADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	
DIBUJO	4/4/2023	Klein, Francisco R.	1:1	
APROBO				
				01-104-0022-00

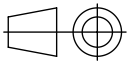


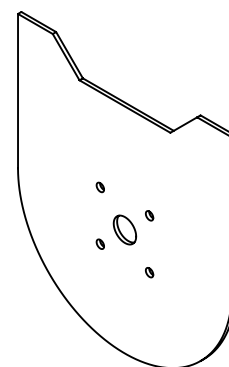
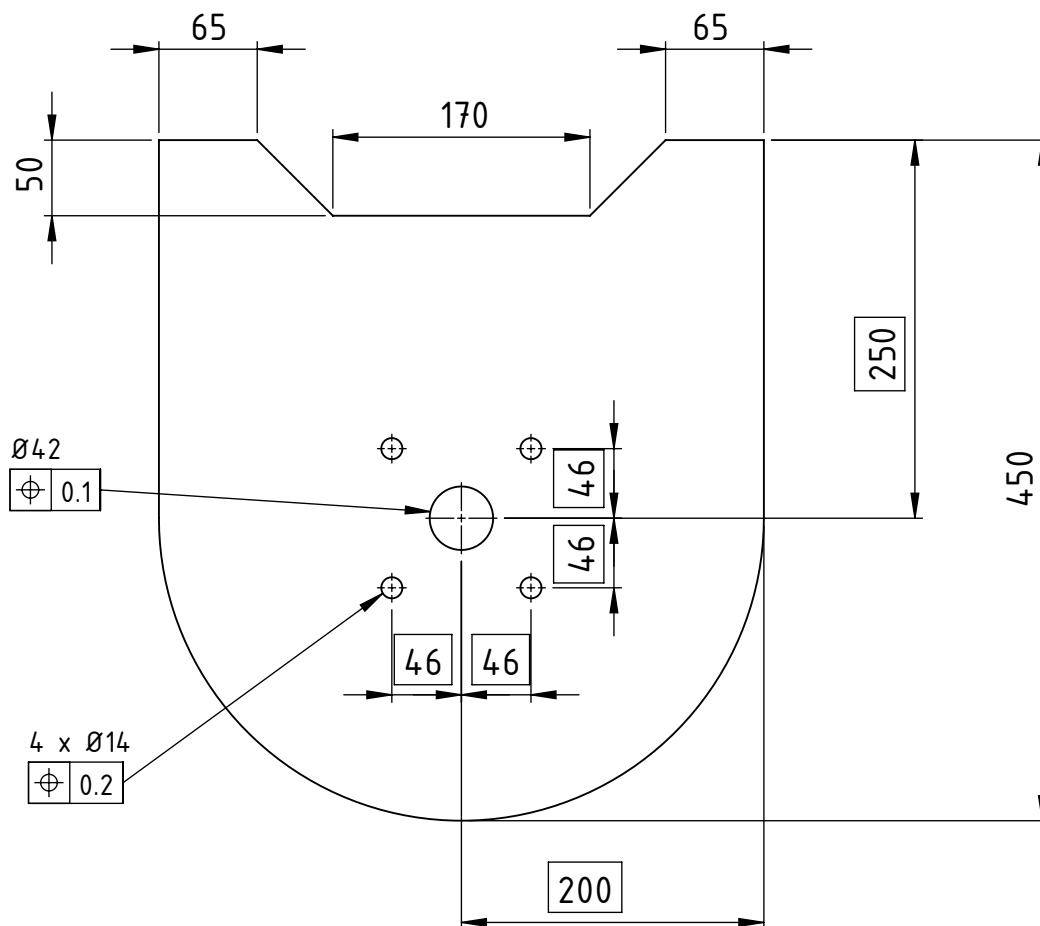
VISTA ISOMÉTRICA



VISTA DE CHAPA
DESPLEGADA

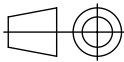
Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

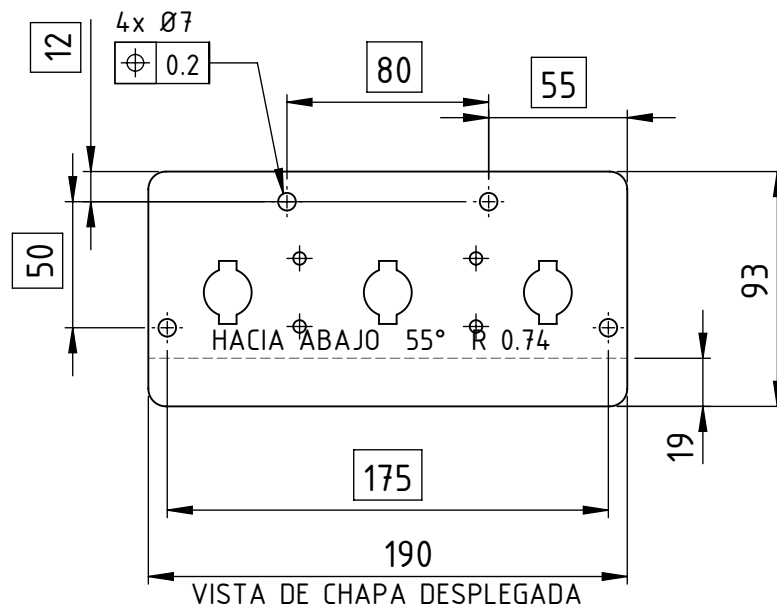
1	CHAPA 2mm	AISI 1010		14.79
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		BISAGRA TAPA SUBCONJUNTO: TAPA CONJUNTO: MEZCLADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	
DIBUJO	4/4/2023	Klein, Francisco R.	1:1	
APROBO			 01-104-0021-00	



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:10

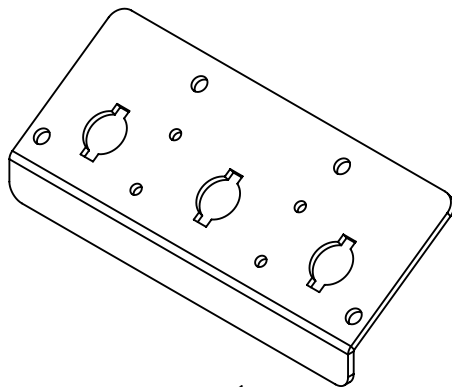
Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

1	CHAPA 1/4"	AISI 1010		7487.71
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		EXTREMO DE DOSIFICADO SUBCONJUNTO: ARTESA CONJUNTO: MEZCLADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	 01-104-0020-00
DIBUJO	4/4/2023	Klein, Francisco R.	1:5	
APROBO				

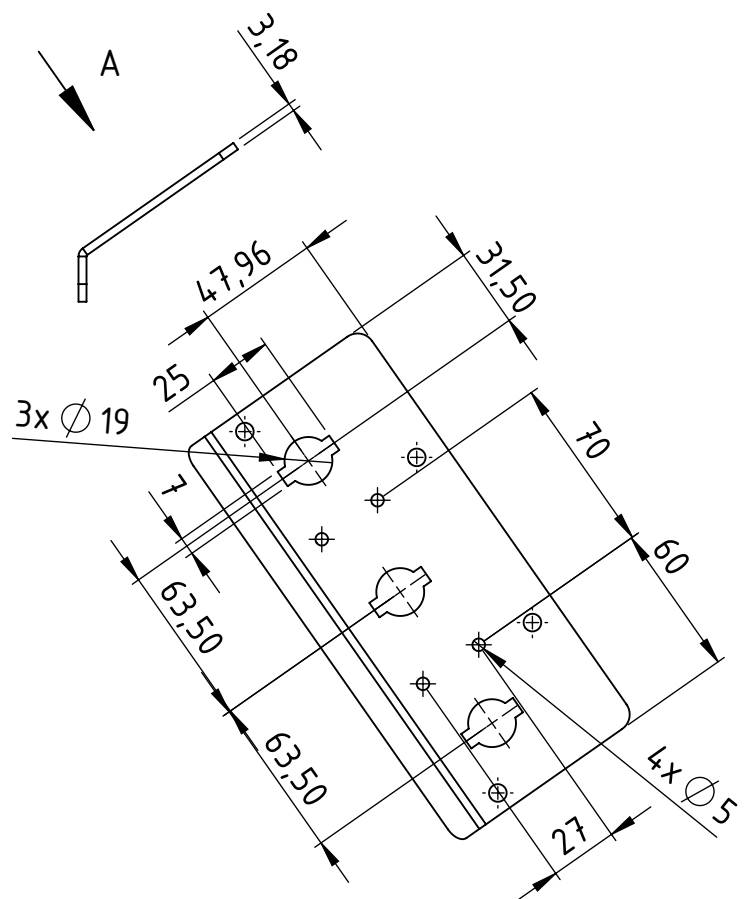


NOTA:

Limar bordes de orificios
para que no queden filos
luego del corte por
pantografo.



