



Control Mecánico de Malezas en Barbecho

**Esteban Ignacio Ibarra
José Luis Hernández**

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

Control Mecánico de Malezas en Barbecho

Esteban Ignacio Ibarra
José Luis Hernández

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

Ingeniero Mecánico

Directores:

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

«Abusamos de la tierra porque la tratamos como si fuese nuestra. Cuando la veamos como una oportunidad a la que pertenecemos, puede que la tratemos con amor y respeto».

Aldo Leopold¹

¹ Aldo Leopold (1887-1948) fue un ingeniero forestal, silvicultor y profesor de biología estadounidense, así como también un destacado escritor y ensayista, cuya propuesta para una ética de la tierra se ha convertido en uno de los ejes de la filosofía conservacionista. Es considerado el padre de la ecología contemporánea.

Agradecimientos

A nuestros padres, que desde el principio nos han apoyado desinteresadamente en lo económico y han sido el pilar fundamental para levantarnos en momentos difíciles y guiarnos en el arduo camino hacia el objetivo hoy alcanzado.

A nuestros hermanos, que nos acompañan desde los primeros años de vida y siempre lo harán.

A los familiares presentes y a los que ya no están.

A los amigos cercanos que respaldaron y festejaron cada logro. También a los que nos dio la carrera, aquellos con los que compartimos días y noches de estudio, haciendo que éste recorrido sea más ameno.

A la Universidad Nacional de Rosario, a la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura y a la Escuela de Ingeniería Mecánica, el agradecimiento por permitirnos realizar el estudio de grado. Y a todo su personal docente, no docente y demás compañeros que formaron parte de éste proceso.

Esteban y José Luis

Resumen

El presente trabajo aborda la problemática de malezas resistentes y/o tolerantes a herbicidas en el período de presembrado, también conocido comúnmente como tiempo de barbecho.

El control químico es la técnica de manejo de malezas más utilizada en los sistemas agrícolas actuales. Pero para producir en un contexto de malezas difícil control, se incrementan las dosis aplicadas y el número de pulverizaciones requeridas, lo cual atenta contra la preservación del medio ambiente e intensifica los riesgos para la salud humana.

Con el objetivo de encontrar una opción alternativa a la aplicación de herbicidas durante el barbecho y reducir el pasivo ambiental generado por el uso de los mismos, se desarrolló un implemento de arrastre capaz de detectar la existencia de maleza en un lote y efectuar un corte del suelo con el fin de removerla.

La máquina permite realizar una labranza superficial del suelo, trabajando a profundidades de entre 3 y 8 cm. Con un ancho de trabajo aproximado de 3 m y una velocidad de trabajo cercana a los 10 km/h, puede ejecutar tareas de cobertura total, o bien llevar a cabo un laboreo selectivo, empleando sensores de maleza y un sistema de mando electrónico para aplicaciones dirigidas.

Si bien la eficacia de control dependerá de múltiples variables (como ser, el tipo de maleza, las características del suelo, la temperatura y humedad ambiente, etc.), si el grado de descalce de la planta es el correcto y las condiciones ambientales después de la labor son favorables, se estima que podrían alcanzarse porcentajes de eficacia cercanos al 90%.

Palabras clave:

Malezas, resistencia a los herbicidas, barbecho, control mecánico de malezas, labranza superficial, sensores ópticos, fluorescencia de clorofila. (FAO, 2023).

Abstract

This paper addresses the issue of herbicide-resistant and/or herbicide-tolerant weeds during the fallow period, commonly known as weed control time.

Chemical control is the most widely used weed management technique in current agricultural systems. However, to produce in a context of difficult-to-control weeds, the applied doses and the number of required sprays increase, which threatens the preservation of the environment and intensifies risks to human health.

With the aim of finding an alternative option to herbicide application during the fallow period and reducing the environmental impact generated by their use, a towed implement capable of detecting the existence of weeds in a plot and removing them by cutting the soil was developed.

The machine allows for surface tillage of the soil, working at depths between 3 and 8 cm. With an approximate working width of 3 m and a working speed close to 10 km/h, it can perform total coverage tasks or carry out selective tillage using weed sensors and an electronic control system for targeted applications.

Although the control efficacy will depend on multiple variables (such as the type of weed, soil characteristics, temperature, and humidity, among others), if the degree of plant uprooting is correct and environmental conditions after the tillage are favorable, control efficacy percentages of around 90% could be achieved.

Keywords:

Weeds, herbicide resistance, fallow, mechanical weed control, surface tillage, optical sensors, chlorophyll fluorescence. (FAO, 2023).

Contenido

Agradecimientos	4
Resumen	5
Abstract	6
Contenido	7
Introducción	9
Capítulo 1 : problemática de malezas	13
Objetivos	13
Variables	14
Condiciones límites	15
Propósitos	16
Propuestas	17
Elección de la solución	22
Capítulo 2 : solución de control mecánico	25
Corte del suelo para el control de malezas	25
Condiciones de suelo	25
Herramientas para el manejo de malezas	25
Rejas para el corte de malezas con raíces superficiales	26
Implemento mecánico para el corte del suelo	27
Descripción del implemento	28
Especificaciones técnicas	28
Funcionalidad pretendida	30
Cinemática de la acción selectiva	30
Capítulo 3 : desarrollo del implemento	33
Labranza del suelo	33
Fuerza de tiro	33
Consumo de potencia tractiva	36
Fuerza del cilindro de corte	37
Rendimiento de campo	39
Resumen de cálculo para la labranza del suelo	41
Dimensionamiento analítico de componentes	41
Ejes del bastidor	41
Mecanismo de levante del bastidor	46
Enganche y perno de lanza	49
Validación mediante cálculo por elementos finitos	50
Análisis estático I: estudio del módulo de corte	50
Análisis estático II: estudio del chasis por laboreo del suelo	58
Análisis estático III: estudio del chasis por tiro del implemento	65
Verificación de los refuerzos del chasis	68
Análisis estático IV: estudio de la lanza de la máquina	69
Capítulo 4 : sistema hidráulico	73
Accionamiento de los elementos de corte	73
Esquemas hidráulicos preliminares	73
Dimensionamiento de tuberías	78
Dimensionamiento de la bomba y consumo de potencia	81
Variantes para energizar el circuito de corte	83

Accionamiento del levante del implemento.....	85
Diagrama general del sistema hidráulico de la máquina.....	89
Análisis de circuitos, memorias descriptivas.....	91
Circuito de corte de malezas, aplicación de control selectivo.....	91
Circuito de corte de malezas, aplicación de control total.....	94
Circuito de levante del implemento.....	95
Validación del sistema hidráulico.....	96
Circuito de corte de malezas, aplicación de control selectivo.....	96
Capítulo 5 : sistema de mando electrónico.....	103
Preliminares.....	103
Sensores de maleza.....	103
Pulverización selectiva.....	105
Adaptación del sistema WEEDit al control mecánico de malezas.....	111
Diagrama entradas/salidas del sistema de mando.....	111
Tratamiento de la velocidad de avance.....	112
Esquema general para el control del sistema de corte del suelo.....	113
Capítulo 6 : conclusiones.....	117
Desarrollo de la solución planteada.....	117
Capacidad de trabajo del implemento.....	118
Eficacia del control mecánico.....	119
Comparación de estrategias de control.....	119
Bibliografía.....	123
Citas presentes en el texto.....	123
Otras fuentes consultadas.....	123
Anexo A.....	125
Anexo A1 : decreto reglamentario 32/2018, ley N° 24449.....	125
Anexo A2 : perno de lanza.....	128
Anexo A3 : nomogramas oleohidráulicos.....	130
Anexo A4 : selección de componentes.....	134
Anexo A5 : esquemas.....	144
Anexo A6 : diseño del depósito de aceite hidráulico.....	147
Anexo A7 : especificaciones técnicas sistema WEEDit.....	150
Anexo B.....	151
Codificación de la planimetría.....	151
Índice de planos.....	152

Introducción

Preliminares

Maleza es toda planta no deseada que, al encontrarse en un lote destinado a un cultivo, puede:

- Competir por recursos en el ambiente (agua, nutrientes, luz, etc.).
- Pugar por insectos polinizadores.
- Servir de hospedero alternativo para insectos, gusanos y patógenos.
- Interferir con la cosecha o reducir la calidad de la misma.

El concepto de malezas “difíciles” generalmente está relacionado a la tolerancia o resistencia de una especie vegetal a un determinado herbicida. La tolerancia es la capacidad natural y heredable de una especie para sobrevivir y multiplicarse luego de un tratamiento con herbicida. Una especie tolerante nunca ha sido susceptible al agroquímico en cuestión. En cambio, la resistencia es la capacidad adquirida y heredable de un biotipo para sobrevivir y reproducirse después de la aplicación de una dosis de herbicida que era letal para la población original.

Por otro lado, se denomina barbecho al período en el que cierta porción de tierra cultivable se deja sin sembrar con el objetivo de que la misma recupere la materia orgánica y la humedad necesarias para una nueva siembra. En otras palabras, el barbecho abarca el tiempo transcurrido entre la cosecha de un cultivo y la siembra del siguiente (Figura 0-1). Durante éste período, es de vital importancia erradicar las malezas remanentes, con el fin de mejorar la predisposición del suelo al posterior cultivo (Figura 0-2).

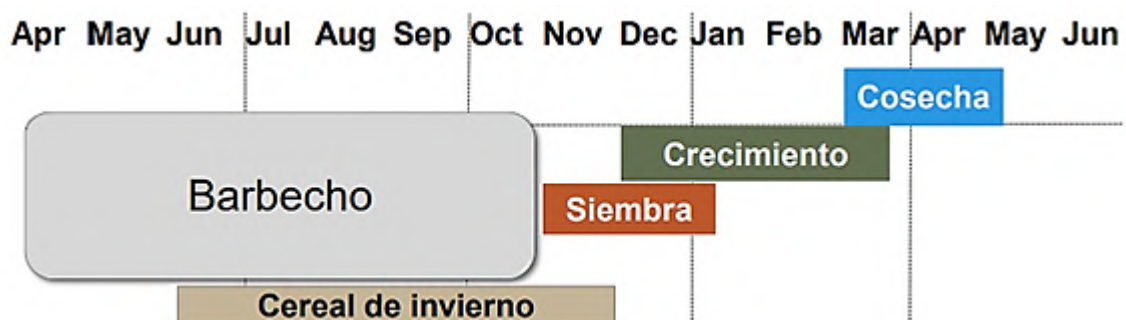


Figura 0-1: Barbecho de invierno practicado en diversas regiones de Argentina.



Figura 0-2: Lotes durante el período de barbecho.

Izquierda: Libre de maleza. Derecha: Afectado por la maleza.

Existen diversas alternativas a la hora de decidir cómo transcurrir los barbechos y diagramar estrategias de control de malezas. Una opción es realizar una rotación de cultivos intensa o incorporar cultivos de servicio, de manera que los períodos de barbecho sean breves. Obviamente, esto depende de la oferta ambiental y del agua disponible. Otra opción, la más frecuente, es realizar un barbecho químico. Desafortunadamente, éste proceso de eliminación de malezas implica la dosificación de herbicidas, cuyo impacto ambiental adverso ha conducido a los investigadores a desarrollar técnicas para reducir o limitar su uso. Los sistemas de detección de malezas y pulverización dirigida, por ejemplo, han surgido como resultado de dichos desarrollos. Finalmente, también puede optarse por controles mecánicos con baja remoción e inversión de suelo, priorizando la conservación de la humedad.

Actualidad productiva nacional

Los sistemas de producción agrícola-ganaderos argentinos enfrentan un escenario complicado a raíz de aparición de malezas clasificadas como “difíciles” para el control químico (entre ellas raigrás, yuyo colorado, cerraja y algunas crucíferas, estando latente la posibilidad de que se sumen otras como rama negra, cebadilla, chloris, digitaria, eleusine, echinocloa y más). En este contexto, las estrategias de control en barbecho más utilizadas son:

- *Pulverizaciones de cobertura total:*

Es la estrategia más utilizada en el país. Más del 90% de los controles se realiza de este modo. En general, si se cumple con una correcta prescripción (dosis y productos a usar)

y calidad de aplicación (tamaño de gotas, volumen, condiciones del equipo y atmosféricas apropiadas) las eficacias de control superan el 90%.

- *Pulverizaciones dirigidas:*

El concepto de pulverización dirigida o selectiva hace referencia a la tecnología que se le puede adicionar a los pulverizadores terrestres para aplicar (en barbecho) el herbicida en el sitio específico donde se encuentra la maleza y no en el resto del lote.

Los valores de eficacia de control suelen ser muy altos, por encima del 90%. Pero, en ocasiones, deben repetirse aplicaciones porque el sistema no detecta malezas muy pequeñas o que se encuentran cubiertas por rastrojos de cultivo. Esto hace que se generen pulsos de emergencia de malezas y se opte por realizar más aplicaciones en el momento oportuno (a menor tamaño de la plantas) y con las dosis adecuadas.

El aspecto más relevante de ésta técnica es la mejora en el manejo de malezas y el menor impacto ambiental, respecto de las aplicaciones de cobertura total.

- *Control mecánico con baja remoción del suelo:*

En nuestro país, existen empresas que desarrollan herramientas de control mecánico. Las hay del tipo rastras de discos o bien cinceles con rejas “pie de pato”, pero todas destinadas a la cobertura total de los terrenos.

El principio intrínseco al control mecánico es descalzar la maleza por acción del órgano activo de la herramienta (escardillo, reja o disco) practicando una mínima remoción e inversión del suelo. Si las condiciones de descalce y ambientales son buenas, se logran eficacias elevadas, por encima del 90%.

Síntesis

La adopción generalizada en nuestro país de nuevas tecnologías para el control de malezas presentes en el cultivo de soja, entre ellas el pasaje de labranza convencional a siembra directa y la introducción de cultivares transgénicos resistentes al glifosato², ha producido cambios en la comunidad de malezas, derivando en un incremento significativo del número y distribución de especies de difícil control. Esto se debe a la frecuente

² En la actualidad, los cultivares de soja resistentes al glifosato representan alrededor del 99% de la superficie sembrada. El glifosato es un herbicida sistémico, no residual y no selectivo, para control de malezas en postemergencia de cultivos, mediante aplicaciones de cobertura total.

utilización de herbicidas con el mismo mecanismo de acción, lo cual ejerce una presión evolutiva sobre el dominio de malezas, es decir, establece la selección de biotipos resistentes y/o tolerantes a dichos herbicidas.

Las malezas producen importantes pérdidas de rendimiento de la cosecha. En particular, en el cultivo de soja, la reducción en rendimiento puede alcanzar el 30% para bajos niveles de infestación y malezas poco agresivas, y hasta más del 80% para malezas competitivas que, a sus máximas densidades, coexisten con el cultivo durante todo su ciclo.

El control químico es la técnica de manejo de malezas más utilizada en los sistemas agrícolas actuales. Pero para producir en un contexto de malezas difícil control, se debe incurrir en mayores costos por herbicidas, debido al aumento en el número de aplicaciones que se deben efectuar y el tipo de producto a utilizar.

Además, debe hacerse foco en las implicancias que lo anterior trae: un incremento en el número de pulverizaciones y/o en las dosis de producto aplicadas, atenta contra la preservación del medio ambiente (por la contaminación asociada) e intensifica los riesgos para la salud humana.

Es por ello que la utilización de productos fitosanitarios y, en particular, de herbicidas, está siendo fuertemente cuestionada desde distintos sectores de la sociedad. Organizaciones ambientalistas, educadores, médicos y vecinos de zonas periurbanas, entre otros, reivindican el derecho a vivir en un ambiente sano.

El objetivo del presente trabajo es encontrar una opción alternativa para el control de malezas en barbecho, que permita continuar con la producción en las diferentes regiones agrícolas del país, reduciendo el pasivo ambiental generado por el uso de fitosanitarios.

Como alcance del proyecto, se optó por lo siguiente:

- Diseñar y dimensionar los componentes del implemento mecánico propuesto para solucionar la problemática abordada.
- Planificar y calcular el circuito hidráulico o neumático utilizado para el accionamiento de los elementos móviles de la máquina.
- Realizar un esquema básico del sistema de control electrónico del implemento.

Capítulo 1 : problemática de malezas

La problemática abordada en éste estudio está relacionada al control mecánico de malezas resistentes y/o tolerantes a herbicidas en períodos de barbecho. La intención primera es encontrar una alternativa mecánica para efectuar dicho control, la cual permita continuar con la producción en las diferentes regiones agrícolas del país, reduciendo el pasivo ambiental generado por el uso de fitosanitarios.

Objetivos

En éste apartado se enumeran los objetivos a los que apunta éste trabajo y, a su vez, sientan las bases para establecer propósitos específicos y generar las correspondientes propuestas de solución.

Descripción de lineamientos generales...

- Proyectar una herramienta, máquina o implemento que permita combatir la aparición de malas hierbas en los períodos de barbecho, minimizando el efecto de las mismas sobre el desarrollo del cultivo posterior.
- Disminuir el impacto ambiental derivado de la aplicación de herbicidas, al reducir el número de aplicaciones requeridas para el control integrado³ de malezas en un lote, así como también las dosis de producto a emplear.

Como consigna, diseñar un implemento agrícola mecánico que...

- Descalce la maleza con mínima remoción e inversión de suelo, buscando mantener los beneficios que aportan los sistemas de labranza conservacionista o de siembra directa. Esto es, estabilidad del suelo frente a la erosión y retención de la humedad por la existencia de cobertura o residuos de cosecha.
- Cumpla con las reglamentaciones y leyes de higiene y seguridad en el trabajo.
- Respete las reglamentaciones y leyes de tránsito y seguridad vial correspondientes.

Performance esperada...

- Eficacia de control: cercana o incluso superior al 90%, aunque dependerá fundamentalmente de las condiciones climáticas en que se realice la labor.

³ El control integrado hace referencia a las técnicas de diversa naturaleza que se aplican de manera conjunta como partes de un plan de manejo de malezas en un lote.

Procurar que la máquina alcance valores similares a otras estrategias de control utilizadas regularmente.

- Capacidad de trabajo: aproximadamente 10 ha/h, valor común para implementos mecánicos de labranza del suelo.

Variables

En lo que sigue se lista una serie de variables que inciden directamente en la definición de una solución mecánica a la problemática planteada. Se presenta, además, una breve descripción de cada variable con el fin de que el lector pueda interpretar la vinculación de la misma con la máquina de labranza del suelo a diseñar.

- Tipo de labranza del suelo:

Labranza para la cual está destinada la máquina, esto es, tradicional, conservacionista, reducida o cero.

- Tipo de tratamiento del suelo:

Cobertura total del lote o aplicación dirigida.

- Tipo de malezas objetivo:

De sistema radicular superficial, de raíces profundizadoras (30 cm o más) o tipo gramíneas.

- Desplazamiento:

Desarrollo de un implemento autopropulsado o que se acople a un tractor.

- Ancho de trabajo:

Referida al ancho de labor, es una de las variables que determinan la capacidad de trabajo de la máquina. Mayor ancho, mayor capacidad.

- Velocidad de trabajo:

Vinculada a la velocidad de desplazamiento, es otra de las variables que determinan la capacidad de trabajo de la máquina. Mayor velocidad, mayor capacidad.

- Profundidad de labor:

Labor de subsuelo o muy profunda (40-60 cm), labor en capa arable o profunda (20-35 cm) y labor superficial o poco profunda (5-15 cm).

- Toma de potencia para la labor:

Fuente que energiza el sistema destinado al control de malezas, ya sea (por ejemplo) para accionar un mecanismo o alimentar un circuito hidráulico, neumático u eléctrico.

- Accionamiento del elemento de corte:

Energía que mueve al elemento final de control, el cual interactúa con la maleza: hidráulica, neumática, por transmisión mecánica, etc.

- Ángulo de ataque del elemento de corte:

Según el ángulo de ataque se puede lograr mayor o menor aporque de tierra durante el laboreo.

- Número de cuerpos de corte:

Cantidad de elementos de corte del suelo de los que dispone la herramienta de labranza. Variable que determina la potencia requerida para el tiro del implemento.

- Distancia de traslape de los elementos de corte:

Superposición de la zona de laboreo de dos elementos de corte sucesivos en la dirección de avance del implemento.

- Adaptabilidad:

Posibilidad de configurar o no ciertos parámetros del implemento, como por ejemplo el ancho de trabajo o el traslape entre cuchillas de corte.

- Copiado de la superficie del terreno:

Aplicar o no un mecanismo que permita variar la altura de los distintos cuerpos en función de la irregularidad del terreno.

- Características de transporte:

Diseño del chasis del implemento en función del tipo de transporte para el cual sea destinado (de dimensiones aptas para circulación en ruta, de sistema autotrailer, con amarres para transporte en carretón, etc.).

Condiciones límites

Ahora se detallan algunas condiciones que restringen el campo de soluciones posibles y que, a su vez, limitarán el grado de eficacia con que se logra resolver la problemática.

Nuevamente, una breve descripción acompaña cada condición citada.

- Momento del cultivo:

Instancia o fase del cultivo en la que se realiza la labor. En este caso, la problemática abordada determina dicha fase y se trata del período de barbecho, ya sea de invierno o de verano.

- Densidad de malezas:

Número de malezas resistentes presentes en un lote, por m² de superficie. Esta condición determinará si se debe aplicar un tratamiento selectivo o de cobertura total.

- Condiciones climáticas al momento de la labor:

Las condiciones ambiente pueden interferir en la realización o no de la labor, por el estado físico del suelo, y/o sobre la eficacia de control de malezas, ya que un clima húmedo podría permitir que la maleza descalzada vuelva a prender.

- Ubicación geográfica y tipo de suelo:

La dureza y las fuerzas de adhesión y cohesión de la tierra son variables definidas por el tipo de suelo que se encuentra en una determinada ubicación geográfica y, a su vez, inciden en la selección de la herramienta de labranza y los requisitos de fuerza de corte y potencia de tiro.

- Decreto Reglamentario 32/2018:

Ley N° 24449 Decreto Reglamentario, Anexo LL: Normas para la Circulación de Maquinaria Agrícola. Ley de Tránsito y Seguridad Vial. (Los artículos que aplican se consignan en el Anexo A1).

- Materiales, herramientas y métodos de fabricación:

Limitar la construcción a materia prima, técnicas de fabricación y elementos disponibles en el ámbito industrial y comercial de la región.

Propósitos

Ahora se listan los propósitos específicos que debe satisfacer la máquina como solución a la problemática planteada. Los mismos se definieron luego de un análisis profundo de las variables identificadas al inicio del proyecto y con miras a cumplir con los objetivos establecidos.

Se debe construir un implemento mecánico que...

- 1) Efectúe el corte del suelo a una profundidad de 3 o 4 cm para el descalce de las malezas.
- 2) Minimice la remoción, inversión y aporque del suelo.
- 3) Deposite la maleza descalzada en la superficie evitando el arrastre de la misma y la pérdida de cobertura.
- 4) Admita la regulación de la distancia de traslape entre los elementos de corte.

- 5) Incorpore tecnologías de detección de malezas en barbecho y realice un control selectivo de las mismas.
- 6) Emplee la energía de un fluido para el accionamiento del elemento de corte, evitando el uso de transmisiones mecánicas complejas.
- 7) Contemple soluciones tecnológicas que permitan efectuar también tratamientos de cobertura total.
- 8) Incluya un sistema de seguridad o “zafe” para evitar la rotura del elemento de corte debido a la presencia de obstáculos en el suelo en situaciones de tratamientos de cobertura total.
- 9) Se amarre debidamente a una unidad tractora utilizando acoples normalizados.
- 10) Durante el transporte no exceda las dimensiones legales: largo 25.5 m, alto 4.2 m y ancho 3.6 m.

Propuestas

Propuestas para cumplir propósitos específicos

En el siguiente cuadro (Tabla 1-1), se resumen propuestas para abordar ciertos propósitos en particular.

Tabla 1-1: Propuestas para cumplir propósitos específicos.

Propósito	Propuesta
1, 2 y 3 (Figura 1-1)	Herramienta para el control de malezas mediante el corte horizontal del suelo: Cuchilla tipo escardillo, también conocida como reja “pie de pato”.
4 (Figura 1-2)	Regulación del traslape entre elementos de corte: a) Intercambiar cuchillas de distinto ancho de labor. b) Mover lateralmente los cuerpos del implemento utilizando un sistema de corredera y traba.
5 (Figura 1-3)	Tecnologías de detección de malezas: a) Sensores del espectro de luz reflejada. b) Sensores basados en toma de imágenes y algoritmos de procesamiento (tecnología de visión artificial).
6	Energía necesaria para movilizar los elementos de corte: a) Usar circuito hidráulico del tractor de manera directa o para accionar un motor hidráulico acoplado a un compresor y generar energía neumática. b) Emplear un motor de combustión independiente para accionar una bomba o compresor. c) Utilizar la toma de fuerza del tractor para accionar una bomba o compresor.

Tabla 1-1 (Continuación)

7 y 8 (Figura 1-4) (Figura 1-5)	Configurar el accionamiento en aplicaciones de cobertura total: a) Anular circuito hidráulico, permitiendo el retorno de aceite al tanque por retroceso del cilindro en caso de impacto. A la vez, emplear un perno fusible como traba mecánica y sistema de seguridad. b) Anular circuito hidráulico, permitiendo el movimiento de aceite hacia un acumulador por retroceso del cilindro en caso de impacto, lo cual constituye un sistema hidroneumático de zafe. c) Anular circuito neumático y utilizar el actuador como sistema de zafe en caso de impacto. Esto equivale al principio de funcionamiento de un dispositivo de seguridad por resorte.
8	Para evitar la rotura del elemento de corte: a) Pernos fusibles. b) Resortes o ballestas. c) Sistemas hidroneumáticos.
9	Tipo de acoplamiento o amarre de la máquina al tractor: a) Arrastrada, enganchada en la barra de tiro. b) Suspendida, acoplada al enganche de 3 puntos.
10 (Figura 1-6) (Figura 1-7)	Para el transporte: a) Sistema de ruedas giratorias (símil carrito de supermercado) y tiro de punta. b) Dimensiones generales del implemento que no excedan los límites impuestos por las reglamentaciones, sin la necesidad de empleo de un sistema específico de plegado o elevación del bastidor para el transporte.

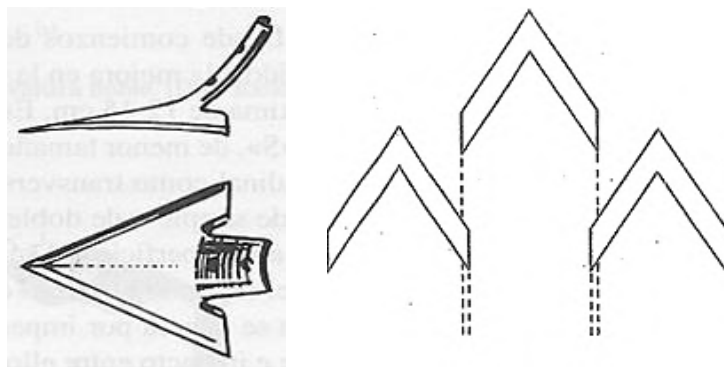


Figura 1-1: Reja tipo "pie de pato" y distancia de traslape entre cuchillas adyacentes.



Figura 1-2: Amarre al bastidor que permite mover las herramientas de corte a lo ancho del mismo.



Figura 1-3: Tecnologías de detección de malezas.

A la izquierda: sensor del espectro de luz reflejada. A la derecha: cámara digital, visión artificial.

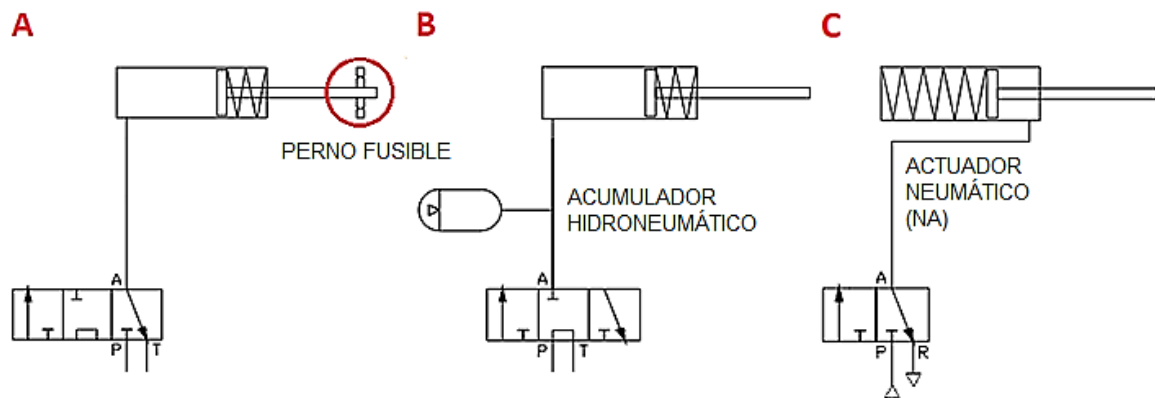


Figura 1-4: Accionamiento de los elementos de corte y sistemas de seguridad.

Referencias:

A: hidráulico y perno fusible. **B:** hidráulico y zafe hidroneumático. **C:** Neumático y resorte.

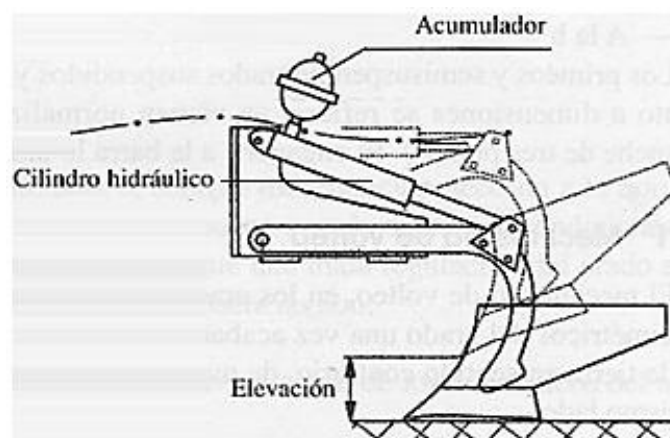


Figura 1-5: Sistema de zafe hidroneumático.

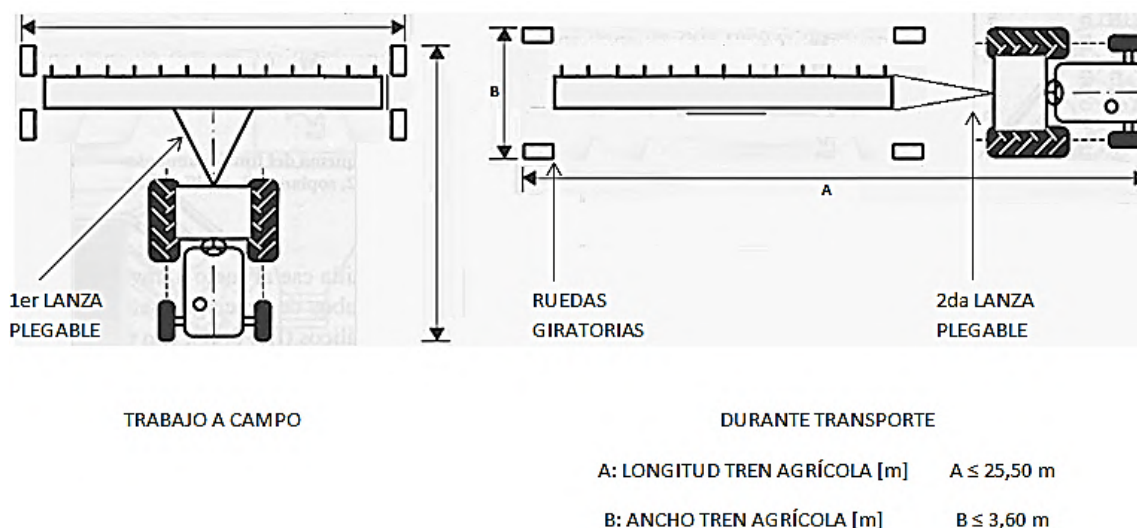
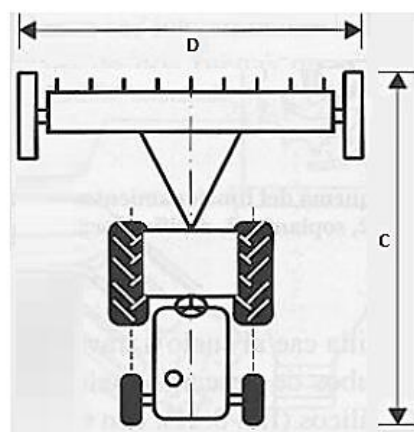


Figura 1-6: Sistema de ruedas giratorias y tiro de punta.



DURANTE TRABAJO A CAMPO Y TRANSPORTE

D: ANCHO TREN AGRÍCOLA [m] $D \leq 3,60$ m

C: LONGITUD TREN AGRÍCOLA [m] $C \leq 25,50$ m

Figura 1-7: Dimensiones del tren agrícola dentro los límites legales.

Propuestas como solución tecnológica integral

El concepto básico del implemento de control de malezas se detalla como sigue: la máquina consta varios cuerpos de corte, distribuidos en todo el ancho de trabajo, cada uno de los cuales está conformado por un timón típico de cincel de arado, equipado con una reja tipo escardillo, ensamblado al bastidor del implemento a través de un vínculo tipo bisagra y accionado por un actuador lineal, el cual permite colocar el mecanismo en

posición de trabajo o retraerse a la posición de espera (Figura 1-8). Un sensor de malezas gobierna el accionamiento de dicho actuador (Figura 1-9).

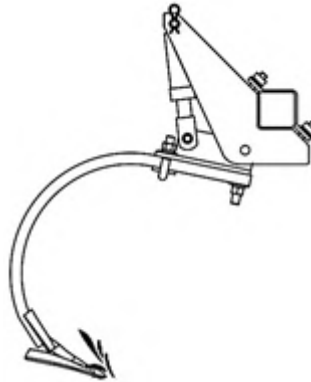


Figura 1-8: Cuerpo de corte individual.

Para construir la máquina, como solución tecnológica integral, se proponen las siguientes tres opciones:

Opción 1...

Máquina suspendida de dimensiones aptas para el transporte, con cuchillas intercambiables, que utiliza el circuito hidráulico del tractor de manera directa para accionar el elemento de corte, emplea tecnología de detección por visión artificial y dispone de pernos fusibles y sistema hidroneumático para el zafe en aplicaciones selectivas y/o totales.

Opción 2...

Implemento de arrastre de dimensiones aptas para el transporte, que permita la regulación del traslape por movimiento lateral de los elementos de corte, emplea un motor de combustión para accionar una bomba hidráulica y con ella las cuchillas, utiliza sensores del espectro de luz reflejada y tiene un sistema de seguridad hidroneumático para ambos tipos de aplicación.

Opción 3...

Herramienta de arrastre con sistema de ruedas giratorias y tiro de punta, que permita la regulación del traslape por movimiento lateral de los elementos de corte, emplea la toma de fuerza para mover un compresor y accionar un cilindro neumático, utiliza sensores del espectro de luz reflejada y toma el principio de funcionamiento de los resortes para el zafe.

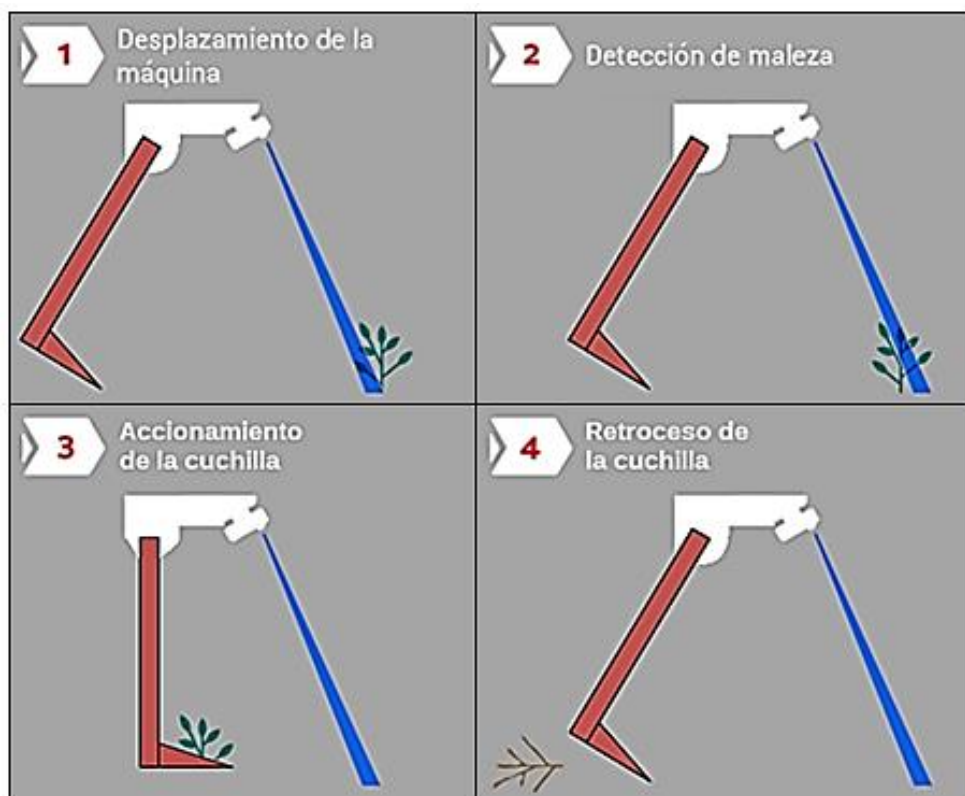


Figura 1-9: Acción de control selectivo por parte de un cuerpo de detección y corte de malezas.

Elección de la solución

Se ha decidido desarrollar la segunda opción. Los motivos de dicha elección se detallan a continuación, punto por punto:

✓ Utilización de energía oleohidráulica...

Se escogió la hidráulica por sobre la neumática debido a la diferencia de presiones posibles de alcanzar empleando una u otra tecnología. Con actuadores de pequeñas dimensiones se logran, en hidráulica, fuerzas mucho mayores, ya que usualmente se trabaja con presiones de hasta 120 bar. En cambio, en neumática lo más común es trabajar con presiones de hasta 10 bar, lo cual induce el uso de actuadores de gran tamaño para alcanzar fuerzas de similar magnitud.

✓ Implemento de arrastre...

Éste tipo de amarre permite independizar los movimientos de la máquina respecto del tractor y, además, éste último no tiene que soportar todo el peso del implemento. En cambio si se tratase de una máquina suspendida, esta podría inducir inestabilidades en el movimiento del tractor, limitando así el tamaño del implemento.

✓ *Dimensiones aptas para el transporte...*

Desarrollar un implemento más pequeño, cuyas dimensiones generales no excedan los límites legales para la circulación, permite simplificar el diseño del mismo y evitar introducir componentes y sistemas secundarios destinados a adaptar la máquina a dichos límites (por ejemplo, sistemas de plegado o elevación y rotación del bastidor), que no aportan a la funcionalidad y solución de la problemática abordada.

✓ *Regulación del traslape por movimiento lateral de los elementos de corte...*

Éste tipo de sujeción de los componentes al bastidor permite regular el traslape entre cuchillas de manera rápida y sencilla, por medio del ajuste de la unión abulonada en una determinada posición. Es un sistema comúnmente utilizado en implementos de labranza tales como arados y cultivadores.

Utilizar cuchillas intercambiables requiere disponer de una amplia gama de anchos de labor y, a su vez, reemplazar las mismas resultaría un trabajo más laborioso. Además, cambiar la cuchilla implica cambiar su ancho de trabajo. Con ello, se modifica la fuerza de corte del suelo y, por ende, el dimensionamiento de todos los componentes mecánicos, el sistema de accionamiento y la potencia de tiro solicitada al tractor.

✓ *Motor de combustión para accionar bomba hidráulica...*

Independizar el circuito hidráulico del mecanismo de corte respecto del circuito del tractor tiene la potencial ventaja de no consumir parte de la potencia de éste para el accionamiento del implemento. Utilizar la toma de fuerza o la bomba hidráulica del propio tractor demandaría el uso de tractores de mayores potencias, ya que se está tomando potencia que éste emplea para impulsarse y arrastrar la máquina.

✓ *Sensores del espectro de luz reflejada...*

Éste tipo de sensores sólo pueden discriminar vegetación viva de vegetación muerta, no pueden diferenciar maleza respecto de cultivo (algo que sí realizan los equipos de visión artificial). Por esta razón, estos sensores están destinados únicamente a tratamientos de barbecho (situación contemplada en la problemática que aborda el proyecto) y permiten tomar decisiones en forma rápida y actuar en tiempo real, con requerimientos de cómputo relativamente bajos.

La utilización de cámaras digitales de gran definición óptica, algoritmos de elevada complejidad y procesadores de alto rendimiento, deriva en un tiempo importante para la toma de decisión, lo que conspira con la detección en tiempo real. Además, el elevado

costo de éstos equipos los transforma en poco atractivos para su aplicación en barbecho, donde no es necesario diferenciar maleza respecto de cultivo.

✓ *Sistema de seguridad hidroneumático...*

El empleo de éste sistema de seguridad sería beneficioso debido a que todos los componentes necesarios para construirlo (brazo pivotante, actuador, acumulador, etc.) estarían contemplados en el diseño de la máquina para la implementación del sistema de corte del suelo.

Además, éste sistema está dentro de los denominados *non-stop*, lo cuáles permiten seguir trabajando luego de sobrepasar un obstáculo, algo totalmente diferente a la funcionalidad del perno fusible, donde se requiere detener la máquina y volver a ponerla a punto luego de haber sorteado el obstáculo.

Capítulo 2 : solución de control mecánico

Corte del suelo para el control de malezas

En el diseño o selección de herramientas de labranza es importante considerar los siguientes factores:

1. Condición final del suelo, obtenida con la operación de labranza.
2. Condición inicial óptima del suelo.
3. Profundidad de trabajo.
4. Velocidad de operación.
5. Requerimiento de fuerza de arrastre y potencia.

En lo que sigue se analizan los primeros tres factores, los cuales sientan las bases fundamentales para abordar la solución a la de problemática de malezas.

Condiciones de suelo

En general, para el control de malezas, se deben contemplar condiciones de suelo que permitan el trabajo de cuchillas de poca profundidad actuando paralelas a la superficie, es decir, en el plano horizontal. Esto se puede conseguir adecuadamente en estado de suelo friable. Un suelo cementado presenta alta resistencia al diente y un suelo plástico favorece el restablecimiento de las malezas, ocasiona remoldeo y la formación de una capa impermeable, la cual también requiere una fuerza elevada para ser cortada.

Cabe aclarar, que un corte vertical del suelo permite controlar también ciertos tipos de malezas (en especial aquellas cuyo sistema radicular está constituido por rizomas).

Herramientas para el manejo de malezas

Como se mencionó, se requiere utilizar una herramienta que efectúe un corte por debajo de la superficie del suelo. Generalmente, el diseño de dicha herramienta depende del tipo de maleza en cuanto a su sistema radicular:

- Malezas con sistema radicular superficial y manejo de rastreo.
- Malezas con raíces profundizadoras (mayor que unos 30 cm).
- Malezas rizomatosas⁴ perennes.

⁴ Rizomatosa: especie vegetal gramínea, de tallo provisto de yemas y que crece horizontalmente debajo del suelo. El mismo emite nuevos brotes herbáceos en cada nudo, los cuales llegan a cubrir grandes áreas de terreno.

El presente trabajo, centra su atención en la problemática de malezas resistentes y/o tolerantes a herbicidas, las cuales en su gran mayoría son del tipo superficial.

Rejas para el corte de malezas con raíces superficiales

El método de control mecánico de éstas consiste en cortar el suelo en plano horizontal y levantarlas hacia la superficie, provocando la separación de suelo y raíces para que las malezas mueran. Obviamente, esto sólo ocurre en condiciones ambientales secas, pero el método permite lograr una cobertura vegetativa que impide la pérdida de humedad y la erosión eólica.

El diente utilizado debe tener un ángulo de ataque de unos 15° (aproximadamente) para facilitar el corte y levantar el suelo (Figura 2-1). Generalmente, tiene una ligera curva de hasta 20° o 25° que, al operar la herramienta a velocidad, provoca la separación del suelo de las raíces y permite la formación de una capa protectora.

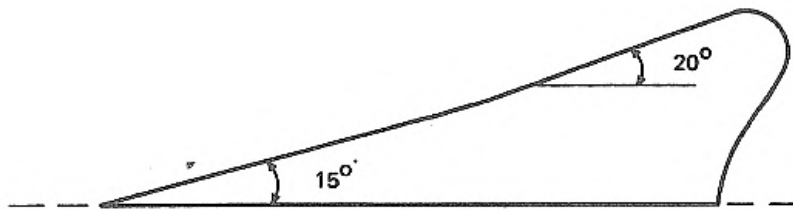


Figura 2-1: Cuchilla para cortar malezas con raíces superficiales (Chase, 1942).

Por otro lado, el ángulo de acercamiento y el traslape entre los dientes representan variables de interés. Ambas, en conjunto con la velocidad de operación, determinan la eficiencia de trabajo en las distintas condiciones del campo.

Aunque un ángulo de acercamiento de 90° efectúa el mejor corte, resulta difícil mantener la una penetración adecuada cerca de la superficie. Por otro lado, un ángulo menor a 30° sí penetra, pero no corta las raíces, ya que las mismas pasan por costado de la cuchilla. Generalmente se encuentra los ángulos de acercamiento óptimos en 50° para suelos friables, y cercanos a 30° para suelos cementados, duros y de difícil penetración (Figura 2-2).

En cuanto al traslape entre las cuchillas, se halla que unos 4 cm son adecuados en el caso de malezas con raíces débiles, mientras que 7 a 10 cm son mejores al tratar con raíces más resistentes.

Además, el soporte de las cuchillas o timón, debe ser diseñado para que la vegetación atascada quede levantada y libre en la superficie, para lo cual una curva en “C” resulta ideal (Figura 2-3). Es necesario que dicho timón sea fino, con el fin de no generar un gran aporque de suelo (formación de surcos).

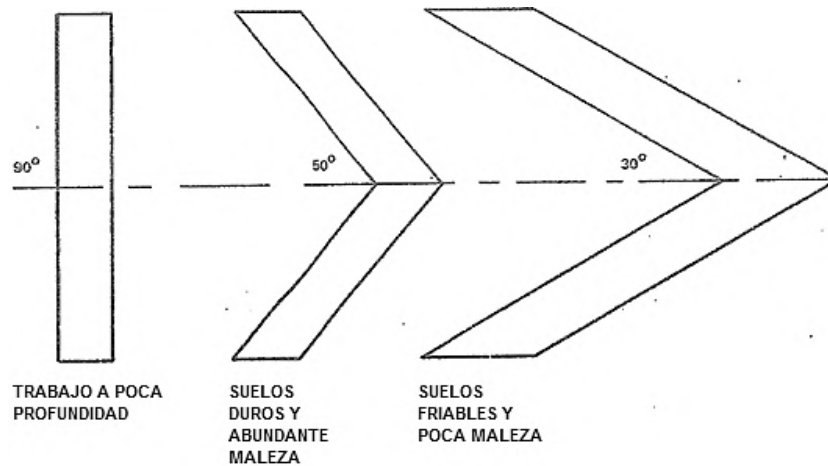


Figura 2-2: Cuchillas con diferente ángulo de acercamiento.

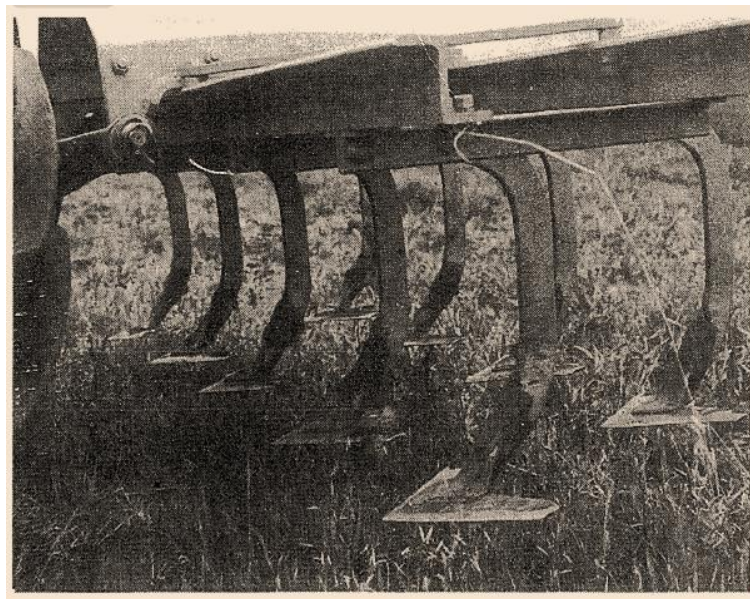


Figura 2-3: Cultivador con dientes en “A” y escaso ángulo de ataque.

Implemento mecánico para el corte del suelo

En función de las consideraciones anteriormente realizadas, se desarrolló un módulo que efectúa el corte de la maleza y el suelo (Figura 2-4). El mismo se detalla a continuación y será analizado, en capítulos posteriores, en conjunto con los demás sistemas que integran el implemento ideado como solución a la problemática en estudio.

Descripción del implemento

La máquina consiste de módulos individuales, compuestos por un arco de cincel y un escardillo, vinculados a un chasis rígido. Dichos timones están dotados de movimiento mediante el accionamiento de cilindros hidráulicos de doble efecto. El escardillo, también conocido como reja tipo “pie de pato”, es más bien plano y de unos 35 cm de cobertura.

El sistema ha sido concebido para trabajar preferentemente entre 3 y 8 cm de profundidad, en forma paralela al suelo, descalzando las malezas con una remoción de suelo muy baja. Habiéndose cortado el tallo por encima de la raíz y en condiciones ambientales favorables, se produce la muerte la planta.

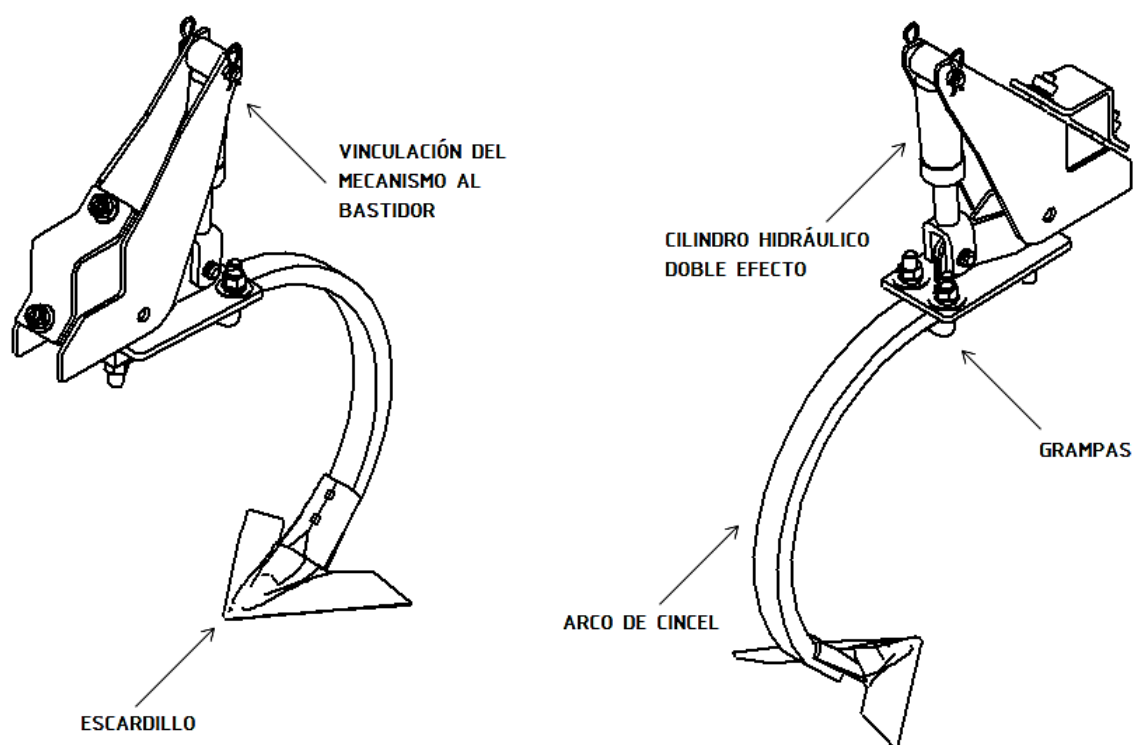


Figura 2-4: Esquema del módulo empleado para el corte de malezas.

Especificaciones técnicas

Las características de mayor relevancia para la labranza del suelo son las siguientes:

- Ángulo de ataque de la reja: 15 °
- Ángulo de acercamiento de la reja: 40 °
- Ancho de labor de la reja: 14 " $\approx$ 355 mm
- Ancho de labor del implemento: 2865 mm

- Cantidad de rejas: 11
- Distancia de traslape entre rejas: 105 mm
- Profundidad de trabajo variable: 3 a 8 cm
- Velocidad de operación: 10 km/h

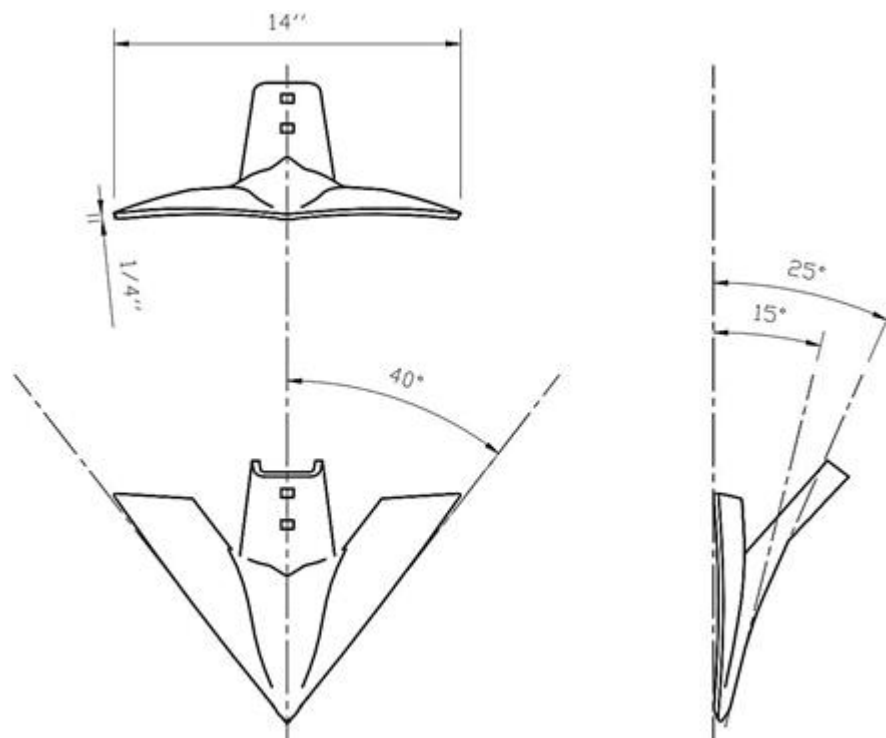


Figura 2-5: Selección del escardillo o reja "pie de pato".

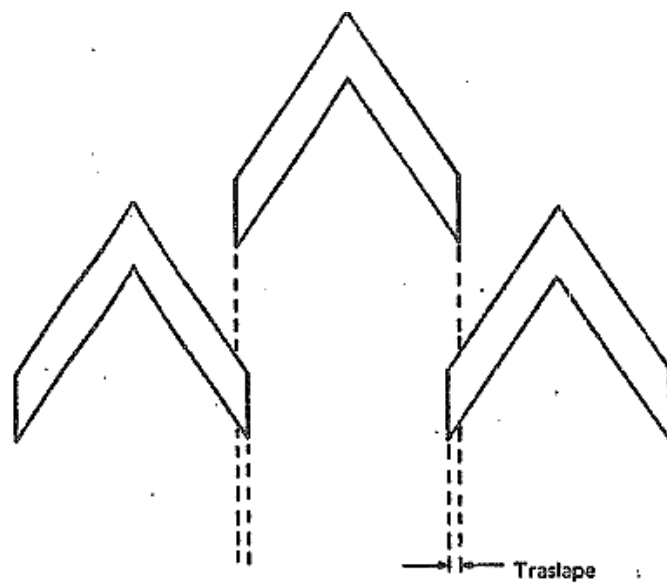


Figura 2-6: Traslape entre cuchillas adyacentes.

Funcionalidad pretendida

Es preciso que el implemento pueda realizar tanto acciones puntuales (Figura 2-7) como controles de maleza de cobertura total. Ésta bifuncionalidad requiere que al módulo de corte se le imprima movimiento a través del actuador hidráulico durante aplicaciones selectivas y, a su vez, pueda fijarse al ser utilizado en tareas de laboreo continuo.

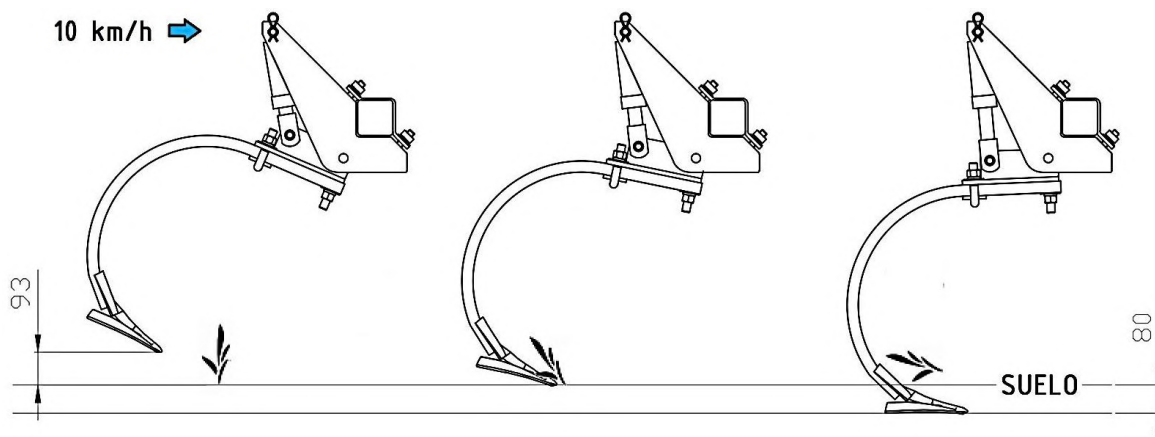


Figura 2-7: Secuencia de accionamiento del escardillo, acción de control selectivo de malezas.

Cinemática de la acción selectiva

Un sistema de mando electrónico gobierna el accionamiento de los actuadores hidráulicos que mueven los escardillos de cada módulo durante la acción de corte selectivo. Entre otros componentes, dicho sistema posee sensores de maleza para la identificación de las plantas indeseables (Figura 2-8).

Los parámetros y las variables que describen la cinemática de la acción de control selectivo se presentan en lo que sigue:

- *Velocidad de avance:* velocidad de desplazamiento del conjunto tractor-implemento, referenciada como $v_i \left[\frac{km}{h} \right]$
- *Distancia sensor a cuchilla:* distancia horizontal existente la lente del sensor de malezas y el extremo de la cuchilla de corte, notada como $x \left[m \right]$
- *Tiempo de apertura:* tiempo en el cual debe realizarse el movimiento de corte, definido como $t_a \left[s \right]$
- *Velocidad de apertura:* velocidad a la que debe efectuarse el movimiento de corte, referenciada como $v_a \left[\frac{m}{s} \right]$

Tanto la parametrización de las respectivas fórmulas como los resultados obtenidos se muestran a continuación (Tabla 2-1).

Tiempo de apertura:

$$t_a = \frac{x}{v_i \cdot 3,6} \text{ [s]} \quad (2.1)$$

Velocidad de apertura:

$$v_a = \frac{c}{t_a \cdot 1000} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \quad (2.2)$$

Tabla 2-1: Cinemática del mecanismo de corte de maleza.

Velocidad de avance	v_i	10	[km/h]
Distancia al sensor	x	1,3	[m]
Tiempo de apertura	t_a	0,47	[s]
Velocidad de apertura	v_a	0,15	[m/s]

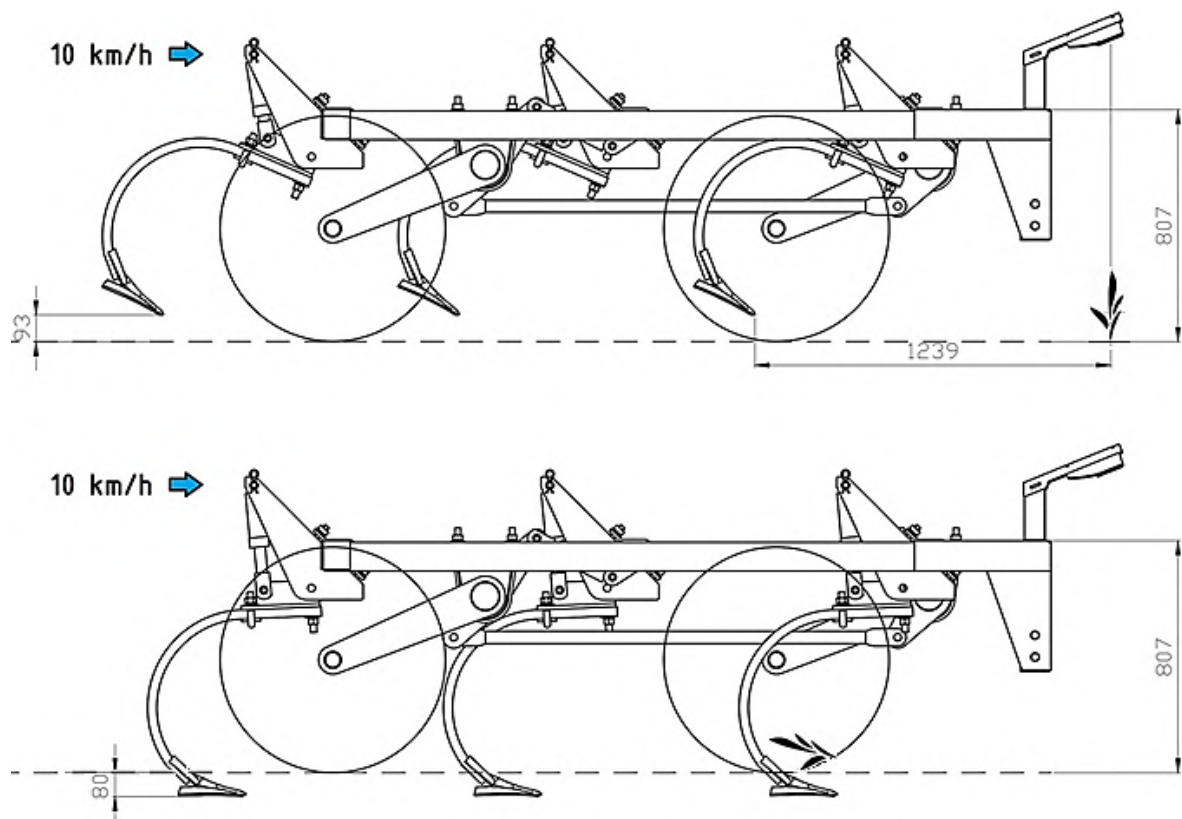


Figura 2-8: Implemento mecánico para el manejo de malezas, acción de control selectivo.

Capítulo 3 : desarrollo del implemento

Labranza del suelo

Fuerza de tiro

Para determinar la fuerza del actuador destinado a clavar el escardillo y realizar el descalce de la maleza, es necesario, en primera instancia, calcular la fuerza de tiro ejercida por la herramienta de labranza durante el corte del suelo.

La fuerza de tiro de una herramienta de laboreo del suelo es aquella que se evidencia en la dirección de desplazamiento de la máquina, en el plano horizontal y a la profundidad de trabajo (Figura 3-1). Dicha fuerza contempla tanto el tiro funcional (resistencia del suelo y el cultivo) como el tiro requerido para superar la resistencia a la rodadura del implemento.

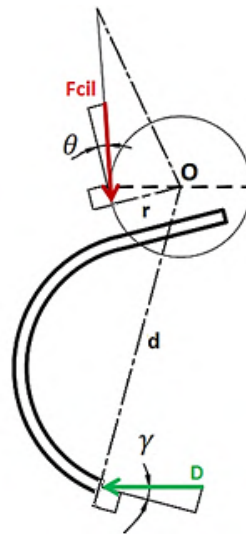


Figura 3-1: Fuerza de tiro que actúa sobre la reja.

Nota: En la imagen no se ilustra la reja, sino la fuerza de tiro "D" aplicada sobre ella.

La fuerza requerida para tirar de muchos implementos de siembra y herramientas menores de labranza operadas a poca profundidad, es principalmente función del ancho de trabajo del implemento y la velocidad de desplazamiento del mismo. Para herramientas de labranza operadas a gran profundidad, la fuerza de tiro también depende de la textura del suelo, la geometría de la herramienta y la profundidad de labor.

La estimación de la fuerza de tiro se basa fundamentalmente en datos empíricos recopilados en normas de aplicación.

Según (ASAE D497, 2011), los requisitos para el tiro pueden calcularse como sigue:

$$D = F_i \cdot [A + B \cdot v + C \cdot v^2] \cdot W \cdot T \quad (3.1)$$

Referencias:

- D: componente horizontal del esfuerzo de tiro (N)
- v: velocidad de labor (m/s)
- F: parámetro asociado a la textura del suelo (adimensional), para lo cual
i = 1 arcillosos, i = 2 francos, i = 3 arenosos
- A, B, C: parámetros específicos del implemento de labranza (adimensionales)
- W: ancho de máquina (m) o número de herramientas o cuerpos
- T: profundidad de labor (cm)

Los parámetros F_i , A, B, y C se obtienen mediante ensayos y son tabulados para cada implemento y herramienta de labranza del suelo (Tabla 3-1).

Tabla 3-1: Parámetros de tiro para implementos de labranza y siembra (ASAE D497, 2011).

Implement	SI Units				English Units				Soil Parameters			Range ±%
	Width Units	Machine Parameters			Width Units	Machine Parameters						
		A	B	C		A	B	C	F ₁	F ₂	F ₃	
Moldboard plow	m	652	0.0	5.1	ft	113	0.0	2.3	1.0	0.70	0.45	40
Chisel plow												
5 cm straight point	tools	91	5.4	0.0	tools	52	4.9	0.0	1.0	0.85	0.65	50
7.5 cm shovel/ 35 cm sweep	tools	107	6.3	0.0	tools	61	5.8	0.0	1.0	0.85	0.65	50
10 cm twisted shovel	tools	123	7.3	0.0	tools	70	6.7	0.0	1.0	0.85	0.65	50
Sweep plow												
primary tillage	m	390	19.0	0.0	ft	68	5.2	0.0	1.0	0.85	0.65	45
secondary tillage	m	273	13.3	0.0	ft	48	3.7	0.0	1.0	0.85	0.65	35

Fuerza de tiro de un escardillo, control selectivo de malezas

El implemento se ha diseñado para trabajar a una profundidad de entre 3 y 8 cm, con una velocidad de desplazamiento de 10 km/h, durante el laboreo del suelo (Figura 3-2 y Tabla 3-2 y Tabla 3-3). En ése rango de profundidad se asegura el corte del tallo de la planta por encima de la raíz, lo cual induce la muerte de la misma. A su vez, una velocidad de avance de dicha magnitud garantiza una correcta identificación de la maleza por parte del sensor y permite alcanzar eficazmente el objetivo con la punta de reja. En otras palabras, realizar un corte del suelo en el lugar preciso donde se encuentra la planta y en el tiempo justo en que el implemento pasa por sobre ella.

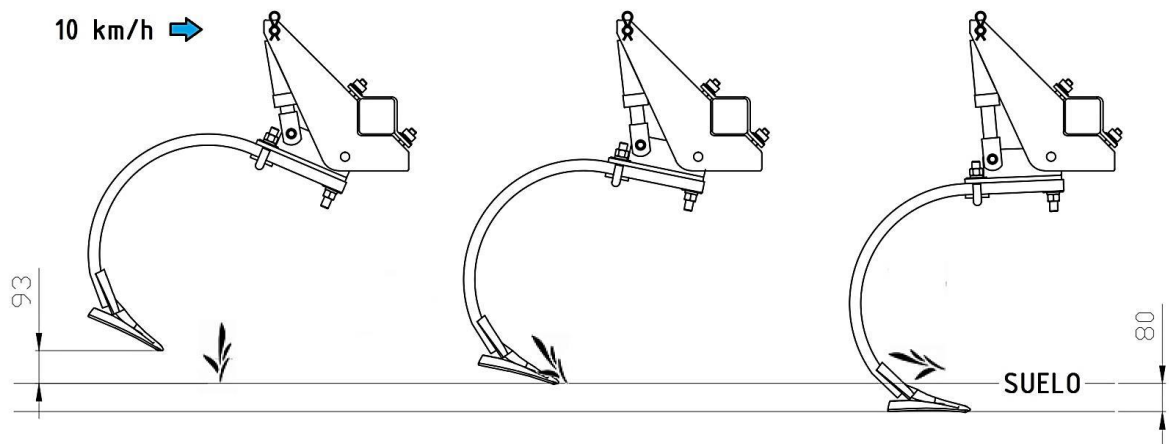


Figura 3-2: Secuencia de accionamiento del escardillo, acción de control selectivo de malezas.

Tabla 3-2: Fuerza de tiro para el laboreo de un escardillo, parametrización del cálculo.

v	2,8	[m/s]
	10	[km/h]
T	8	[cm]
A	107	[]
B	6,3	[]
C	0	[]
W	1	[] Reja tipo pie de pato, de 35 cm $\approx$ 14 " de ancho
F1	1	[] Fino Arcilloso Zonas aledañas al Río Paraná y provincia de Entre Ríos
F2	0,85	[] Medio Franco Provincia de Santa Fe y zona norte de Buenos Aires
F3	0,65	[] Grueso Arenoso Río Cuarto, San Luis y La Pampa

Tabla 3-3: Fuerza de tiro para el escardillo en el laboreo de suelos con texturas distintas.

D1	1360,0	[N]	Fino Arcilloso
D2	1156,0	[N]	Medio Franco
D3	884,0	[N]	Grueso Arenoso

Fuerza de tiro de once de escardillos, control de cobertura total

Al aplicarse un control de malezas de cobertura total, trabajando los once escardillos continuamente a profundidad máxima, la fuerza de tiro del implemento se multiplica por el número de herramientas. Es decir, la fuerza de tiro se incrementa once veces (Figura 3-3 y Tabla 3-4).

Tabla 3-4: Fuerza de tiro para el total de escardillos en el laboreo de diferentes suelos.

D1	14960,0	[N]	Fino Arcilloso
D2	12716,0	[N]	Medio Franco
D3	9724,0	[N]	Grueso Arenoso

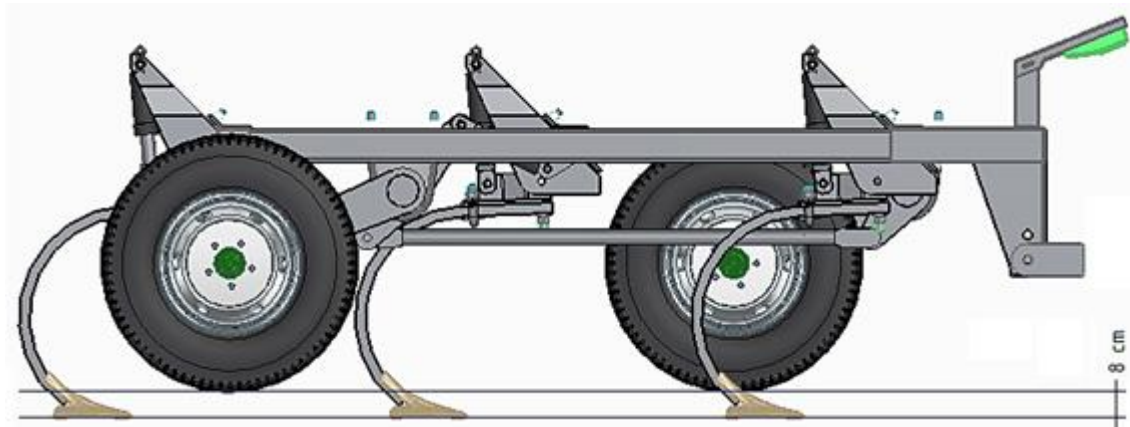


Figura 3-3: Control de malezas de cobertura total, once escardillos a profundidad máxima.

Consumo de potencia tractiva

Se conoce como potencia tractiva a la potencia demandada en la barra de tiro del tractor por parte del implemento de labranza. La misma se define como el producto entre el esfuerzo horizontal de tiro y la velocidad de desplazamiento:

$$N_B = D \cdot v \quad (3.2)$$

Referencias:

- N_B : potencia tractiva o de la barra (kW)
- D : componente horizontal del esfuerzo de tiro (N)
- v : velocidad de labor (m/s)

Potencia de la barra

Al realizarse un control de malezas de cobertura total, trabajando los once escardillos a profundidad y considerando una velocidad de avance del tractor de alrededor de 10 km/h, la potencia demandada a la barra de tiro será máxima (Tabla 3-5).

Tabla 3-5: Consumo de potencia tractiva en el laboreo de diferentes suelos.

N_{B1}	42	[kW]	56	[HP]	Fino	Arcilloso
N_{B2}	35	[kW]	47	[HP]	Medio	Franco
N_{B3}	27	[kW]	36	[HP]	Grueso	Arenoso

Rendimiento de la barra

El rendimiento de la barra de tiro de los tractores depende principalmente de la potencia del motor, la distribución del peso en las ruedas motrices, el tipo de enganche y la superficie del suelo (ASAE D497, 2011).

Dicho rendimiento puede calcularse como sigue:

$$\eta_B = \frac{N_B}{N_M} \quad (3.3)$$

Referencias:

- η_B : rendimiento de la barra (adimensional)
- N_B : potencia de la barra (kW)
- N_M : potencia del motor (kW)

Valores comunes de rendimiento de la barra suelen determinarse empíricamente y tabularse luego de ensayos normalizados por entidades competentes a nivel internacional. Según (IDAE, 2005) valores observados en condiciones óptimas de trabajo son (Tabla 3-6):

Tabla 3-6: Valores de rendimiento de la barra en óptimas condiciones de trabajo (IDAE, 2005).

Tipo de tractor	Pavimento	Suelo firme	Suelo labrado	Suelo blando
Simple tracción	0,74	0,61	0,57	0,47
Doble tracción con ruedas desiguales	0,74	0,65	0,62	0,55
Doble tracción con ruedas iguales	0,74	0,66	0,64	0,60
Cadenas o bandas de goma	0,75	0,70	0,68	0,66

Potencia en el motor

Si se efectúa un control de malezas de cobertura total, considerándose el uso de un tractor de doble tracción y condiciones de suelo firme (Tabla 3-6), el rendimiento de la barra asumirá el valor de 0,65. Esto significa, que aproximadamente el 65 % de la potencia entregada por el motor del tractor será destinada al tiro del implemento. Por ende, la potencia del motor deberá ser 1,5 veces mayor a la potencia tractiva (Tabla 3-7).

Tabla 3-7: Estimación de la potencia requerida en el motor del tractor.

N_{M1}	86	[HP]	Fino	Arcilloso
N_{M2}	73	[HP]	Medio	Franco
N_{M3}	56	[HP]	Grueso	Arenoso

Fuerza del cilindro de corte

Como se dijo anteriormente, para determinar la fuerza del actuador destinado a clavar el escardillo y realizar el descalce de la maleza, es necesario conocer la fuerza de tiro

(Figura 3-1). Una vez determinada ésta última, la fuerza del cilindro se obtiene por equilibrio de fuerzas y momentos. Los balances se plantean y resuelven a continuación.

Cálculo de la fuerza del actuador

Del diagrama de cuerpo libre (Figura 3-1) se deduce:

$$\sum M_O = F_{cil} \cdot \cos \theta \cdot r - D \cdot \cos \gamma \cdot d \geq 0$$

$$F_{cil} \geq \frac{D \cdot \cos \gamma \cdot d}{\cos \theta \cdot r} \quad (3.4)$$

Los ángulos θ [°] y γ [°] fueron medidos al dimensionar el mecanismo de corte. Luego, parametrizando la ecuación se obtiene:

$$F_{cil} \geq \frac{D \cdot \cos 18^\circ \cdot 0,756 \text{ m}}{\cos 3^\circ \cdot 0,166 \text{ m}} [N]$$

La fuerza del cilindro asumirá distintos valores en función del esfuerzo de tiro requerido en las diferentes texturas de suelo (Tabla 3-8).

Tabla 3-8: Primera estimación de la fuerza del cilindro en diferentes texturas de suelo.

Fcil1 =	5899 N	Fino	Arcilloso
Fcil2 =	5014 N	Medio	Franco
Fcil3 =	3834 N	Grueso	Arenoso

Puede considerarse, además, que la reacción vertical del suelo sobre la reja contribuye a la penetración de la misma y, por ende, disminuye la demanda de fuerza al actuador (Figura 3-4).

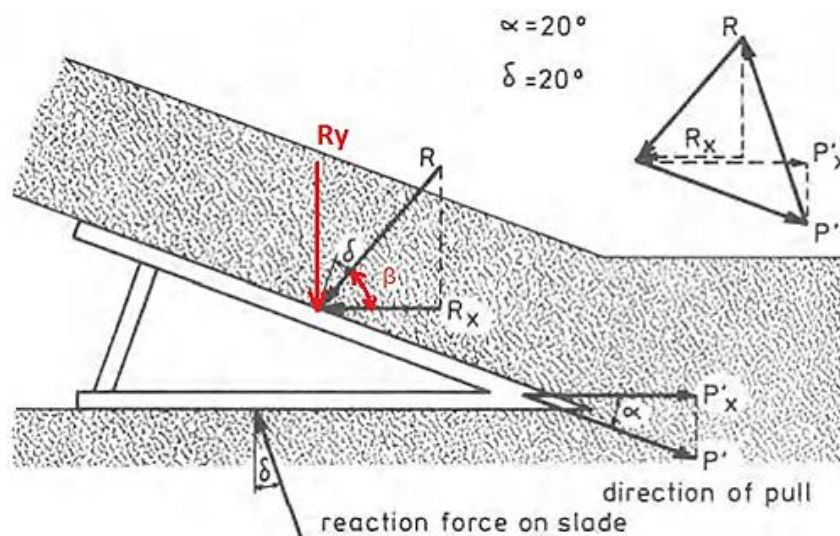


Figura 3-4: Reacción del suelo sobre el escardillo.

Referencias (Figura 3-4):

- $\alpha = 20^\circ$: Ángulo de ataque del escardillo
- $\delta = 20^\circ$: Ángulo comprendido entre R y N
- $\beta = 90^\circ - \delta - \alpha = 50^\circ$
- $R_x = D$: Reacción horizontal de magnitud equivalente al esfuerzo de tiro
- $R_y = R_x \cdot \tan \beta$

De esta manera, los balances de fuerza y momento cambian:

$$\sum M_O = F_{cil} \cdot \cos \theta \cdot r - D \cdot \cos \gamma \cdot d + R_y \cdot \sin \gamma \cdot d \geq 0$$

$$F_{cil} \geq \frac{D \cdot \cos \gamma \cdot d - R_y \cdot \sin \gamma \cdot d}{\cos \theta \cdot r} \quad (3.5)$$

En números:

$$F_{cil} \geq \frac{D \cdot \cos 18^\circ \cdot 0,756 \text{ m} - R_y \cdot \sin 18^\circ \cdot 0,756 \text{ m}}{\cos 3^\circ \cdot 0,166 \text{ m}} [N]$$

Como se dijo, la fuerza del cilindro adquiere valores más pequeños (Tabla 3-9).

Tabla 3-9: Segunda estimación de la fuerza del cilindro en diferentes texturas de suelo.

Ry1 =	1621	N	Fino	Arcilloso
Ry2 =	1378	N	Medio	Franco
Ry3 =	1054	N	Grueso	Arenoso

Fcil1 =	3615	N	Fino	Arcilloso
Fcil2 =	3072	N	Medio	Franco
Fcil3 =	2349	N	Grueso	Arenoso

Rendimiento de campo

Sea que se aplique un control de malezas selectivo o de cobertura total, el tiempo efectivo de operación del implemento quedará determinado por el ancho de labor (preestablecido, en este caso, en función de las dimensiones para la circulación legal en ruta) y la velocidad de desplazamiento del conjunto tractor-implemento (la cual se definió cercana a los 10 km/h).

Cuantificación de la eficiencia a campo

A continuación se presentan una serie de parámetros referidos al rendimiento de campo del implemento y que califican cuantitativamente la aptitud del mismo para realizar la tarea de corte del suelo.

Relaciones:

$$S_t = \frac{d v}{10} \left[\frac{ha}{h} \right] \quad (3.6) \quad \text{Capacidad de trabajo}$$

$$S_e \left[\frac{ha}{h} \right] \quad (3.7) \quad \text{Capacidad efectiva}$$

$$\eta_e = \frac{S_e}{S_t} \quad (3.8) \quad \text{Rendimiento efectivo o de campo}^5$$

$$t_e = \frac{100 ha}{S_e} \quad [h] \quad (3.9) \quad \text{Tiempo efectivo de operación}$$

Referencias:

- $d [m]$ Ancho de labor
- $v \left[\frac{km}{h} \right]$ Velocidad de trabajo
- $\eta_e = 80 \%$

Según (ASAE D497, 2011) para arados, gradas y cultivadores.

En base a las condiciones de partida y a las dimensiones del implemento, los parámetros detallados anteriormente asumen los valores presentados a continuación (Tabla 3-10).

Tabla 3-10: Resumen de cálculo para el rendimiento de campo del implemento.

Datos de partida:		
Velocidad de labor: v	2,8	[m/s]
	10	[km/h]
Profundidad de labor: T	8	[cm]
Cantidad de cuerpos: n	11	[cuerpos]
Separación entre cuerpos: x	0,25	[m]
Ancho de labor teórico: d	2,865	[m]
Cantidad de ha a trabajar: k	10	[ha]
Rendimiento efectivo: η_e	80	[%]
Rendimiento del implemento:		
Capacidad de trabajo: S_t	2,9	[ha/h]
Capacidad efectiva: S_e	2,3	[ha/h]
Tiempo efectivo de operación: t_e	4,4	[h]

⁵ Asociado a pérdidas de tiempo sistemáticas, por solapamiento entre pasadas y por giro en las cabeceras.

Resumen de cálculo para la labranza del suelo

Tanto la fuerza de presión por cilindro, como la fuerza de tiro por escardillo y la potencia tractiva demandada por el implemento, alcanzan sus valores máximos en suelos arcillosos. De igual manera, el consumo de potencia en el motor es mayor en el laboreo de suelos finos.

En cuanto a la capacidad de trabajo efectiva del implemento, puede considerarse que es relativamente baja. Esto se debe fundamentalmente a que se optó por diseñar un implemento con dimensiones aptas para la circulación legal en ruta. Como se mostró, el ancho de labor es directamente proporcional a la capacidad de trabajo, por lo que a pequeño ancho de la máquina se obtienen pequeños valores de rendimiento de labor. Sin embargo, se cree que el implemento podría ser escalable, admitiendo anchos de labor mayores y alcanzando capacidades de trabajo superiores.

Los comentarios anteriores se resumen en el siguiente cuadro (Tabla 3-11):

Tabla 3-11: Resumen de cálculo para la labranza del suelo.

Fuerza de presión por cilindro:	Fcil1	3615	[N]	
Fuerza de tiro por escardillo:	D1	1360	[N]	
Potencia de la barra:	N _B	56	[HP]	COBERTURA TOTAL
Potencia del motor:	N _M	86	[HP]	COBERTURA TOTAL
Capacidad efectiva:	S _e	2,3	[ha/h]	
Textura del suelo:	Regiones Argentinas:			
Fino /Arcilloso	Zonas aledañas al Río Paraná y provincia de Entre Ríos			
Medio / Franco	Provincia de Santa Fe y zona norte de Buenos Aires			
Grueso / Arenoso	Río Cuarto, San Luis y La Pampa			

Dimensionamiento analítico de componentes

Ejes del bastidor

A continuación se calculan analíticamente los ejes que soportan el chasis del implemento.

Eje a flexión

Planteo:

Se toma el eje delantero ya que se supone que está en la peor condición, dado que la carga no se aplica en uno de los extremos de anclaje (como si sucede en los ejes traseros), si no desfasada unos 150 mm hacia el centro (Figura 3-5).

Se estima que la tara final del implemento va a ser de alrededor de 2000 kg y el centro de masa del mismo va a estar ubicado aproximadamente en la distancia media entre los ejes traseros y el delantero.

Datos:

- Peso: $P = 1000$ [kgf]
- Largo eje: $L = 873$ [mm]
- Distancia carga: $L_1 = 149$ [mm]

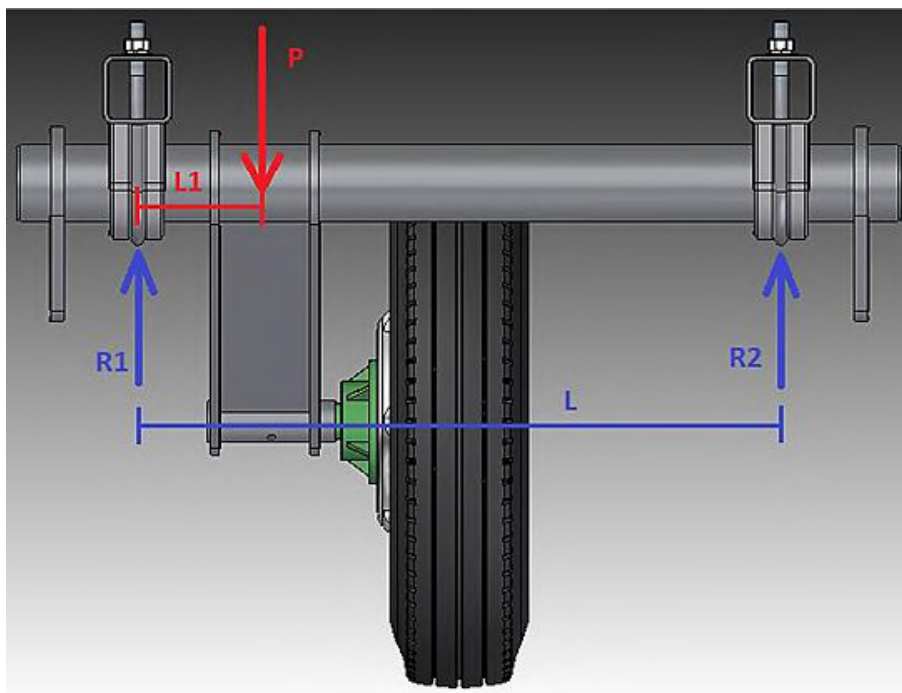


Figura 3-5: Eje delantero sometido únicamente a flexión por el peso del implemento.

Cálculos:

$$R_1 = \frac{P \cdot (L - L_1)}{L} = \frac{1000 \text{ kgf} \cdot (873 \text{ mm} - 149 \text{ mm})}{873 \text{ mm}} = 829 \text{ [kgf]}$$

$$R_2 = \frac{P \cdot L_1}{L} = \frac{1000 \text{ kgf} \cdot 149 \text{ mm}}{873 \text{ mm}} = 171 \text{ [kgf]}$$

$$Mf_m = P \cdot L_1 = 1000 \text{ kgf} \cdot 149 \text{ mm} = 149000 \text{ [kgf} \cdot \text{mm]} = 1461690 \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

Paso siguiente, se selecciona un caño estándar y se verifica.

Se elige un caño de uso mecánico $\varnothing$ nominal 3-1/2" sch 40:

- Diámetro exterior: $D = 101,6$ [mm]
- Espesor: $e = 5,74$ [mm]
- Diámetro interior: $d = 90,1$ [mm]
- Material: ASTM A53 $\rightarrow$ Tensión de fluencia: $\sigma_f = 240$ [MPa]

Se determina el módulo de sección:

$$W = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{32 \cdot D} = \frac{\pi \cdot [(101,6 \text{ mm})^4 - (90,1 \text{ mm})^4]}{32 \cdot 101,6 \text{ mm}} = 39278 \text{ [mm}^3\text{]}$$

Se calcula la tensión sobre el eje a flexión:

$$\sigma < \sigma_{adm}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_f}{3} = \frac{240 \text{ MPa}}{3} = 80 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma = \frac{M f_m}{W} = \frac{1461690 \text{ N.mm}}{39278 \text{ mm}^3} = 37,3 \text{ [MPa]} < \sigma_{adm}$$



El factor de seguridad resultante es:

$$FOS = \frac{240}{37,3} \approx 6,4$$

Eje a torsión

Planteo:

Si bien se supuso que los ejes traseros están exentos de un esfuerzo de flexión, éstos rotan para nivelar el implemento y están sometidos a un esfuerzo de torsión (Figura 3-6).

La torsión se puede calcular fácilmente extrayendo los datos que se utilizaron para dimensionar el cilindro hidráulico que realiza el movimiento de levante.

Datos:

- Fuerza del cilindro: $F_c = 1421$ [kgf]
- Largo de palanca: $L_{bc} = 270$ [mm]
- Ángulo tangente: $\alpha = 15$ [°]

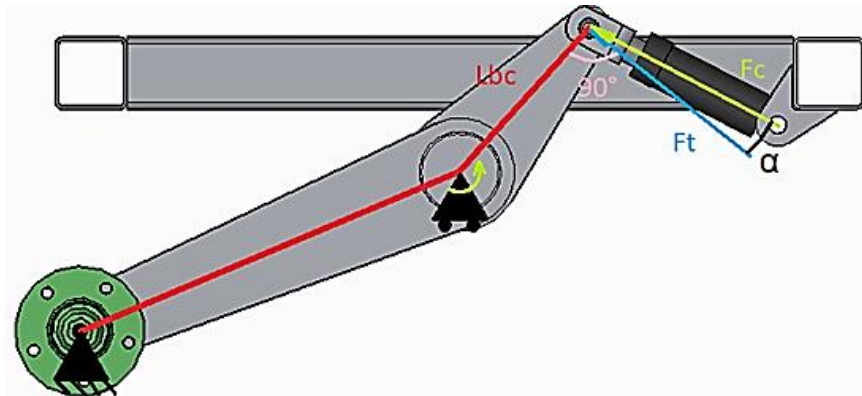


Figura 3-6: Eje trasero solicitado a torsión debido al momento aplicado por el cilindro hidráulico durante el movimiento de levante.

Cálculos:

Fuerza tangente al eje:

$$F_t = F_c \cdot \cos \alpha = 1421 \text{ kgf} \cdot \cos 15^\circ = 1372 \text{ [kgf]}$$

Torque:

$$M_t = 1372 \text{ kgf} \cdot 270 \text{ mm} = 370440 \text{ [kgf} \cdot \text{mm]} = 3634 \text{ [Nm]}$$

Módulo de sección:

$$W_p = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{16 \cdot D} = \frac{\pi \cdot [(101,6 \text{ mm})^4 - (90,1 \text{ mm})^4]}{16 \cdot 101,6 \text{ mm}} = 78565 \text{ [mm}^3\text{]}$$

La tensión admisible en el eje es:

$$\tau_{adm} = \frac{\sigma_{adm}}{\sqrt{3}} = 46 \text{ [MPa]}$$

La tensión cortante por torsión es:

$$\tau = \frac{M_t}{W_p} = \frac{3634000 \text{ N} \cdot \text{mm}}{78565 \text{ mm}^3} = 46 \text{ [MPa]}$$

De allí:

$$\tau = \tau_{adm}$$



El factor de seguridad resultante es:

$$FOS = \frac{240}{\sqrt{3} \cdot 46} \approx 3$$

Eje a flexo-torsión

Planteo:

El eje delantero estará solicitado a flexo-torsión, ya que es el único de los ejes que está sometido a flexión. Sin embargo, la tensión de corte por torsión será menor que la de los ejes traseros.

Cálculos:

Tensión debido a torsión en el eje delantero:

$$M_t = 515 \text{ kgf} \cdot 180 \text{ mm} = 92700 [\text{kgf} \cdot \text{mm}] = 909 [\text{Nm}]$$

Tensión de corte:

$$\tau = \frac{909387 \text{ N} \cdot \text{mm}}{78457 \text{ mm}^3} = 11,6 [\text{MPa}]$$

Tensión compuesta:

$$\sigma_{comp} = \frac{(\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2})}{2} = \frac{(37,3 \text{ MPa} + \sqrt{(37,3 \text{ MPa})^2 + 4 \cdot (11,6 \text{ MPa})^2})}{2} = 40,6 [\text{MPa}]$$

Entonces:

$$\sigma_{comp} < \sigma_{adm} \quad \checkmark$$

El factor de seguridad resultante es:

$$FOS = \frac{240}{40,6} \approx 5,9$$

Resumen de cálculo de ejes

Los ejes traseros soportarán la torsión generada por los cilindros de levante, ya que la tensión se halla dentro del rango admisible. En otras palabras, las tensiones de corte por torsión asumen valores por debajo del tercio de la fluencia del material.

El eje delantero, por su parte, resistirá la sollicitación a flexo-torsión, ya que trabaja con un factor de seguridad cercano a 6. Incluso éste factor en la práctica es mayor, ya que los cálculos se hicieron con un peso estimado para el implemento de 2 toneladas y, finalizado el diseño de la máquina, se observó que el peso es de apenas 1400 kg, lo que reduce aún más la carga sobre los ejes.

Mecanismo de levante del bastidor

Se conoce el peso aproximado del implemento y la posición de su centro de masa, según los datos arrojados por el software CAD en el que fue modelado. El peso se estima en alrededor de 1400 kg y el centro de masa está ubicado a 385 mm respecto de los ejes traseros y a 1155 mm del eje delantero.

Una distribución de carga (Figura 3-7) permite determinar las fuerzas sobre los ejes. Dichas fuerzas asumen los siguientes valores:

- Fuerza en el eje delantero: $F_d = 350$ [kgf]
- Fuerza en el eje trasero: $F_t = 1050$ [kgf]

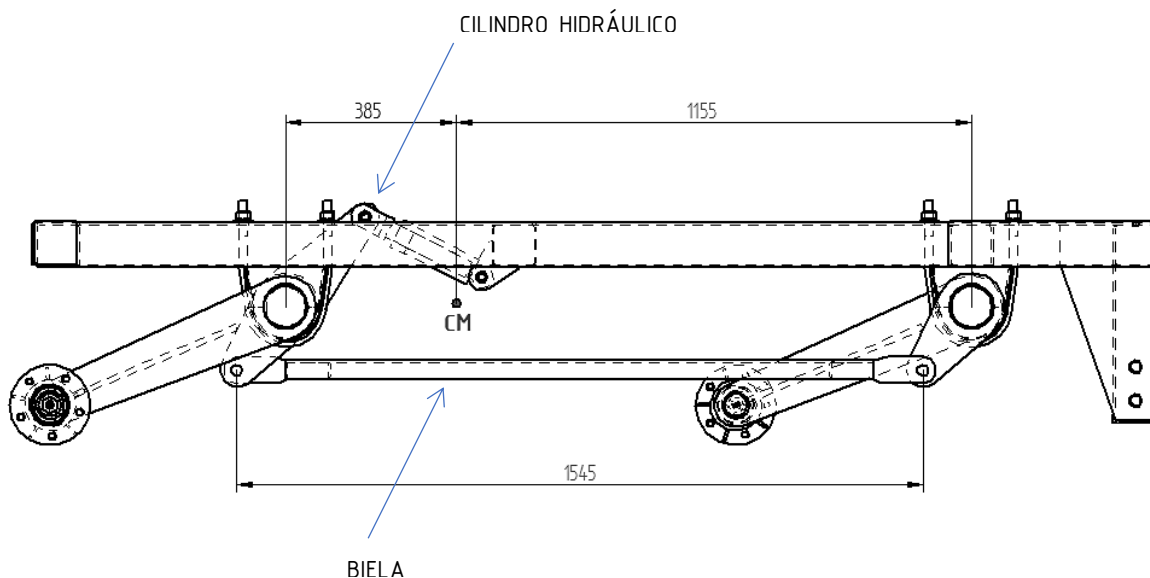


Figura 3-7: Distribución de carga en el chasis.