VISTA ISOMÉTRICA

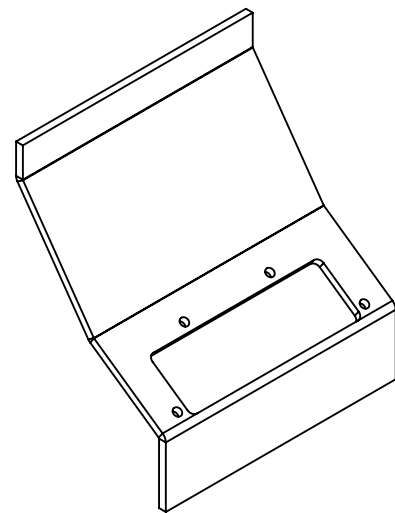
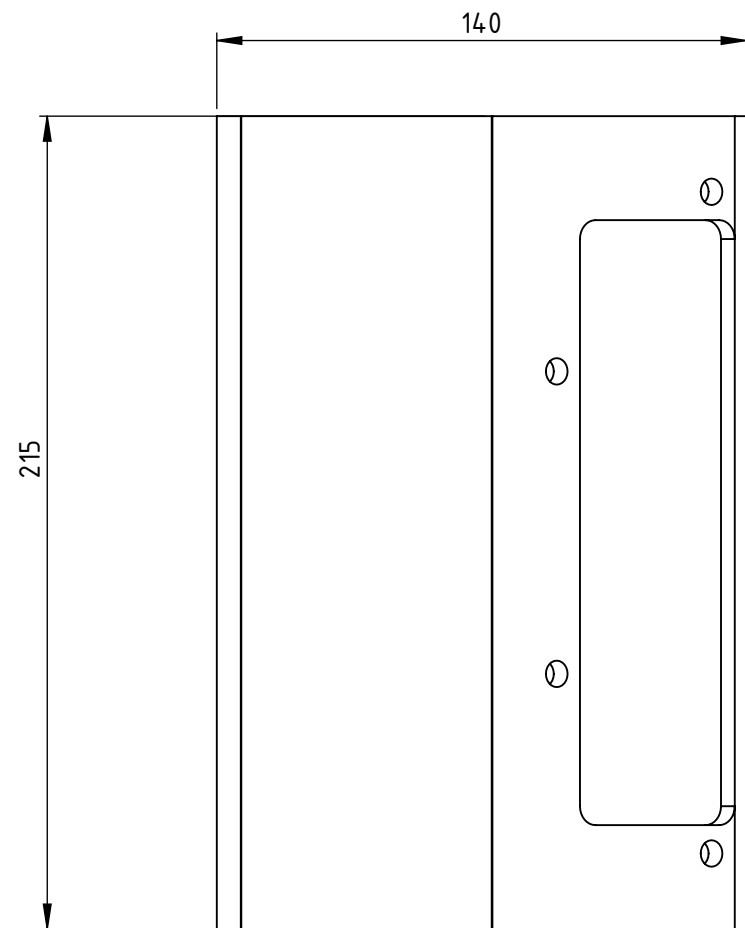
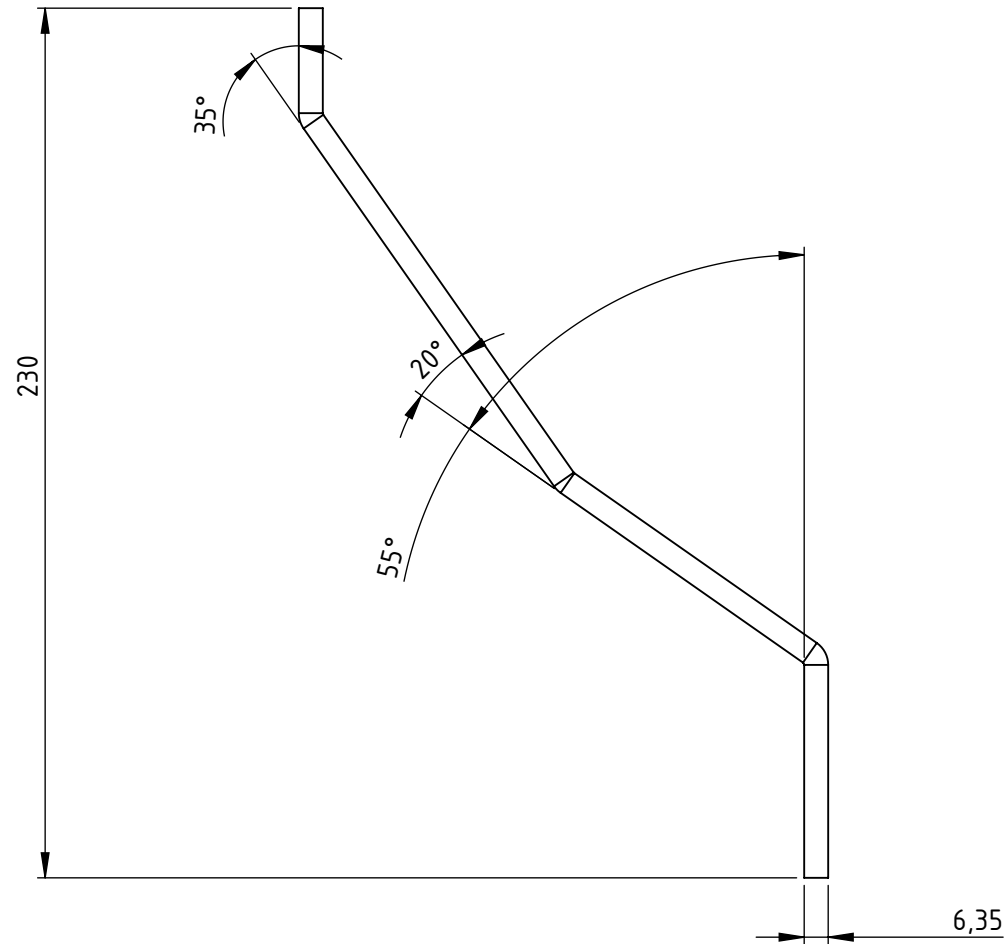


VISTA A

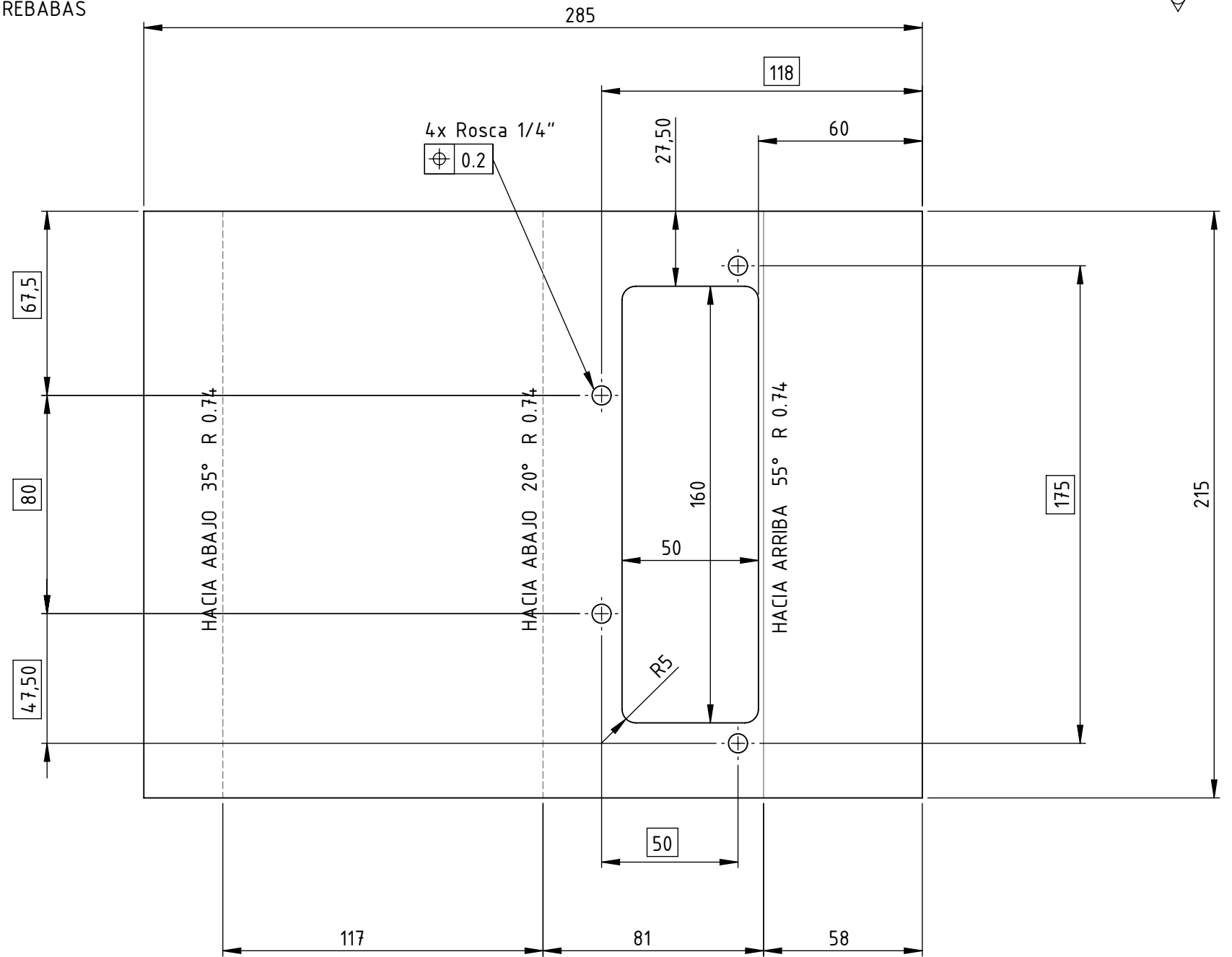
Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