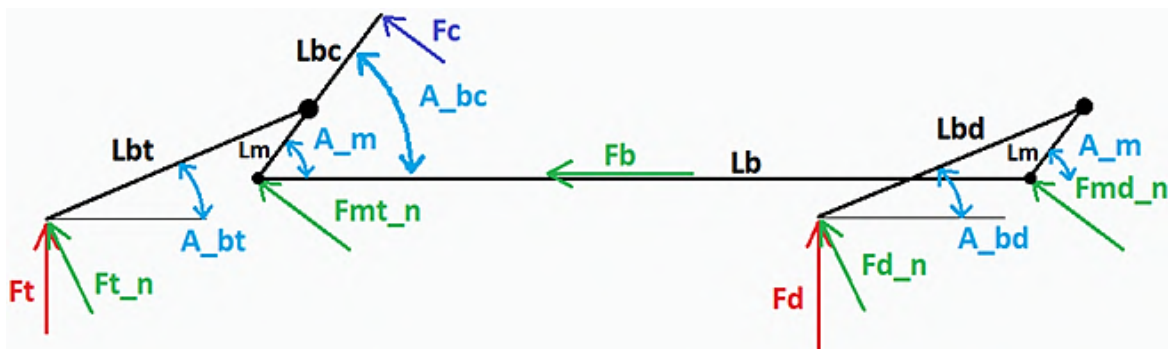


Figura 3-8: Fuerzas interactuantes en el mecanismo.

Cilindro de levante

Planteo:

Se quiere calcular la fuerza F_c que debe realizar el cilindro para levantar el implemento, rotando el excéntrico donde están colocadas las masas (Figura 3-7 y Figura 3-8).

Se considera la mitad de la carga total, aprovechando la simetría del implemento. Se van a colocar dos cilindros de levante, uno en cada eje trasero. El eje delantero se levantará a través un sistema de bielas que forma un paralelogramo con el bastidor (Figura 3-7 y Figura 3-8).

Datos:

Se tienen las distancias entre puntos de pivoteo y los ángulos que forman las barras respecto de la biela en posición horizontal:

- Largo brazo delantero: $L_{bd} = 575 \text{ [mm]} \rightarrow A_{bd} = 23^\circ$
- Largo brazo trasero: $L_{bt} = 575 \text{ [mm]} \rightarrow A_{bt} = 23^\circ$
- Largo biela: $L_b = 1540 \text{ [mm]}$
- Largo manivela: $L_m = 180 \text{ [mm]} \rightarrow A_m = 53^\circ$
- Largo brazo cilindro: $L_{bc} = 270 \text{ [mm]} \rightarrow A_{bc} = 48^\circ$
- Ángulo del cilindro: $A_{Fc} = 23^\circ$

Cálculos:

Fuerzas normales a los brazos de los ejes:

$$F_{d_n} = F_d \cdot \cos(A_{bd}) = 175 \text{ kgf} \cdot \cos(23^\circ) = 161 \text{ [kgf]}$$

$$F_{t_n} = F_t \cdot \cos(A_{bt}) = 525 \text{ kgf} \cdot \cos(23^\circ) = 483 \text{ [kgf]}$$

Fuerza normal a las manivelas:

$$F_{mt_n} = F_{md_n} = \frac{F_{d_n} \cdot L_{bd}}{L_m} = \frac{161 \text{ kgf} \cdot 575 \text{ mm}}{180 \text{ mm}} = 515 \text{ [kgf]}$$

Fuerza del cilindro:

$$F_{c_n} = \frac{F_{t_n} \cdot L_{bt} + F_{mt_n} \cdot L_m}{L_{bc}} = \frac{483 \text{ kgf} \cdot 575 \text{ mm} + 515 \text{ kgf} \cdot 180 \text{ mm}}{270 \text{ mm}} = 1372 \text{ [kgf]}$$

El cilindro no forma un ángulo recto con el brazo de palanca, por lo que hay que afectar el resultado anterior por el coseno de ángulo comprendido:

$$F_c = F_{c_n} \cdot \cos(90^\circ - A_{fc} - A_{bc}) = 1372 \text{ kgf} \cdot \cos(90^\circ - 27^\circ - 48^\circ) = 1421 \text{ [kgf]}$$

Presión hidráulica requerida en el levante

Con el objetivo de utilizar el mismo cilindro que se emplea en los módulos de corte, se calcula la presión necesaria para realizar la fuerza de levante.

Datos del actuador:

Carrera	c	70	[mm]
Diámetro cilindro	d _C	50,8	[mm]
Diámetro vástago	d _V	38,1	[mm]
Área llena	A _{LL}	2026,8	[mm ²]
Área vástago	A _V	1140,1	[mm ²]
Área anular	A _{AN}	886,7	[mm ²]

Cálculo:

$$p = \frac{1421 \text{ kgf}}{2027 \text{ mm}^2} = 6,9 \text{ [MPa]} = 69 \text{ [bar]}$$

Biela

Se estimó un diámetro de caño a utilizar como biela (Figura 3-9) y se calculó tanto a la compresión como al pandeo.

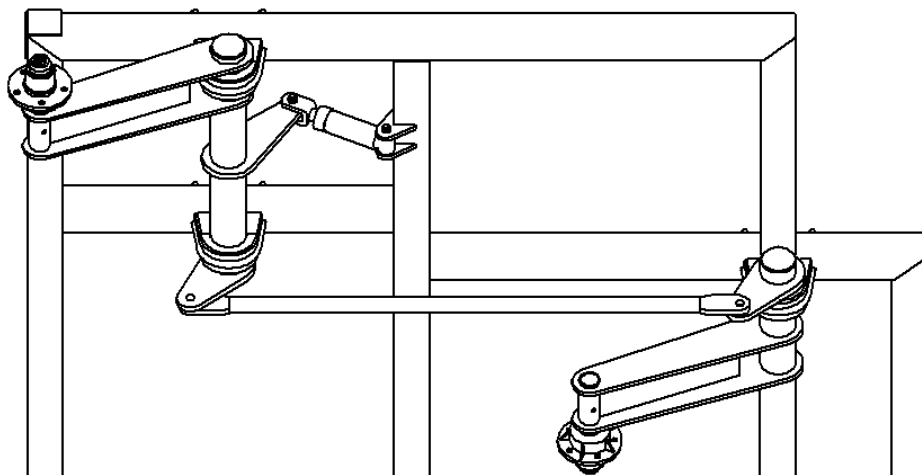


Figura 3-9: Biela de conexión entre ejes.

Datos:

- Diámetro exterior: $D = 42,4$ [mm]
- Espesor: $e = 3,56$ [mm]
- Diámetro interior: $d = 35,3$ [mm]
- Material: ASTM A53 → Tensión de fluencia: $\sigma_f = 240$ [MPa]
- Factor de seguridad: $FOS = 3$ []

Cálculo a compresión:

$$\sigma_{adm} > \sigma_{comp}$$

Tensión admisible:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_f}{FOS} = \frac{240 \text{ MPa}}{3} = 80 \text{ [MPa]}$$

Tensión por compresión:

$$\sigma_{comp} = \frac{Fb}{A_t} = \frac{Fmd_n \cdot \sin(A_m)}{\pi \cdot (D^2 - d^2)/4} = \frac{515 \text{ kgf} \cdot \sin(53^\circ) \cdot 9,81 \text{ N/kgf}}{\pi \cdot [(42,4 \text{ mm})^2 - (35,3 \text{ mm})^2]/4} = 9,3 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{adm} = 80 \text{ MPa} > \sigma_{comp} = 9,3 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Verificación al pandeo:

La carga crítica por pandeo debe ser mayor a la carga aplicada:

$$P_c > Fb$$

$$J = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = \frac{\pi \cdot ((42,4 \text{ mm})^4 - (35,3 \text{ mm})^4)}{64} = 82600 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$$P_c = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{Lb^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \text{ MPa} \cdot 82600 \text{ mm}^4}{(1545 \text{ mm})^2} = 71720 \text{ [N]} = 7311 \text{ [kgf]}$$

$$P_c = 7311 \text{ kgf} > Fb = 411 \text{ kgf} \quad \checkmark$$

Enganche y perno de lanza

Se seleccionó una rótula estándar para el enganche del implemento, la cual tiene un diámetro de perno de 25 mm. La verificación al corte del perno de lanza se muestra en el Anexo A2.

Validación mediante cálculo por elementos finitos

Como validación del diseño de la máquina, se implementó el análisis de las estructuras a través del método de elementos finitos. Para ello, se utilizó como herramienta de cálculo el programa NX, de SIEMENS Software.

Se estudiaron tres subconjuntos por separado, con el fin de analizar el comportamiento de los mismos bajo diversos estados de carga y, en caso de ser necesario, realizar el rediseño correspondiente.

Análisis estático I: estudio del módulo de corte

Se comenzó por estudiar el módulo de corte del implemento, elemento crítico y pieza fundamental del proyecto.

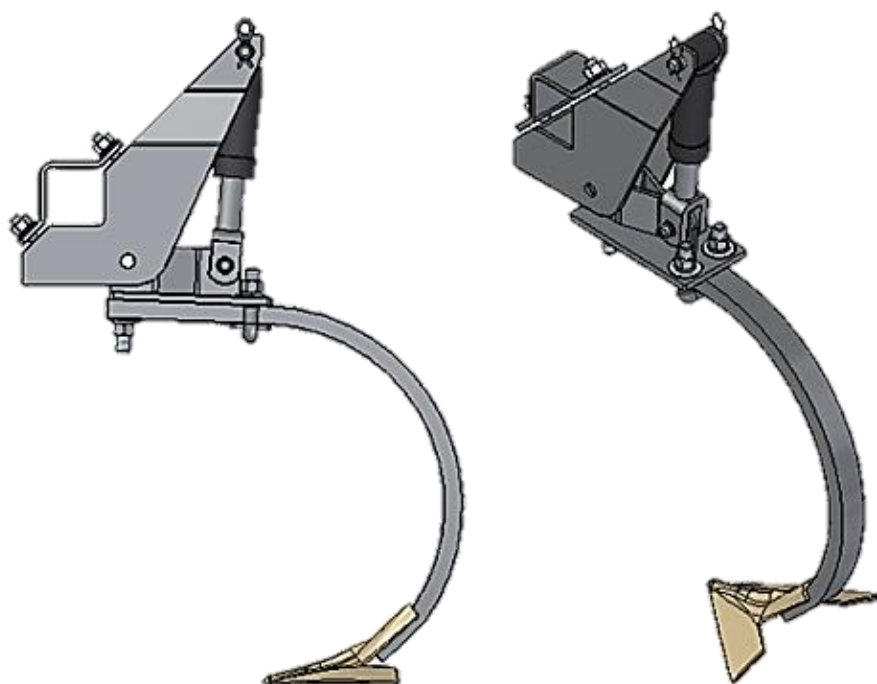


Figura 3-10: Módulo de corte, primer elemento bajo estudio. Diseño final, vistas derecha e isométrica.

Hipótesis inicial:

Como primera simplificación, se estudió el componente como si estuviese trabajando constantemente clavado en la tierra, exceptuándose situaciones de impacto.

En tres estudios por separado, se fue variando la ubicación de las fuerzas y los anclajes del mecanismo. Esta división se realizó para poder analizar el funcionamiento del módulo, que en la realidad se comporta como una estructura hipostática y es imposible de calcular mediante un estudio estático. Por lo tanto, se fue fijando, en sucesivas simulaciones, distintos puntos que en la práctica deberían estar trabajando bajo carga. Luego, mediante una superposición de efectos se podrá intuir como se desempeña el mecanismo en cuestión.

Restricciones y cargas:

Se efectuaron tres estudios distintos, para los cuales se fue variando la localización de las fuerzas aplicadas y los anclajes del mecanismo, con el fin posterior de realizar una superposición de efectos. A saber:

- 1) Se colocó la componente vertical y horizontal de la fuerza que ejerce la tierra sobre la reja de corte. Se empotró la sección de anclaje del mecanismo al chasis y se fijaron, entre sí, los extremos del cilindro, como si éste actuara de manera similar a una barra rígida (Figura 3-11).
- 2) Se aplicaron las fuerzas que ejerce el cilindro sobre el módulo de corte en ambos extremos. Se ancló la sección que se ajusta al chasis y se fijó la sección del elástico donde se ensambla el escardillo (Figura 3-12).
- 3) Se dispuso de la fuerza que realiza el cilindro en el extremo superior del mismo y las fuerzas que actúan sobre el elástico debido a la reacción del suelo. Se restringió el movimiento del perno de anclaje del cilindro en el extremo inferior y la sección que se afirma sobre el chasis (Figura 3-13).

Las fuerzas que se utilizaron en cada estudio surgen de los cálculos de fuerza de tiro y de dimensionamiento de los actuadores. A saber:

- 1) En el primer estudio se aplicó la reacción del suelo sobre la reja. Ésta posee una componente en Z de 1620 N y una en Y de 1360 N, según el sistema de coordenadas del entorno de simulación (Figura 3-11).
- 2) En el segundo estudio se solicitó a los pernos de sujeción del cilindro a la carga que realiza el actuador. Ambas fuerzas adquieren el valor de 3600 N y actúan en la dirección principal del cilindro y en sentido opuesto (Figura 3-12).
- 3) En el tercer y último estudio se realizó una combinación de las cargas empleadas en estudios anteriores. Se cargó el elástico de igual manera que en el primer estudio y, sobre el perno superior del cilindro, se colocó una fuerza de 3600 N, con igual dirección y sentido que en el segundo estudio (Figura 3-13).

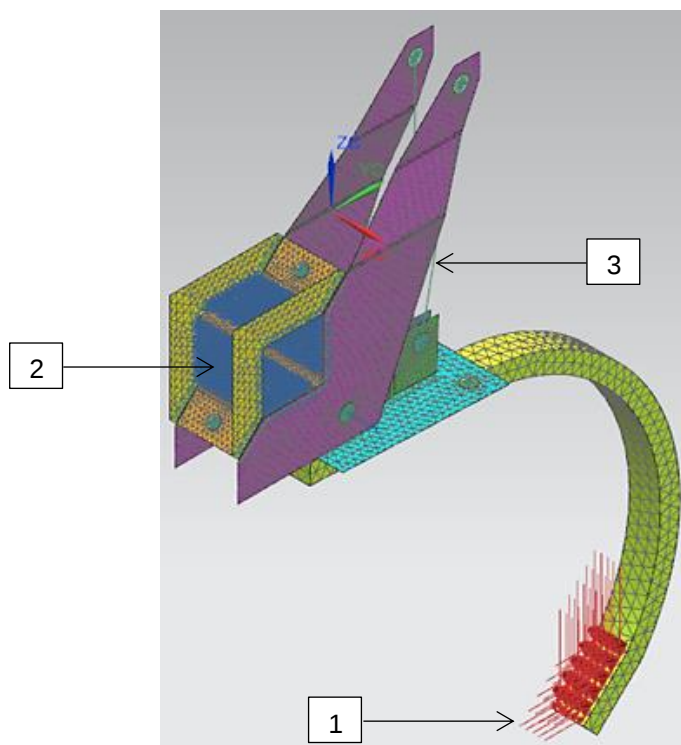


Figura 3-11: Módulo de corte, 1^{era} configuración de simulación.

Referencias: 1-Fuerzas aplicadas, 2-Fijaciones del componente, 3-Vinculaciones rígidas.

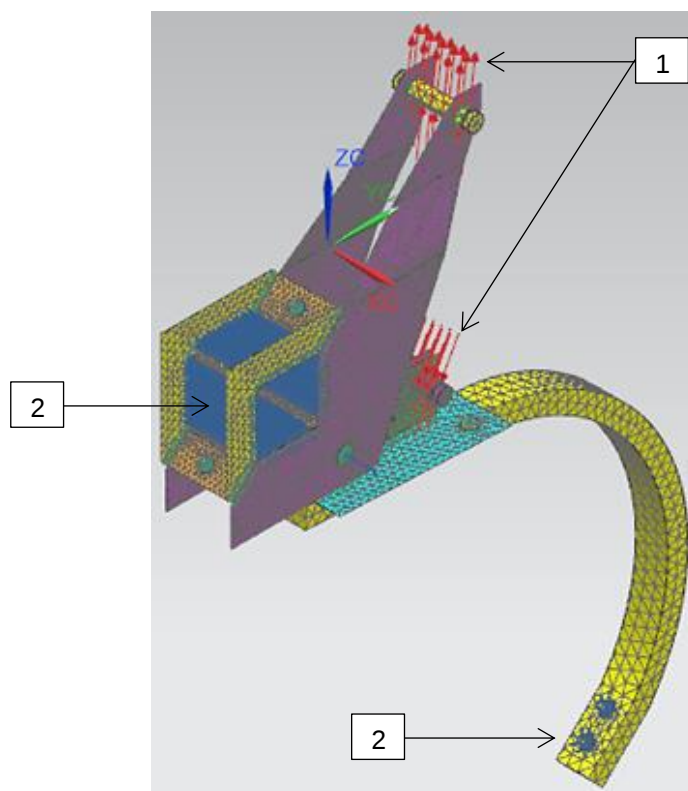


Figura 3-12: Módulo de corte, 2^{da} configuración de simulación.

Referencias: 1-Fuerzas aplicadas, 2-Fijaciones del componente.

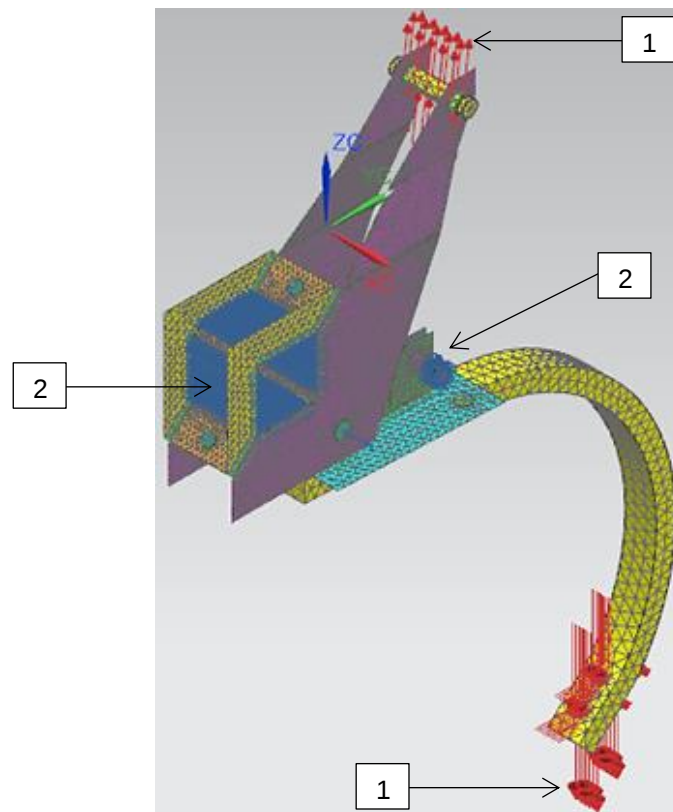


Figura 3-13: Módulo de corte, 3^{era} configuración de simulación.

Referencias: 1-Fuerzas aplicadas, 2-Fijaciones del componente.

Resultados:

A continuación, se presentan los resultados para los desplazamientos y las tensiones, en cada uno de los 3 estudios.

Como se dijo anteriormente, se analizó cada componente mecánico a través del método de elementos finitos.

En éste contexto, las magnitudes de desplazamiento nodal (de cada elemento) se expresan en milímetros (mm).

Por otro lado, para estudiar el estado tensional de los elementos se recurrió al criterio de resistencia de tensiones equivalentes de Von Mises. Los valores de tensión se muestran en mega-pascales (MPa = N/mm²).

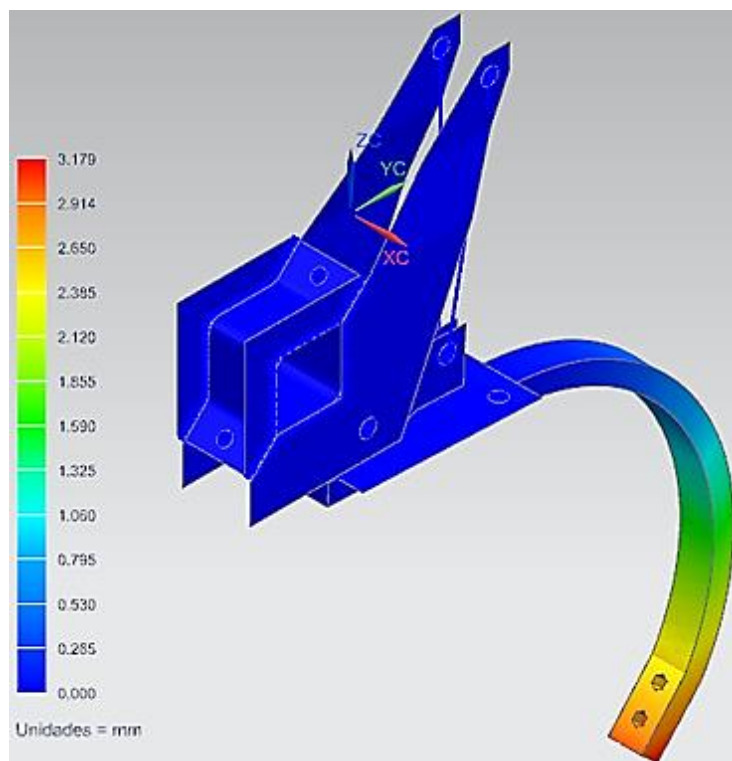
Estudio N° 1:

Figura 3-14: Desplazamientos nodales, 1^{er} estudio. *Desplazamiento máximo = 3,18 mm.*

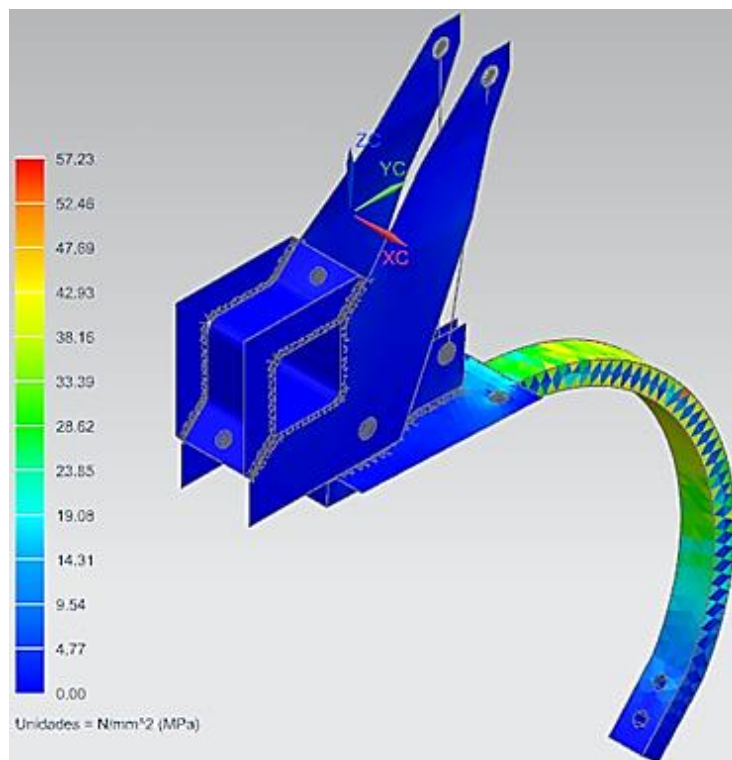


Figura 3-15: Tensiones equivalentes de Von Mises, 1^{er} estudio. *Tensión máxima = 57,23 MPa.*

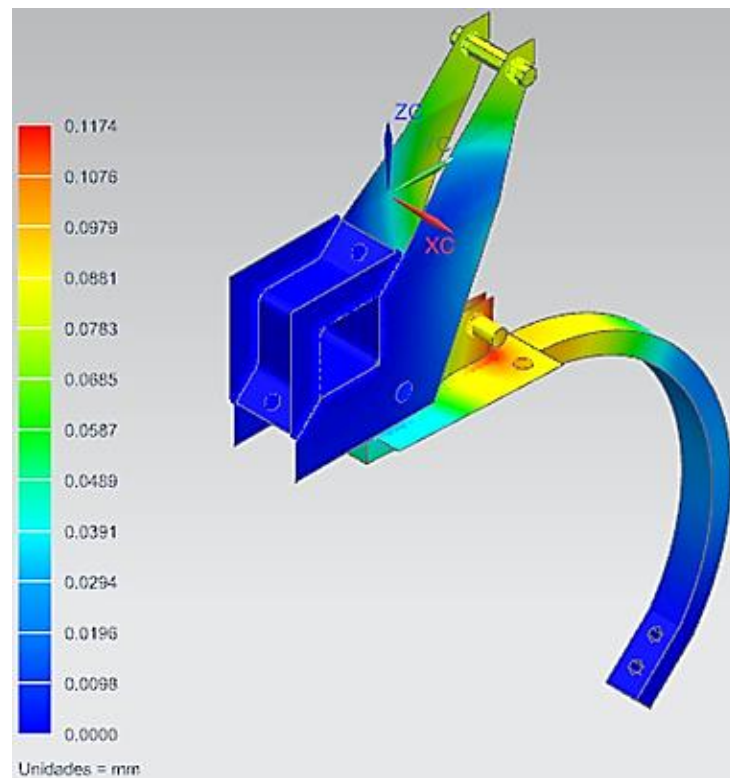
Estudio N° 2:

Figura 3-16: Desplazamientos nodales, 2^{do} estudio. *Desplazamiento máximo = 0,12 mm.*

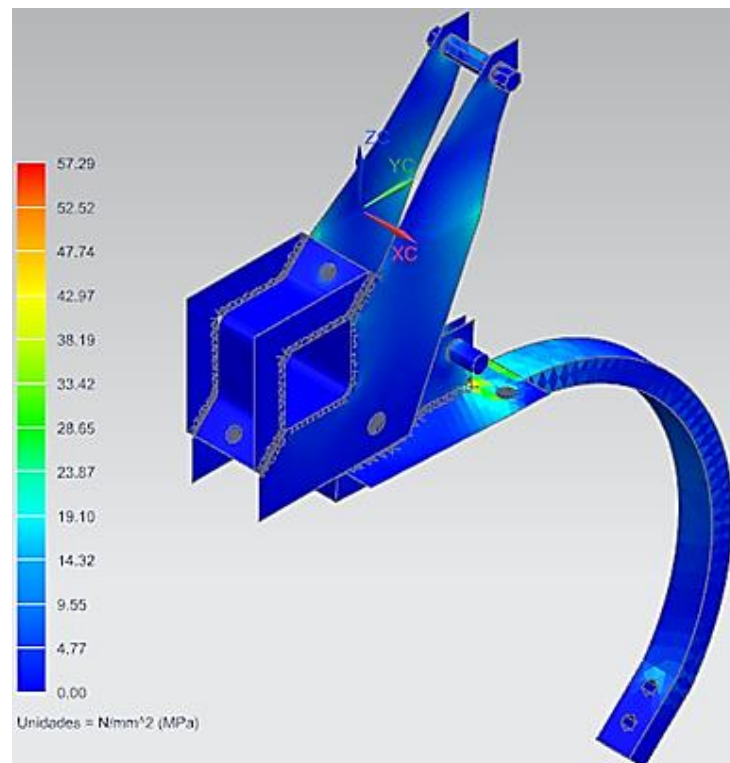


Figura 3-17: Tensiones equivalentes de Von Mises, 2^{do} estudio. *Tensión máxima = 57,29 MPa.*

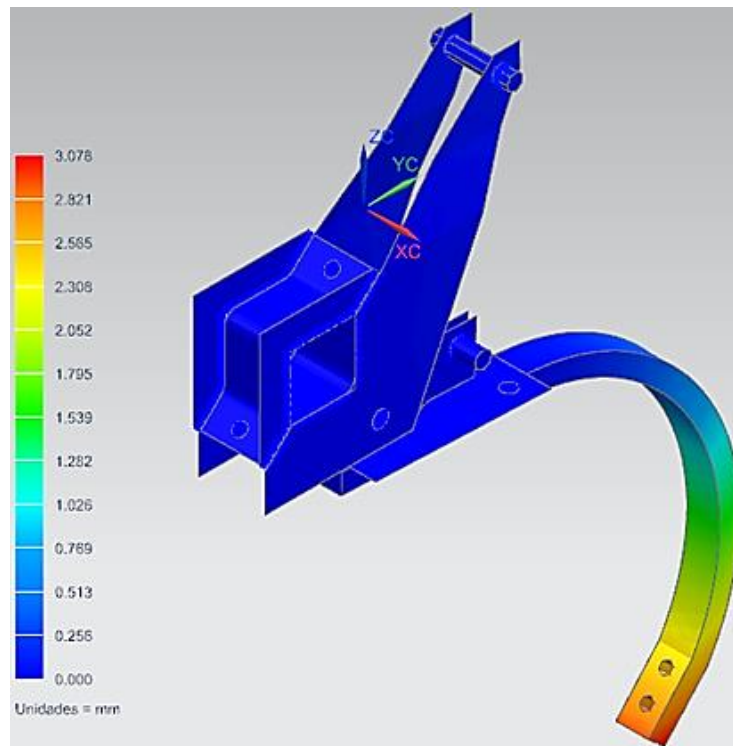
Estudio N° 3:

Figura 3-18: Desplazamientos nodales, 3^{er} estudio. *Desplazamiento máximo = 3,08 mm.*

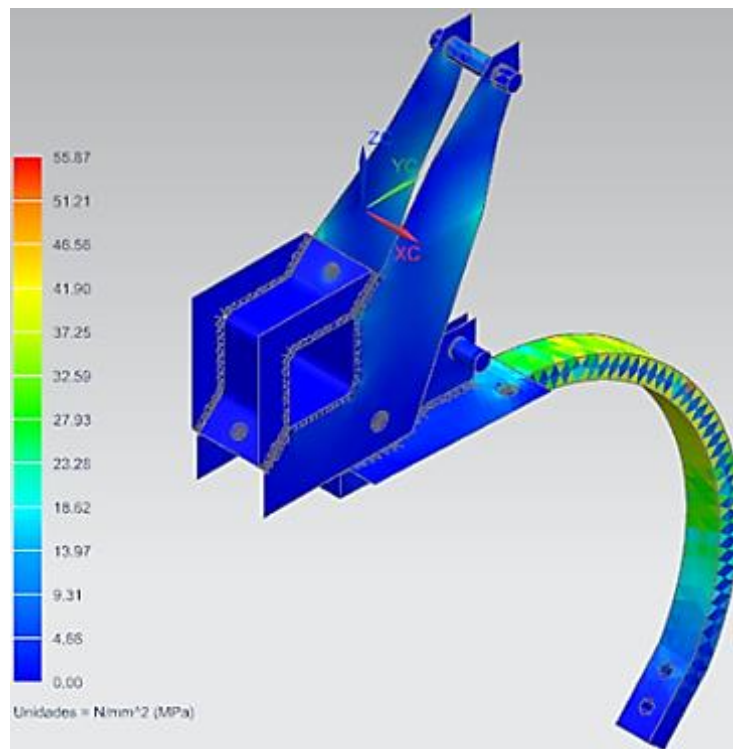


Figura 3-19: Tensiones equivalentes de Von Mises, 3^{er} estudio. *Tensión máxima = 55,87 MPa.*

Comentarios:

Se puede ver que los estudios N° 1 y N° 3 arrojan resultados similares en cuanto al comportamiento del mecanismo, tanto sea en las magnitudes máximas para el desplazamiento y la tensión, como en las zonas donde se localizan tales valores.

En ambos estudios, se observa también que la sección más solicitada se encuentra en el arco de cincel (o elástico). Éste absorbe toda la fuerza, llegando deformarse hasta 3 mm en ciertos puntos. Dicho desplazamiento puede contemplarse como admisible, ya que el material del elástico justamente posee la propiedad de sufrir grandes elongaciones sin entrar en el período de deformación plástica. No se justifica reforzar éste componente, ya que ni las tensiones son críticas ni la deformación afecta la funcionalidad del mismo.

Por otro lado, en los tres estudios (N° 1, N° 2 y N° 3) se obtienen tensiones máximas similares, las cuales rondan los 57 MPa. Tal magnitud permite asegurar que, bajo cargas estáticas, los componentes del módulo de corte no van a fallar, debido a que las tensiones máximas se sitúan por debajo del tercio de la fluencia de material (tratándose de aceros al carbono comerciales, como ser SAE 1010 o IRAM F24, por ejemplo).

Del análisis estático del módulo de corte, en concreto, se infiere la posibilidad de reducir espesores en piezas que se consideran sobredimensionadas. A saber, los espesores de los plegados laterales (1) que soportan al cilindro o el zuncho (2) que utilizada para unir el mecanismo al chasis. También se eliminó la escuadra (3) que reforzaba el zuncho de amarre del módulo de corte (Figura 3-20). El diseño final del módulo se muestra en la Figura 3-10.

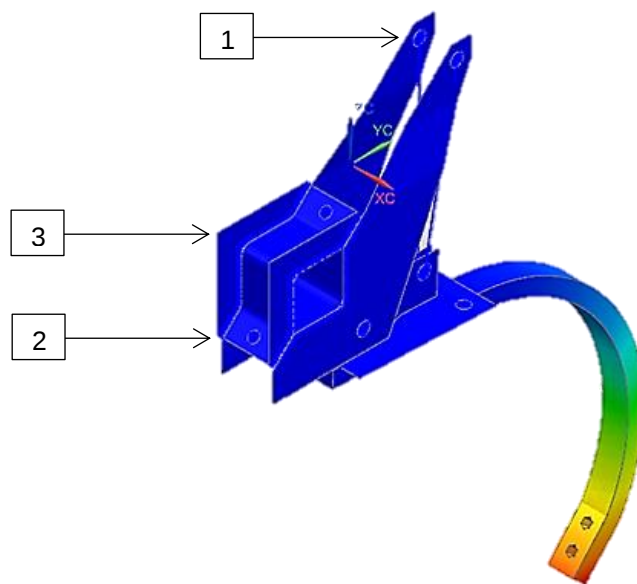


Figura 3-20: Reducciones de espesor y retiro de piezas en el módulo de corte.

Análisis estático II: estudio del chasis por laboreo del suelo

En segunda instancia, se prosiguió con el análisis del chasis o bastidor del implemento, al cual se ensamblan los módulos de corte, ejes, lanza y demás componentes de la máquina (Figura 3-21).

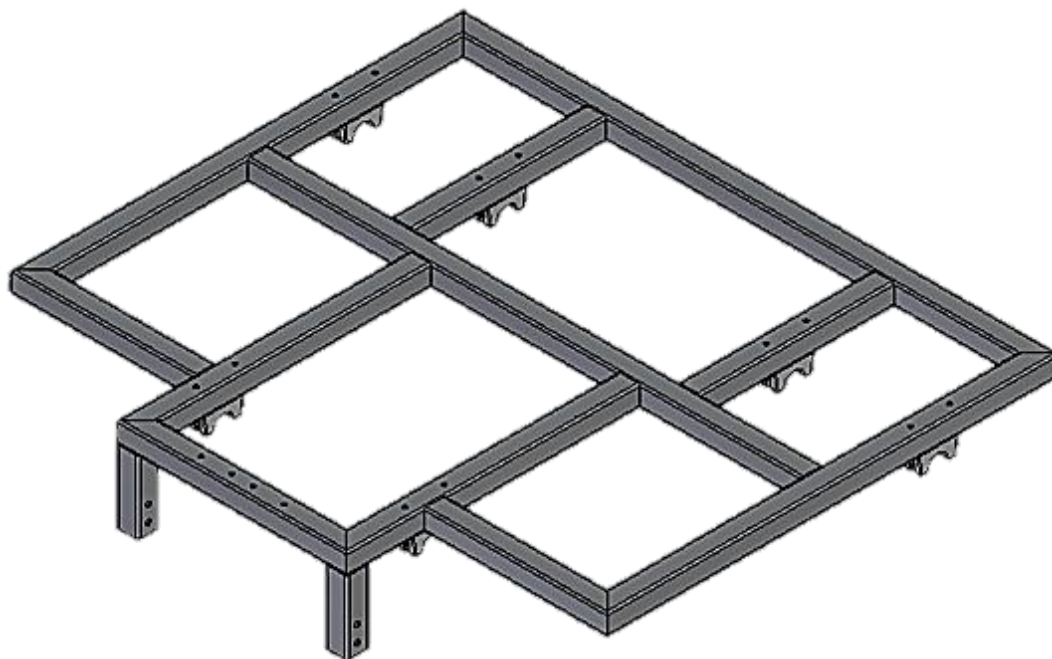


Figura 3-21: Chasis del implemento, segundo componente en estudio. Vista isométrica.

Primer análisis

Hipótesis iniciales:

- Se analizó la estructura conformada por caño cuadrado de 100x100x6,35 [mm].
- Para simplificar el cálculo, se remplazaron los módulos de corte por el torque que éstos ejercen sobre el caño estructural.

Restricciones y cargas:

Las restricciones al movimiento se colocaron sobre las piezas de fundición donde amarran los ejes. En todos estos anclajes, se restringieron los movimientos de traslación y rotación, a excepción de la rotación sobre el eje X (Figura 3-23).

El momento torsor que ejercen los módulos sobre el chasis, es calculado como la fuerza de arrastre por la distancia de la reja al módulo (Figura 3-22).

Luego se requirió transformar dicho momento en un par de fuerzas que, aplicadas en el caño del bastidor, generen el mismo torque que el producido por el módulo. Dicho par de fuerzas se aplicó tangente a los caños para simular la torsión sobre el mismo (Figura 3-23).

La fuerza utilizada en el estudio:

$$F = \frac{D \cdot L}{H \cdot 2} = \frac{1360 \text{ N} \cdot 770 \text{ mm}}{50 \text{ mm} \cdot 2} = 10472 \text{ N}$$

Referencias:

- D = 1360 N: fuerza de tiro en cada escardillo
- L = 770 mm: distancia de la reja al módulo
- H = 50 mm: mitad de la altura del caño

En un primer estudio, éste par de fuerzas se colocó en la posición de cada módulo de corte sobre el implemento, cargando simétricamente la totalidad del chasis (Figura 3-23).

Posteriormente, en un segundo estudio, se colocaron cargas solamente a un lado del implemento, para simular la asimetría de los esfuerzos (Figura 3-24).

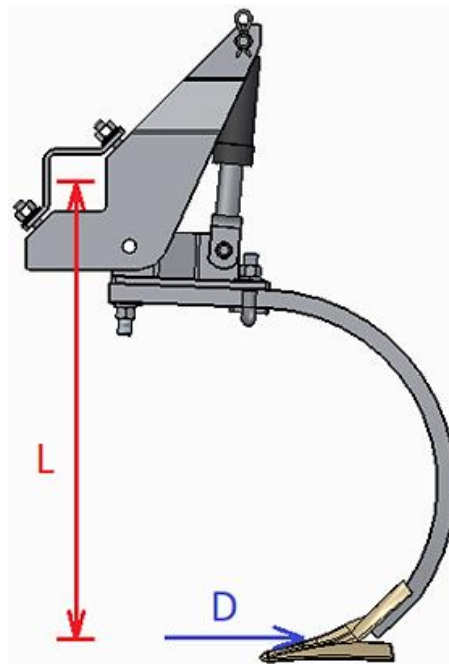


Figura 3-22: Torque inducido por la fuerza de tiro sobre el chasis del implemento.

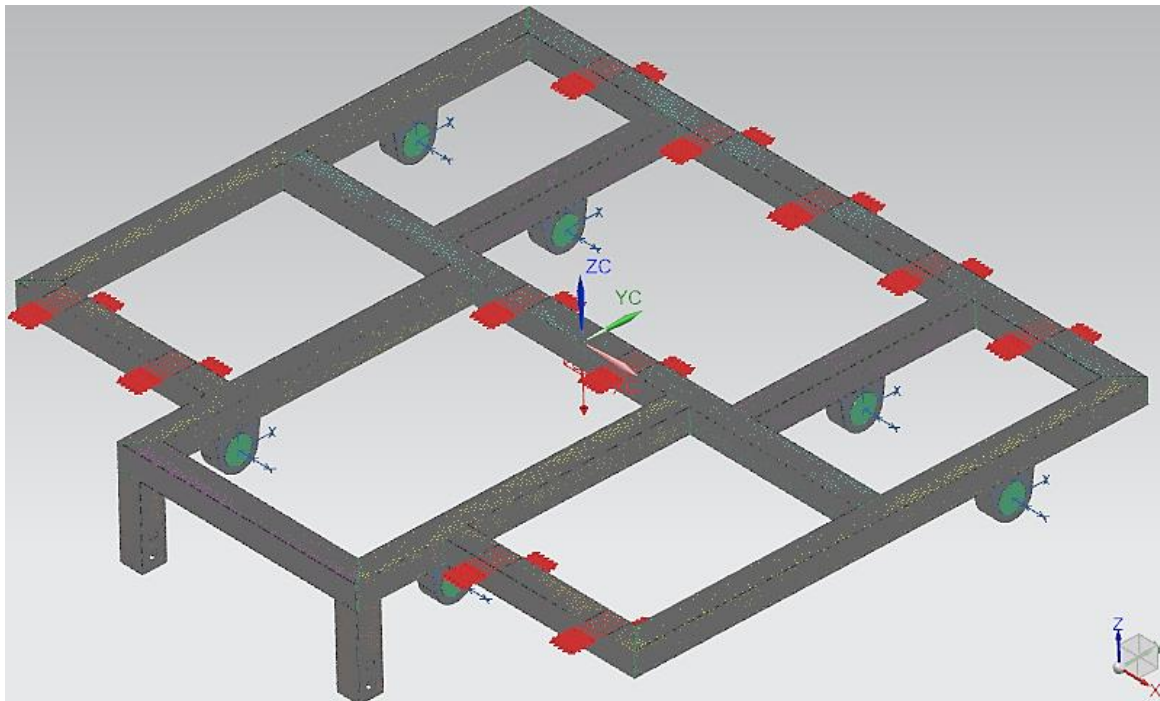


Figura 3-23: 1^{era} configuración de estudio del chasis, cargas simétricas.

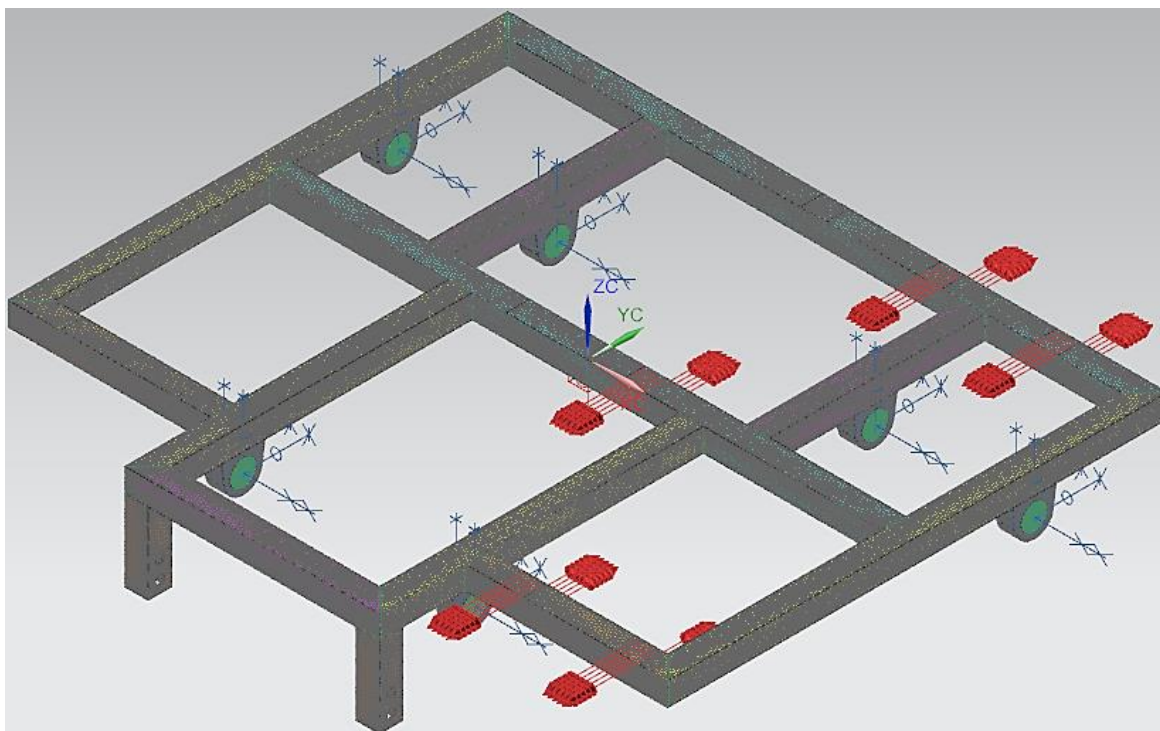


Figura 3-24: 2^{da} configuración de estudio del chasis, cargas asimétricas.

Resultados:

En lo que sigue, se presentan los resultados obtenidos para los desplazamientos y las tensiones, en ambos estudios. Como se dijo anteriormente, las magnitudes de

desplazamiento nodal se expresan en milímetros (mm), mientras que las tensiones de Von Mises se muestran en mega-pascales (MPa = N/mm²).

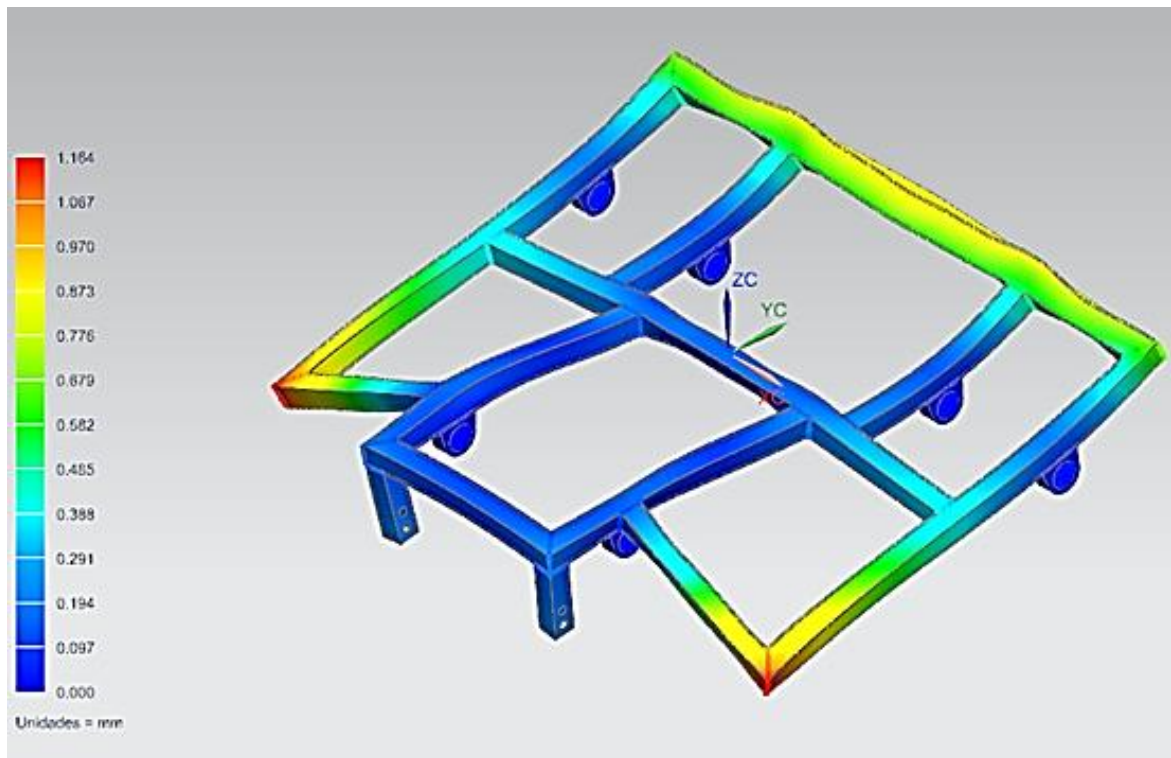


Figura 3-25: Deformaciones en el chasis, cargas simétricas. *Desplazamiento máximo = 1,16 mm.*

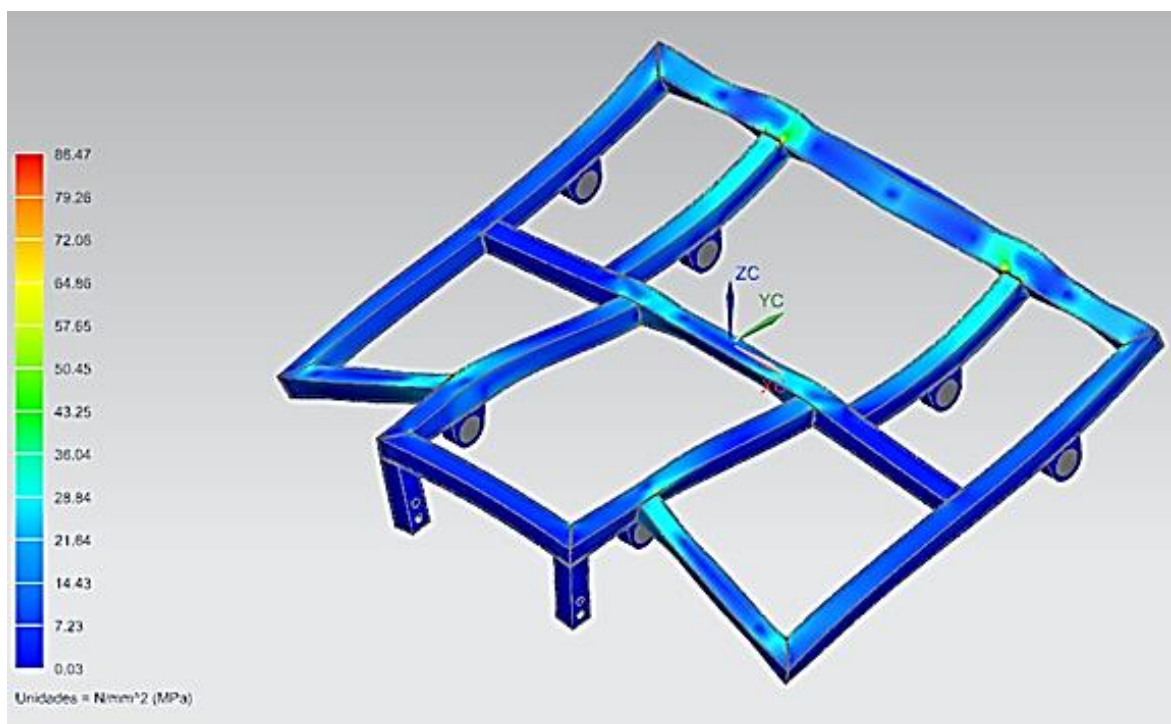


Figura 3-26: Esfuerzos sobre el chasis, cargas simétricas. *Tensión máxima = 86,47 MPa.*

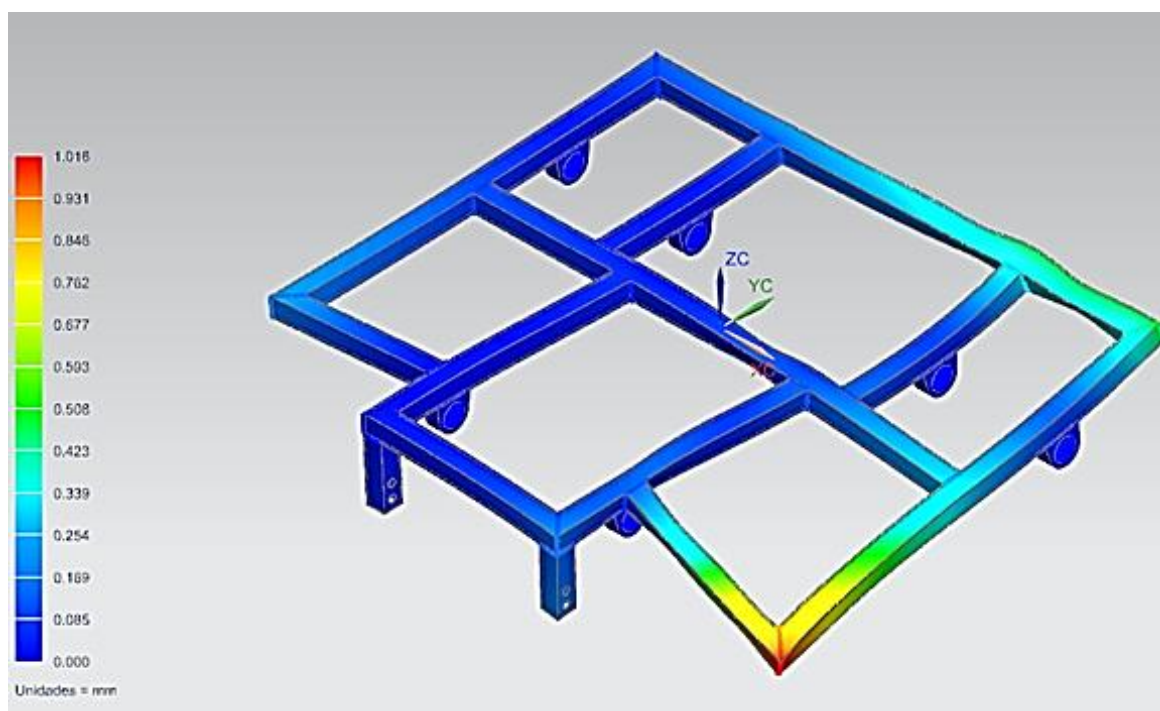


Figura 3-27: Deformaciones en el chasis, cargas asimétricas. *Desplazamiento máximo = 1,02 mm.*

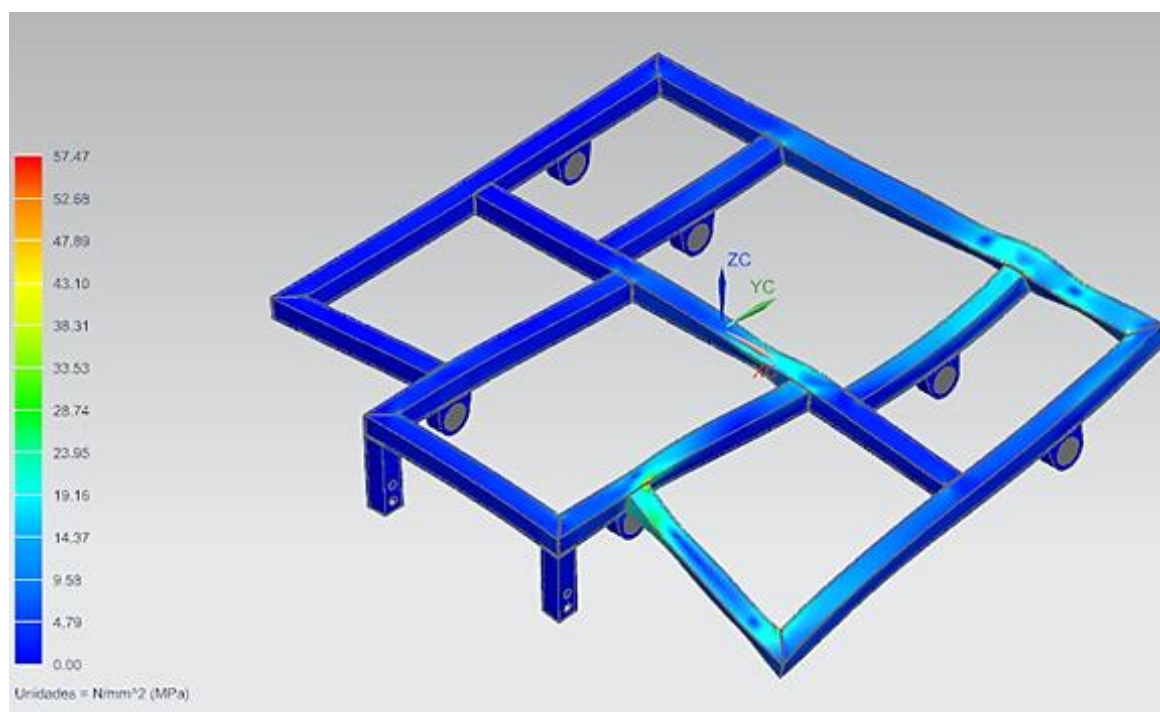


Figura 3-28: Esfuerzos sobre el chasis, cargas asimétricas. *Tensión máxima = 57,47 MPa.*

Comentarios:

Se toma el límite elástico del material en 240 MPa. Si se establece como premisa de seguridad que la estructura trabaje debajo del tercio de la fluencia, en el primer estudio esto, a priori, ya no se cumple. Esto se debe a que se supera dicho límite cuando el chasis está totalmente cargado.

Pero analizando detalladamente la estructura, puede observarse que el tercio de la fluencia se supera en pocos puntos donde se produce concentración de tensiones, como sucede en las uniones de los tubos, por ejemplo (Figura 3-29). Por ende, los valores máximos de tensión que se presentan en dichos puntos podrían despreciarse.

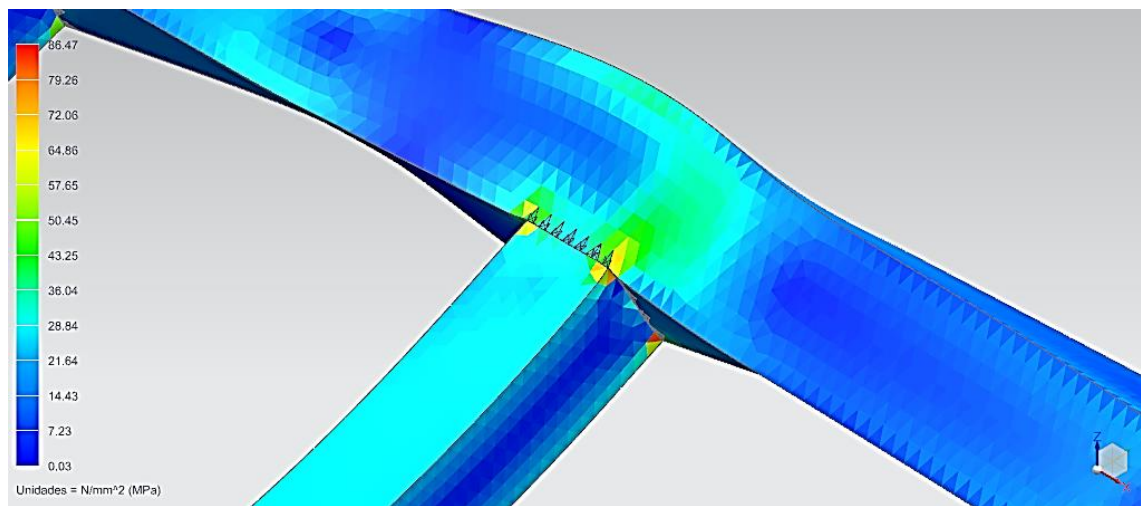


Figura 3-29: Concentración de tensiones en uniones soldadas, cargas simétricas.

Tensión máxima = 86,47 MPa.

El resto de la estructura no se encuentra sometida a tensiones superiores a los 40 MPa. Por ello, se decidió repetir los estudios, cargando simétricamente el chasis (ya que esto simula la peor condición), pero bajando un espesor de caño con el objetivo de disminuir el peso del bastidor. Esto es, pasar de 6,35 mm (1/4 ") a 4,76 mm (3/16 ").

Segundo análisis

Hipótesis inicial:

- Se analizó la estructura ahora conformada por caño cuadrado de 100x100x4,76 [mm].

Restricciones y cargas:

Los anclajes de la estructura y las condiciones de esfuerzo son las mismas que para el estudio del chasis con carga simétrica (Figura 3-23).

Resultados:

Los resultados son los siguientes (Figura 3-30 y Figura 3-31).

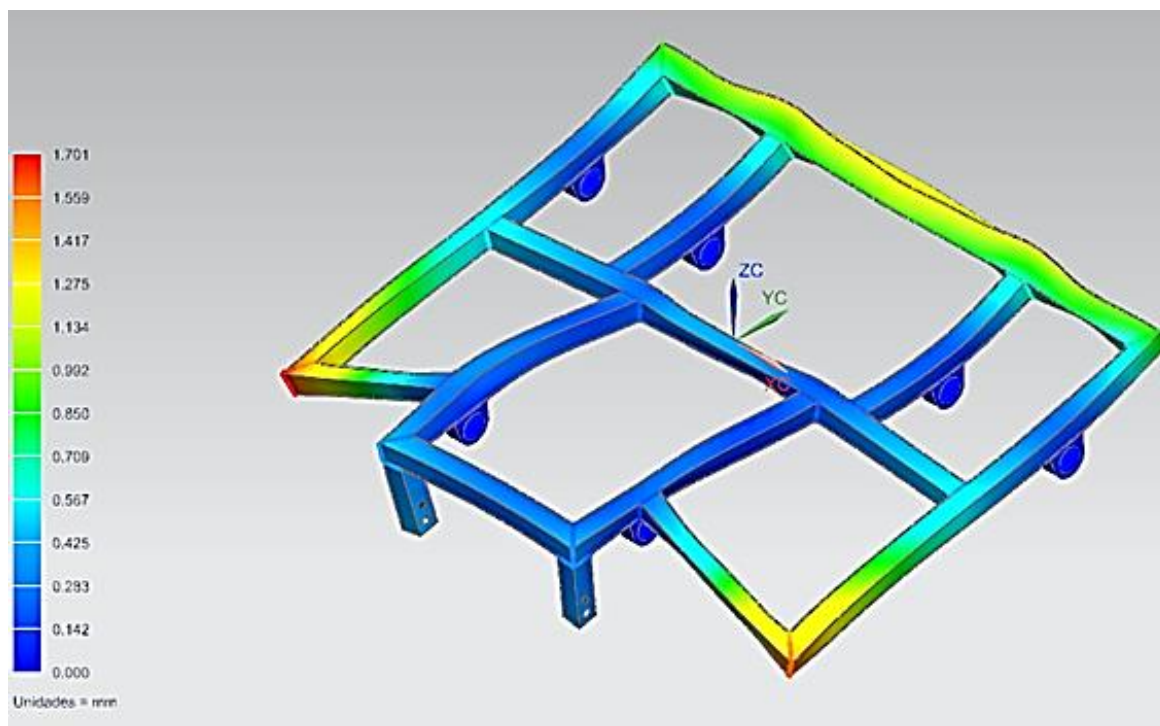


Figura 3-30: Deformaciones en el chasis, cargas simétricas. *Desplazamiento máximo = 1,70 mm.*

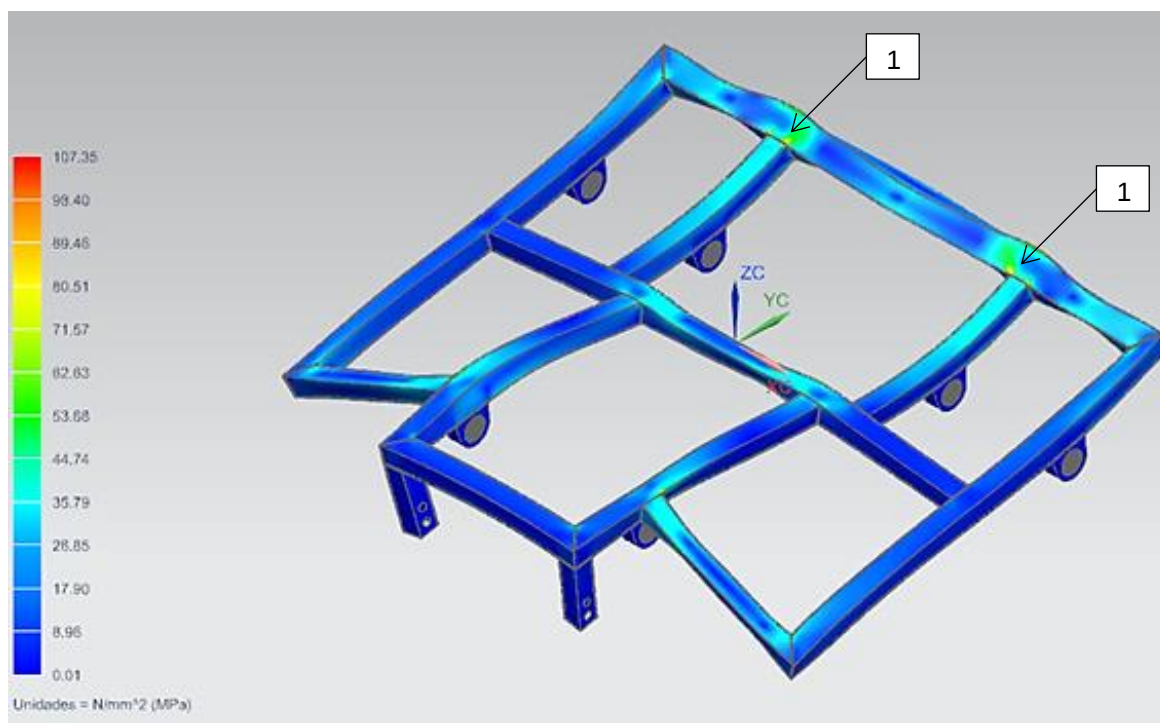


Figura 3-31: Esfuerzos sobre el chasis, cargas simétricas. *Tensión máxima = 107,35 MPa.*

Referencias: 1-Regiones de mayor concentración de tensiones.

Comentarios:

Si bien ahora la tensión máxima es cercana a los 107 MPa, sigue siendo consecuencia de la concentración de tensiones. El resto de la estructura se encuentra bajo tensiones que no superan los 80 MPa, límite que representa el tercio de la fluencia del material adoptado para el chasis.

Viendo además, que las deformaciones no son significativas como para buscar reducirlas, se consideró únicamente colocar refuerzos en las zonas de mayor concentración de tensiones (Figura 3-32).

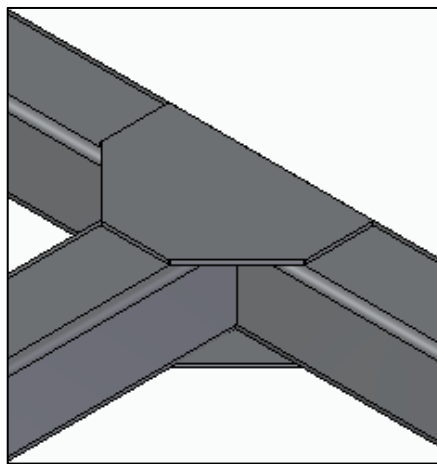


Figura 3-32: Placas de refuerzo colocadas en las zonas de mayor concentración de tensiones.

Análisis estático III: estudio del chasis por tiro del implemento

Paso siguiente, se planteó un análisis del chasis para el cual también se consideró la fuerza de tiro del tractor sobre el implemento y así poder observar el comportamiento del frente del bastidor (Figura 3-33).

Hipótesis iniciales:

- La estructura está compuesta por caño cuadrado de 100x100x4,76 [mm].
- Se colocan torques en la posición de los módulos de corte sobre el caño estructural.
- Se adiciona la fuerza de tiro del tractor.

Restricciones y cargas:

La configuración del estudio es idéntica a la de los anteriores, pero se incluye además una carga de 15 kN sobre los tubos donde se ancla la lanza del implemento (Figura 3-33).

Resultados:

Los resultados se detallan a continuación (Figura 3-34 y Figura 3-35).

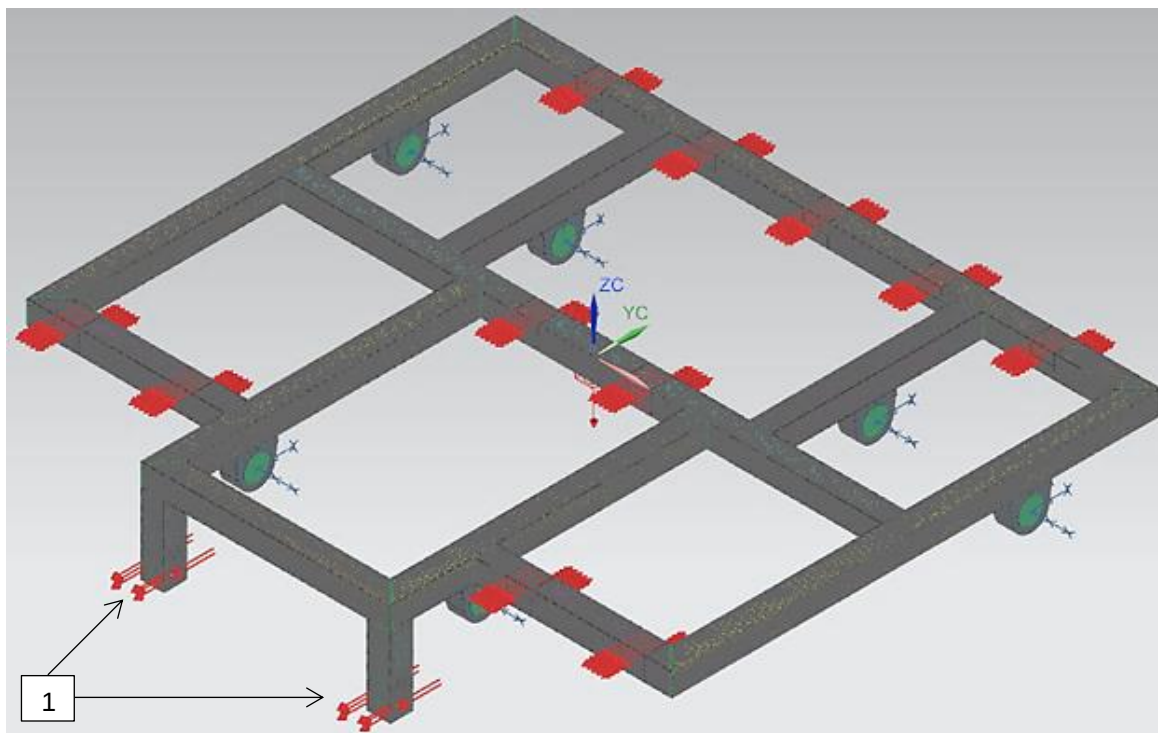


Figura 3-33: Configuración de estudio del chasis y frente, restricciones y cargas simétricas.
Referencias: 1-Fuerza de tiro del tractor.

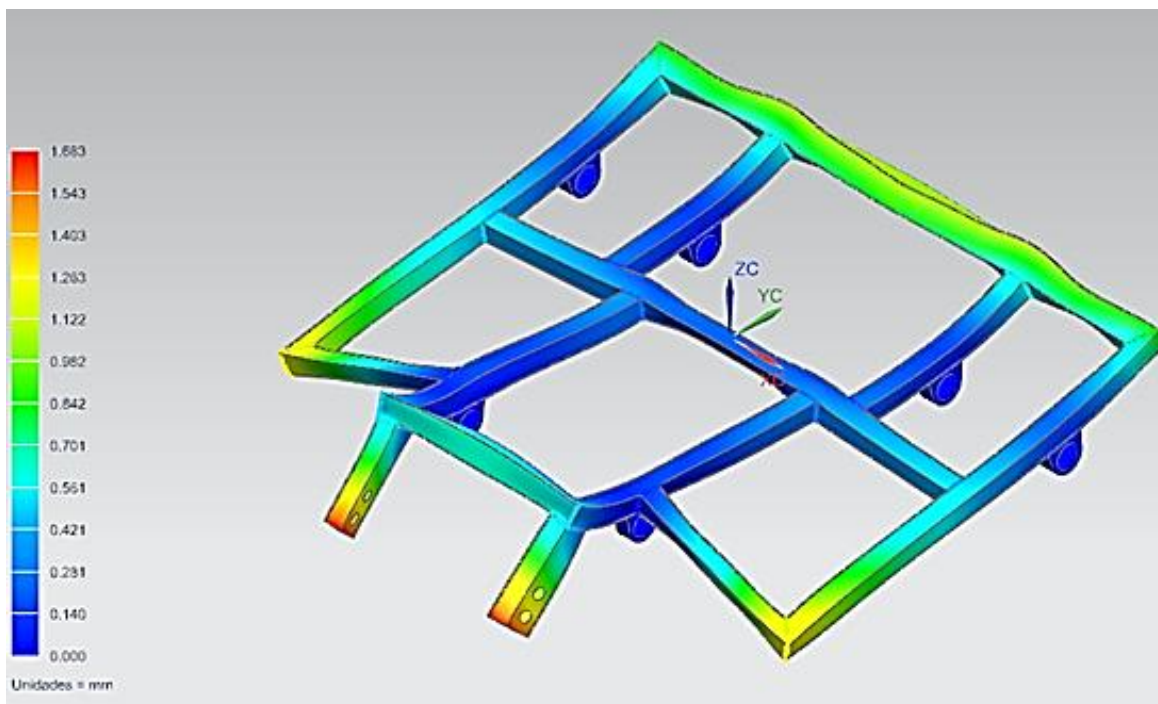


Figura 3-34: Deformaciones en el chasis y frente, cargas simétricas.

Desplazamiento máximo = 1,68 mm.

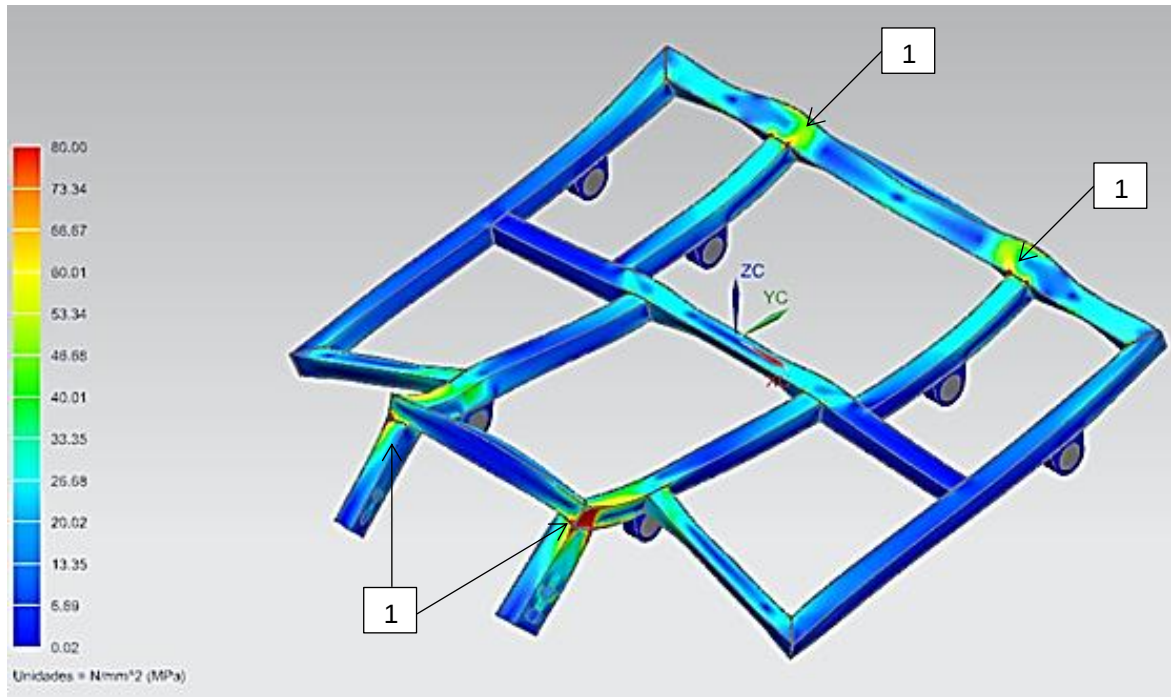


Figura 3-35: Esfuerzos sobre el chasis y frente, cargas simétricas.

Referencias: 1-Regiones de mayor concentración de tensiones.

Comentarios:

En la imagen anterior (Figura 3-35) se limitó la tensión a 80 MPa, para poder observar todos los puntos del chasis que superan dicho valor tensión, pero en el cálculo el máximo de tensión alcanzado fue de 232 MPa. Todas las tensiones se concentran en la unión soldada de los tubos que forman la bajada para el amarre de la lanza. Es por ello que se decidió reforzar dicha zona con una cartela que reduzca esta concentración de tensiones.

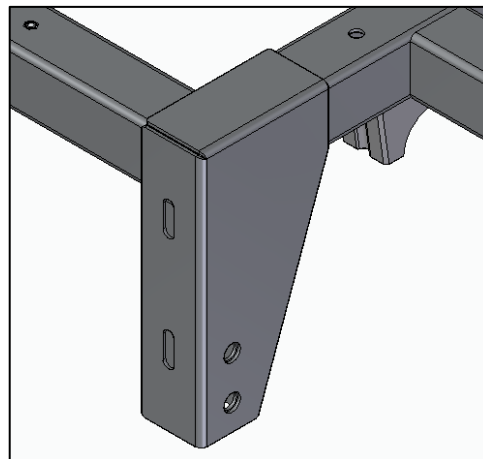


Figura 3-36: Cartela de refuerzo colocado en las bajadas de amarre de la lanza.

Verificación de los refuerzos del chasis

Se realizó un nuevo estudio del chasis bajo las mismas condiciones que el anterior, donde además de los esfuerzos generados por los módulos de corte, se tomó en cuenta aquel que produce la lanza al remolcarse el implemento. Ésta vez, se agregaron los refuerzos del chasis con el fin de demostrar que los mismos mejoraron las aptitudes mecánicas.

Resultados:

Los resultados se muestran en lo siguiente (Figura 3-37 y Figura 3-38).

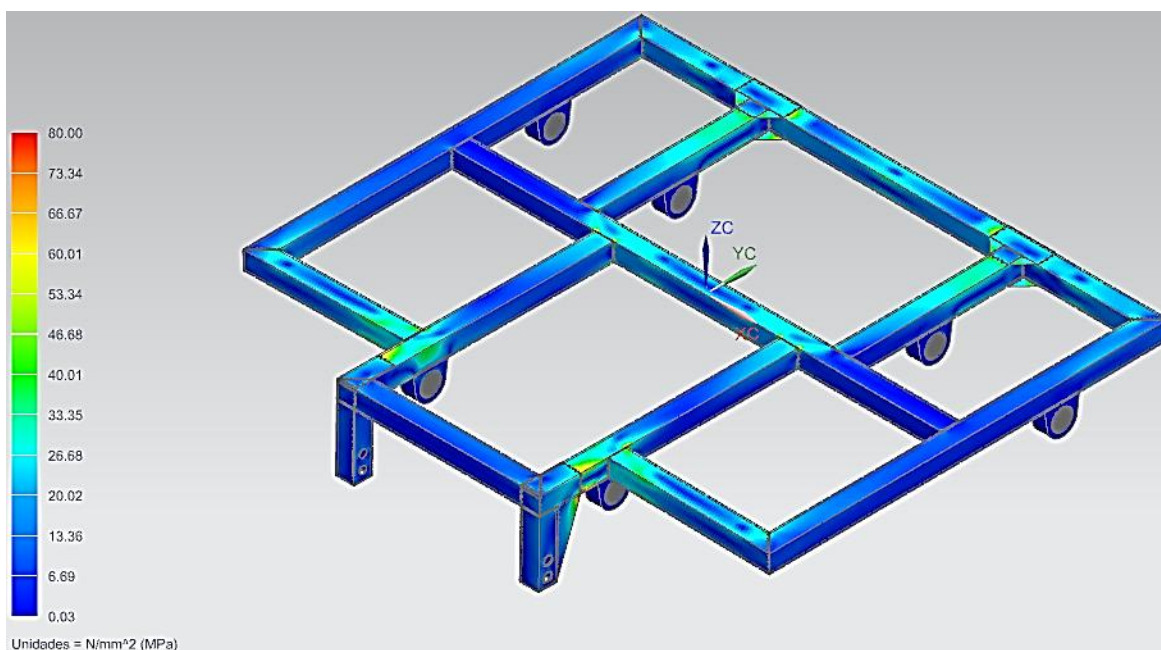


Figura 3-37: Esfuerzos sobre el chasis y frente, cargas simétricas.

Referencias: Uniones con refuerzos, disminuye la concentración de tensiones.

Comentarios:

Las tensiones han disminuido marcadamente, considerándose logrado el objetivo de los refuerzos.

En lo que respecta a la bajada de la lanza (Figura 3-38), siguen apareciendo tensiones superiores al límite establecido (un tercio de la fluencia del material). Esto se debe nuevamente a una concentración de tensiones. Pero, a diferencia de la situación anterior, la concentración se manifiesta en un punto y no sobre toda la sección de la pieza. Esto permite suponer dicha concentración como despreciable.

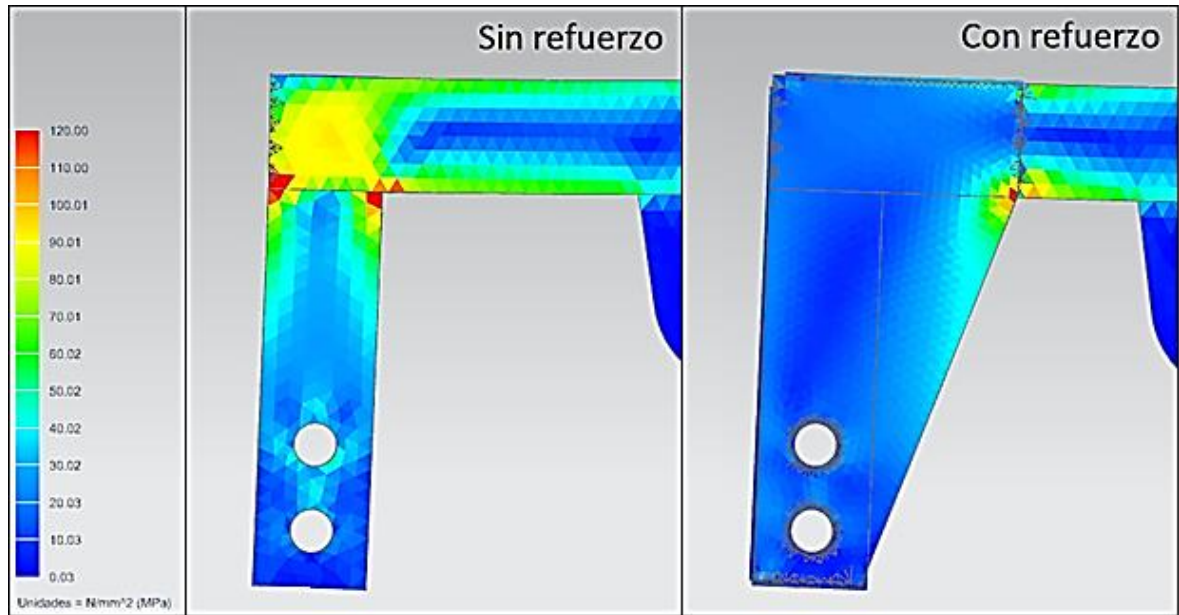


Figura 3-38: Esfuerzos sobre el frente del chasis, cargas simétricas.

En color rojo, los elementos en los que la tensión supera los 120 MPa ($\frac{1}{2} \sigma_f$).

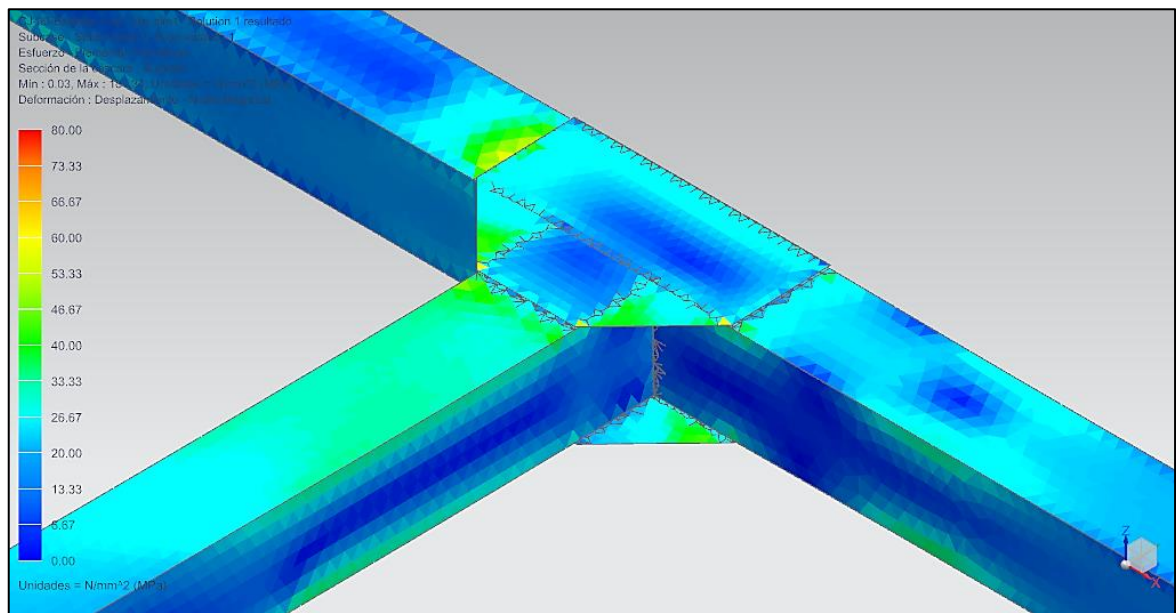


Figura 3-39: Esfuerzos en la unión de tubos reforzada.

Análisis estático IV: estudio de la lanza de la máquina

Finalmente se estudió la lanza del implemento (Figura 3-40).

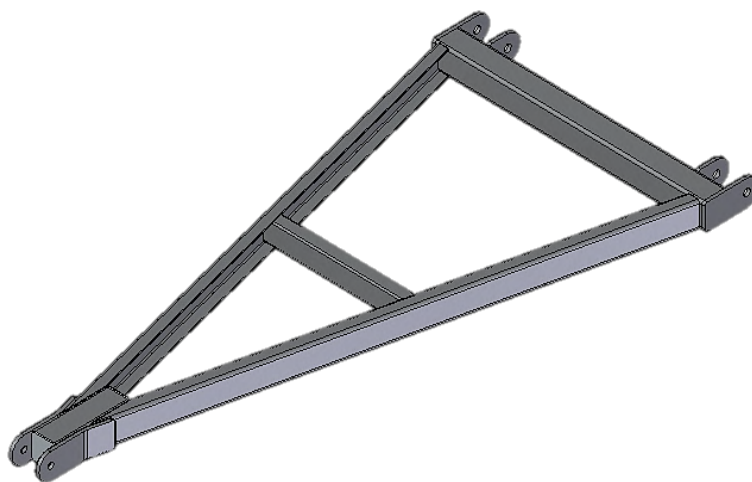


Figura 3-40: Lanza del implemento, último componente en estudio. Vista isométrica.

Restricciones y cargas:

En este caso, el análisis se configuró restringiendo los 3 sentidos de traslación en los extremos de la lanza, los cuales se sujetan al implemento. Además, se restringió la traslación en la dirección del eje Z y del eje X en el extremo que de enganche al tractor. Luego se aplicó la carga que genera el tractor al realizar una fuerza de tiro de 15 kN, en el sentido de avance y sobre el extremo delantero de la lanza (Figura 3-41).

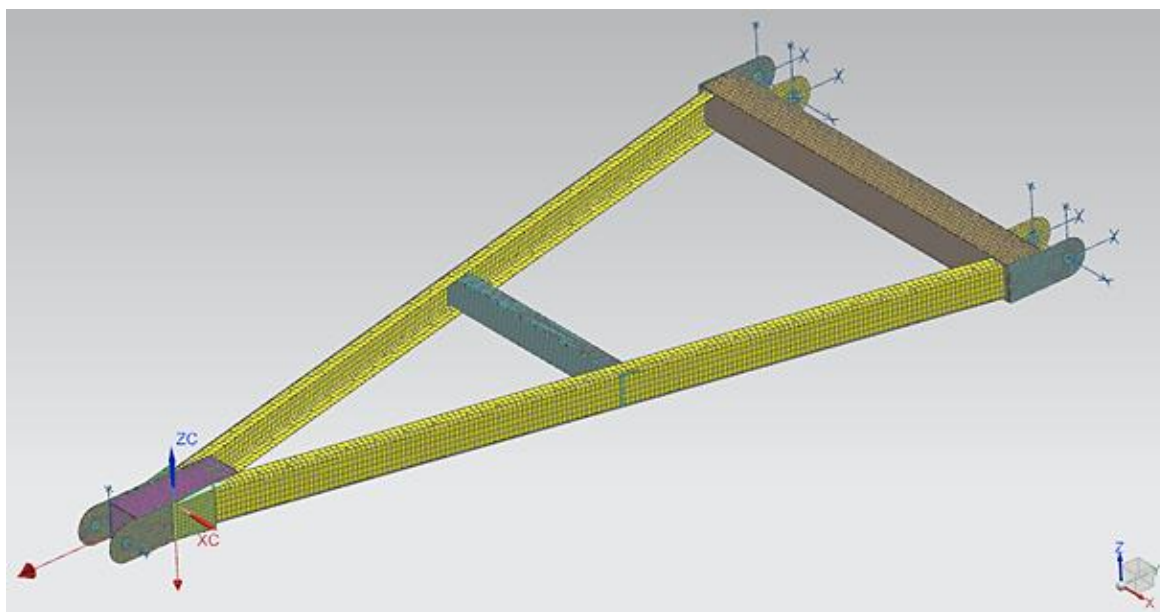


Figura 3-41: Lanza del implemento, restricciones y cargas.

Resultados:

A continuación se presentan los resultados obtenidos (Figura 3-42 y Figura 3-43).

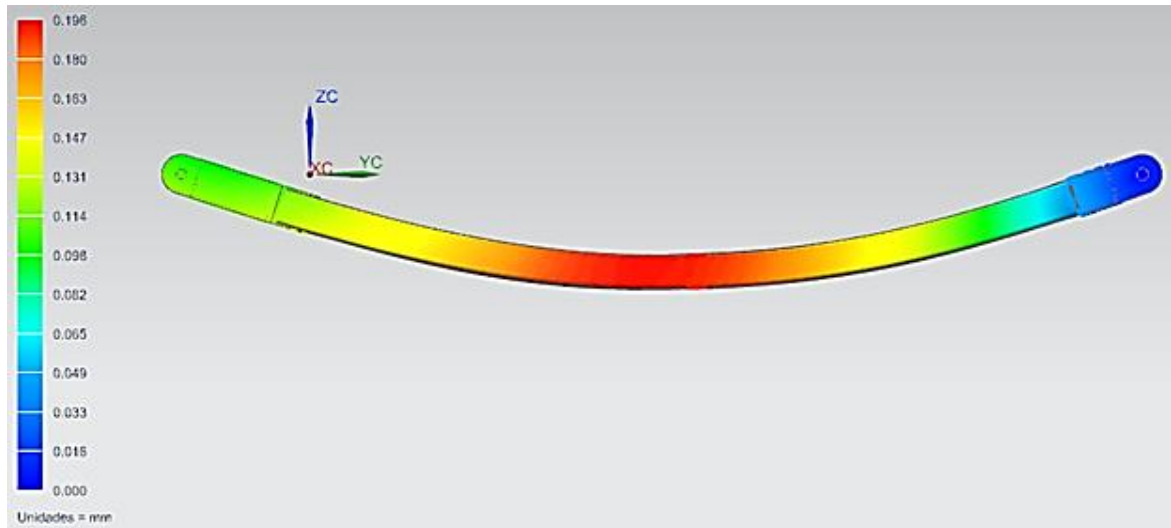


Figura 3-42: Deformaciones en la lanza. *Desplazamiento máximo = 0,17 mm.*

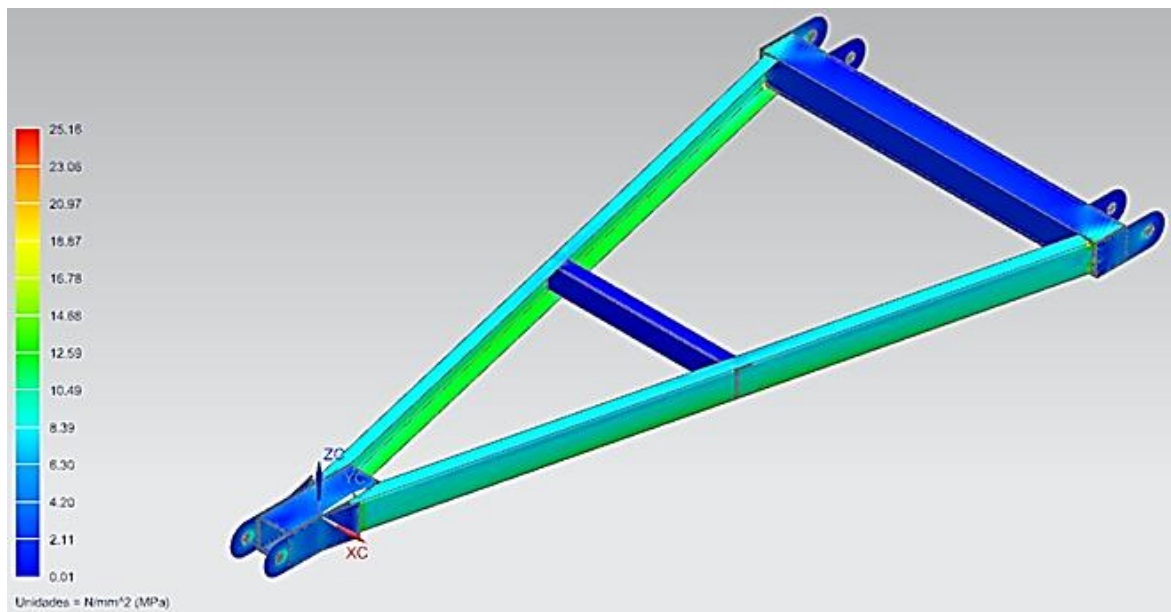


Figura 3-43: Esfuerzos sobre la lanza. *Tensión máxima = 25,16 MPa.*

Comentarios:

Las deformaciones y tensiones que se observan son relativamente pequeñas. Se puede ver que la lanza está trabajando bajo tensiones cercanas al 10% de la fluencia de un acero de bajo carbono.

Se optó por no realizar modificaciones en el diseño de la lanza y considerar el sobredimensionamiento como un factor de seguridad frente a cargas de impacto y/o fatiga del componente por fluctuación de los esfuerzos de tiro, debido al funcionamiento alternante de los módulos de corte.

Capítulo 4 : sistema hidráulico

Accionamiento de los elementos de corte

En primera instancia, se analizaron dos posibles configuraciones de accionamiento para el mecanismo de corte de la maleza. Una vez seleccionada la que se cree mejor variante, se procedió con los cálculos y determinaciones fundamentales para el diseño del circuito hidráulico. Finalmente, se realizó una descripción del funcionamiento pretendido para el sistema y una validación del mismo mediante simulación.

En forma paralela, desarrolló también el sistema hidráulico de levante del implemento.

Esquemas hidráulicos preliminares

Definiciones y parámetros iniciales

Se establece una serie de definiciones y parámetros fundamentales para las determinaciones hidráulicas. A detallar:

- *Velocidad de avance:*

Velocidad de desplazamiento del conjunto tractor-implemento.

$$\rightarrow v_i \left[\frac{km}{h} \right]$$

- *Distancia sensor a cuchilla:*

Distancia horizontal existente la lente del sensor de malezas y el extremo de la cuchilla de corte (Figura 4-1).

$$\rightarrow x_k [m]$$

Donde: $k \in [1, 2, 3]$ según línea de acción de la cuchilla de corte.

- *Número de actuadores:*

Cantidad de actuadores de los que dispone el implemento (en cada línea de acción) para realizar el corte.

$$\rightarrow n_k []$$

Donde: $k \in [1, 2, 3]$ según línea de acción de la cuchilla de corte.

- *Fuerza:*

Fuerza a suministrar por el actuador para efectuar la acción de corte.

$$\rightarrow F [N]$$

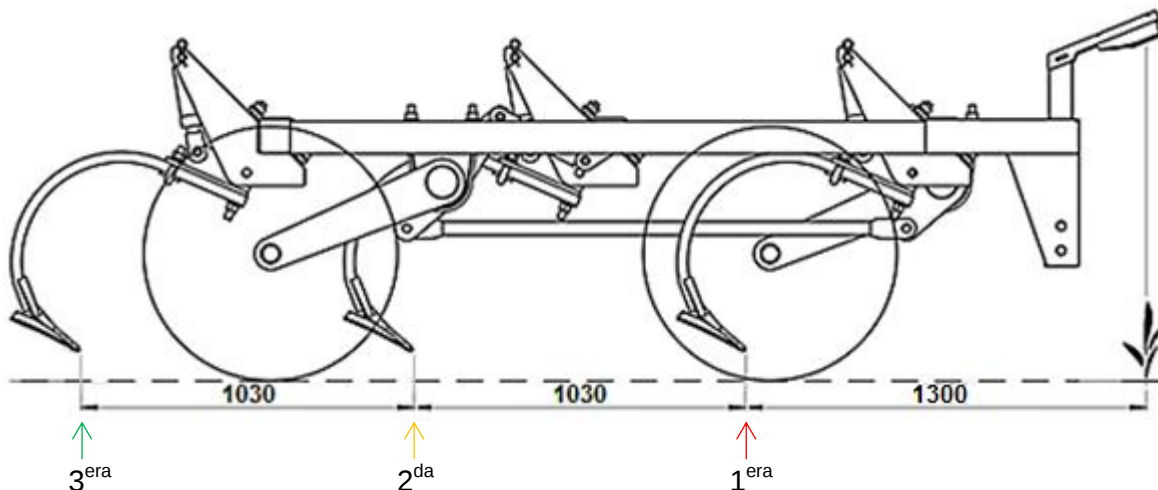


Figura 4-1: Líneas de acción de los escardillos.