1	CHAPA 1/8"	AIISI 1010		410.78
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		SOPORTE DE CUERPOS DE BOQUILLAS EXTERIORES SUBCONJUNTO: SOPORTES DE TUBERIAS CONJUNTO: DOSIFICADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	
DIBUJO	4/4/2023	Klein, Francisco R.	1:3	
APROBO				
				01-104-0018-00

NOTA:
LIMAR BORDES DE ORIFICIOS PARA ELIMINAR FILOS Y REBABAS

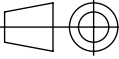


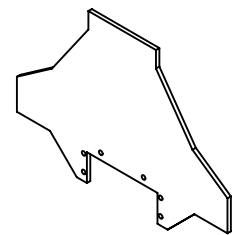
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:5

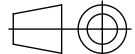


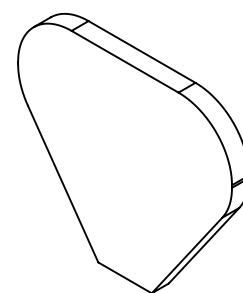
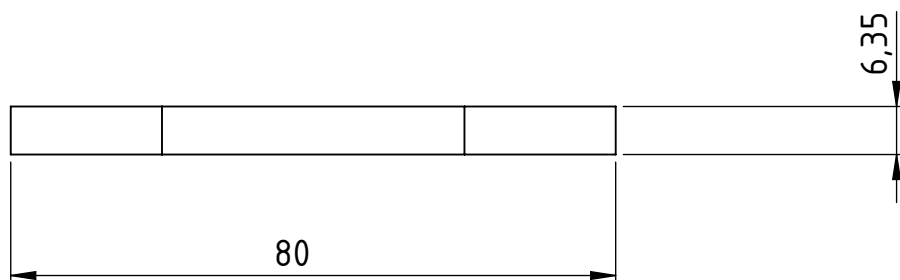
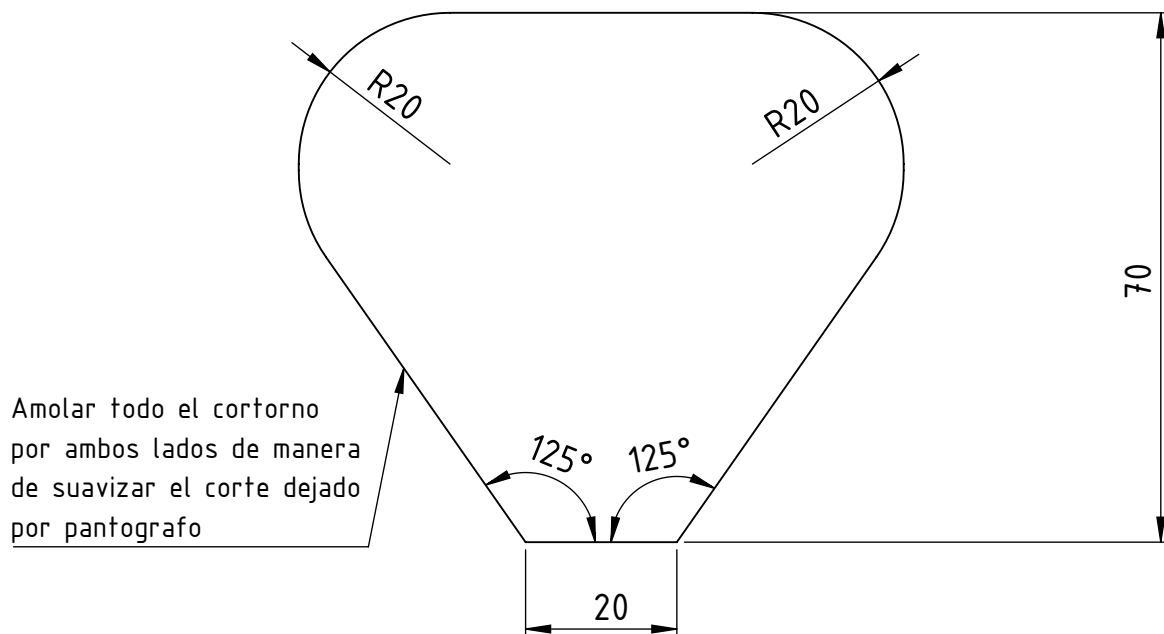
VISTA DE CHAPA DESPLEGADA

Tolerancias no acotadas según DIN 2768
Matar cantos vivos

1	CHAPA 1/4"	AIISI 1010		2659.75
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO [g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		PLEGADO DE ESTRUCTURA SUBCONJUNTO: ESTRUCTURA CONJUNTO: DOSIFICADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:2	 01-104-0016-00
DIBUJO	20/4/2023	Klein, Francisco R.		
APROBO				

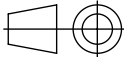


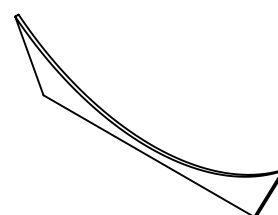
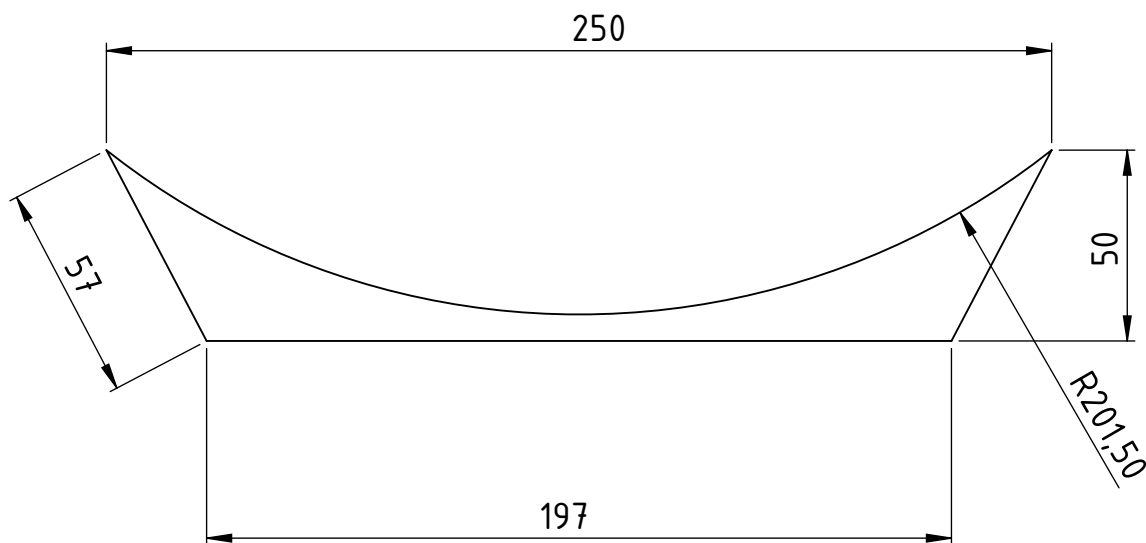
1	CHAPA 1/4"		3213.72
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		PLACA LATERAL SUBCONJUNTO: ESTRUCTURA CONJUNTO: DOSIFICADOR	
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:3  01-104-0015-00
DIBUJO	20/4/2023	Klein, Francisco R.	
APROBO			



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:2

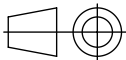
Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