Tabla 4-1: Definiciones y parámetros iniciales.

Datos del implemento			
Velocidad de avance	v_i	10	[km/h]
Distancia sensores 1ra línea	x_1	1,30	[m]
Distancia sensores 2da línea	x_2	2,33	[m]
Distancia sensores 3ra línea	x_3	3,36	[m]
Número de actuadores total y por línea	n total	11	[]
	n_1	4	[]
	n_2	2	[]
	n_3	5	[]

Variante I: actuadores simple efecto

Se muestra la primera opción considerada para el accionamiento de los módulos de corte (Figura 4-2).

Datos del actuador.

Carrera: c [mm]

Diámetro: d [mm]

Área: $A = \pi \frac{d^2}{4}$ [mm²]

Cálculos del actuador.

Presión: presión requerida para ejercer la fuerza de corte.

$$p = \frac{F}{A} \left[\frac{N}{mm^2} \equiv MPa \right]$$

$$p = \frac{F}{A} \cdot 10 \text{ [bar]}$$

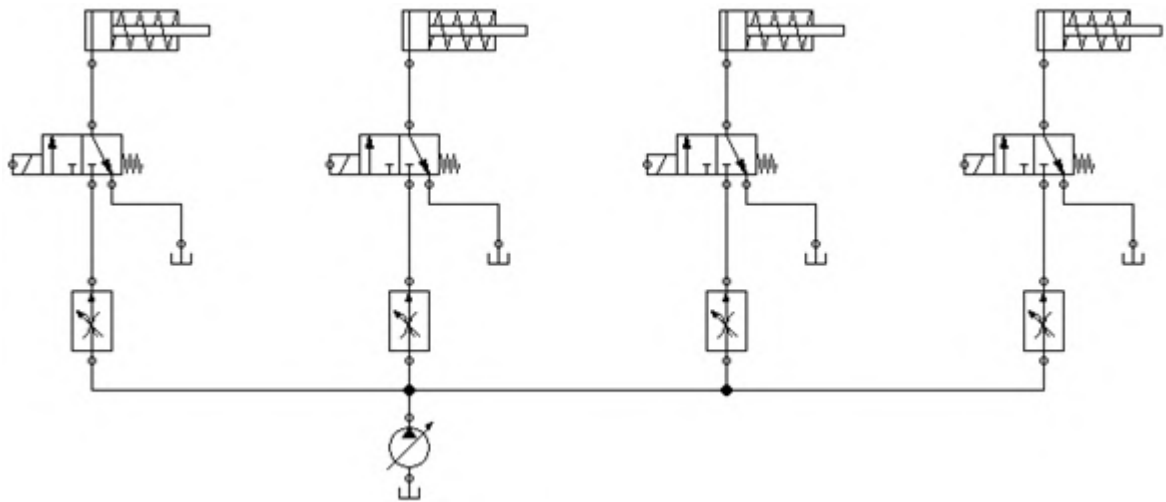


Figura 4-2: Accionamiento de los elementos de corte mediante actuadores simple efecto.

Se muestran sólo 4 actuadores por simplicidad ilustrativa.

Tiempo de apertura: tiempo en el cual debe realizarse el movimiento de corte. Lo anterior implica que el actuador cambie de su posición inicial cerrado a su posición final abierto y, a su vez, la cuchilla pase de la posición de reposo a la posición de trabajo.

$$t_a = \frac{x}{v_i \cdot 3,6} \text{ [s]}$$

Velocidad de apertura: velocidad a la que debe efectuarse el movimiento de corte.

$$v_a = \frac{c}{t_a \cdot 1000} \left[\frac{m}{s} \right]$$

Caudal de apertura:

$$Q_a = \frac{v_a \cdot A}{10^6} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

$$Q_a = \frac{v_a \cdot A \cdot 60}{10^3} \left[\frac{L}{min} \right]$$

Resultados.

Tabla 4-2: Resumen de cálculo para la variante I.

Datos del actuador				
Carrera	c	70	[mm]	
Diámetro	d	38,1	[mm]	
Área	A	1140,1	[mm ²]	
Fuerza	F	3700	[N]	
Presión	p	3,2	[MPa]	
		32,5	[bar]	

Tabla 4-2 (Continuación)

Dimensionamiento de los actuadores					
		1ra línea	2da línea	3ra línea	
Tiempo de apertura	t_s	0,47	0,84	1,21	[s]
Velocidad de apertura	v_s	0,15	0,08	0,06	[m/s]
Caudal apertura	Q_s	10,2	5,7	4,0	[L/min]

Variante II: actuadores doble efecto

Se presenta la segunda opción ideada para el accionamiento de los módulos de corte (Figura 4-3).

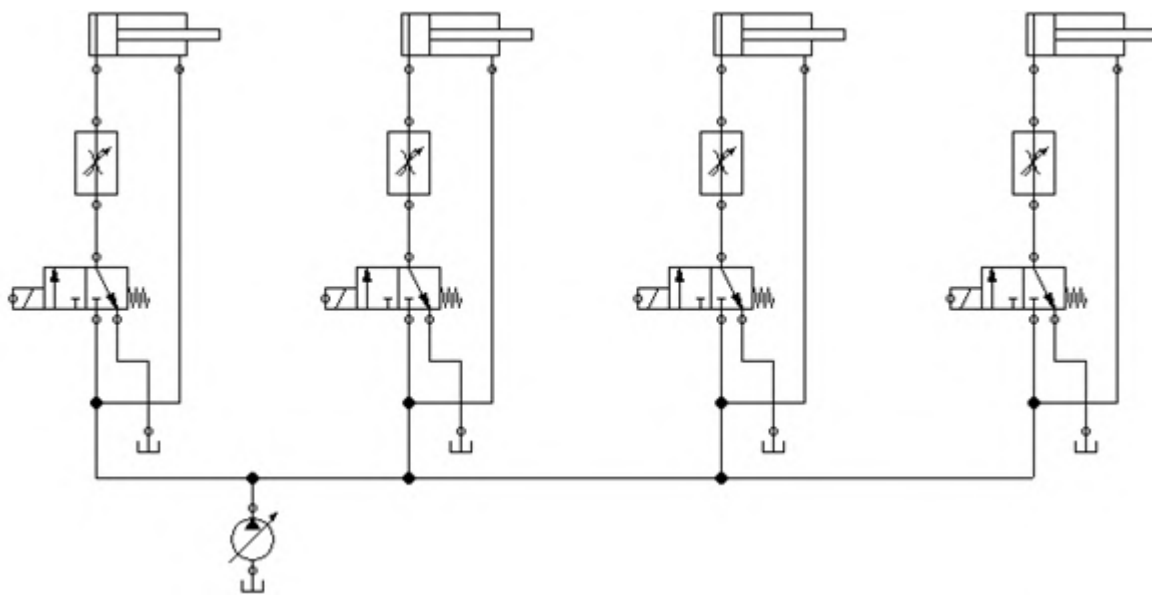


Figura 4-3: Accionamiento de los elementos de corte mediante actuadores doble efecto.

Se muestran sólo 4 actuadores por simplicidad ilustrativa.

Datos del actuador.

Carrera: c [mm]

Diámetro camisa: d_c [mm]

Diámetro vástago: d_v [mm]

Área llena: $A_{LL} = \pi \frac{d_c^2}{4}$ [mm²]

Área vástago:

Área anular:

$$A_v = \pi \frac{d_v^2}{4} \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$A_{AN} = A_{LL} - A_v \text{ [mm}^2\text{]}$$

Cálculos del actuador.

Presión (conexión regenerativa):

$$p = \frac{F}{A_V} \left[\frac{N}{mm^2} \equiv MPa \right]$$

$$p = \frac{F}{A_V} \cdot 10 [bar]$$

Tiempo de apertura:

$$t_a = \frac{x}{v_i \cdot 3,6} [s]$$

Velocidad de apertura:

$$v_a = \frac{c}{t_a \cdot 1000} \left[\frac{m}{s} \right]$$

Caudal de apertura:

$$Q_a = \frac{v_a \cdot A_V}{10^6} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

$$Q_a = \frac{v_a \cdot A_V \cdot 60}{10^3} \left[\frac{L}{min} \right]$$

Caudal área llena:

$$Q_{LL} = \frac{v_a \cdot A_{LL} \cdot 60}{10^3} \left[\frac{L}{min} \right]$$

Caudal área anular:

$$Q_{AN} = \frac{v_a \cdot A_{AN} \cdot 60}{10^3} \left[\frac{L}{min} \right]$$

Resultados.

Tabla 4-3: Resumen de cálculo para la variante II.

Datos del actuador			
Carrera	c	70	[mm]
Diámetro cilindro	d _c	50,8	[mm]
Diámetro vástago	d _v	38,1	[mm]
Área llena	A _{LL}	2026,8	[mm ²]
Área vástago	A _v	1140,1	[mm ²]
Área anular	A _{AN}	886,7	[mm ²]
Fuerza	F	3700	[N]
Presión	p	3,2	[MPa]
		32,5	[bar]

Dimensionamiento de los ctuadores					
		1ra línea	2da línea	3ra línea	
Tiempo de apertura	t _a	0,47	0,84	1,21	[s]
Velocidad de apertura	v _a	0,15	0,08	0,06	[m/s]
Caudal apertura	Q _a	10,2	5,7	4,0	[L/min]
Caudal área llena	Q _{LL}	18,2	10,1	7,0	[L/min]
Caudal cámara anular	Q _{AN}	8,0	4,4	3,1	[L/min]

Elección

Conclusiones que permiten seleccionar entre las opciones presentadas:

1. Emplear un cilindro de doble efecto implica construir un circuito regenerativo para incrementar la velocidad de salida del actuador con la ventaja inherente de reducir el caudal de la bomba. Sin embargo, esto hace que la presión necesaria para realizar el trabajo sea mayor (estando ambas cámaras a la misma presión se produce una pérdida de fuerza).
2. De lo anterior, se deduce que se requiere de un cilindro de simple efecto de $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ " o uno de doble efecto de $\varnothing 2$ " con vástago de $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ " para realizar la misma fuerza de corte del suelo.
3. Con cualquiera de los dos actuadores anteriormente mencionados, la presión necesaria es 32,5 bar y el caudal (por cilindro) en la 1^{era} línea es 10.2 L/min, 5.4 L/min en la 2^{da} y 4.0 L/min en la 3^{ra}.
4. Pero, fundamentalmente, utilizar un cilindro de doble efecto permite gobernar en su totalidad el movimiento del mecanismo de corte: el avance y el retroceso se realizan a velocidad controlada. En cambio, cuando el retroceso del actuador se da por acción de un resorte, como sucede en un cilindro de doble efecto, lo anterior no se cumple.

Resumiendo, se cree que lo mejor es optar por la variante con actuadores doble efecto (variante II).

Dimensionamiento de tuberías

Los criterios considerados para el dimensionamiento se detallan como sigue:

- No incrementar en demasía la potencia consumida por la bomba hidráulica para vencer una elevada pérdida de carga en las tuberías.
- No producir recalentamiento innecesario del fluido hidráulico por fricción, inducido por un diámetro interior de tubería pequeño.
- Circunscribiendo la atención a la presión de trabajo y al tipo de funcionamiento, algunos autores (Speich & Bucciarelli, 1979) indican los siguientes límites para la pérdida conjunta de presión admisible en tuberías:
 - a. Instalaciones de funcionamiento continuo: desde el 2% al 5% de la presión de trabajo;
 - b. Instalaciones de funcionamiento discontinuo: desde el 7% al 8% de la presión de trabajo.

El procedimiento empírico utilizado para determinar el diámetro de las tuberías fue el siguiente:

- 1) Considerando el caudal volumétrico a conducir por la tubería y fijando una velocidad límite para el aceite en la misma (ésta última menor o igual a la máxima recomendada), se obtiene el diámetro interior requerido para la tubería o, en su defecto, la medida nominal de la tubería estándar que más se adapta a las solicitudes de flujo. Para ello, se usa el nomograma de la Figura A 3, Anexo A3.
- 2) Realizada la primera aproximación, se procede a verificar y/o corregir el valor del diámetro interno de la tubería en función de la pérdida de carga admisible. Partiendo del valor del diámetro resultante de la primera aproximación, el caudal volumétrico y la viscosidad absoluta del fluido a la temperatura dada, se establece la magnitud de la pérdida de carga distribuida en la longitud de la tubería. Para lo anterior, se emplea el nomograma de la Figura A 4, Anexo A3.
- 3) Si la pérdida de carga es superior al valor admisible en la tubería (valor determinado criteriosamente según las condiciones operativas de la instalación) debe repetirse el paso N° 2, ingresándose al nomograma de la Figura A 4, Anexo A3, con un diámetro interno mayor, por ejemplo, incrementando una medida nominal estándar.

Cabe señalar que se supuso que todos los actuadores se alimentaban con el caudal máximo, equivalente a 10,2 L/min. Si bien esto no se cumple para los cilindros que se encuentran en la 2^{da} y 3^{era} línea, ya que los respectivos caudales de apertura son menores, se hizo con el objetivo de unificar diámetros de tuberías y conectores, priorizando la simplicidad constructiva.

Claramente se estará sobredimensionando la instalación, especialmente a la salida de presión de la bomba y los tramos de suministro de caudal de la 2^{da} y 3^{era} línea de acción. A su vez, hará que la pérdida de carga real sea menor en dichos tramos de tubería, ya que los caudales circulantes también serán menores.

Datos, referencias y determinaciones preliminares.

Tabla 4-4: Consideraciones iniciales para el cálculo de la tubería.

DATOS ACEITE HIDRÁULICO: ISO VG 32			Cañería:	
ρ 15 °C =	877,00	[kg/m ³]	0	Succión
ν 20 °C =	95,00	[cSt] = [mm ² /s]	A	Presión 1er división
ν 40 °C =	32,00	[cSt]	C	Presión para 3 cil
μ 20 °C =	83,32	[cP]	B	Presión para 5 cil
μ 40 °C =	28,06	[cP]		

Tabla 4-4 (Continuación)

	Q [dm ³ /min]	Ø nominal SCH 40	Ø int [mm]	A [m ²]	v [m/s]	Re < 2000 Flujo laminar	Δp ₁₀₀ 20°C [bar/100 m]	Δp 20°C [bar/m]
O	112,5	1 1/4	35,1	0,00097	1,9	716	-	-
A	112,5	3/4	20,9	0,00034	5,4	1200	30	0,300
C	30,7	1/2	15,8	0,00020	2,6	433	25	0,250
B	51,2	3/4	20,9	0,00034	2,5	544	15	0,150

Nota: ver Anexo B, planos **CJ-100-03** y **CJ-100-05** para visualizar cada tramo de tubería referenciado.

Resultados.

Tabla 4-5: Pérdidas de carga en cada tramo de tubería y valor acumulado total.

	LONGITUD	Δp 20°C [bar]
caño A Ø 3/4	0,7 m	0,21
caño B Ø 3/4	0,5 m	0,08
→ caño C Ø 1/2	1,03 m	0,26
→ caño D Ø 1/2	0,5 m	0,13
→ caño E Ø 1/2	0,75 m	0,19
→ manguera Ø 1/2	0,5 m	0,13

$$h_1 = \Delta p_A + \Delta p_B + \Delta p_C + \Delta p_E + \Delta p_{manguera}$$

h ₁	0,86	bar (sólo por cañería)
	2,63	% de la presión de trabajo (sólo por cañería)

Referencias:

- El valor máximo de pérdida de carga h_1 corresponde al recorrido de tubería más largo existente en la instalación, desde la bomba hasta el actuador más alejado.
- Para los caños D y E y las mangueras se asume el mismo diámetro nominal que para el caño C, a pesar de que los caudales conducidos por cada elemento sean diferentes. Se hace de ésta manera con el fin de unificar diámetros de tubería, priorizando la simplicidad constructiva de la instalación, a pesar de que se sobreestime la pérdida de carga en los caños D y E y en las mangueras, debido a que por éstos circulan caudales menores al del caño C.
- Se desprecia la pérdida de carga en el tramo de succión de la bomba, por ser éste de longitud pequeña y gran diámetro.

Comentarios:

En función de los criterios tomados como base para el dimensionamiento de la tubería, se infiere que el valor de pérdida de carga máxima en la instalación es admisible y pondera el minimizar las pérdidas energéticas por sobre el posiblemente mayor costo de una cañería de gran diámetro. Como se dijo, es prioridad facilitar la circulación de los elevados caudales de alimentación de los actuadores.

Dimensionamiento de la bomba y consumo de potencia*Régimen de giro de la bomba:*

$$\omega_b \left[\frac{rev}{min} \right]$$

Cilindrada del actuador:

$$V_a = \frac{v_a \cdot A_v \cdot 60}{\omega_b} \left[\frac{cm^3}{rev} \right]$$

Caudal de la bomba:

$$Q_b = \sum_{k=1}^3 Q_{a_k} \cdot n_k$$

Cilindrada de la bomba:

$$V_b = \frac{Q_b}{\omega_b} \cdot 1000$$

Diferencia de presión E/S:

$$\Delta p [bar] = p_s - p_E = (p + h_1 + h_2 + h_3) - p_E$$

Donde:

- Presión de trabajo: $p [bar]$
- Presión de entrada a la bomba: $p_E [bar]$
- Presión de salida de la bomba: $p_s [bar]$
- Pérdida de carga máxima en tubería: $h_1 [bar]$
- Pérdida de carga en distribuidor: $h_2 [bar]$
- Pérdida de carga en regulador: $h_3 [bar]$

Potencia absorbida:

$$N = \frac{Q_b \cdot \Delta p}{\eta \cdot 612} [kW]$$

$$N = 1,34 \cdot \frac{Q_b \cdot \Delta p}{\eta \cdot 612} [HP]$$

Donde:

- Rendimiento de la bomba: $\eta []$

Resultados.

Tabla 4-6: Resumen de cálculo de la bomba y potencia consumida.

Cálculos de la bomba			
Rendimiento total	$\eta = \eta_t$	0,88	[]
Revoluciones bomba	$\omega_b = n$	2600	[rev/min]
Cilindrada bomba	$V_b = V_g$	27,7	[cm ³ /rev]
Caudal bomba	$Q_b = q_v$	72,1	[L/min]
Presión de entrada	p_E	1,0	[bar]
Presión de salida	p_S	38,2	[bar]
Pérdida de carga máxima por tubería	h_1	0,75	[bar]
Pérdida de carga en distribuidor	h_2	3,50	[bar]
Pérdida de carga en regulador	h_3	1,50	[bar]
Diferencia de presión E/S	Δp	37,2	[bar]
Potencia absorbida	$N = P$	5,0	[kW]
		6,7	[HP]

Comentarios:

Se utilizará una bomba de desplazamiento variable de pistones axiales. Por ésta razón, en los cálculos anteriores se asumió un rendimiento genérico de 0,88 (Figura 4-4).

Como resultado de la parametrización asignada, se obtiene una potencia absorbida por la bomba de aproximadamente 6,7 HP. Pero dicho valor máximo se corresponde al hipotético caso en que deban accionarse los 11 actuadores hidráulicos a la vez, durante una tarea de control selectivo de malezas. Por ende, se trata de un consumo de carácter transitorio y, probablemente, el promedio sea inferior.

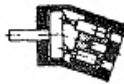
Tipo y sistema			esquema	rango de presión (bar)	rango de velocidad (vueltas/min)	viscosidad (cSt)	rendim. max.
bombas de pistones de movimiento axial	bombas de pistones axiales	placa inclinada bombas rotantes		200 ÷ 300	1000 ÷ 3000	30 ÷ 50	0,88
		cuerpo inclinado		200 ÷ 300	500 ÷ 3000	30 ÷ 100	0,88

Figura 4-4: Parámetros comunes a las bombas de pistones axiales (Speich & Bucciarelli, 1979).

Variantes para energizar el circuito de corte

Las posibles fuentes de energía hidráulica se resumen al sistema propio del tractor o bien a una central instalada en el implemento (Figura 4-5). A su vez, es importante diferenciar entre un sistema de centro cerrado y uno de centro abierto.



Figura 4-5: Fuentes de energía para el accionamiento de los elementos de corte.

Circuitos de centro abierto y de centro cerrado

En lo que sigue se analizarán las características de ambas clases de circuito con el propósito de justificar la implementación de un tipo determinado.

Consumo de potencia.

En el sistema de centro abierto, la bomba sólo induce alta presión en el líquido cuando trabaja el elemento accionado (actuador hidráulico). Cuando el sistema está en reposo, la bomba no genera alta presión sino que permanece haciendo circular el fluido hacia el depósito mientras la válvula distribuidora está en posición neutra. Es decir, la bomba está trabajando constantemente, a mayor o menor presión.

En el sistema de centro cerrado, en cambio, la bomba no trabaja cuando el sistema está en reposo, aunque continúa girando y manteniendo presión alta entre ella y la válvula de mando.

La diferencia entre ambos sistemas es notoria en la posición neutra. Durante el reposo, en un sistema de centro cerrado la bomba no impulsa líquido, por lo cual no consume potencia. Al empezar a bombear, la respuesta del sistema a la acción de la válvula de mando es prácticamente instantánea. En cambio, en un sistema de centro abierto, la bomba produce caudal incluso en el reposo, aunque la presión en el tramo bomba-válvula de mando es baja. Este movimiento de fluido implica un consumo (mínimo) de potencia por parte del sistema y, además, al actuar sobre la válvula de mando, la respuesta del sistema es algo más lenta que en el sistema de centro cerrado, ya que el líquido debe “levantar” presión hasta alcanzar la requerida por el actuador para realizar el trabajo.

Viabilidad económico-constructiva.

Desde el punto de vista constructivo-económico, una bomba de engranajes (de cilindrada fija) utilizada en sistemas de centro abierto, es un elemento más simple y barato que una compleja bomba de pistones (de cilindrada variable) empleada en sistemas de centro cerrado.

Temperatura de servicio.

Puede deducirse de la observación del resumen de cálculo (Tabla 4-6) que los caudales considerados implican un elevado consumo de potencia.

El empleo de un circuito de centro abierto, el cual consta de bomba de caudal fijo, válvula de alivio y distribuidor de centro tándem; traería consigo un recalentamiento del aceite por la permanente derivación a tanque del caudal sobrante. Debido a éste recalentamiento, es necesario que el depósito sea de grandes dimensiones o disponga de un intercambiador de calor para que el fluido hidráulico tenga la posibilidad de enfriarse durante su paso por el mismo. En otras palabras, el incremento de temperatura en el fluido requiere de una superficie lo suficientemente grande para permitir la disipación de térmica o transferencia de calor.

En números, una regla práctica sugiere, en el caso de no utilizarse un intercambiador de calor, que el depósito de aceite hidráulico admita de 2 a 3 veces la capacidad de la bomba (en litros) para asegurar la disipación térmica (Speich & Bucciarelli, 1979). Aplicando dicha regla al problema en cuestión, teniéndose una bomba de caudal de 72 L/min, el depósito debería contener, como mínimo, 144 L.

Bajo éste criterio, diagramar una central hidráulica de centro abierto propia para el implemento implicaría instalar un tanque de aceite de las dimensiones mencionadas, lo cual resulta exagerado en comparación con el tamaño general del implemento.

Remitirse al uso de tractores agrícolas cuyo sistema hidráulico sea de centro abierto podría ser una opción, debido a que los mismos disponen de depósitos de gran volumen. Pero, seguirían presentes los problemas característicos de éste tipo de sistemas, relacionados al mayor consumo de potencia y a la lentitud de respuesta.

Conclusión.

En función de lo descrito anteriormente, se cree que la mejor opción para energizar el sistema hidráulico de accionamiento de los módulos de corte es utilizar circuitos de centro

cerrado. Y que, además, exista la posibilidad de emplear el sistema hidráulico del tractor o una central propia de la máquina.

Sistema hidráulico del tractor, centro cerrado

Por lo general, un tractor con circuito hidráulico de centro cerrado está equipado con un sistema de compensación de presión con detección de carga, también denominado LSPC (*load-sensing, pressure-compensating hydraulic system*). Estos sistemas utilizan válvulas de control direccional de centro cerrado y bombas de caudal variable, la cual mantiene alta presión y flujo nulo, siempre que las válvulas distribuidoras estén en posición neutra.

Sistemas hidráulicos LSPC empleados en maquinaria agrícola y de construcción pueden encontrarse bajo denominaciones similares según el fabricante (Tabla 4-7).

Tabla 4-7: Sistemas LSPC utilizados por diversos fabricantes.

LSPC: sistema de compensación de presión con detección de carga	→	CATERPILLAR
PCLS: sistema de detección de carga con compensación de presión	→	JOHN DEERE CONSTRUCTION
PFC: sistema de presión y flujo compensados	→	JOHN DEERE AGRICULTURE - CASE IH - EATON
CCLS: sistema de detección de carga de centro cerrado	→	NEW HOLLAND AGRICULTURE Y AGCO

Sistema de presión y flujo compensados (John Deere)

Es un sistema hidráulico de centro cerrado, con bomba de caudal variable de pistones axiales. Es del tipo presión y caudal compensados (Figura 4-6). Admite variantes con capacidad de suministro de caudal de 100, 110, 155, 174 y 223 L/min.

La bomba impulsa única y exclusivamente el caudal demandado a la presión requerida. Cuando no hay demanda de caudal, prácticamente tampoco hay consumo de potencia. Cuando existe la demanda, la bomba sólo suministra lo necesario. Adicionalmente, en caso de que existan varios elementos a accionar, el sistema permite que se les entregue, a cada uno de ellos, el caudal que necesite y a la presión correcta, sin afectar al resto.

Accionamiento del levante del implemento

El circuito hidráulico de levante del implemento (Figura 4-7) está destinado a cumplir las siguientes funciones:

- 1) Clavar y desclavar el implemento (aplicación continua).
- 2) Regular la profundidad de trabajo de la cuchilla de corte (aplicación continua y aplicación selectiva).
- 3) Colocar el implemento en las posiciones de trabajo y de transporte.

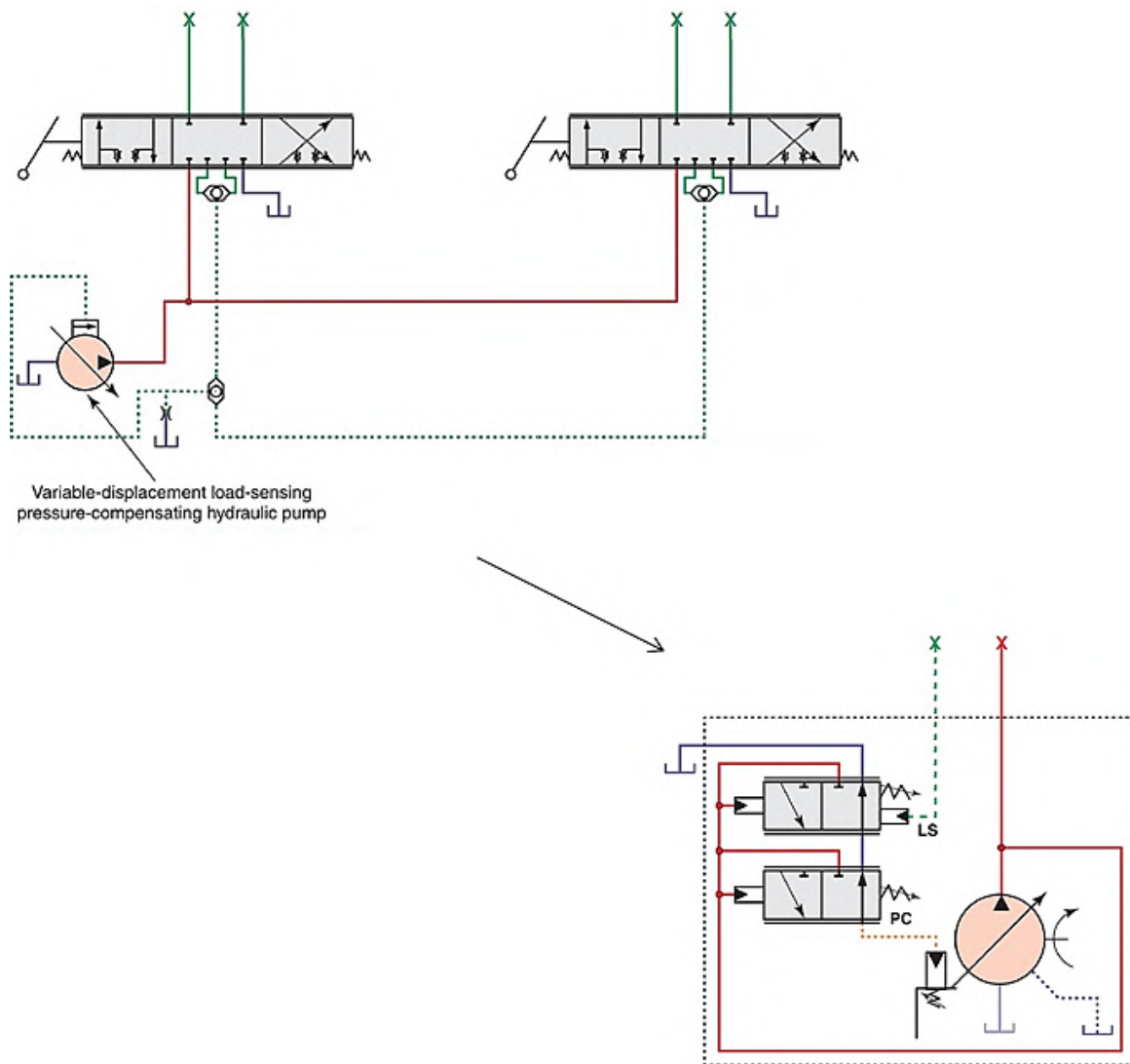


Figura 4-6: Sistema PFC, empleado en la división agrícola de John Deere.

Esquema hidráulico con dos comandos. Fuente: John Deere Agriculture.

Debido a la naturaleza de dichas acciones, las cuales se realizan con el tractor en movimiento, resulta conveniente que el levante del implemento se gobierne desde el interior de la cabina del tractor, utilizando el sistema hidráulico del mismo (potencia y comandos).

En caso de que se utilice un tractor que no cuente con toma de potencia hidráulica para tirar del implemento, debería instalarse un distribuidor de accionamiento electromagnético para el circuito de levante, que sea alimentado por la central hidráulica de la máquina y se comande mediante una señal eléctrica desde el interior de la cabina del tractor.

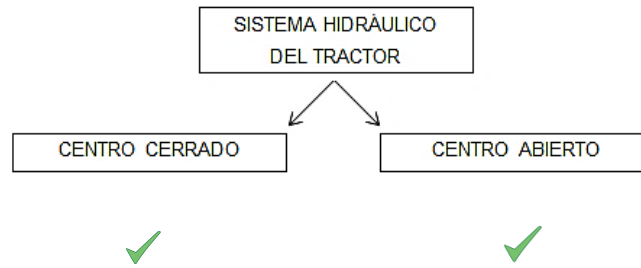


Figura 4-7: Fuentes de energía para el accionamiento del mecanismo de levante.

Parámetros iniciales y determinaciones

Condiciones iniciales.

- Número de actuadores: n []
- Fuerza de levante: F [N]
- Tiempo de apertura propuesto: t_a [s]

Datos del actuador.

Carrera del cilindro: c [mm]

Diámetro: d_c [mm]

Área llena: $A_{LL} = \pi \frac{d_c^2}{4}$ [mm²]

Área vástago:

$$A_V = \pi \frac{d_v^2}{4} \text{ [mm}^2\text{]}$$

Diámetro del vástago: d_v [mm]

Área anular:

$$A_{AN} = A_{LL} - A_V \text{ [mm}^2\text{]}$$

Cálculos del actuador.

Presión:

$$p = \frac{F}{A_{LL}} \left[\frac{N}{mm^2} \equiv MPa \right]$$

$$p = \frac{F}{A_{LL}} \cdot 10 \text{ [bar]}$$

Velocidad de apertura:

$$v_a = \frac{c}{t_a \cdot 1000} \left[\frac{m}{s} \right]$$

Caudal de apertura (área llena):

$$Q_a = \frac{v_a \cdot A_{LL}}{10^6} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

$$Q_a = \frac{v_a \cdot A_{LL} \cdot 60}{10^3} \left[\frac{L}{min} \right]$$

Caudal de retroceso (área anular):

$$Q_{AN} = \frac{v_a \cdot A_{AN} \cdot 60}{10^3} \left[\frac{L}{min} \right]$$

Cálculos de la bomba y consumo de potencia.

Régimen de giro:

$$\omega_b \left[\frac{rev}{min} \right]$$

Cilindrada de apertura:

$$V_a = \frac{v_a \cdot A_{LL} \cdot 60}{\omega_b} \left[\frac{cm^3}{rev} \right]$$

Cilindrada de la bomba:

$$V_b = V_a \cdot n \left[\frac{cm^3}{rev} \right]$$

Caudal de la bomba:

$$Q_b = Q_a \cdot n \left[\frac{L}{min} \right]$$

Diferencia de presión E/S:

$$\Delta p [bar] = p_S - p_E = (p + h_1 + h_2 + h_3) - p_E$$

Potencia absorbida.

$$N = \frac{Q_b \cdot \Delta p}{\eta \cdot 612} [kW]$$

$$N = 1,34 \cdot \frac{Q_b \cdot \Delta p}{\eta \cdot 612} [HP]$$

Resultados.

Tabla 4-8: Resumen de cálculo para el circuito de levante.

Datos del implemento			
Número de actuadores	n	2	[]
Datos del actuador			
Carrera	c	60	[mm]
Diámetro cilindro	d _c	50,8	[mm]
Diámetro vástago	d _v	38,1	[mm]
Área llena	A _{LL}	2026,8	[mm ²]
Área vástago	A _v	1140,1	[mm ²]
Área anular	A _{AN}	886,7	[mm ²]
Presión	p	69,0	[bar]

Tabla 4-8 (Continuación)

Cálculos del actuador			
Tiempo de apertura	t_a	8,00	[s]
Velocidad de apertura	v_a	0,01	[m/s]
Caudal apertura	Q_a	0,00002	[m³/s]
		0,9	[L/min]
Caudal retceso	Q_r	0,00001	[m³/s]
		0,4	[L/min]
Cálculos de la bomba			
Rendimiento total	$\eta = \eta_t$	0,75	[]
Revoluciones bomba	$\omega_b = n$	1500	[rev/min]
Cilindrada apertura	V_a	0,6	[cm³/rev]
Cilindrada bomba	$V_b = V_g$	1,2	[cm³/rev]
Caudal bomba	$Q_b = q_v$	1,8	[L/min]
Presión de entrada	p_E	1,0	[bar]
Presión de salida	p_S	73,5	[bar]
Pérdida de carga máxima por tubería	h_1	0,00	[bar]
Pérdida de carga en distribuidor	h_2	3,50	[bar]
Pérdida de carga en regulador	h_3	1,00	[bar]
Diferencia de presión E/S	Δp	72,5	[bar]
Potencia absorbida	$N = P$	0,3	[kW]
		0,4	[HP]

Nota: la pérdida de carga debida a la tubería es despreciable frente a las pérdidas de carga en el distribuidor y en el regulador, por el bajo caudal implicado en el movimiento de levante del implemento.

Diagrama general del sistema hidráulico de la máquina

A continuación se presenta el esquema general del sistema hidráulico del implemento, el cual consta del circuito de accionamiento de los elementos de corte (Figura 4-8) y el circuito que alimenta el mecanismo de levante (Figura 4-9). También se adjunta el listado de los componentes que integran dicho sistema (Tabla 4-9).

Notas:

- Para observar ambos circuitos con mayor detalle dirigirse al Anexo B, apartados **CJ-100-01**, **CJ-100-02** y **LE-100-01**.
- Remitirse al Anexo A4 para revisar la selección de componentes comerciales y al Anexo A6 para analizar el diseño del depósito de aceite.

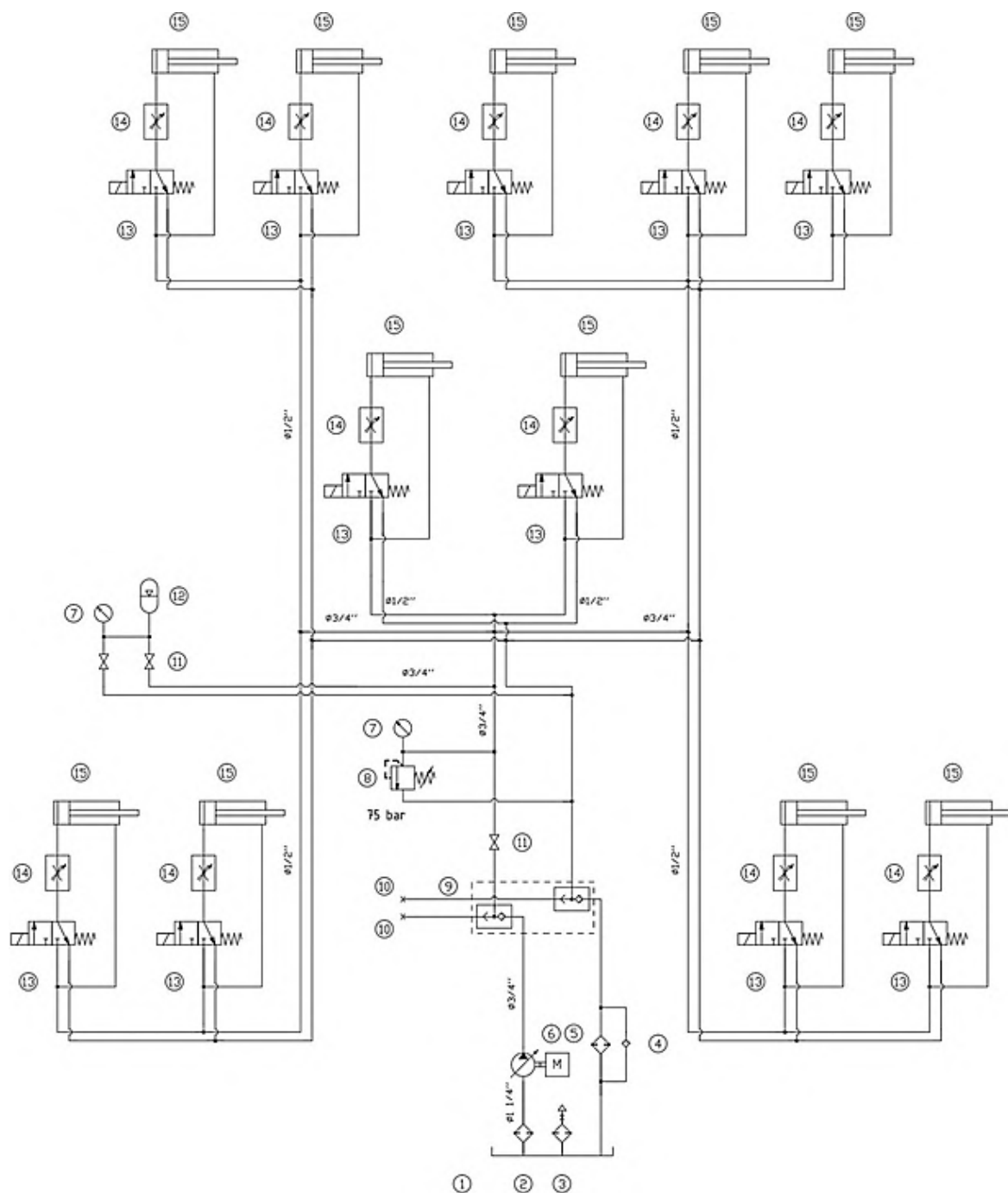


Figura 4-8: Circuito hidráulico de accionamiento de los elementos de corte.

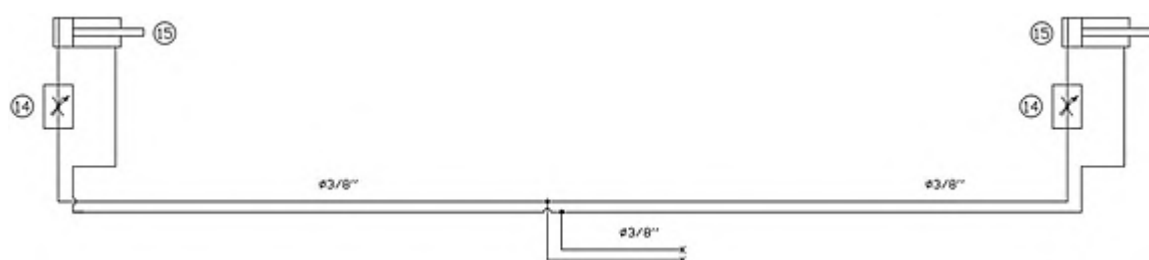


Figura 4-9: Circuito hidráulico de levante del implemento.

Tabla 4-9: Lista de componentes del sistema hidráulico.

1-	DEPÓSITO DE ACEITE HIDRÁULICO
2-	FILTRO DE SUCCIÓN
3-	FILTRO DE RESPIRACIÓN
4-	FILTRO DE RETORNO
5-	MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA ESTACIONARIO
6-	BOMBA DE CAUDAL VARIABLE DE PISTONES AXIALES
7-	MANÓMETRO
8-	VÁLVULA DE ALIVIO
9-	VÁLVULA SELECTORA DE CIRCUITO
10-	ACOPLE RÁPIDO, TOMA DE POTENCIA EXTERNA
11-	VÁLVULA DE CIERRE
12-	ACUMULADOR HIDRONEUMÁTICO DE DIAFRAGMA
13-	DISTRIBUIDOR DE CORREDERA 3/2 NA, accionamiento electromagnético y retorno por resorte
14-	VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL BIDIRECCIONAL
15-	CILINDRO HIDRÁULICO DOBLE EFECTO

Análisis de circuitos, memorias descriptivas

Circuito de corte de malezas, aplicación de control selectivo

1) Puesta en marcha:

El circuito puede energizarse a través de la central hidráulica instalada en el implemento, la cual consta de un motor estacionario de combustión interna (5) y una bomba de caudal variable (6), o bien mediante las tomas externas (10), utilizando el sistema hidráulico del tractor de tiro, el cual debe ser del tipo centro cerrado y con las características de presión y caudal requeridas, esto es 38 bar y 72 L/min. La válvula selectora de circuito (9) permite elegir una u otra fuente de energía.

Como es sabido, ambas fuentes de alimentación están compuestas por una bomba de desplazamiento variable de pistones axiales regulada por presión. Por tal motivo, al ponerse en marcha, con los actuadores (15) inicialmente en posición retraída y el sistema general en estado de reposo, la bomba no impulsa líquido, aunque permanece girando y manteniendo presión alta entre ella y la válvula de mando (13) de cada actuador. Dicha presión máxima es la presión de regulación de la bomba de pistones y, en este caso, adquiere el valor de 40 bar, número que engloba la magnitud necesaria para realizar el corte del suelo y las pérdidas de carga distribuidas en el circuito.

2) Avance de uno o más actuadores, acción de control selectivo de malezas:

Cuando el sistema de control del implemento detecta, a través de los sensores de maleza, la existencia de una planta indeseable, ya sea en uno o más canales de detección; envía una señal eléctrica con el objetivo de excitar electromagnéticamente el

solenoide de la válvula direccional (13) del o los actuadores (15) ubicados en la franjas de acción donde se encuentra la maleza.

Como mínimo se accionará un único actuador, en el caso en que se haya identificado la presencia de maleza en uno de los once canales de detección. En el caso extremo, habiéndose detectado maleza en los once canales, se procederá a accionar los once cilindros.

Sean uno u once actuadores a energizar, la bomba (6) impulsará única y exclusivamente el caudal demandado y a la presión requerida.

El caudal demandado queda determinado directamente por las válvulas reguladoras de caudal bidireccionales (14). Las mismas establecen la velocidad del fluido hacia los actuadores, formando parte de la conexión regenerativa que los abastece. Así se regula la velocidad de avance y retroceso de los cilindros, siendo la primera superior a la de segunda.

Llegando a la mitad del recorrido, los actuadores sitúan los escardillos en contacto con la tierra, los cuales penetran y continúan su avance. Así, los actuadores pasan de estar realizando un movimiento en vacío a efectuar el trabajo de corte.

Habiendo los cilindros arribado al fin de carrera, las válvulas direccionales seguirán bajo excitación de su solenoide hasta que el sistema de control deje de enviar la señal eléctrica. Esto es así para asegurar, con dicho retardo al retroceso, el descalce completo de la maleza.

Durante éste suceso y en posición de tope mecánico de los cilindros, la bomba (6) y su sistema de regulación de presión detectan el incremento de la presión por encima del valor configurado y se produce el centrado total de la bomba, adquiriendo nuevamente un estado de reposo. Esto es, presión máxima entre ella y la válvula de mando (13), sin movimiento de fluido (caudal nulo), con mínimo consumo de potencia.

3) *Retroceso de uno o más actuadores, acción de control selectivo de malezas:*

Una vez que el sistema de control electrónico del implemento interpreta que se ha cumplido con el corte efectivo de la maleza (debido a que transcurrió el tiempo de retardo y no se detectó nueva maleza), éste deja de enviar la señal eléctrica, desenergiza el solenoide y la válvula direccional (13) vuelve a su posición inicial por acción del resorte, induciendo también el retroceso del actuador (15). Dicho retroceso se produce por el caudal que ahora ingresa por la cámara anular del actuador y es suministrado por la bomba (6), la cual se vio accionada por el descenso de presión asociado a la liberación

del paso de aceite hacia tanque por parte de la válvula de mando. La velocidad de retroceso es, nuevamente, impuesta por la válvula reguladora de caudal (14).

Durante la carrera de retroceso el aceite saliente de la cámara llena del cilindro recircula a tanque. En el momento en que el actuador alcanza su posición cerrada, la presión se incrementa hasta superar el valor de regulación de la bomba y ésta deja de impulsar fluido, volviendo otra vez al reposo (centrado total).

4) Función del acumulador, acción de control selectivo de malezas:

El acumulador (12) se coloca con el único fin (en control selectivo) de absorber las vibraciones generadas en el circuito hidráulico.

5) Función de la válvula de alivio:

La válvula de alivio (8) se ensambla como elemento adicional de seguridad, actuando como limitador de presión en caso de falla de la bomba (6), el acumulador (12) u otro componente del circuito.

6) Las características asociadas a los actuadores del sistema de corte son:

- Fuerza: 3700 N
- Presión: 33 bar
- Velocidad de avance: 0,15 m/s
- Caudal de avance: 18,2 L/min

7) Los requisitos de potencia del sistema de corte son:

- Presión: 38 bar
- Caudal: 72 L/min
- Potencia: 6,7 HP

Notas:

- A fines de realizar una tarea de control selectivo de malezas, el sensor y su sistema de mando deben configurarse bajo el modo de aplicación puntual (*spot application*). Como ya se ha expuesto, WeedIt cuenta con tecnología PWM (*pulse-width-modulation*), característica que permite variar entre diversos modos de aplicación (puntual, de cobertura total, etc.).
- En el Anexo A5 se muestran, en cada tramo de tubería, los caudales implicados en el avance (Figura A 17) y retroceso (Figura A 18) de los 11 actuadores. También se presentan los parámetros descriptivos de cada elemento.

Circuito de corte de malezas, aplicación de control total

1) Configuración del sistema hidráulico, aplicación de control total de malezas:

En caso de querer realizar un corte del suelo en el total del ancho de trabajo, se procede a configurar el sistema como sigue:

- a. Se energiza el circuito, ya sea mediante la central propia del implemento o el sistema hidráulico del tractor.
- b. Se accionan los once cilindros (15) utilizando la tecnología PWM del sistema de control integrado a los sensores de maleza, la cual permite setear el modo de aplicación de cobertura total (full coverage). En otras palabras, el sistema de control envía una señal eléctrica continua, generando la excitación constante del solenoide de la válvula direccional (13). De ésta manera, la válvula de mando se acciona permanentemente impidiendo el retroceso por resorte.
- c. Con los cilindros en posición final de carrera y el sistema a máxima presión, se cierra la válvula de corte (11), con el fin de mantener la presión y desconectar la fuente de alimentación, eliminando el consumo de potencia.