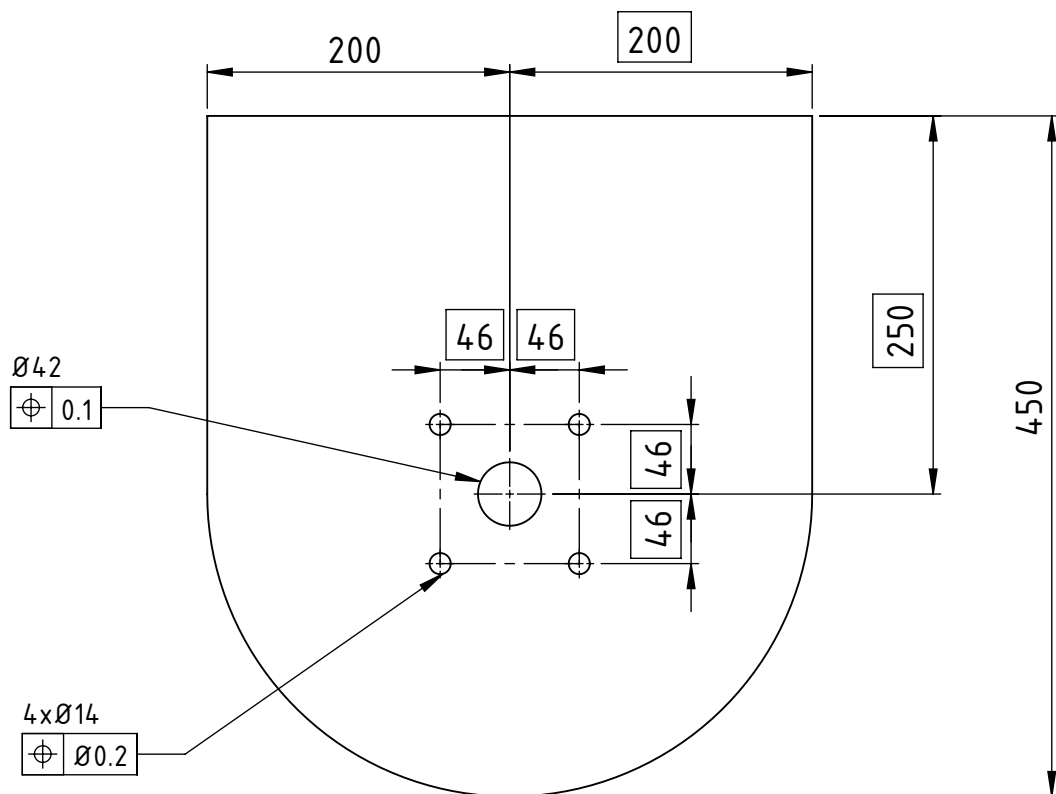
1	CHAPA 1/4"	AISI 1010		206.65
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		PALETA SUBCONJUNTO: PALA CONJUNTO: MEZCLADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	 01-104-0010-00
DIBUJO	20/4/2023	Klein, Francisco R.	1:1	
APROBO				



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:5

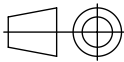
Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

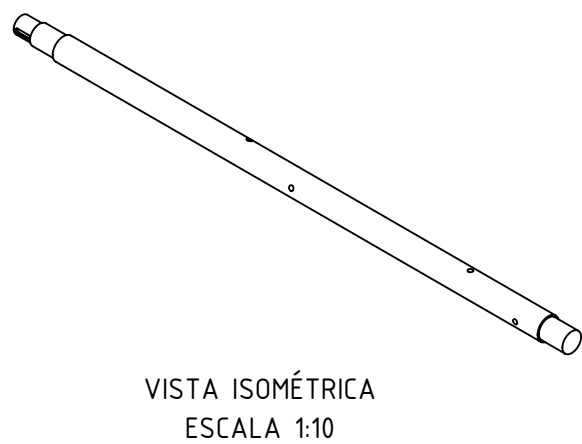
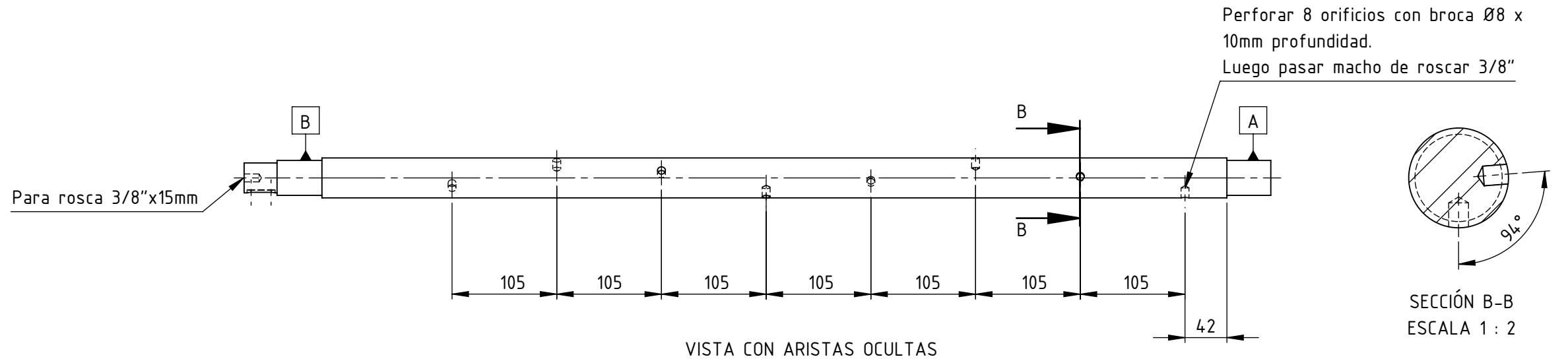
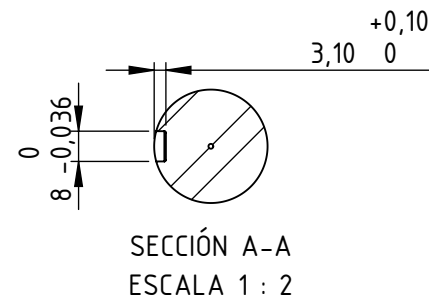
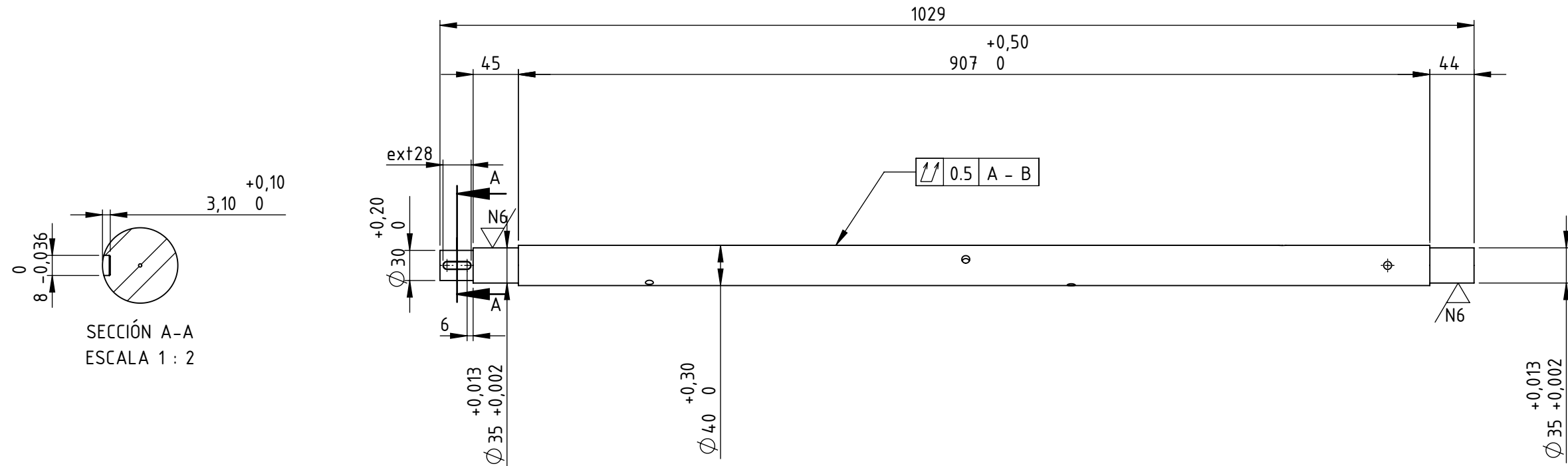
1	CHAPA 1/8"	AISI 1010		96.55
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		PLACA DE DESCARGA LATERAL SUBCONJUNTO: ARTESA CONJUNTO: MEZCLADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	 01-104-0009-00
DIBUJO	3/4/2023	Klein, Francisco R.	1:2	
APROBO				



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:10

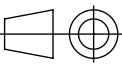
Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