Realizada la secuencia anterior, el sistema está listo para salir a campo, esperando que se posicione el implemento en la altura de trabajo y se claven los escardillos. Esto se hace con el tractor en movimiento y desde la cabina del tractor se comanda el sistema hidráulico del mismo para accionar el sistema de levante.

2) Función del acumulador, aplicación de control total de malezas:

En este caso el acumulador se emplea para absorber impactos y zafar obstáculos. Al estar los once cilindros fijos en posición de trabajo, ante cualquier sobreesfuerzo que produzca un aumento de la presión por encima de la de trabajo, el acumulador permite la retracción del o los actuadores, admitiendo el retroceso del aceite y evitando la falla mecánica de los componentes de corte del suelo. Así, la sobrepresión de apertura del acumulador es cercana a los 42 bar, apenas por encima de la presión de trabajo; en tanto la sobrepresión máxima es de alrededor de 70 bar, momento en que alcanzado dicho valor el acumulador absorbería la totalidad del volumen de aceite, si fuese necesario retraer los once cilindros.

3) Función de la válvula de alivio, aplicación de control total de malezas:

Aquí la válvula de alivio, como elemento de seguridad, podrá derivar aceite a tanque en caso de falla del acumulador y alcanzados los 75 bar, valor apenas por encima de la sobrepresión máxima del acumulador.

Nota:

A fines de realizar una tarea de control total de malezas, el sensor y su sistema de mando deben configurarse bajo el modo de cobertura total (*full coverage*). Como ya se ha expuesto, WeedIt cuenta con tecnología PWM (*pulse-width-modulation*), característica que permite variar entre diversos modos de aplicación (puntual, de cobertura total, etc.).

Circuito de levante del implemento

El sistema de levante puede energizarse únicamente mediante el sistema hidráulico del tractor, por razones de operación del implemento, ya que el mismo debe colocarse en posición de trabajo o de transporte con el tractor en movimiento.

Es así que, para posicionar el implemento a diferentes alturas respecto del suelo, se emplea el sistema hidráulico del tractor, accionando el comando del mismo.

La válvula reguladora de causal bidireccional (14) impondrá la velocidad de salida o retroceso del actuador (15). Una vez alcanzadas las posiciones de inicio o fin de carrera, no ingresará caudal al sistema de levante debido a la acción del componente que regule la presión dentro del sistema hidráulico del tractor; esto es, una válvula de alivio si el tractor dispone de un sistema hidráulico de centro abierto, o la misma bomba de caudal variable, adquiriendo la posición de centrado total por orden del regulador de presión, si el tractor cuenta con un sistema hidráulico de centro cerrado.

Diferentes topes mecánicos (anillos de aluminio que se colocan rodeando el vástago del cilindro) permiten regular las alturas de trabajo y transporte.

Las características asociadas a los actuadores del sistema de levante son:

- Fuerza: 13920 N = 1420 kgf
- Presión: 70 bar
- Velocidad de avance: 0,01 m/s
- Caudal de avance: 1 L/min

Los requisitos de potencia del sistema de levante son:

- Presión: 74 bar
- Caudal: 2 L/min
- Potencia: 0,5 HP

Nota:

En el Anexo A5, se muestran los caudales implicados en el avance (Figura A 19) y retroceso (Figura A 20) de los cilindros de levante, así como también la presión necesaria para elevar el implemento.

Validación del sistema hidráulico

Circuito de corte de malezas, aplicación de control selectivo

Se realizó la validación del sistema hidráulico para el accionamiento de los escardillos mediante simulaciones en el software *FluidSIM*, desarrollado por FESTO Corp.

A modo de simplificación, se analizó el funcionamiento de 4 actuadores, más específicamente aquellos que se encuentran en la 1^{era} línea de acción del implemento. De todas maneras, las conclusiones a las que se arribó son extrapolables a la totalidad del circuito.

A continuación se informan los resultados de dichas simulaciones, acompañados de breves comentarios pertinentes al tema.

1) Configuración del circuito en el entorno de simulación y puesta en marcha.

Luego de la puesta en marcha del conjunto motor-bomba (Figura 4-10), el sistema adquiere el estado de reposo, lo cual significa presión máxima ($p = 40$ bar) y centrado total de la bomba ($Q = 0$ L/min). Los actuadores se encuentran en posición retraída.

2) Simulación del avance en vacío de un actuador.

El avance en vacío del actuador ($F = 0$ N) se da desde el inicio de carrera hasta el punto en que el escardillo entra en contacto con el suelo. Esto es, mientras el vástago del cilindro se desplaza de 0 a 35 mm. Para penetrar, el actuador deberá efectuar la fuerza de corte del suelo. Luego, seguirá avanzando con carga hasta alcanzar profundidad máxima, la cual se presenta a los 70 mm.

Lo anterior se ilustra a través de la gráfica de fuerza-desplazamiento del actuador (Figura 4-11).

Para el avance en vacío de un actuador (Figura 4-12), se establecen caudales y velocidades de similar valor a los calculados analíticamente, tanto para el caudal suministrado por la bomba como para el caudal de alimentación del cilindro en conexión regenerativa y la velocidad de salida del actuador. Dichos valores son de alrededor de 10 L/min, 18 L/min y 0,15 m/s respectivamente.

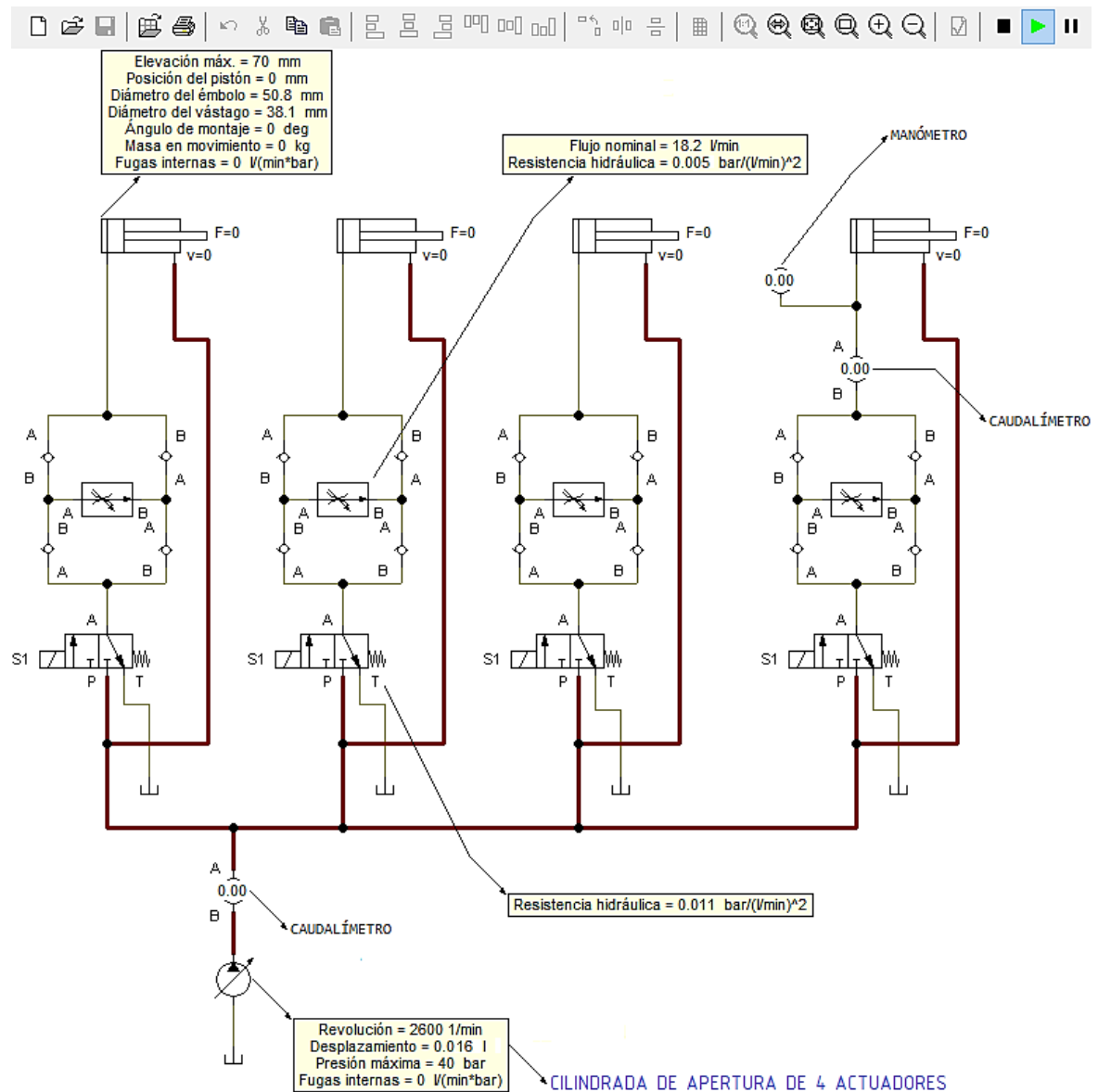


Figura 4-10: Configuración del circuito en FuidSIM y puesta en marcha.

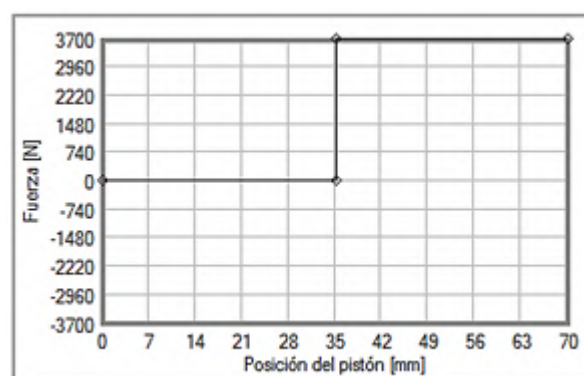


Figura 4-11: Fuerza del cilindro en función del desplazamiento del pistón.

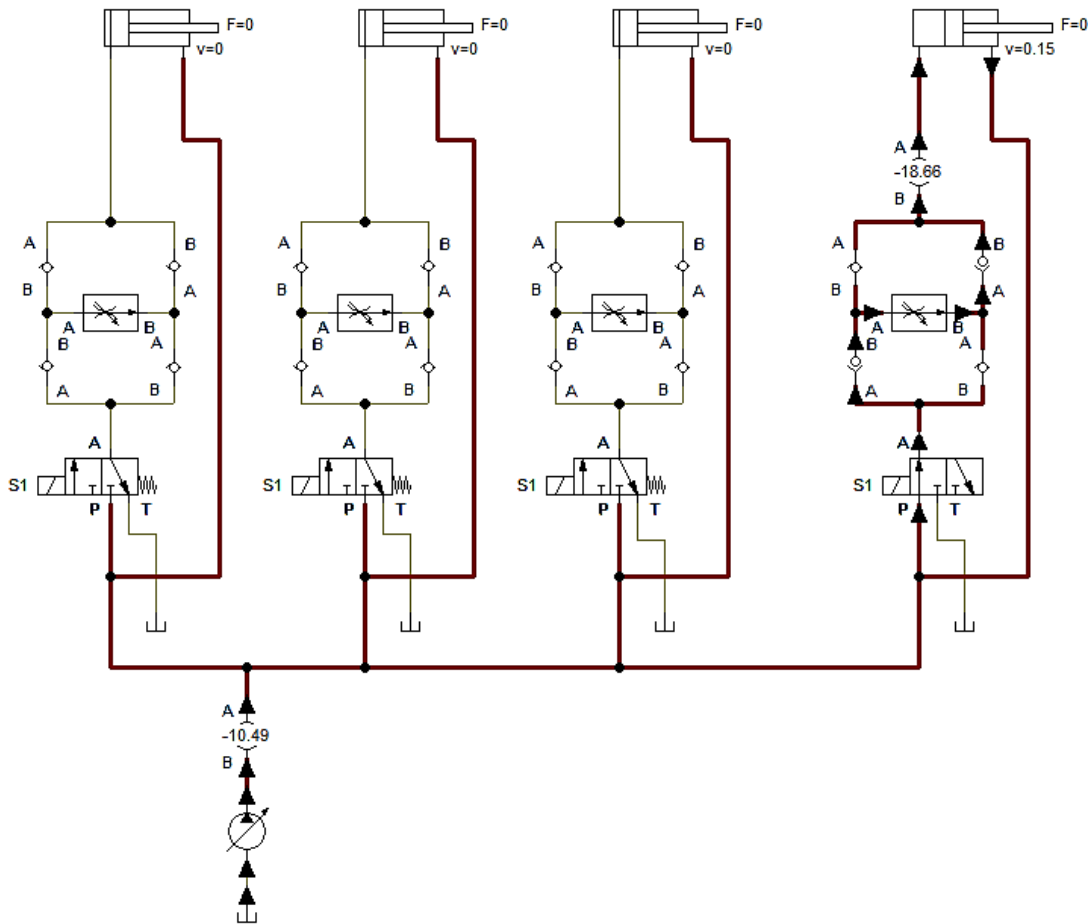


Figura 4-12: Avance en vacío de un actuador.

3) Simulación del avance bajo carga de un actuador.

Bajo el estado de carga (Figura 4-13), el caudal del consumo y la velocidad del actuador se mantienen sin cambios respecto del avance en vacío.

Por otro lado, la presión en la cámara llena del cilindro es de 40 bar y es la requerida para realizar una fuerza de corte del suelo de 3700 N.

4) Fin de la carrera de avance de un actuador.

Alcanzado el final de carrera del cilindro y, con ello, la profundidad máxima del escardillo, la bomba vuelve a ponerse en estado de espera, preservando la presión máxima (40 bar) y sin impulsar fluido (Figura 4-14).

5) Simulación del retroceso de un actuador.

Durante el retroceso de un actuador (Figura 4-15), la bomba alimenta la cámara anular con un caudal de 8 L/min, valor predicho analíticamente.

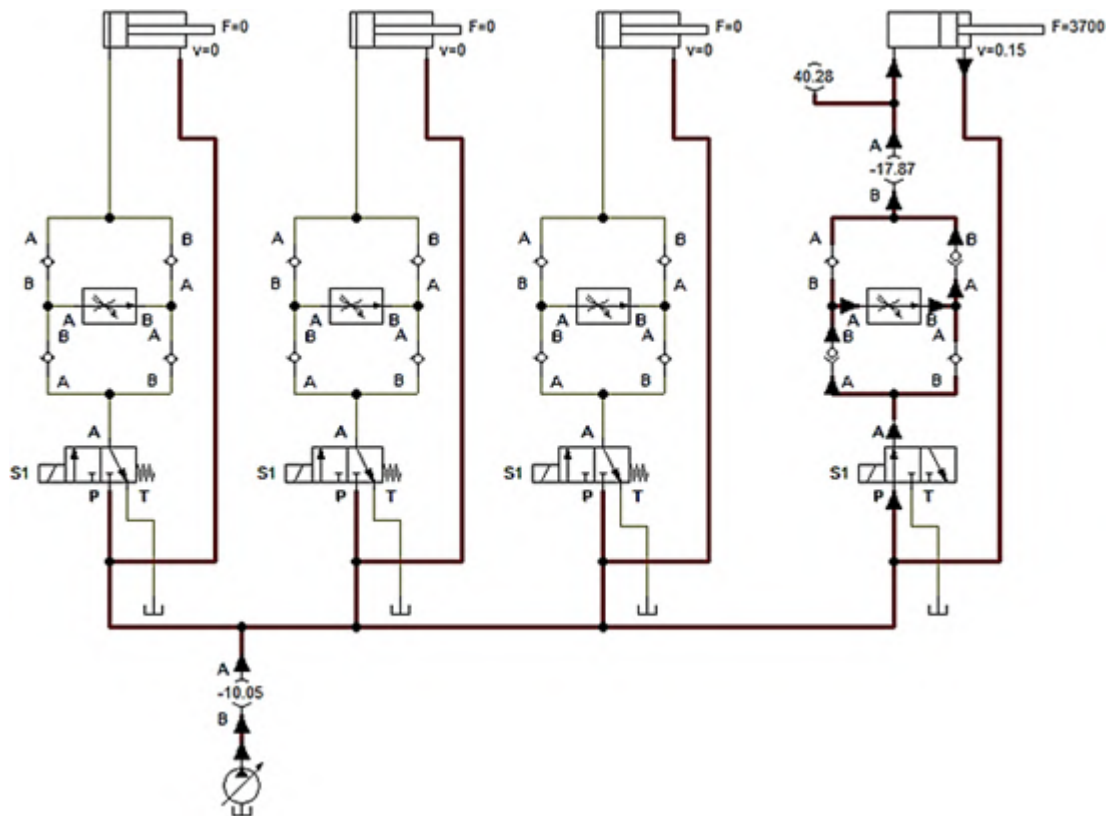


Figura 4-13: Avance bajo carga de un actuador.

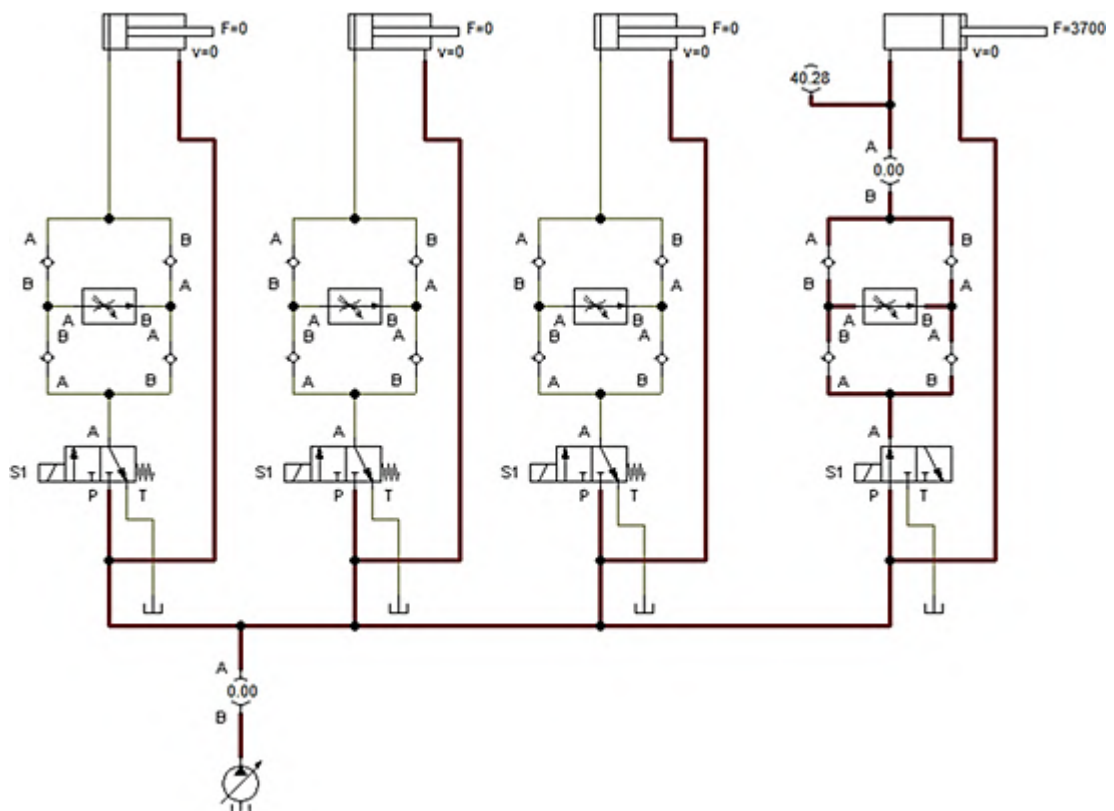


Figura 4-14: Fin de la carrera de avance de un actuador.

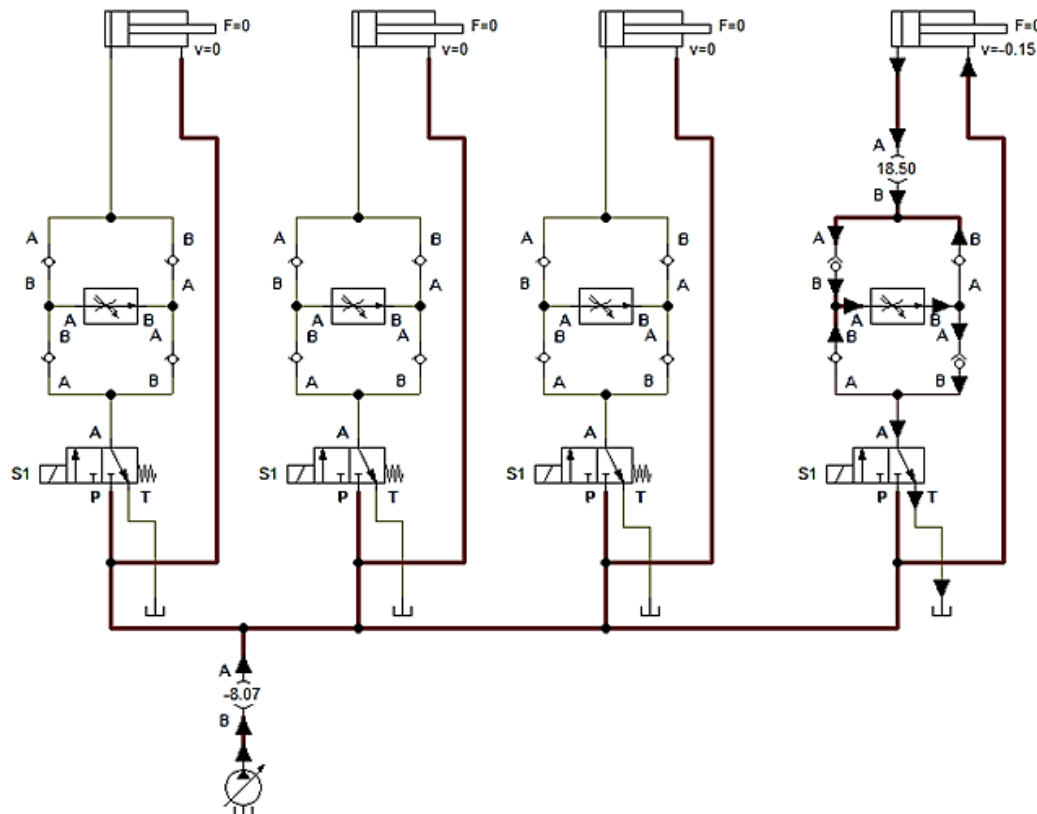


Figura 4-15: Retroceso de un actuador.

6) Simulación del avance bajo carga de cuatro actuadores.

Como era de esperar, la bomba de pistones axiales suministra un caudal equivalente a cuatro veces el consumo de un actuador, manteniendo presión máxima (Figura 4-16). Esto es, alrededor de 40 L/min y 40 bar. De ésta manera, la velocidad de salida de los actuadores está asegurada (0,15 m/s) y, con ello, la eficacia del control de la maleza.

Esto induce a pensar que, ante diferentes situaciones de consumo, la bomba entregará el caudal necesario y a la presión requerida, se trate de uno, dos u once actuadores.

7) Simulación del retroceso de cuatro actuadores.

Nuevamente, la bomba de desplazamiento variable entrega un caudal equivalente a cuatro veces el consumo de un actuador (Figura 4-17). El valor observado es de 32 L/min.

Conclusión.

El sistema hidráulico de corte asume el comportamiento esperado. Ante diferentes situaciones de consumo, la bomba entrega el caudal necesario y a la presión requerida, se trate de uno, dos u once actuadores en situación de avance.

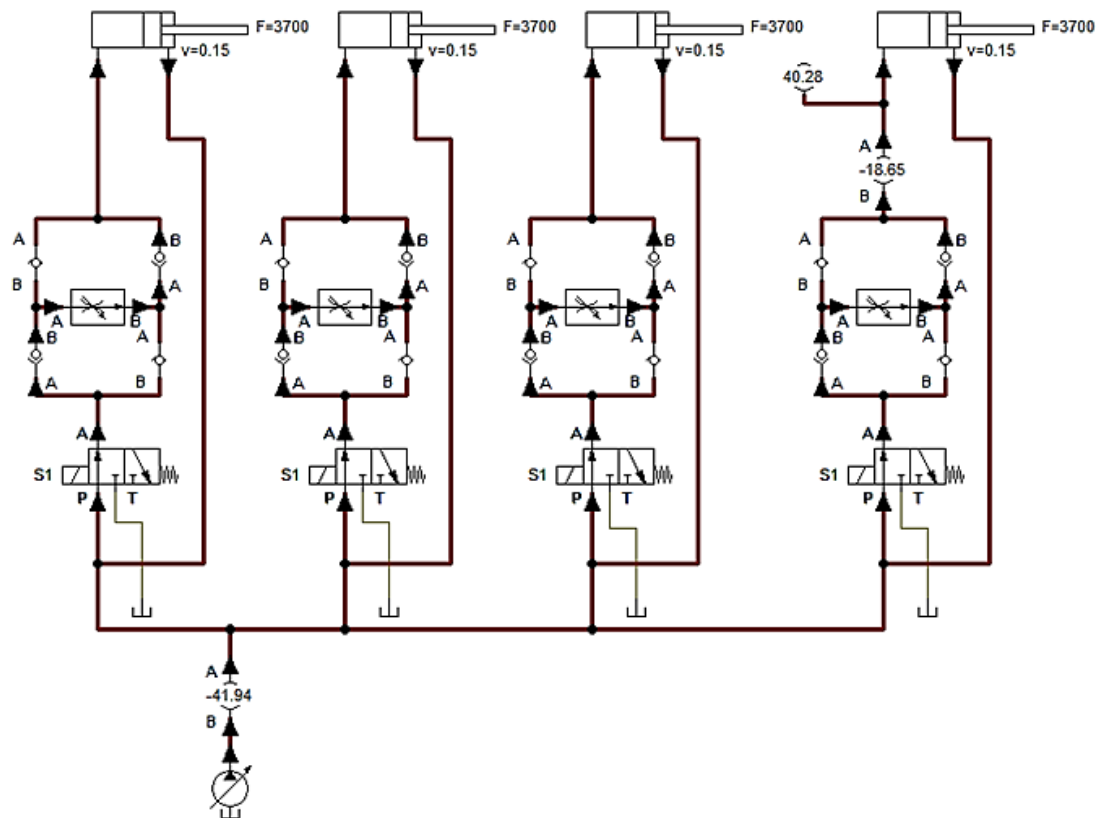


Figura 4-16: Avance bajo carga de cuatro actuadores.

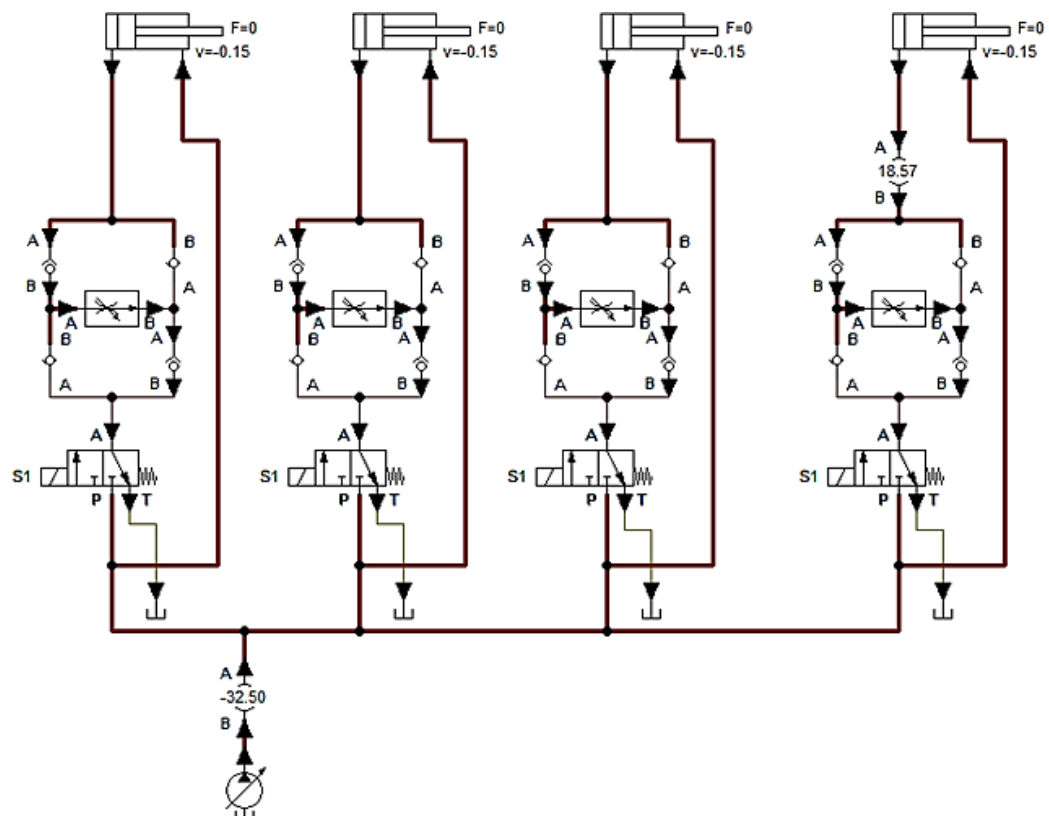


Figura 4-17: Retroceso de cuatro actuadores.

De ésta manera se asegura tanto la velocidad de salida de los actuadores como la fuerza de corte del suelo, actuando el sistema en el instante preciso en que el implemento pasa por sobre el objetivo y a la profundidad necesaria, para así lograr un control eficaz de la maleza.

Capítulo 5 : sistema de mando electrónico

Preliminares

El propósito principal del implemento desarrollado es que el mismo sea capaz de efectuar un control mecánico selectivo de malezas en barbecho, a pesar de que también esté preparado para realizar controles de cobertura total.

Para alcanzar dicho propósito, se diseñó el módulo de corte del suelo especificado en capítulos anteriores y se pensó en el accionamiento hidráulico como fuente motriz del mismo.

Ahora bien, para automatizar y gobernar el funcionamiento de cada módulo y del sistema en general, la idea es adaptar una plataforma de pulverización selectiva al implemento. Debido a las excelentes prestaciones y ante la posibilidad de realizar aplicaciones tanto selectivas como continuas, para tal fin se adoptó el sistema WEEDit.

En éste capítulo, comienza con una breve descripción de las diferentes tecnologías existentes para la detección de maleza. Luego, se hace foco en los sensores del espectro de luz reflejada y, específicamente, en el sistema WEEDit para la pulverización dirigida. Finalmente, se presentan se comentan esquemas básicos de control electrónico ideados para el sistema WEEDit al desmalezado mecánico selectivo.

Sensores de maleza

Para la detección de malezas en la actualidad, se utilizan métodos de tecnología óptica y electrónica. Estas tecnologías se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Sensores del espectro de luz reflejada.
- Sensores basados en la toma de imágenes y algoritmos de procesamiento en tiempo real (visión artificial).

El grupo de sensores del espectro de luz reflejada incluye:

- Identificación del color verde.
- Detección del color rojo y el infrarrojo cercano.
- Arreglos de sensores de color de distintas longitudes de onda y ancho de banda estrecho.

En el conjunto de tecnologías para la detección de malezas a través de visión artificial se tiene:

- Detección por análisis de color.
- Detección por análisis de forma.
- Detección por análisis de textura.

Sensores del espectro de luz reflejada

Sensores de color verde: denominados detectores de color, distinguen plantas verdes (maleza y/o cultivo) respecto del suelo. Están compuestos por fototransistores y filtros ópticos. Suministran una salida lógica que se activará cuando se detecte la presencia del color verde. Con éste tipo de sensores se emplea un microcontrolador de bajas prestaciones para gobernar el sistema de pulverización selectiva, con la sola consigna de producir el retardo correspondiente para disparar la electroválvula que maneja el pico pulverizador, teniendo en cuenta la velocidad de avance de la máquina.

Arreglos de sensores de diferentes longitudes de onda: se basan en la reflectancia espectral de los cultivos, las malezas y el suelo. Se diseña el sensor seleccionando un arreglo de fotodetectores (diodos y transistores sensibles a la luz) foto para longitudes de onda características y contrastantes entre las malezas y el cultivo o el suelo. La electrónica asociada, requiere de circuitos de acondicionamiento de señal analógicos, conversores analógico digital de varios canales y microcontroladores con cierta capacidad de cálculo y velocidad de procesamiento para poder tomar decisiones en forma rápida y actuar en tiempo real.

Detección del color rojo y el infrarrojo cercano: trabajan en función la cantidad de luz reflejada cerca del infrarrojo (NIR) y en el rango del rojo visible (RR). Dado que el suelo y las plantas reflejan cantidades distintas de ambos espectros, se utiliza ésta característica para realizar una clasificación. Las plantas debido a su clorofila, absorben gran cantidad de luz roja, en el rango de longitudes de onda que van de 0,63 a 0,66 μm (RR), mientras que la luz cercana al infrarrojo, que se ubica entre 0,75 y 1,2 μm (NIR), es ampliamente reflejada. La relación de NIR/RR se encuentra entre 1,1 y 1,5 para el suelo y entre 6 y 15 para las plantas con hojas verdes.

Un sistema de detección RR/NIR emplea dos pares de fotodetectores y filtros ópticos, uno para la luz roja y otro para la luz cercana al infrarrojo. El conjunto de sensores explora el suelo, capta la luz reflejada en ambos espectros y procesa los datos mediante un microcontrolador, que corre un algoritmo de discriminación relativamente sencillo. Un punto a considerar es el método de iluminación del sector a explorar que puede ser a través de la luz natural o a través de iluminación activa. Este último caso resulta conveniente, ya que permite su utilización en el trabajo nocturno.

Visión artificial aplicada al control de malezas

Existen diversas estrategias de procesamiento de imágenes en tiempo real aplicadas a la detección de malezas. El denominador común es la utilización de cámaras de video o fotográficas. En éste contexto, la definición óptica de la cámara es fundamental para lograr una detección precisa y en el menor tiempo posible. Lo que diferencia a las distintas tecnologías de visión artificial es la característica empleada para la detección (color, forma o textura).

Detección por análisis de color: trabajan con cámaras digitales de color y el algoritmo realiza una clasificación de zonas verdes contra suelo.

Detección por análisis de formas: el algoritmo es capaz de diferenciar la forma de las hojas del cultivo respecto de la forma de las hojas de la maleza. De ahí la ventaja significativa frente a otros métodos de detección, ya que permite discriminar entre cultivo, maleza y suelo.

Detección por análisis de textura: se analiza la textura de las imágenes, la cual se encuentra relacionada con la geometría y distribución en el espacio del objeto fotografiado. Dichas características son referencia para distinguir entre suelo, cultivo y malezas.

Todas éstas técnicas de detección requieren de imágenes de alta calidad gráfica. A su vez, la elevada complejidad de los algoritmos deriva en importantes tiempos para la toma de decisión, lo cual conspira con la detección en tiempo real y redundante en el uso de procesadores de alto rendimiento y elevado costo.

Pulverización selectiva

Detección por reflexión de la luz y aplicación del herbicida

Las plantas reaccionan a todas las formas de luz, pero reaccionan especialmente a las longitudes de onda del infrarrojo ($\approx 0,75 \mu\text{m}$ a $400 \mu\text{m}$). Cuando ésta luz es aplicada sobre materia vegetal viva, la clorofila en la planta absorbe parte de ella, la convierte y la emite como luz específicamente en el rango del infrarrojo cercano ($\approx 0,75 \mu\text{m}$ a $1,2 \mu\text{m}$).

Un cierto tipo de sensor aprovecha el fenómeno descrito anteriormente, conocido como fluorescencia de clorofila, para detectar la presencia de maleza en un lote.

Luego de identificar la existencia de maleza, el sistema electrónico para la pulverización selectiva calcula la velocidad de avance del implemento en que se encuentra montado y

cuando la maleza se encuentra bajo el pico de aplicación de herbicida, una válvula solenoide deja pasar el caldo que es inmediatamente pulverizado con precisión sobre la planta.

¿Qué es WEEDit?

WEEDit es un sistema desarrollado para la pulverización selectiva en barbechos, permitiendo la identificación de maleza y su control a partir de la pulverización del herbicida puntualmente sobre la misma.

Se dice que ha sido diseñado para la pulverización selectiva en barbechos, debido a que sólo distingue materia vegetal viva respecto de materia vegetal muerta y componentes del suelo. En otras palabras, no es capaz de diferenciar entre plantas vivas de cultivo y maleza.

WEEDit basa su funcionamiento en el principio de fluorescencia de clorofila y obtiene sus mejores resultados en lotes con bajas frecuencias de malezas o en el caso de malezas resistentes o tolerantes, donde se deben utilizar productos específicos de alto costo.

¿Cómo funciona WEEDit?

- 1) Los sensores emiten una combinación de luz roja visible e infrarroja hacia el objetivo en el suelo desde una altura de 1100 mm.
- 2) La luz emitida es reflejada desde el objeto, maleza o suelo en una longitud de onda particular para cada caso. Cuando la luz roja pasa sobre materia vegetal viva la clorofila de la planta absorbe parte de la luz roja, la convierte y la emite como longitudes de onda del infrarrojo cercano (*NIR, near-infrared*).
- 3) Un detector con 4 canales de alta sensibilidad dentro del sensor apunta hacia el suelo en búsqueda de luz cercana al infrarrojo (NIR) reflejada por la clorofila de la planta. Cada canal realiza 40000 lecturas por segundo (Figura 5-1).
- 4) Cuando se detecta dicha luz, el sistema calcula el tiempo de demora para poder realizar la pulverización exactamente sobre la planta. Para esto el sistema requiere de un sensor magnético en la rueda del vehículo que mida la velocidad, o bien puede ser conectado a un GPS o radar y obtener el dato de velocidad de allí.
- 5) Unas milésimas antes de que la planta esté bajo el pico de pulverización una válvula solenoide de gran velocidad deja paso al caldo del sistema de pulverización para que sea aplicado exactamente sobre la maleza.

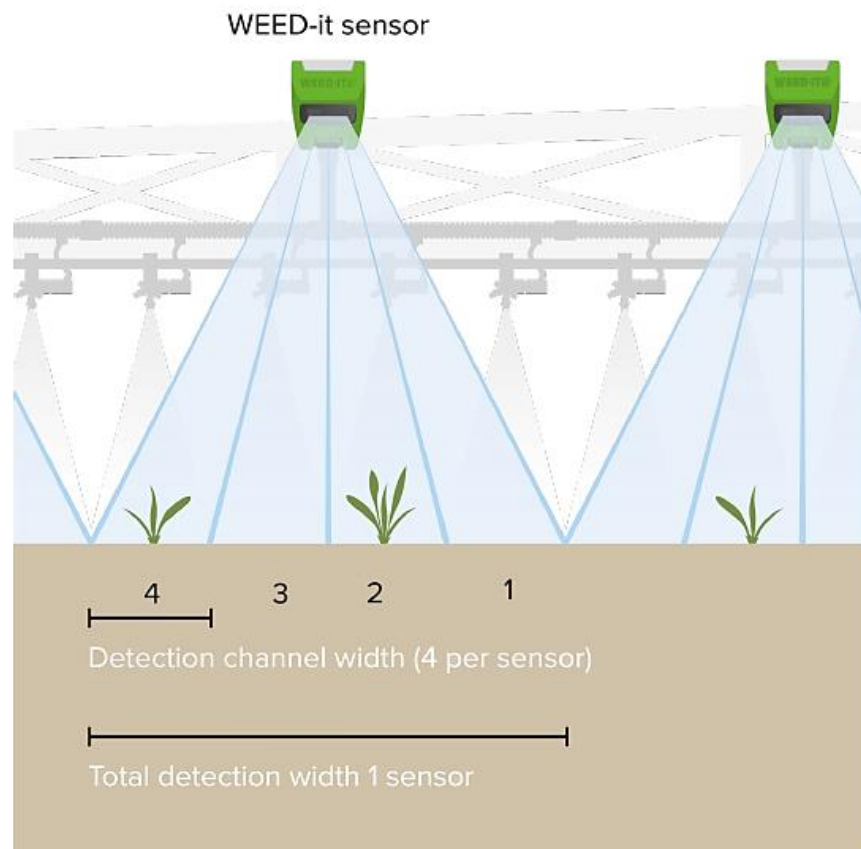


Figura 5-1: Ancho de detección del sensor empleado por el sistema WEEDit.

Características del sistema WEEDit

Ancho de trabajo: cada sensor trabaja a una altura de 1,10 m del suelo y tiene un ancho de detección de 1 m. Dicho ancho se divide en 4 secciones de 25 cm, a cada una de las cuales se le asigna una válvula solenoide. La inspección del suelo es realizada a cada milímetro en la dirección de avance. Dependiendo de las condiciones ambientales y el tipo y estado de la planta, el área mínima de hoja detectada es de aproximadamente 2 cm².

Velocidad de trabajo: puede funcionar con una velocidad máxima de hasta 25 km/h.

Válvulas PWM: la modulación por ancho de pulsos (*PWM, pulse-width-modulation*) de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (senoidal, cuadrada, etc.) ya sea para transmitir información a través del canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga. WEEDit utiliza tecnología PWM para pulverizar bajo distintos modos de aplicación: pulverización puntual o selectiva (*spot spraying*), cobertura total (*full coverage*) y función dual (*dual function, spot & coverage*).

Bajo el modo de cobertura total, el sistema pulveriza continuamente, como en una aplicación de herbicida regular. El caudal pulverizado es independiente de la velocidad de avance, el tránsito de curvas y la detección (o no) de maleza.

La función dual combina la pulverización selectiva y la de cobertura total. El sistema aplica un caudal fijo de herbicida a la totalidad del lote. Cuando la existencia de maleza es detectada, una cantidad diferente de agroquímico es pulverizada.

Por supuesto, la dosis aplicada en pulverizaciones puntuales es mayor a las aplicadas durante una cobertura total.

Trabajo día y noche: posee una fuente de luz propia que le permite trabajar incluso de noche, permitiendo aumentar la capacidad operativa del equipo.

Esta tecnología tiene su funcionamiento óptimo cuando el sol se pone y la cantidad de luz infrarroja disminuye. En verano, la noche ofrece un estado menos estresado de la maleza y una mejor detección de la clorofila.

Nota: ver especificaciones técnicas del sistema WEEDit en el Anexo A7.

Diagrama electrónico del sistema WEEDit

Los componentes electrónicos que integran la plataforma y la instalación de la misma en un pulverizador se muestran a continuación (Figura 5-2 y Figura 5-3).

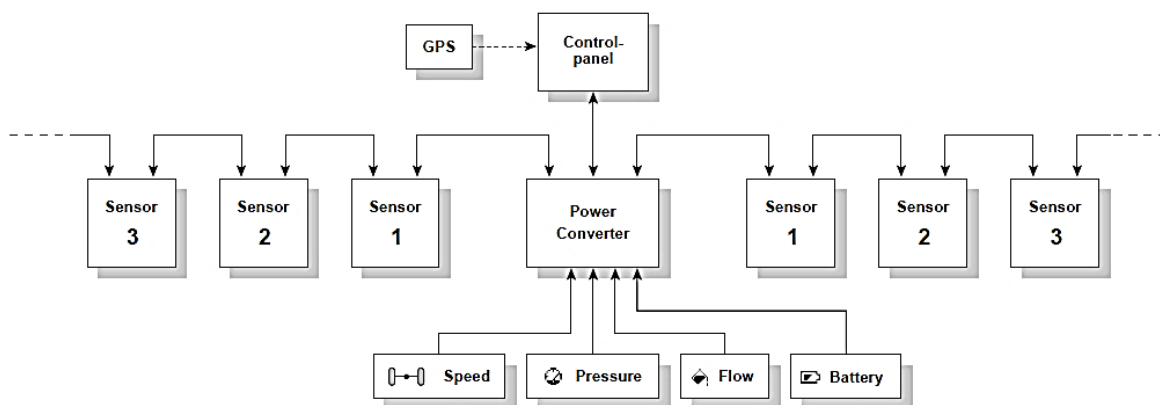


Figura 5-2: Componentes electrónicos que conforman el sistema WEEDit.

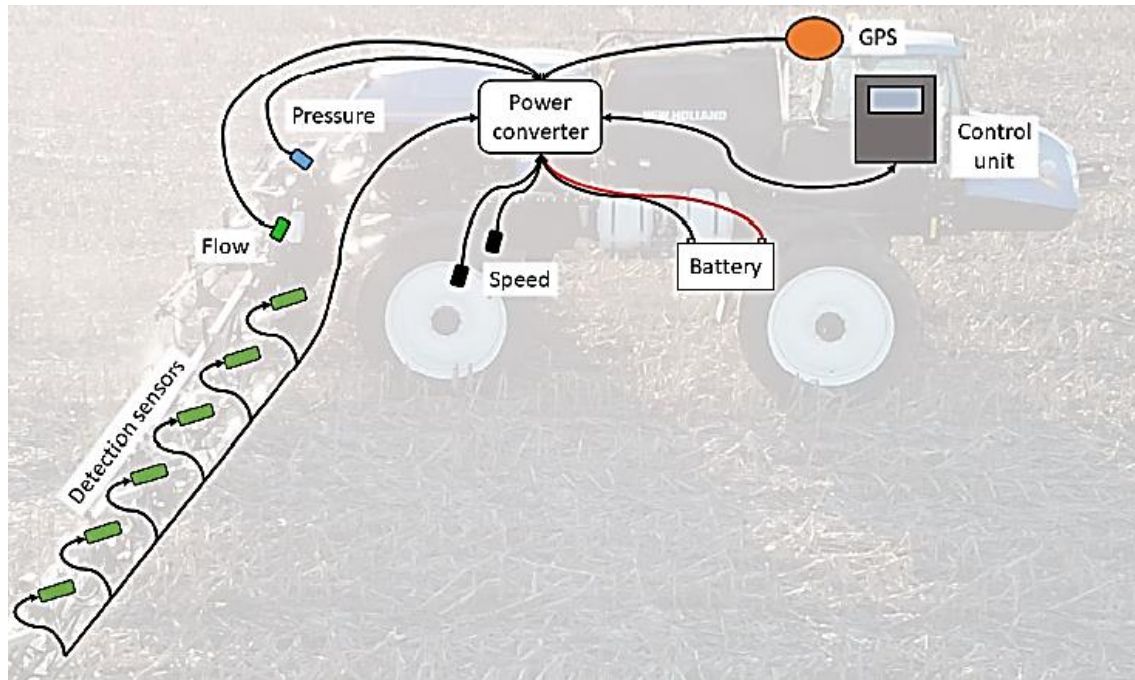


Figura 5-3: Instalación del sistema en un pulverizador autopropulsado.

Instalación de sensores de detección y solenoides

Los sensores se colocan espaciados a 1000 mm y trabajan a una altura máxima de 1100 mm. Los 4 solenoides de cada sensor se montan cada 250 mm y a una distancia mínima de 600 mm por detrás del frente del sensor (Figura 5-4). La altura se mide desde la ventana del sensor (posicionada mirando hacia abajo) hasta el suelo.

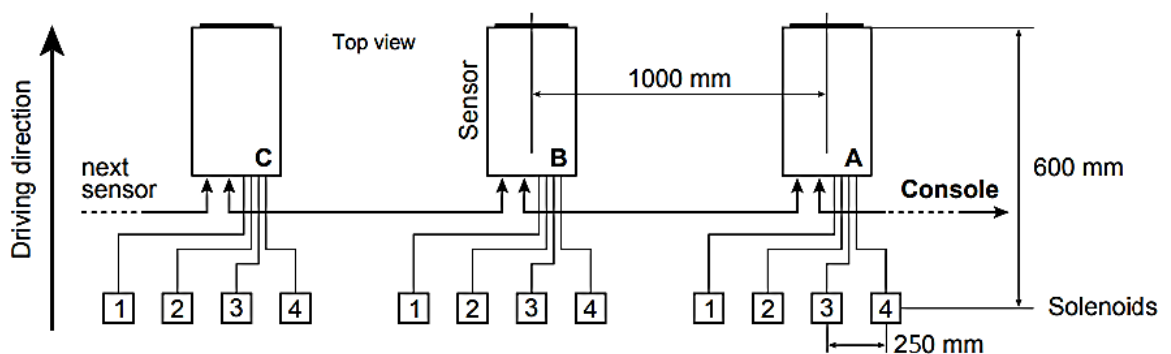


Figura 5-4: Montaje de los sensores y solenoides en un pulverizador autopropulsado.

Medición de la velocidad de avance

Para la correcta operación, el sistema requiere conocer cuán rápido se mueve el vehículo. Esto se logra montando sensores de velocidad en las ruedas de la máquina o bien recurriendo a fuentes alternativas tales como radares y/o mediciones por GPS.

Sensores de velocidad

Para alcanzar una adecuada sincronización de las funciones y una pulverización puntual precisa y a tiempo, el sistema necesita tener una entrada de velocidad certera. Para establecer ésta entrada, pueden instalarse sensores de velocidad sobre las ruedas del vehículo.

Un sensor es suficiente para realizar un cálculo preciso de la velocidad de avance de la máquina. Pero si se colocan dos sensores, uno a cada lado, WEEDit puede rastrear también el vehículo en las curvas y ajustar el caudal aplicado en función de la velocidad de tránsito de curva para cada rueda (Figura 5-5). Por ejemplo, cuando se gira hacia la derecha, la rueda derecha (interna a la curva) transita a menor velocidad que la rueda izquierda (externa a la curva). Como resultado, un sensor de maleza ubicado a la derecha utilizará una menor cantidad de herbicida que uno colocado a la izquierda, aplicándose la dosis justa a cada lado de la máquina. Esto incrementa la eficacia del sistema y disminuye el consumo de herbicida.

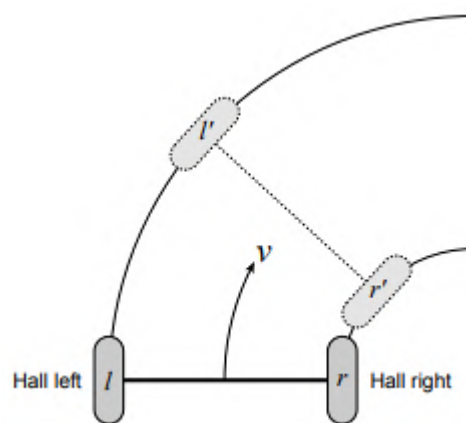


Figura 5-5: Empleo de sensores de velocidad a ambos lados del vehículo.

Sensores de velocidad alternativos

También es posible usar como entrada de velocidad fuentes alternativas tales como radares o mediciones por GPS.

Adaptación del sistema WEEDit al control mecánico de malezas

Diagrama entradas/salidas del sistema de mando

El control electrónico del sistema de corte se plantea, en forma básica, como sigue (Figura 5-6).

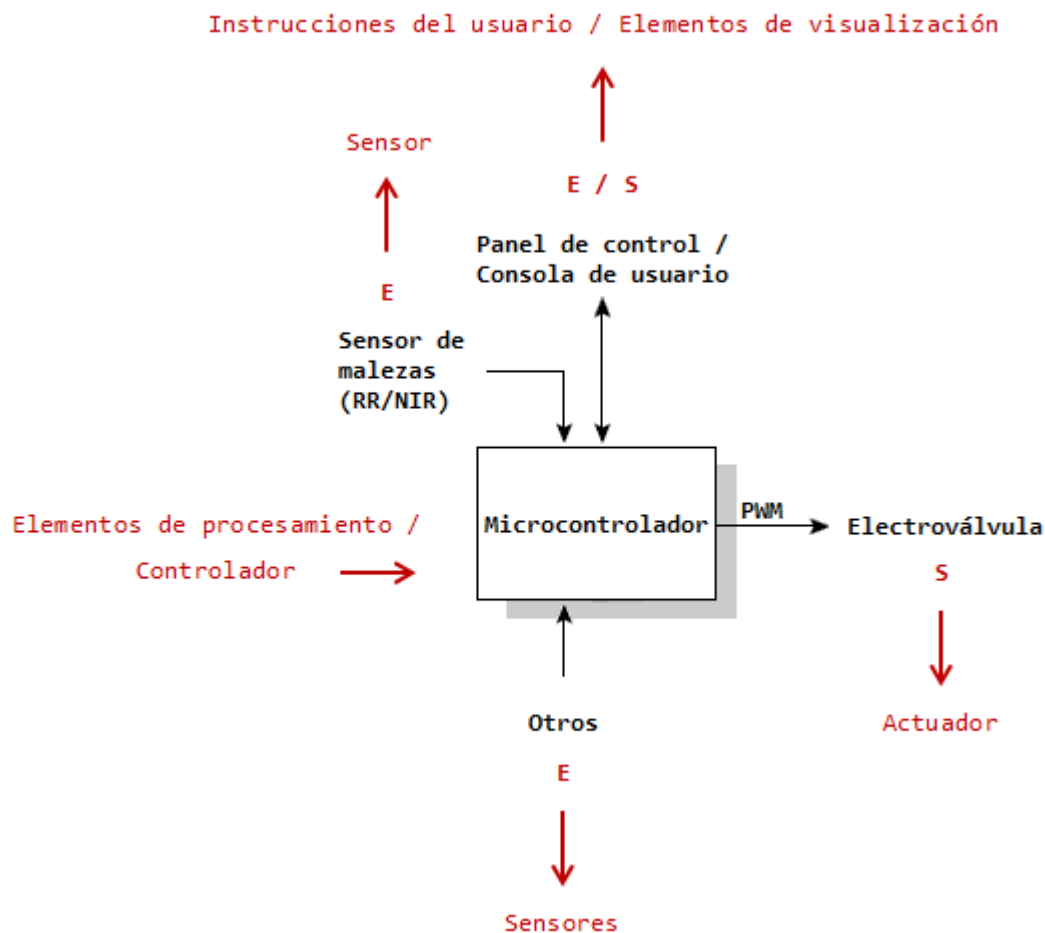


Figura 5-6: Diagrama básico ideado para el control del implemento.

Referencias: E → Entrada / S → Salida

Entradas

Como entradas a la plataforma electrónica de control, se tiene:

- 1) Existencia o no de maleza → sensor.
- 2) Instrucciones del usuario → consola.
- 3) Otros → sensores.

Salidas

Como salidas, se tiene:

- 1) Accionamiento del actuador hidráulico → electroválvula.
- 2) Información visual → consola.

Tratamiento de la velocidad de avance

Como se vio, en un sistema de pulverización selectiva es esencial conocer la velocidad de avance de la máquina para aplicar la dosis justa de herbicida en función de la misma, lo cual incrementa la eficacia del sistema y disminuye el consumo de herbicida. Es por ello, que la velocidad de avance representa una entrada al sistema de control y debe medirse.

En cambio, en el control electrónico propuesto para el implemento (Figura 5-7) no es preciso medir la velocidad de desplazamiento, ya que en el sistema de accionamiento hidráulico de los módulos de corte no podrán modificarse las variables relacionadas a dicha velocidad en forma automática.

Como se sabe, la velocidad de avance es una variable que incide directamente sobre el tiempo y caudal de apertura de los actuadores, así como también sobre el caudal impulsado por la bomba. Y, a su vez, determina la eficacia de la acción de desmalezado selectivo, lo cual manifiesta si la cuchilla da o no en el blanco. Si por algún motivo la velocidad de avance superara los 10 km/h, se necesitaría que el caudal de alimentación de los actuadores se incremente para que la cuchilla baje y entre en contacto con la maleza en menor tiempo. Y viceversa, si la velocidad de avance es inferior a la planteada, el caudal de suministro de los cilindros debería disminuir para lograr que la reja llegue al suelo en el instante justo en que está sobre la planta y no antes.

El circuito hidráulico para el corte de la maleza ha sido diseñado de manera tal que el caudal de suministro de los actuadores no puede ajustarse automáticamente. Éste debe ser regulado en una instancia previa a salir a campo, mediante la configuración manual de las válvulas reguladoras de caudal y no puede variarse durante el trabajo. Por ésta razón, es fundamental que el operador mantenga la velocidad lo más cercana posible a los 10 km/h durante el laboreo.

Resumiendo, la velocidad de desplazamiento no es requerida para el control del implemento. Podría tratarse únicamente como parámetro informativo para el usuario, observable en la consola y tomado desde una fuente de GPS (*global positioning system*).

De ésta manera, el tractorista podría disponer del dato de velocidad tanto en el tablero de instrumentos del tractor como en la consola del sistema de control del implemento, ambos instalados dentro de la cabina

Esquema general para el control del sistema de corte del suelo

El diagrama general propuesto se define como sigue (Figura 5-7).

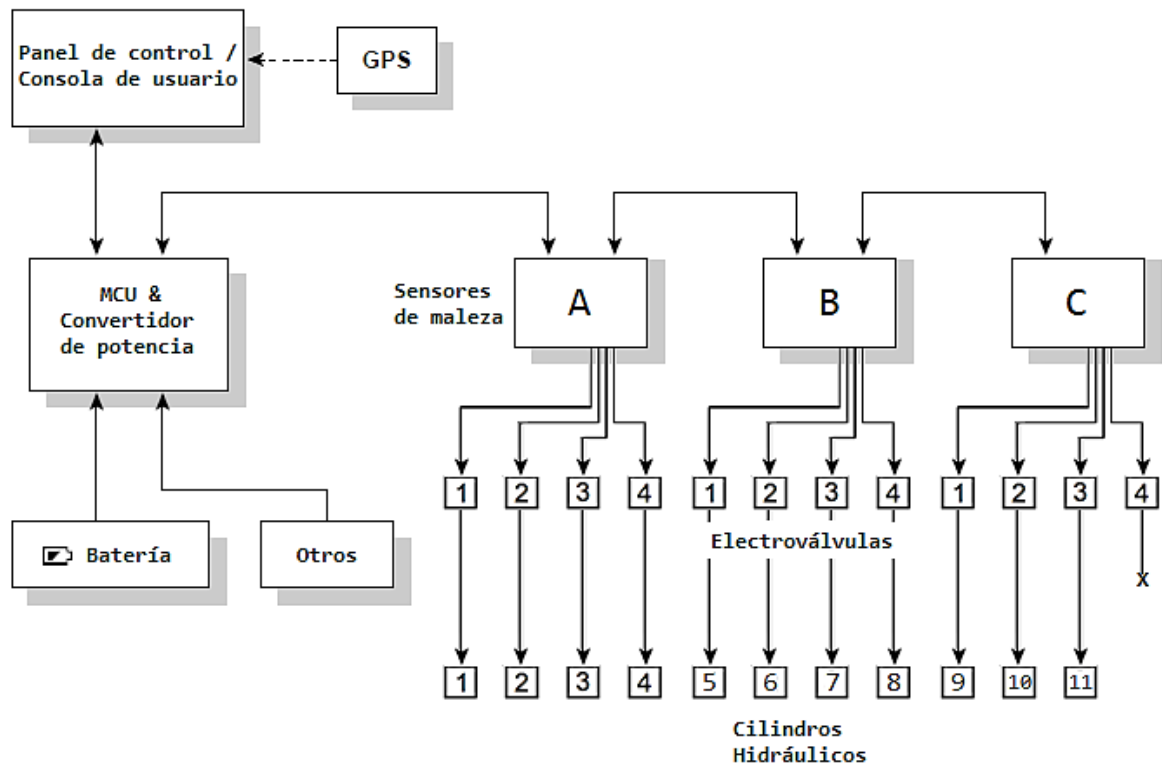


Figura 5-7: Esquema básico de control del implemento.

Nota:

Se emplea una batería de 12 V para alimentar el sistema electrónico de control (plataforma WEEDit modificada y electroválvulas hidráulicas) y el arranque eléctrico del motor de combustión interna que compone la central del implemento.

Función de los componentes del sistema de control

1) Sensor de malezas:

Detectar la presencia de maleza.

2) Otros sensores:

Podrían instalarse, por ejemplo, instrumentos para la medición de la temperatura y la presión de aceite en el sistema hidráulico.

3) Panel de control / consola de usuario:

Recibir instrucciones del usuario e informar el estado del sistema. Ambas funciones se encuentran programadas y disponibles en la plataforma WEEDit.

Como instrucciones del usuario, pueden citarse la posibilidad de cambiar el modo de aplicación (entre selectiva o de cobertura total) o la de ajustar la sensibilidad de los sensores en función de las circunstancias (tamaño de las plantas, color del suelo, luz ambiente y condiciones climáticas).

La información visual abarca advertencias y fallas en el sistema, parámetros de lectura en tiempo real (velocidad de avance del implemento, tensión eléctrica en la batería, etc.) y datos de agricultura de precisión (total de horas y hectáreas de uso de la unidad, área trabajada en una sesión, etc.).

4) Convertidor de potencia:

Tablero de componentes eléctricos y electrónicos donde se encuentra instalado el microcontrolador y al cual se conexionan los demás dispositivos del sistema de control: batería (12 V), sensores de maleza, consola de usuario, entre otros.

5) Microcontrolador (MCU, Micro Controller Unit):

La tarea principal es procesar los datos suministrados por el sensor de malezas, correr el algoritmo de discriminación RR/NIR y comandar las electroválvulas para el accionamiento de los actuadores hidráulicos, en función del modo de aplicación configurado y mediante el empleo de señales PWM.

Además, debe procesar otros datos e instrucciones y tomar las acciones correspondientes: cambiar entre modos de aplicación, regular la sensibilidad de los sensores, transmitir información a la consola, etc.

6) Electroválvula:

Accionar el actuador hidráulico correspondiente para que, a través del movimiento de éste, se efectúe el corte del suelo.

Lógica de actuación de sensores y módulos de corte

Para cubrir el ancho de labor del implemento se instalan 3 sensores de maleza, referenciados de izquierda a derecha como A, B y C respectivamente (Figura 5-7 y Figura 5-9). Cada canal de detección analiza un ancho de 250 mm y comanda un único actuador, a través de la correspondiente electroválvula. Debido a esto, se utilizan los 4 canales de detección de los sensores A y B y sólo 3 del sensor C.

Ni bien uno o más canales detectan la presencia de maleza, él o los sensores en cuestión envían la señal a la MCU. Ésta la procesa y posteriormente comanda él o los actuadores asignados a cada canal de detección.

Instantáneamente se establece el caudal requerido por cada cilindro hidráulico, en función de la restricción impuesta por el regulador de caudal correspondiente. La bomba de desplazamiento variable satisface la demanda y los escardillos accionados se mueven hasta alcanzar el suelo en el momento preciso en que pasan por sobre la planta.

Los tiempos, velocidades y caudales de apertura se detallan en función de la distancia del escardillo respecto al sensor que lo comanda (Figura 5-8 y Figura 5-9), definiéndose 3 líneas de acción sobre la longitud del implemento.

En síntesis, el sistema de control no requiere una entrada adicional a la del sensor de maleza para gobernar el accionamiento de los módulos de corte. Esto se debe a que no regula automáticamente el caudal de apertura de los actuadores y, por ende, tampoco el tiempo en que se efectúa la carrera de salida. Sino que dichos parámetros quedan establecidos por la velocidad de avance de la máquina (la cual se considera fija y cercana a los 10 km/h) y la distancia de cada reja al sensor determinado (ya sea en la 1^{era}, 2^{da} o 3^{era} línea de acción).

Actuadores					
		1ra línea 1,3 m	2da línea 2,33 m	3ra línea 3,66 m	
Tiempo de apertura	t_a	0,47	0,84	1,21	[s]
Velocidad de apertura	v_a	0,15	0,08	0,06	[m/s]
Caudal apertura	Q_a	10,2	5,7	4,0	[L/min]

Figura 5-8: Características de accionamiento de los actuadores según su localización en el chasis.

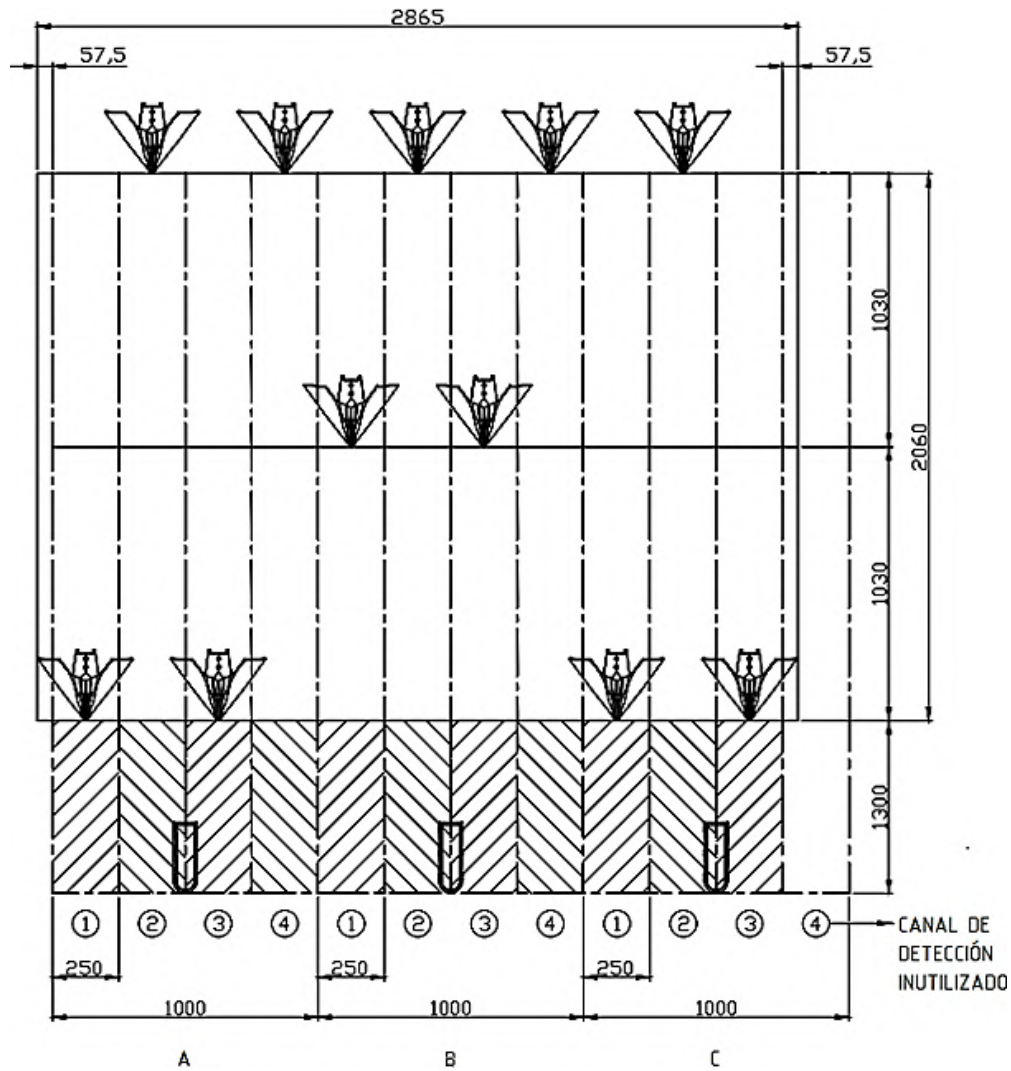


Figura 5-9: Disposición de los sensores de maleza en el implemento.

Nota: cada canal de detección (1, 2, 3 y 4) en cada sensor (A, B y C) comanda el escardillo dispuesto en su franja de acción.

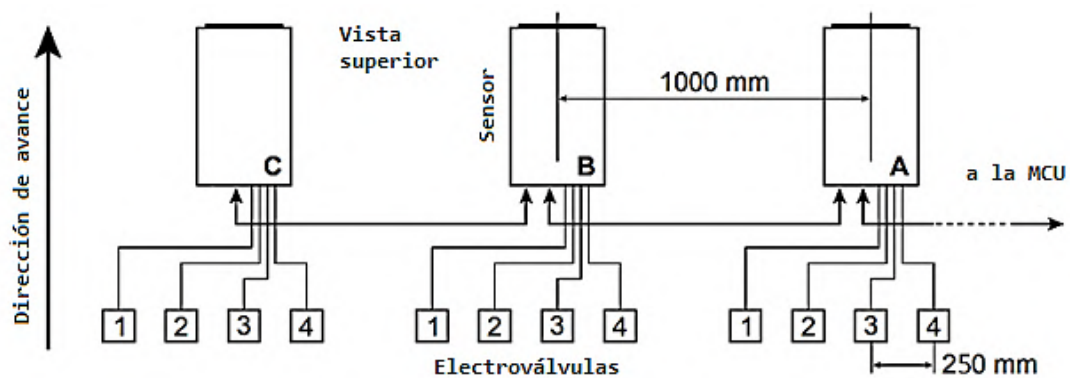


Figura 5-10: Instalación de los sensores de maleza y posición relativa entre las electroválvulas asociadas a los canales de detección de cada sensor.

Capítulo 6 : conclusiones

Conclusiones pertinentes al trabajo, extraídas en relación al logro de los objetivos listados y la performance pretendida para el equipo.

Desarrollo de la solución planteada

De las tres propuestas de solución establecidas al inicio de éste trabajo se seleccionó la segunda opción. La máquina se ideó originalmente como sigue:

- Unidad de arrastre de dimensiones aptas para la circulación en ruta ✓
- De regulación de la distancia de traslape entre cuchillas por movimiento lateral ✗
- Con motor de combustión interna para accionar el sistema hidráulico 🔍
- Con sensores de maleza del espectro de luz reflejada ✓

Sin embargo, el formato final del implemento dista un poco de lo enumerado. Yendo a los puntos específicos, se concluyó que no es posible variar la distancia de traslape entre cuchillas adyacentes a través de un movimiento lateral de los cuerpos de corte, debido a la disposición de los sensores de maleza y la concepción del sistema de accionamiento hidráulico. Cada canal de detección del sensor cubre un ancho fijo de suelo de 250 mm, comanda un único actuador y acciona también un único escardillo. Mover lateralmente los cuerpos de corte podría inducir que se sitúen dos escardillos por franja de detección y el sistema sólo pueda accionar uno ellos. Y, al contrario, podría suceder que al mover los cuerpos de corte parte del ancho de detección no sea cubierto por la reja y, por ende, la maleza no sea descalzada en dicha zona.

Se infiere que, en caso de ser necesario, la distancia de traslape sólo podrá variarse intercambiando cuchillas de diferente ancho. Cabe aclarar que al incrementarse el ancho de la cuchilla también aumentará la fuerza de corte del suelo y la potencia de tiro consumida al realizar la labor.

Por otro lado, si bien al inicio del estudio se pensó en independizar el circuito hidráulico del mecanismo de corte respecto del circuito del tractor, finalmente se optó, en función de los argumentos esgrimidos en el Capítulo 4, por contemplar ambas posibilidades: diseñar una central hidráulica alimentada por un motor de combustión interna y admitir la conexión al sistema hidráulico del tractor, en caso de que éste sea del tipo centro cerrado y satisfaga los requerimientos de presión y caudal.

Capacidad de trabajo del implemento

La capacidad de trabajo de los implementos de laboreo mecánico es notablemente inferior a la de los equipos de pulverización. Los implementos del mercado nacional exhiben anchos de labor de hasta 12 m (contra los 30 m de un fumigador terrestre) y velocidades de trabajo recomendadas que no superan los 10 km/h (mientras que un pulverizador sobrepasa los 15 km/h). Por ambas cuestiones, las capacidades de trabajo rondan las 10 ha/h y el consumo de combustible fósil es bastante mayor (por la potencia requerida para el laboreo continuo del suelo).

En relación a éste aspecto, como se vio en el Capítulo 3, más específicamente en la Tabla 3-10, la capacidad de trabajo de la máquina diseñada ronda las 3 ha/h. Esto se debe a que, en éste trabajo, se puntualizó en que las dimensiones del equipo no excedan los límites legales para la circulación en ruta. Dicho motivo derivó en la definición de un ancho de trabajo para el implemento de 3,0 m. Y al considerar que la velocidad de operación preestablecida es de 10 km/h, claramente se obtiene el valor de capacidad señalado.

Sin embargo, lo anterior no limita las aptitudes de la máquina. A futuro, podría analizarse la escalabilidad de la misma e incluso el rediseño del chasis. Debe recordarse que el propósito inicial fue desarrollar un implemento pequeño, simplificar el diseño del mismo y evitar introducir sistemas secundarios destinados a adaptar la máquina a los límites para la circulación, tales como sistemas de plegado o elevación y rotación del bastidor.

De movida, si se mantiene la velocidad de trabajo en 10 km/h y el número de actuadores para el accionamiento de los escardillos en 11, con el objetivo de no incrementar el caudal de consumo, pero se modifica la estructura del chasis, la disposición de los cuerpos de corte en el mismo y la cantidad de sensores de maleza a emplear, es posible proyectar un implemento plegable o tipo autotrailer de mayor ancho y capacidad de trabajo.

En números, con 11 escardillos distribuidos transversalmente en un ancho de 4 m, la capacidad de trabajo crecería a 4 ha/h y los consumos de fuerza de tiro y potencia hidráulica no sufrirían variaciones. Si debería montarse un sensor adicional y cada canal de detección comandaría más de un escardillo (Figura 6-1).

En caso de ser factible satisfacer una potencia hidráulica de consumo mayor, ya sea en por las posibilidades del tractor de tiro o escalando la central del implemento, podría incrementarse el número de sensores, actuadores y escardillos, obteniéndose así un ancho de labor aún mayor.

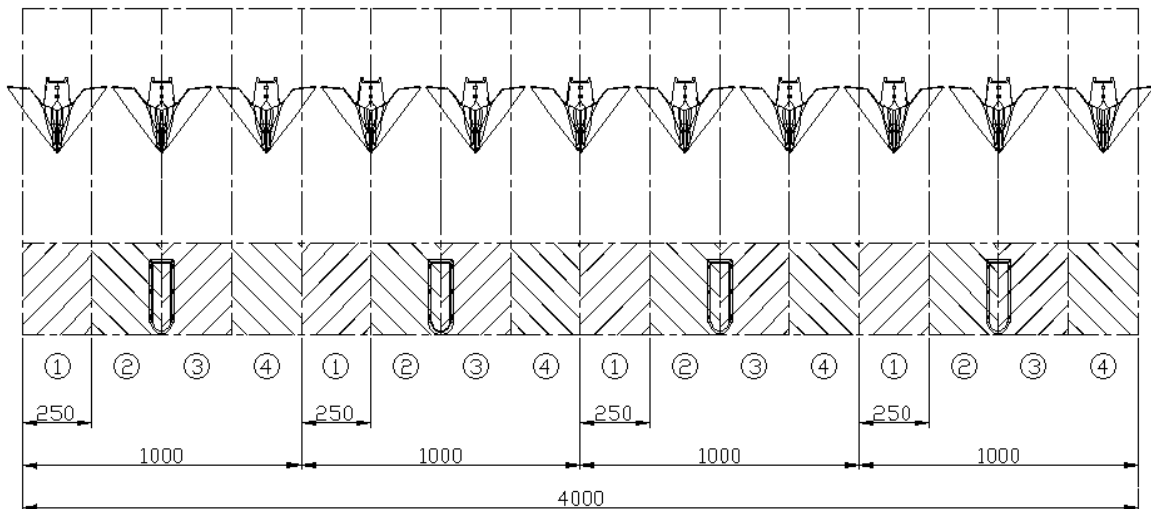


Figura 6-1: Configuración de la máquina que permitiría incrementar la capacidad de trabajo.

Eficacia del control mecánico

Según estudios de aplicación similares (Tourn, Bilbao, & Platz, 2020) valores de eficacia de control cercanos al 90% se logran con labranzas mecánicas. El porcentaje de eficacia dependerá de múltiples variables, pero principalmente del tipo de maleza (siendo las gramíneas las de más difícil control), del grado de descalce de la planta y de las condiciones ambientales después de la labor. Si la maleza no es desprendida completamente del suelo y la condición ambiental posterior a la labor es de alta humedad relativa, es probable que la planta no muera. Si las condiciones de descalce y ambientales son buenas, se logran eficacias elevadas.

En Argentina existen (al menos) tres empresas que desarrollan herramientas destinadas al manejo mecánico de malezas, todas orientadas al laboreo de cobertura total. A modo de ejemplo, tomando como base ensayos realizados para evaluar la eficacia de control de un sistema mecánico desarrollado por una empresa de origen nacional, puede decirse que se han obtenido valores cercanos al 95% de control en primavera (barbecho que iba a cultivo de gruesa) y de un 75% en otoño (Tabla 6-1). Las diferencias estuvieron dadas principalmente por las condiciones ambientales luego de la aplicación, observándose en primavera mayores temperaturas y vientos que en otoño.

Comparación de estrategias de control

Implementar un plan correcto para el control de malezas en un lote implica, entre otras cosas, el monitoreo de la situación y la elección de las estrategias a utilizar.

Tabla 6-1: Eficacia observada en ensayos practicados con el sistema BES de Agroseri.

Fuente: (Tourn, Bilbao, & Platz, 2020).

EFICACIA DE CONTROL [%]		
ESTACIÓN (MES)	TIPO DE MALEZA	
	GRAMÍNEA	HOJA ANCHA
OTOÑO (ABRIL)	75	90
PRIMAVERA (OCTUBRE)	95	100

En la búsqueda de reducir el impacto ambiental y el costo de las labores, la pulverización dirigida y el control mecánico se destacan por sobre las aplicaciones de cobertura total (Tabla 6-2). A su vez, la capacidad operativa y la velocidad de trabajo de las aplicaciones dirigidas la posicionan un escalón más arriba que las labores mecánicas. Sin embargo, las aplicaciones dirigidas dejan de ser eficientes al compararse con las de cobertura total cuando los lotes están muy enmalezados.

Tabla 6-2: Estrategias de control de malezas en barbecho más utilizadas en la Argentina.

Fuente: (Tourn, Bilbao, & Platz, 2020).

ESTRATEGIA	EFICACIA [%]	ANCHO TRABAJO [m]	VELOCIDAD TRABAJO [km/h]	CAPACIDAD TRABAJO [ha/h]	COSTO LABOR ⁶ [USD/ha]	COSTO EQUIPO ⁷ [USD/m]
PULVERIZACIÓN DE COBERTURA TOTAL	> 90	≈ 30	≈ 15	40 a 50	5	7000
PULVERIZACIÓN DIRIGIDA	> 90	≈ 30	≈ 15	40 a 50	8 a 10	12000
LABOR MECÁNICA	> 90	≈ 12	≈ 10	10	10	3000

Las técnicas citadas en el cuadro (Tabla 6-2) alcanzan altos valores de eficacia de control y, en la mayoría de los casos, podrían considerarse herramientas complementarias entre sí.

⁶ Valores de costo correspondientes al mes de Febrero del año 2020.

⁷ Costo del equipo por metro de ancho de trabajo.

Es en ése contexto en que podría insertarse la máquina desarrollada e integrar un plan de manejo de malezas que ayude a incrementar las eficiencias de trabajo y disminuir el impacto ambiental.

Bibliografía

Citas presentes en el texto

ASAE D497. (2011). *Agricultural Machinery Management Data*. St. Joseph, Michigan, USA.

Chase, L. W. (1942). *A study of subsurface tiller blades*.

CRANE CO. (1982). *Flow of Fluids through Valves, Fittings and Pipe*. New York City, USA.

FAO. (4 de Abril de 2023). *AGROVOC Multilingual Thesaurus*. Obtenido de <https://agrovoc.fao.org/browse/agrovoc/es/>

IDAE. (2005). *Ahorro de combustible en el tractor agrícola*. Madrid, España: Publicaciones IDAE.

Speich, H., & Bucciarelli, A. (1979). *Nuevo curso de oleodinámica*. Ciudad de Buenos Aires, Argentina: Publicaciones ANTAR S.R.L.

Tourn, S., Bilbao, E., & Platz, P. (17 de Febrero de 2020). *Control de malezas en barbecho*. Obtenido de Horizonta A: <https://horizonteadigital.com/control-de-malezas-en-barbecho-que-tecnologias-tenemos-disponible/>

Vickers. (2001). *Manual de Hidráulica Industrial*. Ciudad de México, México: Vickers Mex.

Otras fuentes consultadas

Ashburner, J. E., & Sims, B. G. (1984). *Elementos de diseño del tractor y herramientas de labranza*. San José, Costa Rica: Editorial IICA.

Busano, F., Miretti, M., Bernardi, E., & Peretti, G. (2018). *Detección y Control de Malezas a través de la Evaluación de Parámetros Normalizados*. (UTN-FRSFCO) San Francisco, Cordoba, Argentina.

Costamagna, M., Panero, J., Peretti, G., Felissia, S. F., Lurgo, G., & Cicioli, M. (2017). *Detección en Tiempo Real de Malezas a través de Técnicas de Visión Artificial*. (UTN-FRVM) Villa María, Córdoba, Argentina. (UTN-FRSFCO) San Francisco, Córdoba, Argentina.

Costamagna, M., Miretti, M., Bernardi, E., Pipino, H., & Peretti, G. (2017). *Visión Artificial Aplicada al Control de Malezas en Tiempo Real*. (UTN-FRVM) Villa María, Córdoba, Argentina. (UTN-FRSFCO) San Francisco, Córdoba, Argentina.

Ortiz-Cañavate, J. (2003). *Las máquinas agrícolas y su aplicación*. Madrid, España: Mundi-Prensa Libros S. A.

Anexo A

Anexo A1: decreto reglamentario 32/2018, ley N° 24449

Anexo LL: Normas para la Circulación de Maquinaria Agrícola

Decreto Reglamentario 32/2018, Ley N° 24449, Tránsito y Seguridad Vial

Poder Ejecutivo Nacional, Ministerio de Justicia y Derechos Humanos

Presidencia de la Nación, República Argentina

Artículos de consideración para la realización de éste proyecto

3.- Dimensiones.

El tipo de unidades que conforman un tren agrícola o aquellas que son transportadas sobre carretón podrán establecerse por vía reglamentaria y combinarse de manera indistinta, siempre que se cumpla con lo dispuesto en el presente régimen y que sus dimensiones totales no excedan de las siguientes medidas:

3.1. Largo:

a) Tren agrícola: hasta VEINTICINCO METROS CON CINCUENTA CENTÍMETROS (25,50 m).

3.2. Alto:

a) Maquinaria agrícola autopropulsada y tren agrícola: hasta CUATRO METROS CON VEINTE CENTÍMETROS (4,20 m).

3.3. Ancho:

a) Maquinaria agrícola autopropulsada y tren agrícola: hasta TRES METROS CON SESENTA CENTÍMETROS (3,60 m), siempre y cuando no invada el carril de circulación opuesto, debiendo circular con un vehículo guía, provisto de baliza eléctrica y dos banderas, cumpliendo las mismas condiciones que las establecidas en el punto 6:"Señalamiento", del presente Anexo, así como para la maquinaria agrícola autopropulsada y/o tren agrícola.

3.4 La maquinaria agrícola autopropulsada y/o tren agrícola que invada el carril de circulación opuesto y la comprendida entre TRES METROS CON SESENTA CENTIMETROS (3,60 m) y CUATRO METROS CON TREINTA CENTIMETROS (4,30 m) de ancho deberá ser transportada en carretón agrícola debiendo contar para ello con un permiso especial de la autoridad vial competente. La maquinaria que supere los CUATRO METROS CON TREINTA CENTIMETROS (4,30 m) de ancho, será considerada como una carga de dimensiones excepcionales y deberá cumplir para su traslado con las normas de la autoridad vial jurisdiccional.

3.5 El peso máximo permitido de cada unidad transportada que compone la formación agrícola, se rige por lo dispuesto en el Anexo R del presente régimen y lo que se determine por vía reglamentaria.

Anexo R: Pesos y Dimensiones

Decreto Reglamentario 32/2018, Ley N° 24449, Tránsito y Seguridad Vial

Poder Ejecutivo Nacional, Ministerio de Justicia y Derechos Humanos

Presidencia de la Nación, República Argentina

Artículos de consideración para la realización de éste proyecto

Apartado 2:

Los pesos máximos, establecidos por la Ley, que los vehículos pueden transmitir a la calzada y las configuraciones que los complementan se presentan en la siguiente tabla:

Tabla A 1: Pesos máximos.

CONFIGURACIÓN		SUSPENSIÓN MECÁNICA [toneladas]	SUSPENSIÓN NEUMÁTICA [toneladas]
Eje Simple. Ruedas individuales, (neumáticos no superanchos)		6 SEIS	6,3 SEIS COMA TRES
Eje Simple. -Ruedas superanchas		6 SEIS (8 OCHO – maquinaria especial)	8 OCHO
Eje Simple. - Ruedas dobles		10,5 DIEZ COMA CINCO	11 ONCE
Conjunto (Tándem) doble de ejes. -Ruedas individuales		10 DIEZ (5 por eje)	10,5 DIEZ COMA CINCO (5,25 por eje)

Tabla A 1 (Continuación)

Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas dobles		18 DIECIOCHO (9 por eje)	18,9 DIECIOCHO COMA NUEVE (9,45 por eje)
Conjunto (Tándem) doble de ejes. -Ruedas superanchas y ruedas dobles		15 QUINCE (9 eje con ruedas doble y 6 eje de ruedas superanchas)	16,5 DIECISEIS COMA CINCO (9,5 eje con ruedas doble y 7 eje de ruedas superanchas)
Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas individuales y ruedas dobles		14 CATORCE (9 eje con ruedas doble y 5 eje de ruedas individuales)	14,7 CATORCE COMA SIETE (9,45 eje con ruedas doble y 5,25 eje de ruedas individuales)
Conjunto (Tándem) doble de ejes. -Ruedas superanchas.		12 DOCE (6 por eje)	14 CATORCE (7 por eje)
Conjunto (Tándem) triple de ejes. - Ruedas dobles		25,5 VEINTICINCO COMA CINCO (8,5 por eje)	26,8 VEINTISÉIS COMA OCHO (8,93 por eje)
Conjunto (Tándem) triple de ejes. - 2 ejes con ruedas dobles - 1 eje con ruedas individuales		21 VEINTIUNO (8,5 ejes con ruedas doble y 4 eje de ruedas individuales)	22 VEINTIDÓS (8,93 ejes con ruedas doble y 4,2 eje de ruedas individuales)
Conjunto (Tándem) triple de ejes. -Ruedas superanchas		18 DIECIOCHO (6 por eje)	19,5 DIECINUEVE COMA CINCO

Anexo A2: perno de lanza

Verificación del perno de lanza

Se seleccionó una rótula estándar para el enganche del implemento, la cual tiene un diámetro de perno de 25 mm (Figura A 1).

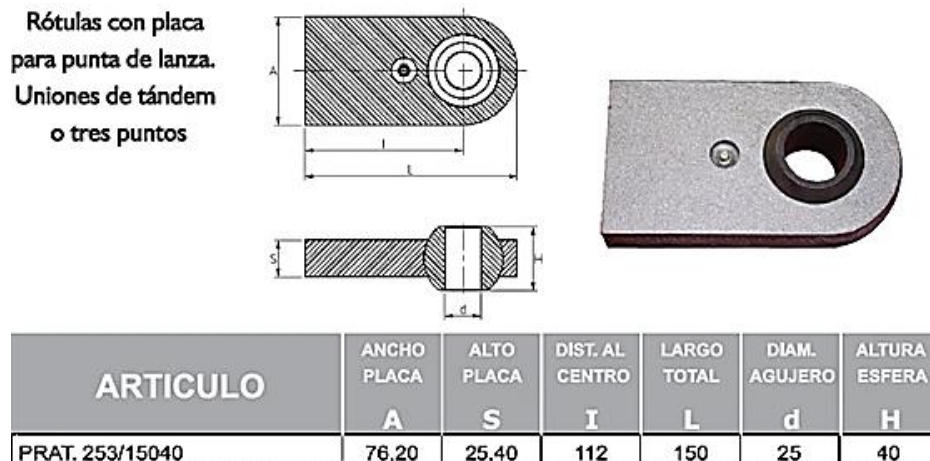


Figura A 1: Rótula con placa para punta de lanza. Fuente: Rótulas TASSI.

Datos:

- Diámetro: $D = 25$ [mm]
- Área: $A = 490$ [mm²]
- Fuerza de tiro del implemento: $F = 15000$ [N]
- Tensión de fluencia: $\sigma_f = 240$ [MPa]
- Factor de seguridad: $N = 3$ []

Cálculo:

Tensión de corte admisible:

$$\tau_{adm} = \frac{240 \text{ MPa}}{3 \sqrt{3}} = 46 \text{ MPa}$$

Tensión de corte en el perno:

$$\tau = \frac{15000 \text{ N}}{490 \text{ mm}^2} = 30,6 \text{ MPa} \leq 46 \text{ MPa}$$

Conclusión:

El perno de 25 mm de diámetro soporta los esfuerzos necesarios para el arrastre del implemento. Mejor aún si se construye de un material con límite de fluencia superior, por ejemplo SAE 1045 o SAE 4140 y tratados térmicamente.

Se utilizará también el mismo diámetro de perno para el anclaje de la rótula a la lanza y de la lanza al implemento (Figura A 2).

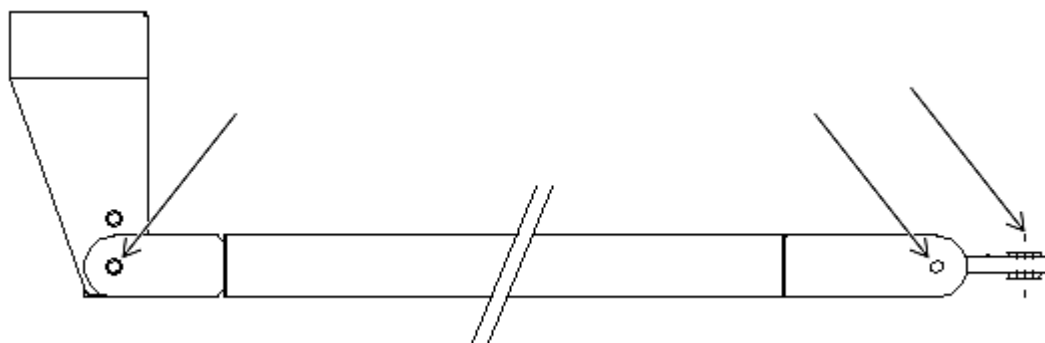


Figura A 2: Pernos de vinculación de lanza.

Anexo A3: nomogramas oleohidráulicos

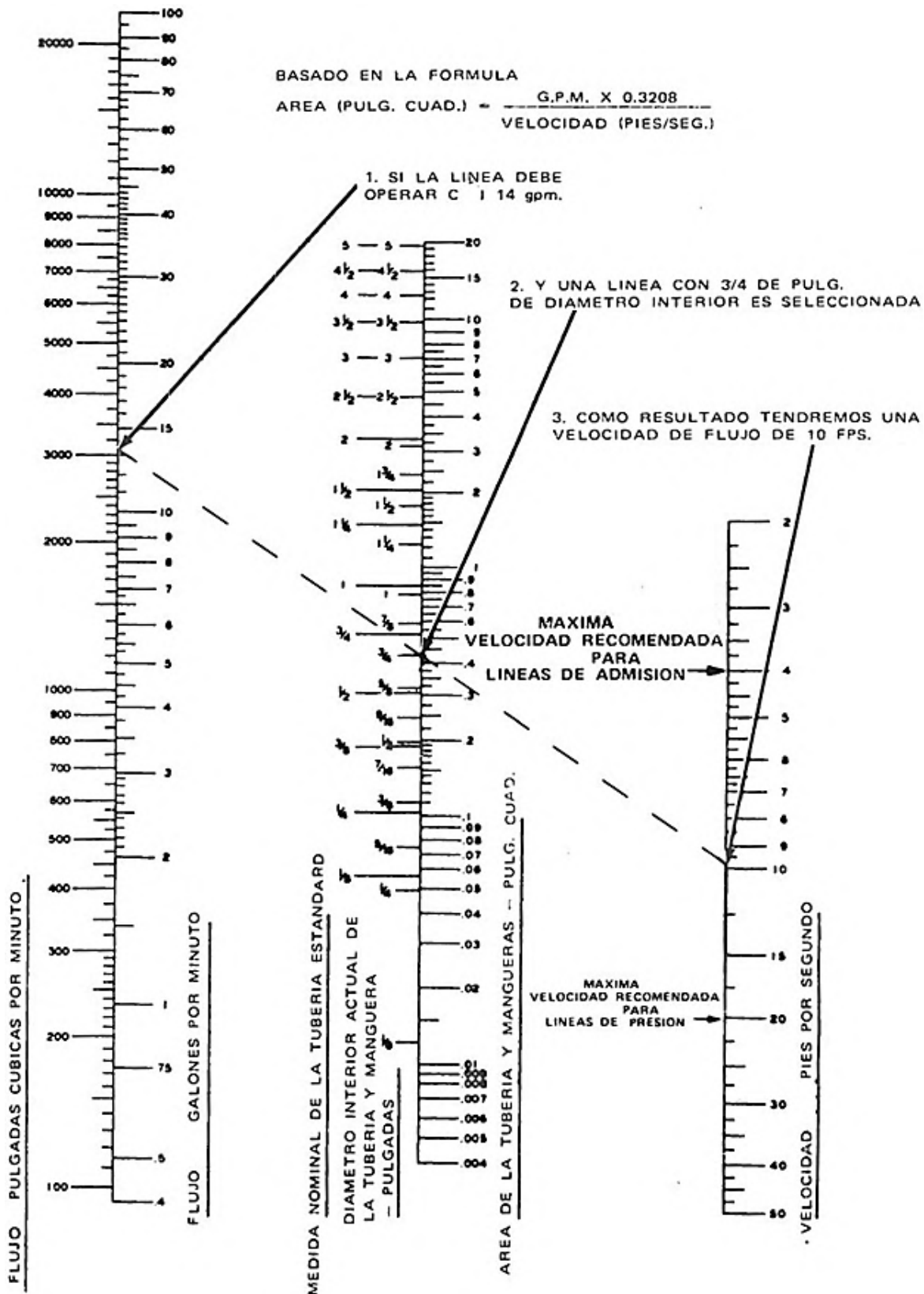


Figura A 3: Selección del diámetro interior de tubería. Fuente: (Vickers, 2001).

Basado en la fórmula:

$$A = 0,3208 \cdot \frac{Q}{v}$$

Donde:

- Área interior del tubo: $A [in^2]$
- Caudal volumétrico: $Q [gpm]$
- Velocidad del fluido: $v \left[\frac{ft}{s} \right]$

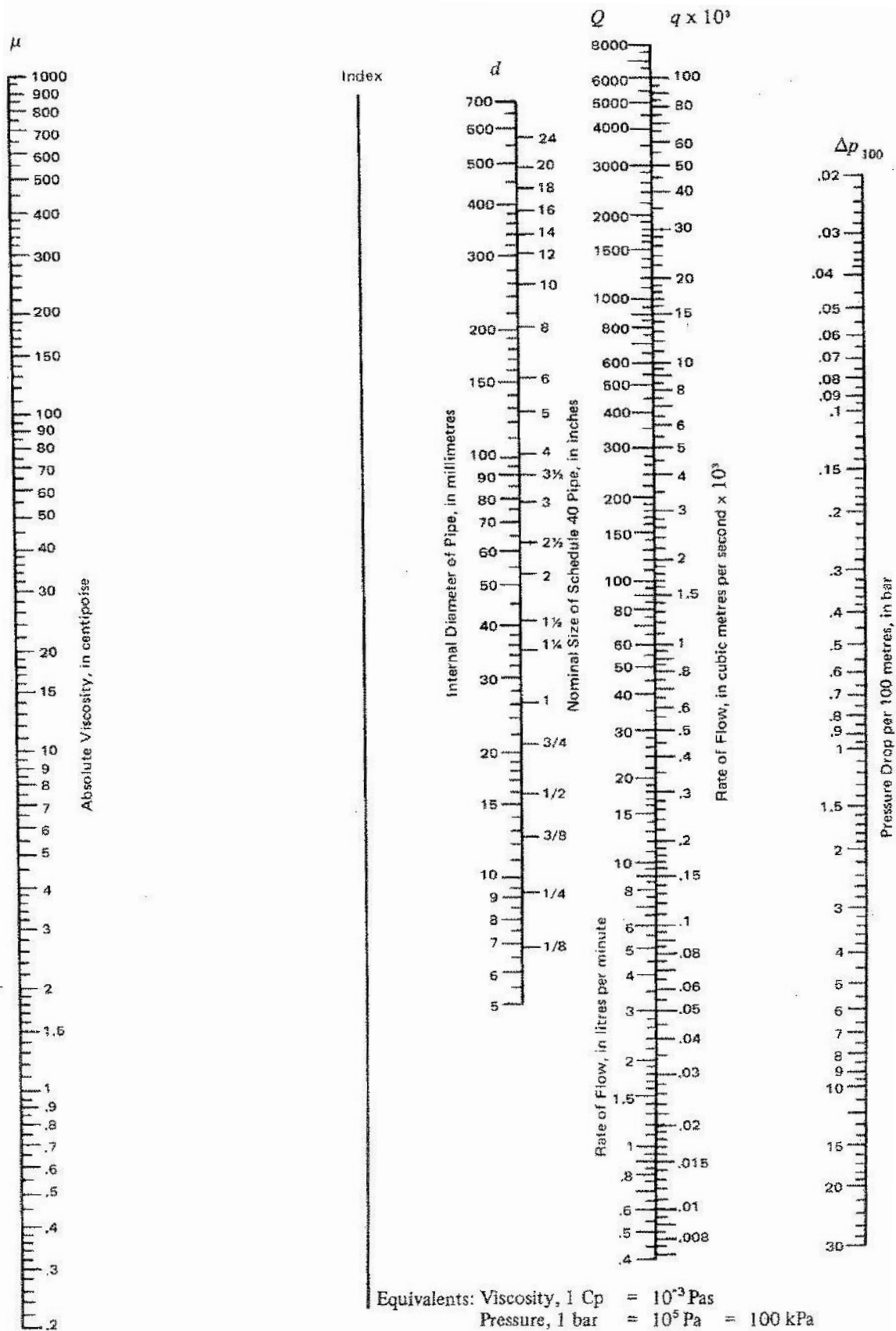


Figura A 4: Pérdida de carga en tuberías de líquido para flujo laminar. Fuente: (CRANE CO, 1982).