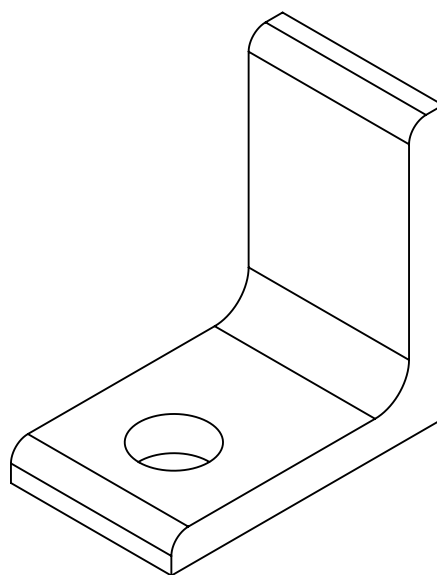
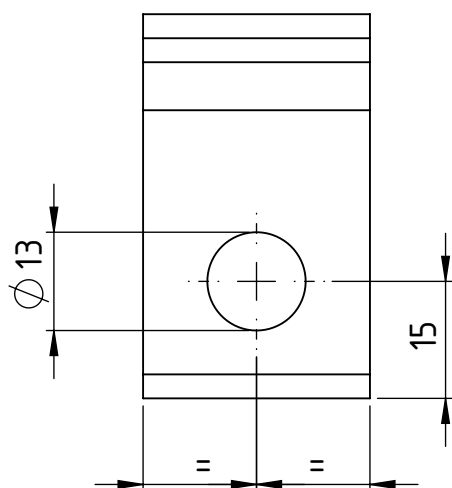
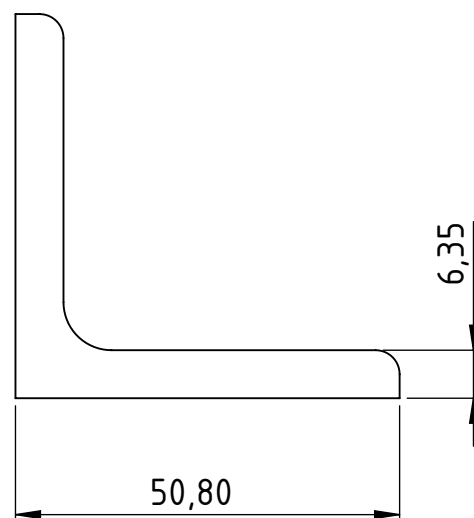
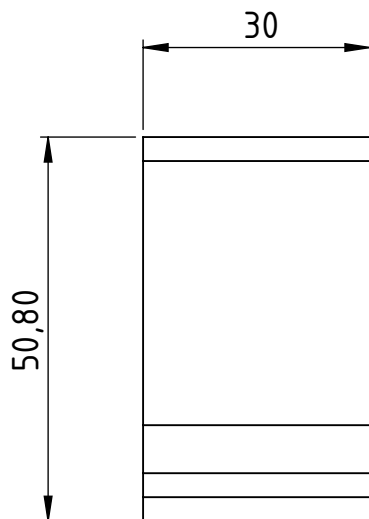
1	CHAPA 1/4"	AISI 1010		8037.43
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		EXTREMOS DE ARTESA SUBCONJUNTO: ARTESA CONJUNTO: MEZCLADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	 01-104-0008-00
DIBUJO	3/4/2023	Klein, Francisco R.	1:5	
APROBO				



Nota:
Los orificios del eje se encuentran sobre una helicoide. Para perforarlos se recomienda realizar el primer orificio y luego desplazarse 105mm, girar el eje en un sentido 94º y realizar el perofrado, luego repetir hasta completar los 8.

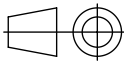
Realizar chaflanes en los cambios de diametro de 1mm x 45º
Tolerancias no acotadas según DIN 2768
Matar cantos vivos

1	REDONDO MACIZO Ø1 3/4"	AIISI 1020	L= 1040	9820.45
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO [g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		EJE SUBCONJUNTO: EJE CONJUNTO: MEZCLADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	
DIBUJO	20/4/2023	Klein, Francisco R.	1:5	
APROBO			 01-103-0009-00	

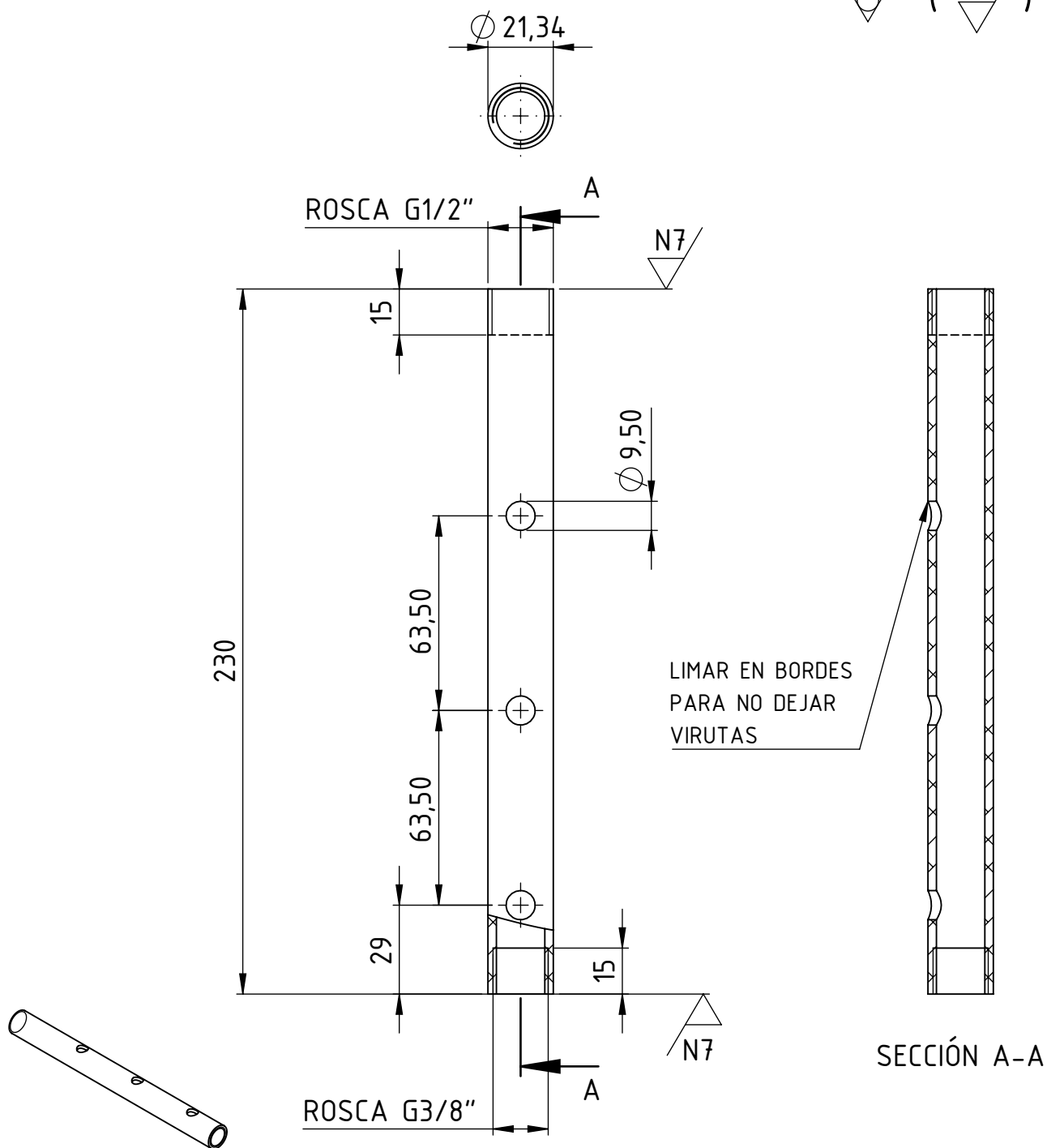


VISTA ISOMÉTRICA

Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

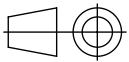
1	ANGULO 2" x 1/4"	AISI 1010	L=30mm	137.19
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		ANCLAJE SOPORTE DE DEPOSITO SUBCONJUNTO: DEPOSITO CONJUNTO: DOSIFICADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:1	
DIBUJO	20/4/2023	Klein, Francisco R.		
APROBO				
				01-102-0005-00

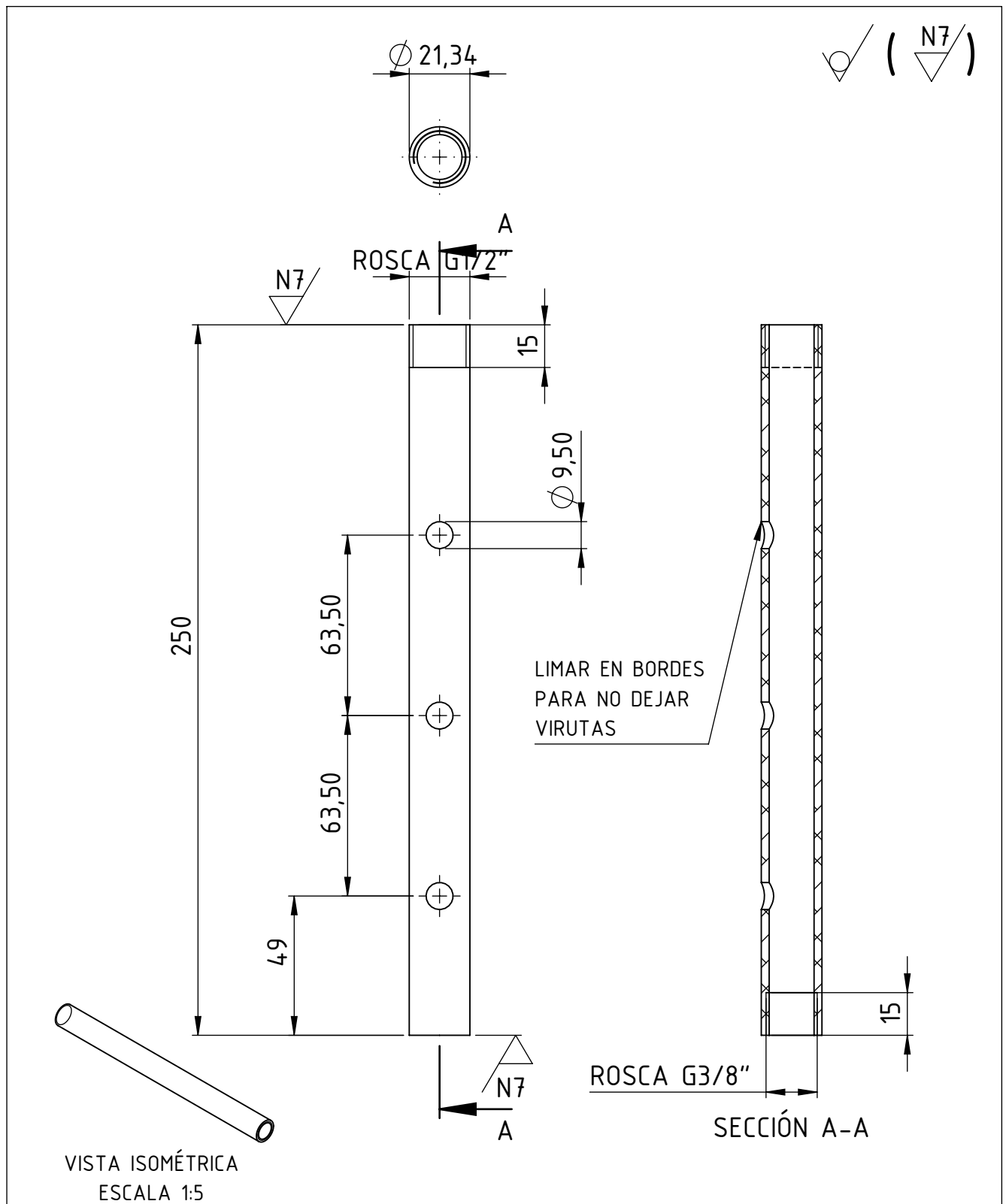
✓ (N7)



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:5

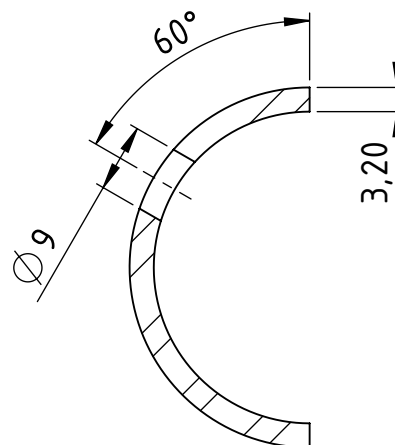
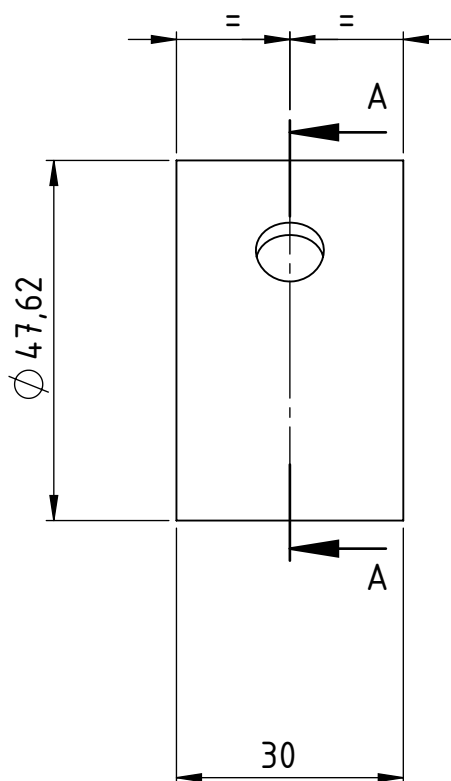
Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

1	TUBO 1/2" SCH 40	2014-T4	L=230mm	102.29
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		TUBERIA DOSIFICADOR EXTERIOR SUBCONJUNTO: CIRCUITO DE DOSIFICACION CONJUNTO: DOSIFICADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	 01-102-0004-00
DIBUJO	20/4/2023	Klein, Francisco R.	1:2	
APROBO				

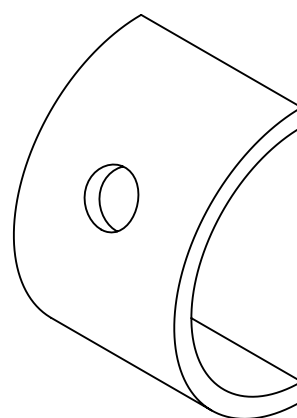


Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

1	TUBO 1/2" SCH 40	2014-T4	L=250mm	111.34
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		TUBERIA DE DOSIFICACION INTERIOR SUBCONJUNTO: CIRCUITO DE DOSIFICACION CONJUNTO: DOSIFICADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:2	
DIBUJO	20/4/2023	Klein, Francisco R.		
APROBO				

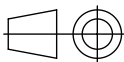


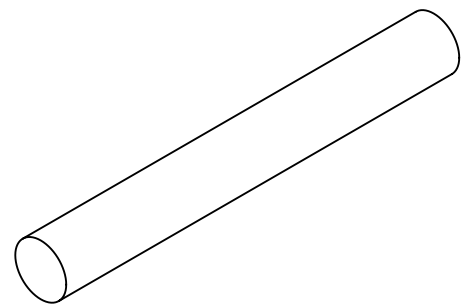
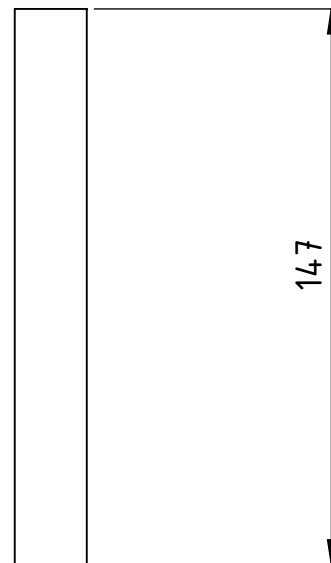
SECCIÓN A-A



VISTA ISOMÉTRICA

Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

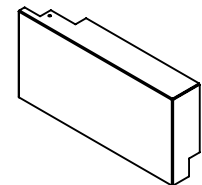
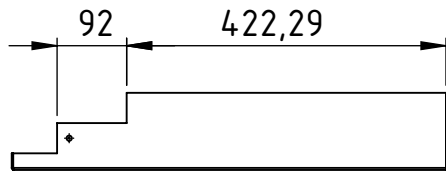
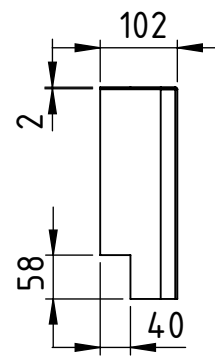
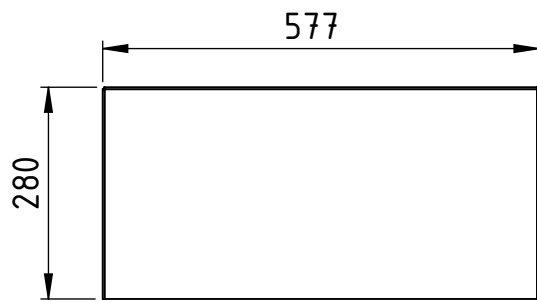
1	TUBO 1 7/8" x 3.2mm	AISI 1010	L=30mm	51.11
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		ANCLAJE DE PALA A EJE SUBCONJUNTO: EJE CONJUNTO: MEZCLADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:1	
DIBUJO	20/4/2023	Klein, Francisco R.		
APROBO			 01-102-0002-00	



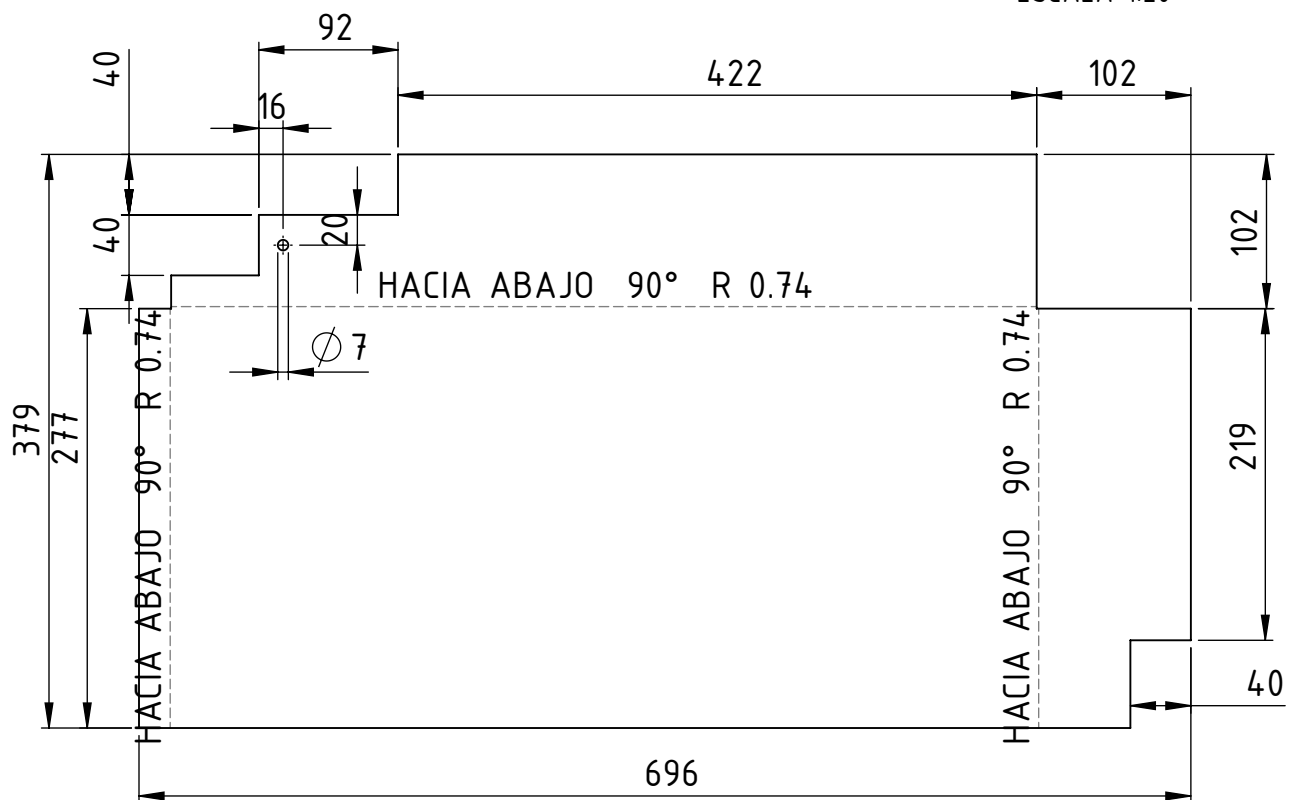
VISTA ISOMÉTRICA

Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

1	VARILLA 3/4"		AISI 1010	L=147mm	329.74
POS.	DENOMINACIÓN		MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			VARILLA DE PALA SUBCONJUNTO: EJE CONJUNTO: MEZCLADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:2		01-102-0001-00
DIBUJO	20/4/2023	Klein, Francisco R.			
APROBO					



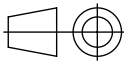
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:20

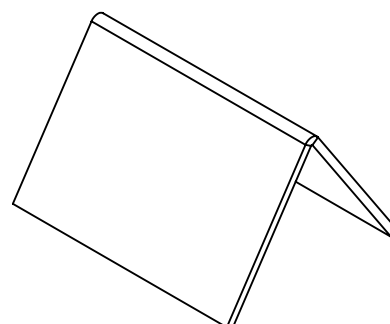
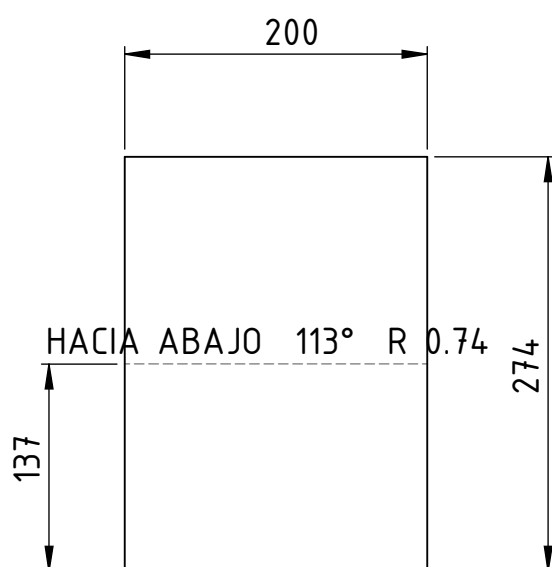
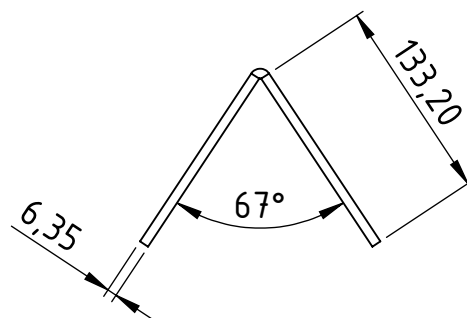
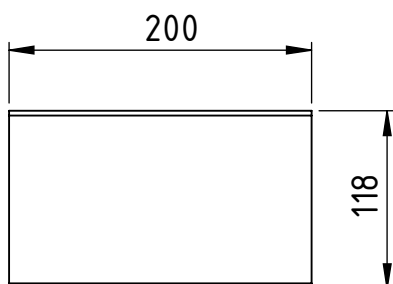


VISTA DE CHAPA DESPLEGADA
ESCALA 1:5

Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768

Matar cantos vivos

1	CHAPA 1/16"	AI SI 1010		3785.93
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		TAPA DE SISTEMA DE TRANSMISION SUBCONJUNTO: TRANSMISION CONJUNTO: MEZCLADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	 01-101-0014-00
DIBUJO	20/4/2023	Klein, Francisco R.	1:10	
APROBO				



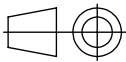
VISTA DE CHAPA DESPLEGADA

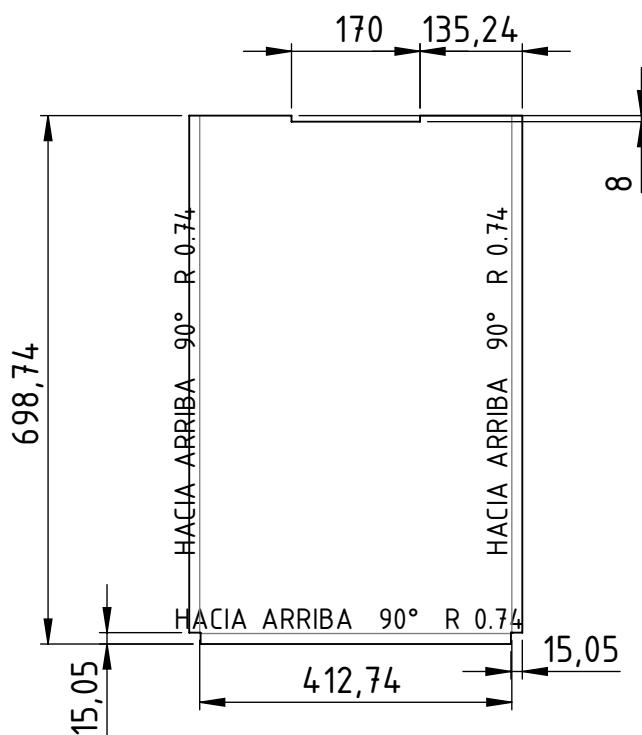
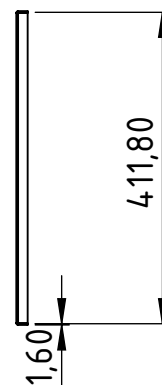
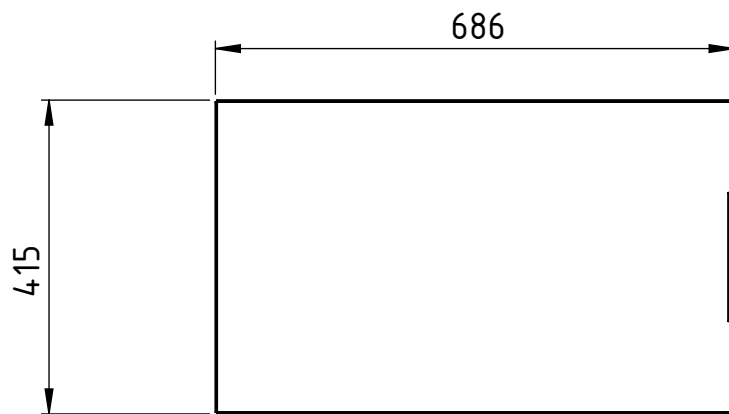
VISTA ISOMÉTRICA

TEMPLADO Y REVENIDO (HRc 40)

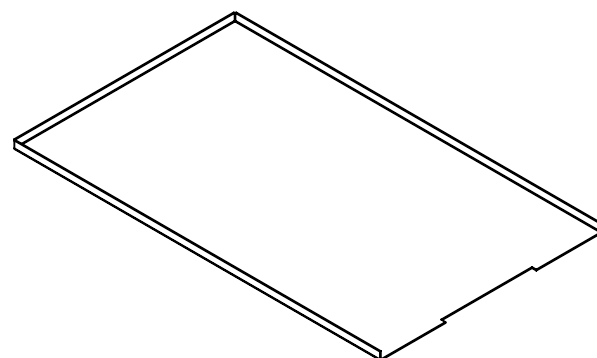
Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768

Matar cantos vivos

1	CHAPA 1/4"	AISI 1045		2732.74
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		V INVERTIDA SUBCONJUNTO: ESTRUCTURA CONJUNTO: DOSIFICADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	 01-101-0013-00
DIBUJO	21/4/2023	Klein, Francisco R.	1:5	
APROBO				

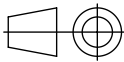


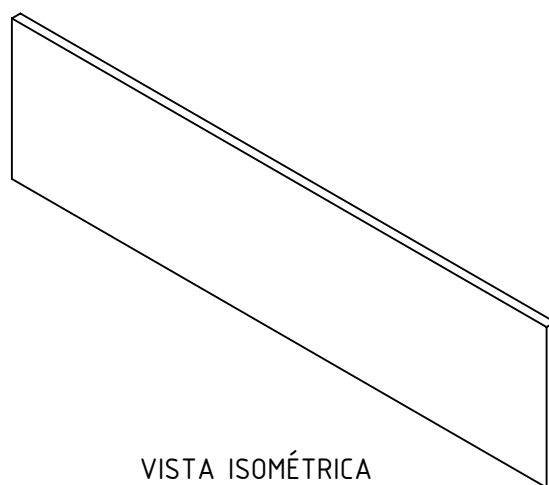
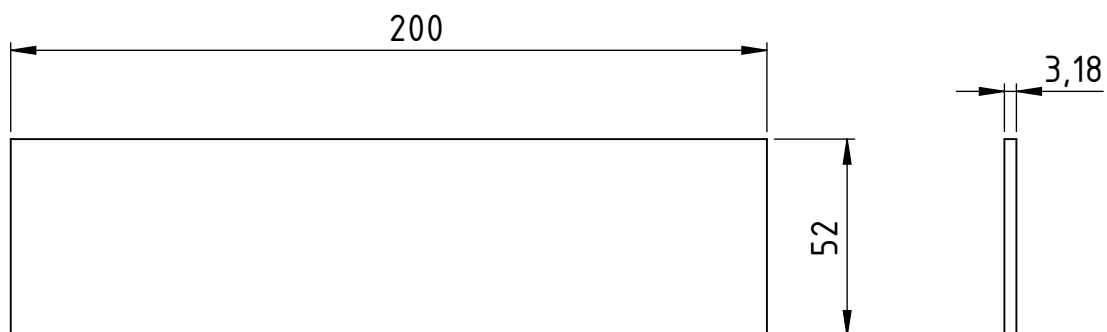
VISTA DE CHAPA DESPLEGADA



VISTA ISOMÉTRICA

Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768
Matar cantos vivos

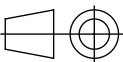
1	CHAPA 1/16"	AI SI 1010		3852.63
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		TAPA SUBCONJUNTO: ARTESA CONJUNTO: MEZCLADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	 01-101-0012-00
DIBUJO	20/4/2023	Klein, Francisco R.	1:10	
APROBO				

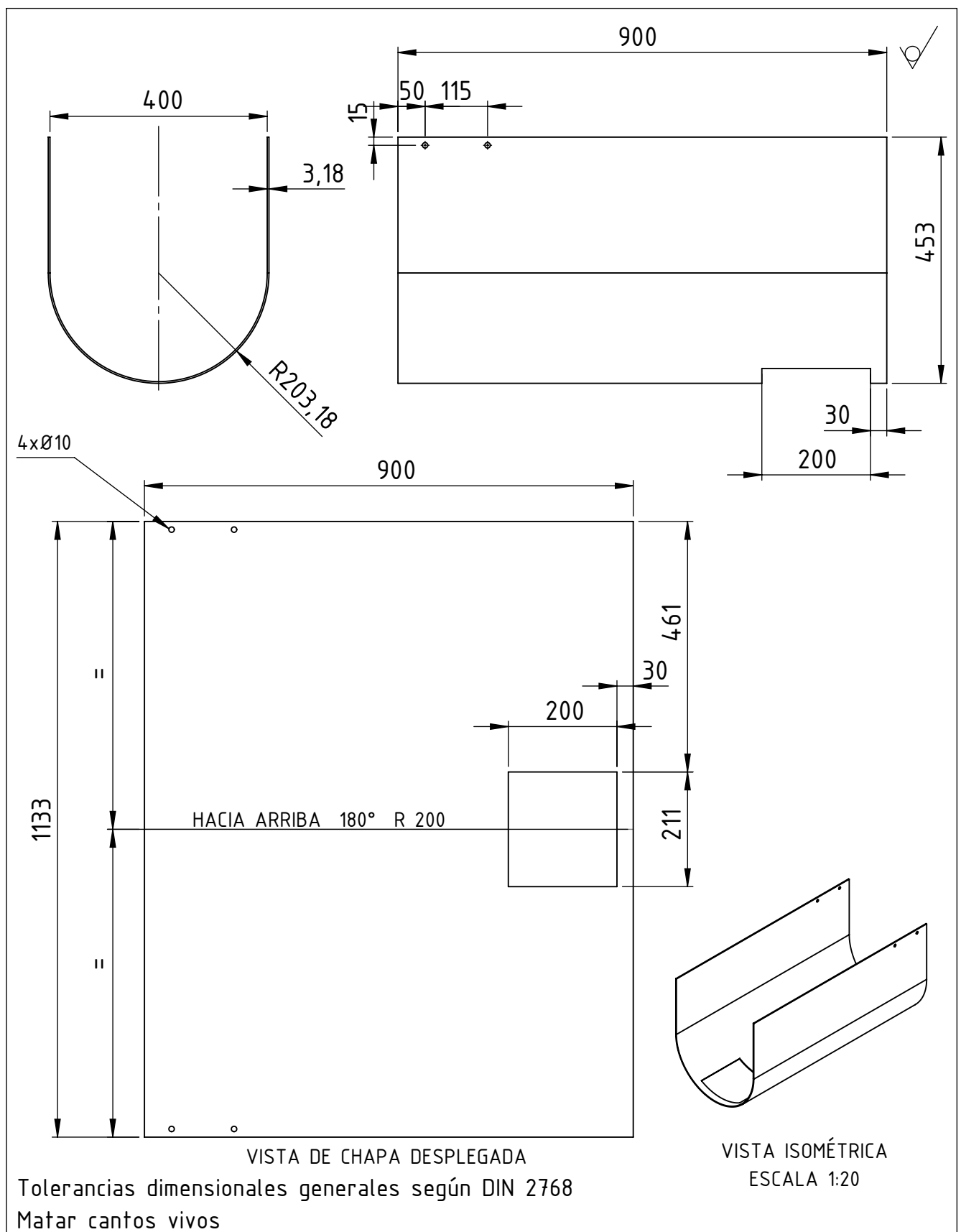


VISTA ISOMÉTRICA

Tolerancias dimensionales generales según DIN 2768

Matar cantos vivos

1	CHAPA 1/8"		AISI 1010	259.87	
POS.	DENOMINACIÓN		MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			PLACA DE DESCARGA SUBCONJUNTO: ARTESA CONJUNTO: MEZCLADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA 1:2		01-101-0011-00
DIBUJO	20/4/2023	Klein, Francisco R.			
APROBO					



1	CHAPA 1/8"	AISI 1010		24423.55
POS.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	PESO[g]
 PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA MECÁNICA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		ROLADO Y PLEGADO DE ARTESA SUBCONJUNTO: ARTESA CONJUNTO: MEZCLADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALA	
DIBUJO	20/4/2023	Klein, Francisco R.	1:10	
APROBO				
				01-101-0010-00