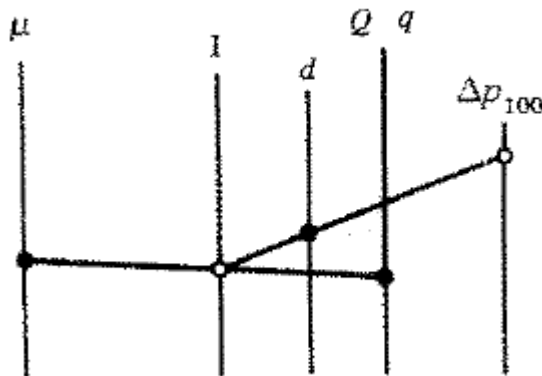
El nomograma es una solución gráfica, cuando el flujo es laminar ($R_e < 2000$) de la fórmula:

$$\Delta p_{100} = 32 \cdot \frac{\mu \cdot v}{d^2} = 4074 \cdot 10^4 \cdot \frac{\mu \cdot q}{d^4}$$

Donde:

- Pérdida de carga en 100 m de tubería: Δp_{100} [bar]
- Viscosidad absoluta: μ [cP $\equiv 10^3 \cdot Pa \cdot s$]
- Velocidad del fluido: v [$\frac{m}{s}$]
- Diámetro interior de la tubería: d [mm]
- Caudal volumétrico: q [$\frac{m^3}{s}$]
- Densidad de masa del fluido: ρ [$\frac{kg}{m^3}$]
- Número de Reynolds: $R_e = 1273 \cdot 10^3 \cdot \frac{q \cdot \rho}{d \cdot \mu}$

Gráficamente:



Anexo A4: selección de componentes

Elemento N° 12 - Acumulador hidroneumático

Requerimientos

Acumulador hidroneumático de diafragma con un volumen útil de 1 L. Tal valor es equivalente a la suma de los volúmenes de los 11 vástagos y representa la diferencia entre los estados de cilindros abiertos y cerrados.

Selección

Tabla A 2: Resumen de cálculo y selección del acumulador.

Acumulador			
Datos del implemento			
Presión de trabajo del sistema	p_s	38,2	[bar]
Número de actuadores	n	11	[]
Datos del actuador			
Carrera	c	70	[mm]
Diámetro cilindro	d_c	50,8	[mm]
Diámetro vástago	d_v	38,1	[mm]
Área llena	A_{LL}	2026,8	[mm ²]
Área vástago	A_v	1140,1	[mm ²]
Área anular	A_{AN}	886,7	[mm ²]
Cálculo del acumulador			
Selección	Rexroth	HAD3.5-160-2X	
Volumen útil	$\Delta V = V_1 - V_2$	1	[L]
Presión máx de operación	$p_{2 \text{ máx}} \leq 4 p_0$	152,8	[bar]
Precarga	p_0	38,2	[bar]
		40,0	[bar]
Sobrepresión mín de operación	p_1	42,4	[bar]
Sobrepresión máx de operación	p_2	70,0	[bar]
Volumen nominal	V_0	3,5	[L]
Volumen de aceite disponible con el gas a p_1	V_i	0,17	[L]
Volumen de aceite disponible con el gas a p_2	V_f	1,17	[L]

Comentario:

Se selecciona un acumulador hidroneumático de volumen nominal 3,5 L que, trabajando entre los valores de sobrepresión p_1 y p_2 presentados en la Tabla A 2, es capaz de acumular 1 L de fluido hidráulico.

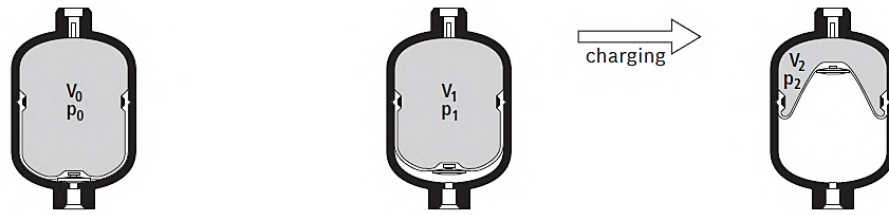


Figura A 5: Carga de un acumulador hidroneumático de diafragma. Fuente: Bosch Rexroth AG.

Curvas características

Adiabatic state changes $p_0 = 1$ to 90 bar

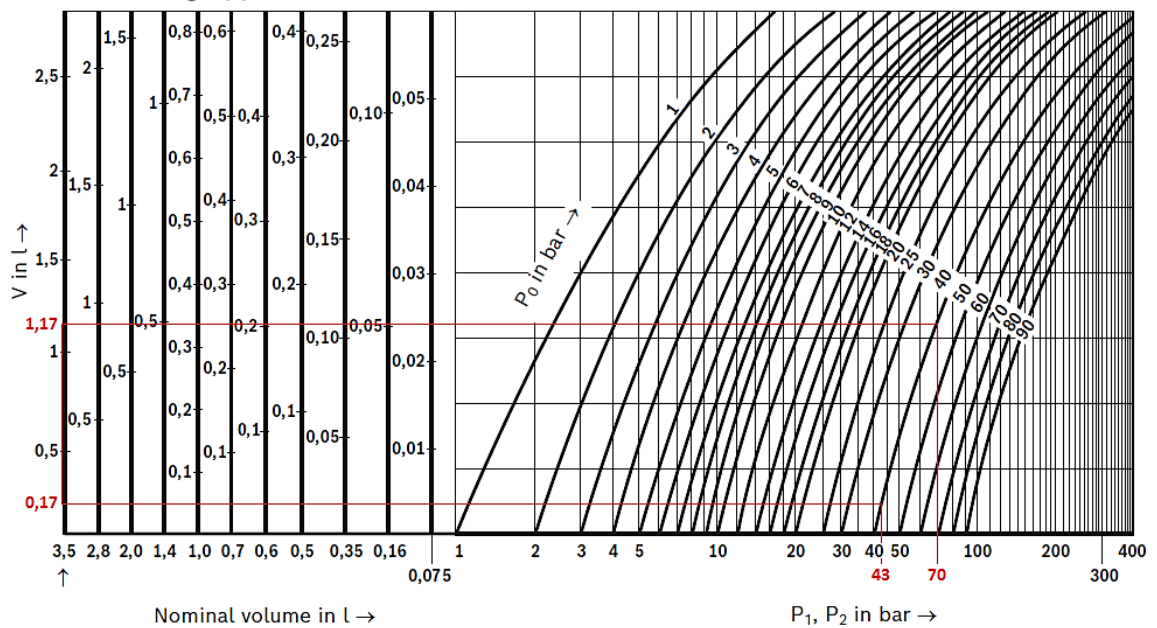


Figura A 6: Curva característica del acumulador, durante una transformación adiabática.

Fuente: Bosch Rexroth AG.

Elemento N° 6 - Bomba de caudal variable

Requerimientos

Bomba de desplazamiento variable de pistones axiales capaz de suministrar, en condiciones de caudal máximo, 72 L/min a una presión de 38 bar.

Selección

Tabla A 3: Selección de la bomba.

Verificación de la bomba			
Selección	Rexroth	A10VSO28DR/31R - Giro: DER	
Diferencia de presión E/S	Δp	37,2	[bar]
Revoluciones	$\omega_b = n$	3000	[rev/min]
Cilindrada	V_g	28,0	[cm ³ /rev]
Caudal	q_v	84,0	[L/min]
Torque	M	16,5	[Nm]
Potencia	P	5,2	[kW]
		7,0	[HP]
Rendimiento total	η_t	1,00	[-]
Rendimiento volumétrico	η_v	1,00	[-]
Rendimiento mecánico-hidráulico	η_{mh}	1,00	[-]

Notas:

- Posición básica en estado sin presión: V_g máx.
- Rangos de ajuste para la regulación de presión: 20 a 100 bar o 50 a 280 bar.
- Valores de rendimiento deducidos en base a los datos del fabricante.

Especificaciones técnicas

Tamaño nominal		NG	28
Cilindrada geométrica, por rotación		$V_{g \max}$ cm ³	28
Número de revoluciones máximo ¹⁾	con $V_{g \max}$	n_{nom} min ⁻¹	3000
	con $V_g < V_{g \max}$ ²⁾	$n_{\text{max zul}}$ min ⁻¹	3600
Caudal	con n_{nom} y $V_{g \max}$	$q_{v \max}$ l/min	84
	con $n_E = 1500 \text{ min}^{-1}$ y $V_{g \max}$	$q_{vE \max}$ l/min	42
Potencia	con n_{nom} y $V_{g \max}$	$P_{\max}$ kW	39
	con $n_E = 1500 \text{ min}^{-1}$ y $V_{g \max}$	$P_{E \max}$ kW	20
Par con $V_{g \max}$ y	$\Delta p = 280 \text{ bar}$	$M_{\max}$ Nm	125
	$\Delta p = 100 \text{ bar}$	M Nm	45

Figura A 7: Bomba de pistones axiales seleccionada. Especificaciones.

Fuente: Bosch Rexroth AG.

Resistencia a torsión de eje propulsor	S	c	Nm/rad	22317
	R	c	Nm/rad	26360
	P	c	Nm/rad	25656
Momento de inercia del accionamiento rotativo		J_{TW}	kgm ²	0,0017
Volumen de llenado		V	l	0,7
Masa sin arrastre (aprox.)				18
Masa con arrastre (aprox.)		m	kg	19,3

Figura A 7 (Continuación)

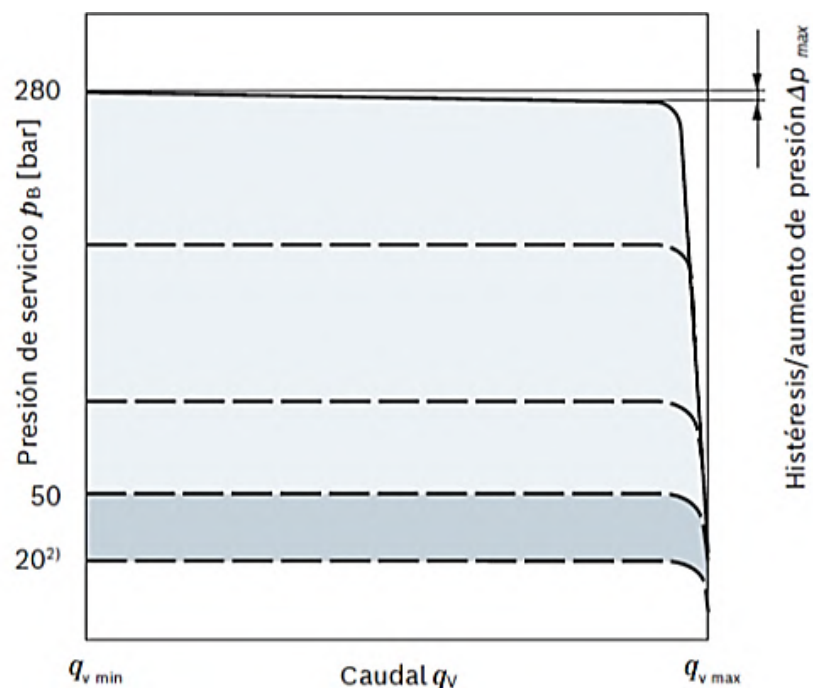
Curvas características

Figura A 8: Bomba seleccionada. Curvas características.

Fuente: Bosch Rexroth AG.

Sistema de regulación de presión: tipo DR

El regulador de presión limita la presión máxima en la salida de la bomba dentro del rango de regulación de la bomba variable. De ese modo, la bomba variable suministra solo la cantidad de fluido hidráulico requerida por los consumidores. Si la presión de servicio aumenta por encima del valor nominal de presión ajustado en la válvula de presión, la bomba realiza la regulación con una menor cilindrada y la desviación de regulación se reduce.

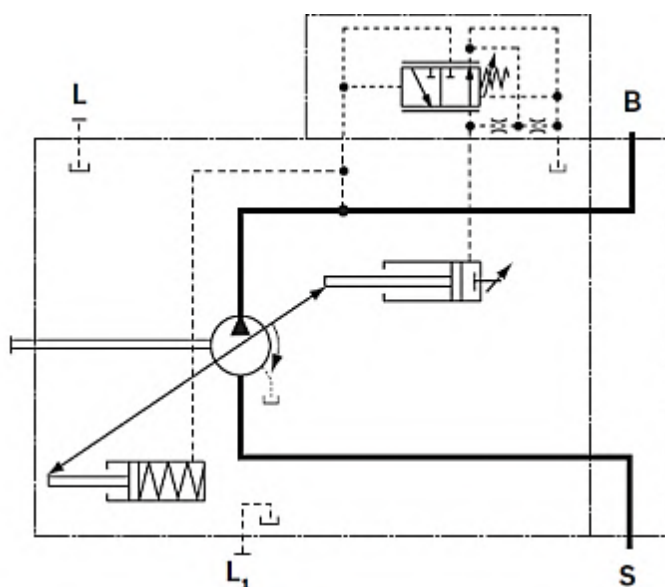
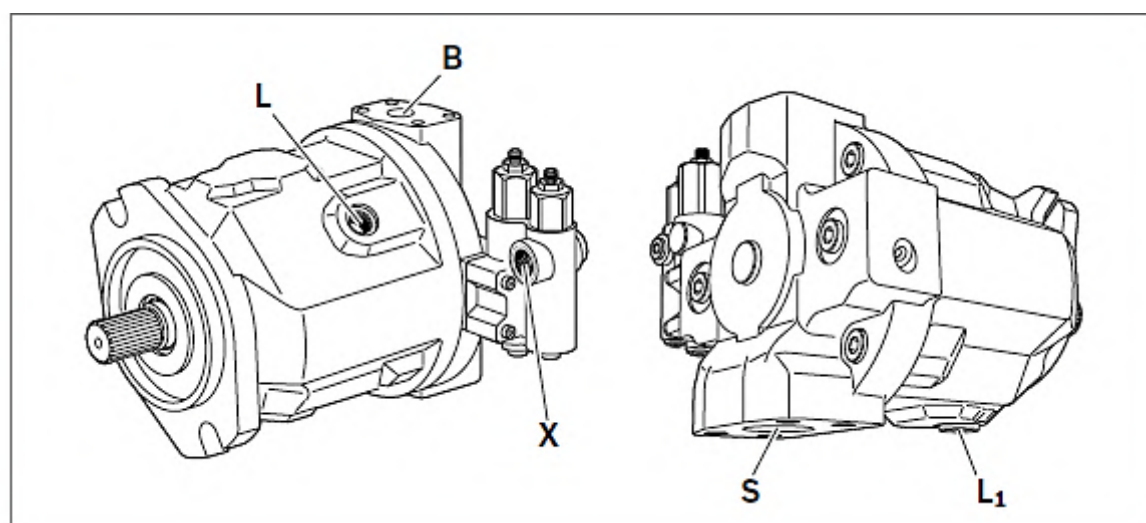


Figura A 9: Esquema del sistema de regulación de presión de la bomba.

Fuente: Bosch Rexroth AG.



Conexiones		Norma	Tamaño
B	Conexión de trabajo (serie de presión estándar)	ISO 6162-1	3/4 in
	Rosca de sujeción	DIN 13	M10 × 1,5; 17 prof.
S	Conexión de aspiración (serie de presión estándar)	ISO 6162-1	1 1/4 in
	Rosca de sujeción	DIN 13	M10 × 1,5; 17 prof.
L	Conexión de fugas	DIN 3852 ⁶⁾	M18 × 1,5; 12 prof.
L ₁	Conexión de fugas	DIN 3852 ⁶⁾	M18 × 1,5; 12 prof.
X	Conexión de presión de mando	DIN 3852	M14 × 1,5; 12 prof.
X	Conexión presión de mando para variador DG	DIN 3852-2	G1/4 in; 12 prof.

Figura A 10: Bomba seleccionada. Conexiones. Fuente: Bosch Rexroth AG.

Elemento N° 5 - Motor de combustión interna

Requerimientos

Motor estacionario de combustión interna que provea alrededor de 7 HP y 16,5 Nm a 3000 rpm.

Selección

Tabla A 4: Selección del motor.

Verificación del motor			
Selección	Honda	iGX390 - Giro: IZQ	
Revoluciones (aprox.)	ω_m	2600	[rev/min]
Torque (aprox.)	M	26,5	[Nm]
Potencia (aprox.)	P	7,3	[kW]
		9,8	[HP]

Especificaciones técnicas

GX390 (con depósito de combustible)

LongitudxAnchuraxAltura	406x460x448 mm
Masa en seco [peso]	31,8 kg
Tipo de motor	4 tiempos, monocilíndrico, válvulas en culata
Cilindrada [DiámetroxCarrera]	389 cm ³ [88,0x64,0 mm]
Potencia neta (según SAE J1349*)	8,7 kW (11,8 CV) a 3.600 rpm
Par máx. neto (según SAE J1349*)	26,5 N·m (2,7 kgf·m) a 2.500 rpm
Capacidad del aceite del motor	1,1 L
Capacidad del depósito de combustible	4,7 L
Sistema de refrigeración	Aire forzado
Sistema de encendido	CDI de tipo magneto
Rotación del eje de la TDF	Hacia la izquierda

Figura A 11: Motor de combustión interna seleccionado. Especificaciones.

Fuente: Honda Engines.

Curvas características

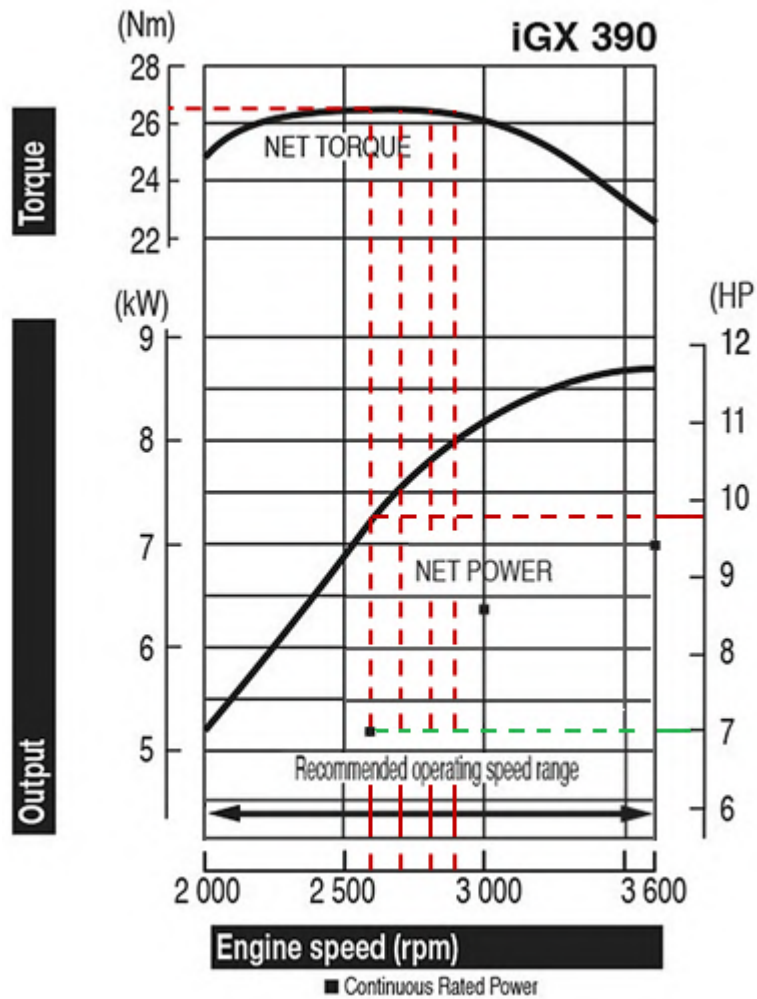


Figura A 12: Motor de combustión interna seleccionado. Especificaciones.

Fuente: Honda Engines.

Elemento N° 13 - Distribuidor de correderaRequerimientos

Distribuidor de corredera de 3 vías y 2 posiciones, normalmente abierto, de accionamiento electromagnético y retorno por resorte. Caudal y presión de trabajo en 20 L/min y 38 bar respectivamente.

Selección → REXROTH KKDER1CA/HN9V

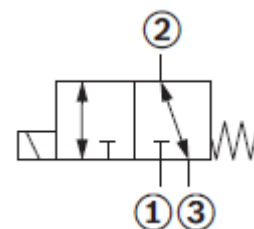
Especificaciones técnicas

General			
Weight	Valve	kg	0.3
	Coil	kg	0.25
Installation position			Any
Ambient temperature range		°C	-40 ... +110
Hydraulic			
Maximum working pressure	Port ①, ②, ③	bar	350
Maximum flow		l/min	60
Hydraulic fluid			See table on page 5
Hydraulic fluid temperature range		°C	-40 ... +80
Viscosity range		mm²/s	4 ... 500
Maximum admissible degree of contamination of the hydraulic fluid Cleanliness level per ISO 4406 (c)			Level 20/18/15 ¹⁾
Load cycles			10 mil. (at 350 bar)
Electric			
Voltage type			DC voltage
Supply voltage ²⁾		V	12 DC; 24 DC
Voltage tolerance over ambient temperature			See characteristic curve on page 7
Power consumption		W	22
Duty cycle		%	See characteristic curve on page 7
Maximum coil temperature ³⁾		°C	150
Switching time according to ISO 6403 (Horizontal solenoid)	ON	ms	≤80
	OFF	ms	≤50
Maximum switching frequency		Switches/h	15000
Type of protection according to ISO 20653	Connector version "K4"		IP6K5 ⁴⁾
	Connector version "C4"		IP6K6K ⁴⁾
			IP6K9K ⁴⁾ (only with Rexroth type R901022127)
		Connector version "K40"	IP6K7 and IP6K9K ⁴⁾

Figura A 13: Distribuidor de corredera 3/2 seleccionado. Especificaciones.

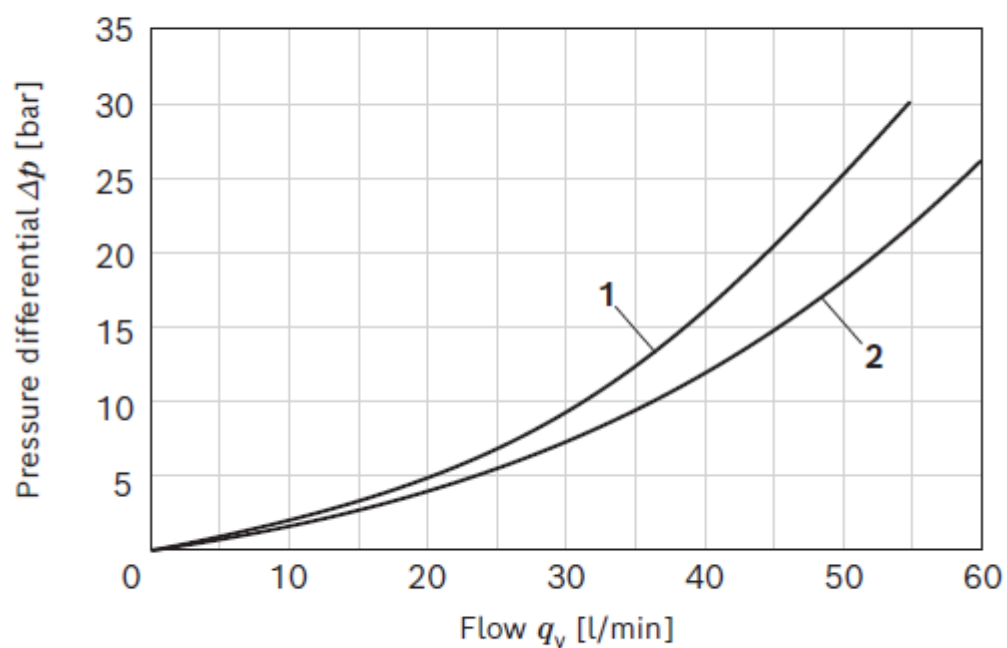
Fuente: Bosch Rexroth AG.

Curvas características



Δp - q_v characteristic curve

▼ Symbol C



- 1 ① → ② and ② → ①
 2 ③ → ② and ② → ③

Figura A 14: Distribuidor de corredera 3/2 seleccionado. Curvas características.

Fuente: Bosch Rexroth AG.

Elemento N° 14 - Regulador de caudalRequerimientos

Válvula reguladora de caudal bidireccional, cuyo rango de ajuste admita caudales de 0 a 20 L/min.

Selección → OFC FRB90-03

Especificaciones técnicas

Size	Max Pressure bar	Max Flow rate lpm
01	350	30
02	350	40
03	350	50
04	320	80
05	300	110

Figura A 15: Regulador de caudal seleccionado. Especificaciones. Fuente: OFC.

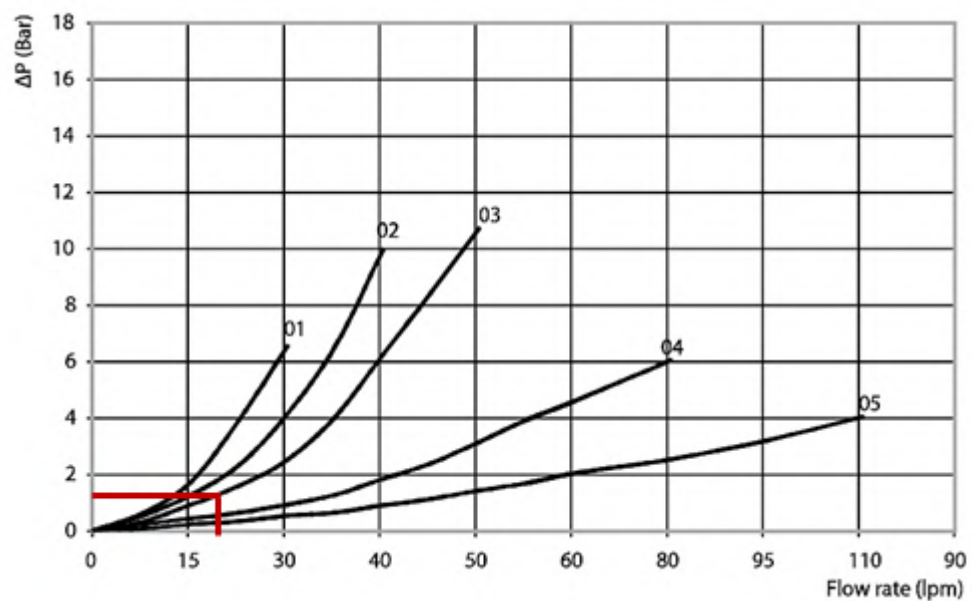
Curvas características

Figura A 16: Regulador de caudal seleccionado. Curvas características. Fuente: OFC.

Anexo A5: esquemas

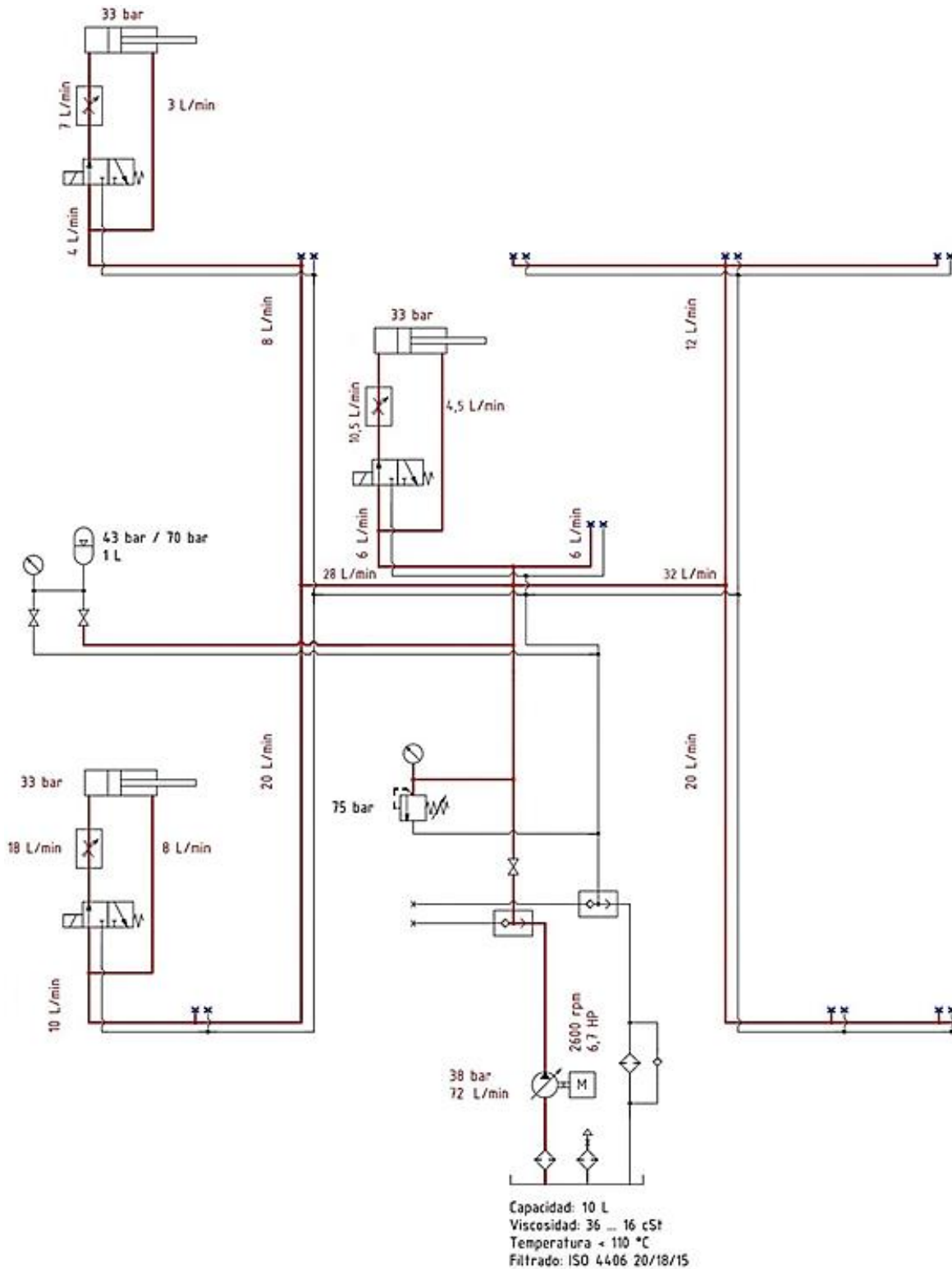


Figura A 17: Sistema hidráulico de corte durante el avance de los 11 cilindros.

Referencias: - Rojo: cañería de presión. - Negro: caudal nulo en cañería.

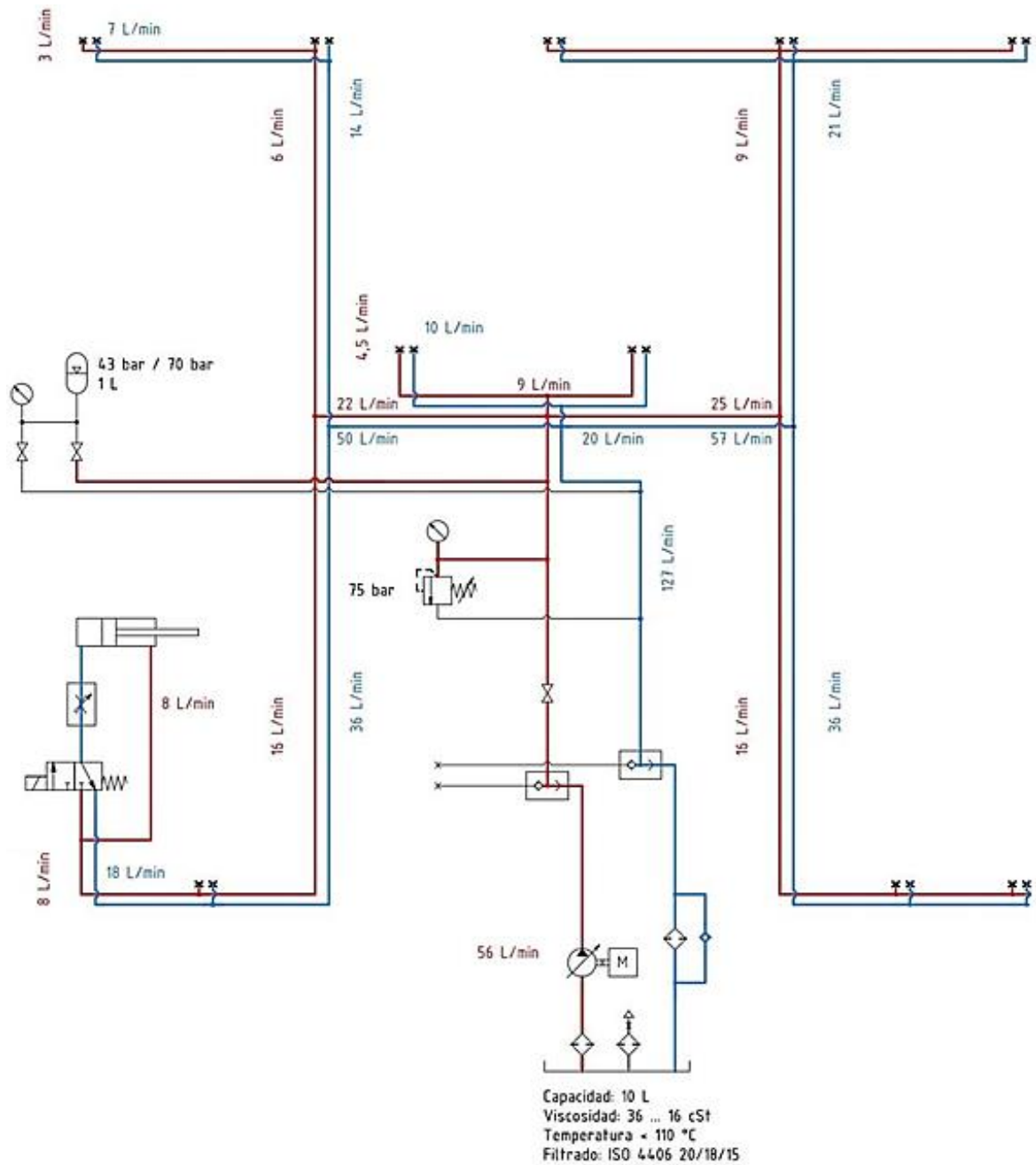


Figura A 18: Sistema hidráulico de corte durante el retroceso de los 11 cilindros.

Referencias:

- Rojo: cañería de presión. - Azul: cañería de retorno. - Negro: caudal nulo en cañería.

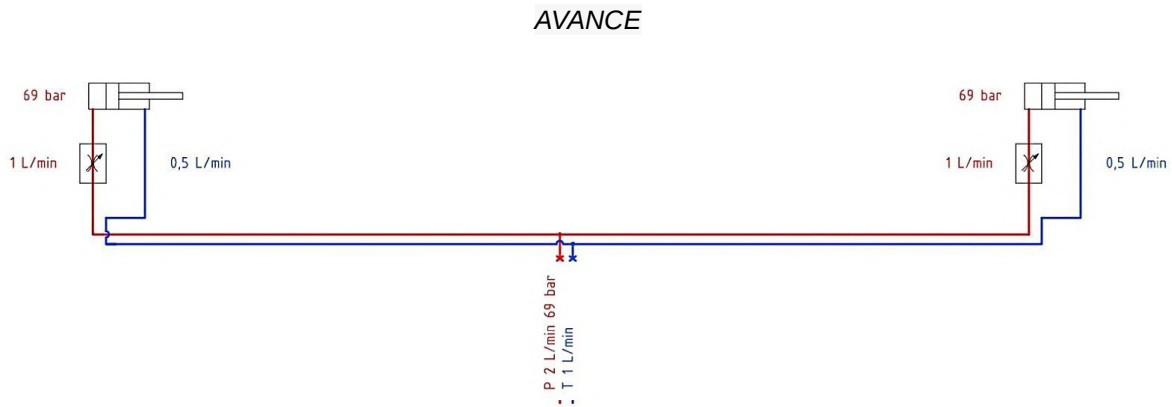


Figura A 19: Sistema hidráulico de levante durante el avance de los cilindros.

Referencias: - Rojo: cañería de presión. - Azul: cañería de retorno.

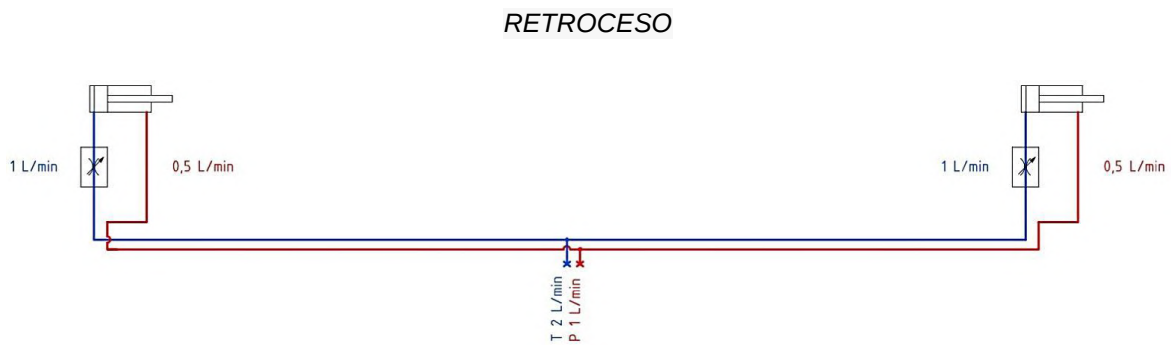


Figura A 20: Sistema hidráulico de levante durante el retroceso de los cilindros.

Referencias: - Rojo: cañería de presión. - Azul: cañería de retorno.

Anexo A6: diseño del depósito de aceite hidráulico

El volumen útil de un depósito de fluido hidráulico puede determinarse en función de tres criterios, los cuales se refieren respectivamente a la absorción de los actuadores, a la potencia perdida y a las condiciones operativas.

Cuando el volumen absorbido por los actuadores es relativamente grande, el volumen útil está representado por suma de las absorciones volumétricas. En éste caso, se tiene:

Cilindro: 2 " x 1 ½ " x 70 mm

$$A_V = 1140 \text{ mm}^2$$

$$C = 70 \text{ mm}$$

$$Vol_V = A_V \cdot C = 0,08 \text{ L}$$

Cantidad: 11

$$\text{Volumen útil} \rightarrow Vol_1 = Vol_V \cdot 11 = 0,9 \text{ L}$$

Sin embargo, en la mayoría de las instalaciones, el factor determinante está relacionado a la potencia perdida; como ésta se convierte en calor, las dimensiones del tanque deben ser suficientes para garantizar la adecuada dispersión térmica y para mantener el aceite a temperaturas de trabajo no superiores a 50 °C. En línea orientativa (Speich & Bucciarelli, 1979), un tanque dimensionado según éste criterio debe tener un volumen útil (expresado en L) igual a 2 o 3 veces el valor del caudal de la bomba (expresado en L/min). En éste sentido, el depósito debería tener:

$$\text{Volumen útil} \rightarrow Vol_2 = 2 \cdot 117 \text{ L} = 234 \text{ L}$$

Remitirse a la primera aproximación significaría determinar el volumen útil estrictamente en función de las absorciones volumétricas de los cilindros de corte, evitando considerar volúmenes muertos y otras reservas de fluido. Guiarse, en cambio, por la segunda aproximación, implicaría situarse en una posición ultra conservadora que, además, infiere un volumen útil de depósito incompatible con las dimensiones de la central y del implemento.

Lo correcto sería seleccionar un volumen tal que:

- Contemple las absorciones volumétricas de los actuadores.
- Garantice una aceptable dispersión térmica.
- Admita un reservorio extra de fluido.

- Considere el grado de utilización de la bomba, es decir, el porcentaje del ciclo funcional durante el cual la bomba funciona a plena potencia.

Haciendo foco en éste último aspecto, sería poco probable que se detecte maleza en cada canal de los tres sensores y se accionen los once cilindros de corte al mismo tiempo, lo cual representaría la situación de demanda máxima de potencia (caudal y presión). Por otro lado, es altamente probable que se accionen, de a pares, los cilindros gobernados por un único canal de detección y, por ende, el consumo de potencia sería relativamente pequeño.

Es por ello que, en función de dichas condiciones operativas, se cree que un volumen útil de 10 L se adaptaría a los requisitos establecidos:

$$\text{Volumen útil} \rightarrow Vol_3 = 10 L$$

Otras consideraciones de diseño:

- El volumen ocupado por el aire en lo alto del tanque es el espacio que permanece sobre el pelo libre cuando el aceite alcanza el nivel máximo y representa indicativamente el 15% del volumen total.
- El tubo de aspiración debe ser de sección abundante y su extremidad debe calar en el líquido a una profundidad suficiente para estar siempre inmerso, manteniendo del fondo una distancia específica como para no succionar sedimentos y/o depósitos sólidos. Según especificaciones del fabricante de la bomba, dichas dimensiones son 200 mm y 100 mm, respectivamente (Figura A 22).
- El tubo de retorno debe terminar también bajo el nivel del líquido, para impedir la formación de espuma, y la distancia de su extremidad al fondo debe ser superior a 2,5 diámetros. Dicha extremidad se corta a 45° para aumentar la sección de eflujo.
- El tubo colector de flujos de drenaje debe, en cambio, descargar sobre el nivel de aceite para no crear contrapresiones.
- Entre otros accesorios a montar, se definen:
 - o Dispositivo de venteo provisto de filtro de aire.
 - o Boca de carga con tapón y filtro de malla.
 - o Medidor de nivel de aceite.
 - o Boca de descarga.

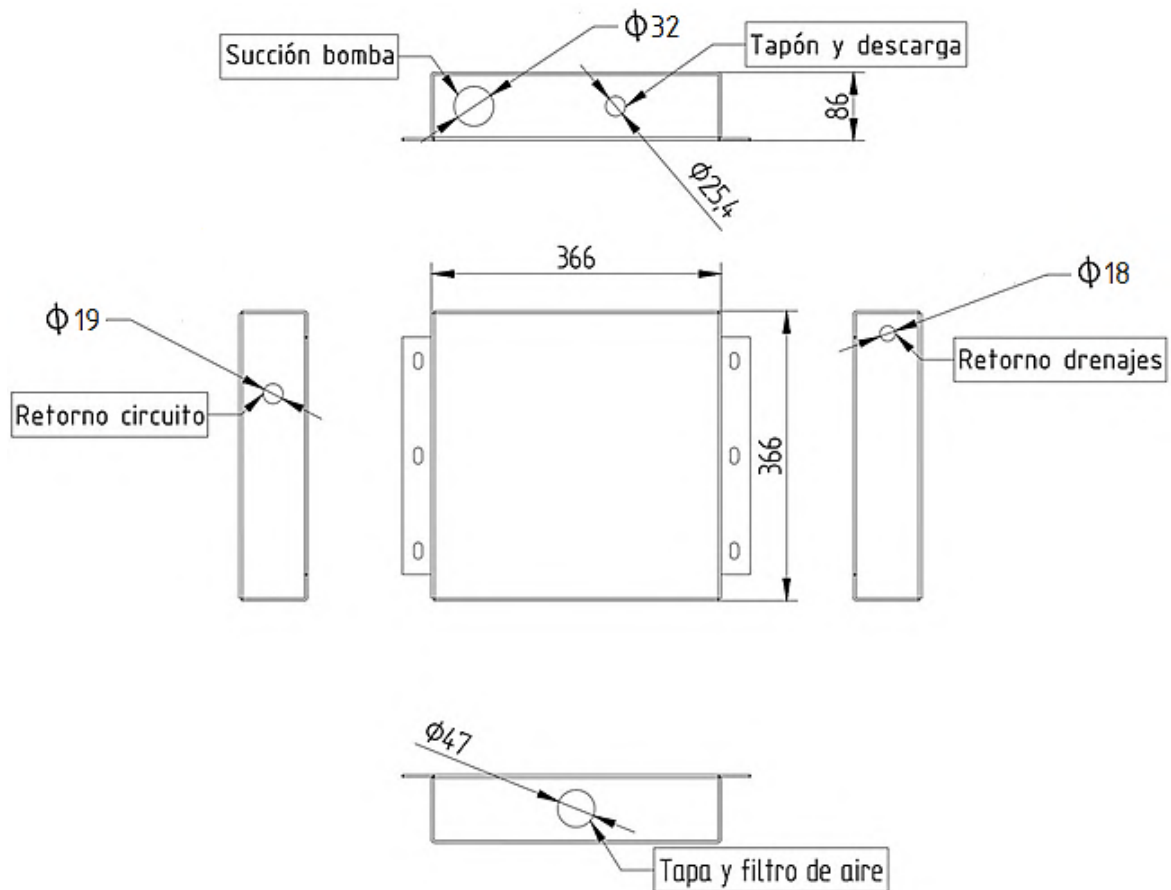
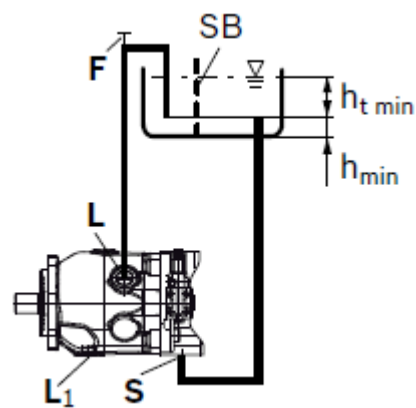


Figura A 21: Depósito hidráulico.



L, L ₁	Highest drain port	$h_{t \min}$	Minimum required immersion depth (200 mm)
F	Filling/air bleeding	$h_{\min}$	Minimum required distance to reservoir bottom (100 mm)
S	Suction port	SB	Baffle (baffle plate)

Figura A 22: Instalación de la bomba en el implemento, por debajo del nivel del depósito.

Fuente: Bosch Rexroth AG.

Anexo A7: especificaciones técnicas sistema WEEDit

Tabla A 5: Especificaciones técnicas del sistema WEEDit.

Electronic specifications	
Supply voltage	12 VDC
Power consumption	10 to 20 W per sensor
Current protection	80 A fuse
System voltage	48 VDC

Detection specifications	
Detection channels	4
Detection distance	1100 mm / 43"
Channel width	250 mm / 10"
LED wavelength	475 nm
Light intensity	160 lm
Sensitivity	2 cm ² minimum
Sample frequency	28000 Hz

Fluid specifications	
Main supply pressure	7 bar / 100 psi maximum
Spray line pressure	2-6 bar / 30-87 psi
Maximum flow	06 size nozzle (= 0.6 gal/min @ 40 psi)

Operating conditions	
Speed	0 to 25 km/h
Temperature	-30 to 60 °C / -22 to 140 °F
Ingress protection	IP67

Mounting specifications	
Detection sensor fasteners	4 x M6 bolt
	Thread length = 8 mm + bracket thickness (Do not use longer bolts to prevent damage to the detection sensors)
Detection sensor angle	Maximum 22° forward
Wheel speed sensors	Max. 8 mm from wheel ring holes

Anexo B

Codificación de la planimetría

Referencia código de planos:

- Ejemplo: **CJ-01-01**

Tipo de plano: **CJ-01-01**

- Planos de conjuntos: **CJ**
- Planos de fabricación: **FA**
- Lista de materiales: **LE**

Subconjunto: **CJ-01-01**

- Chasis: **01**
- Módulo de corte: **02**
- Ejes: **03**
- Lanza: **04**
- Sensores: **05**
- Central hidráulica: **06**
- Implemento: **07**
- Circuito hidráulico: **08**

Posición: **CJ-01-01**

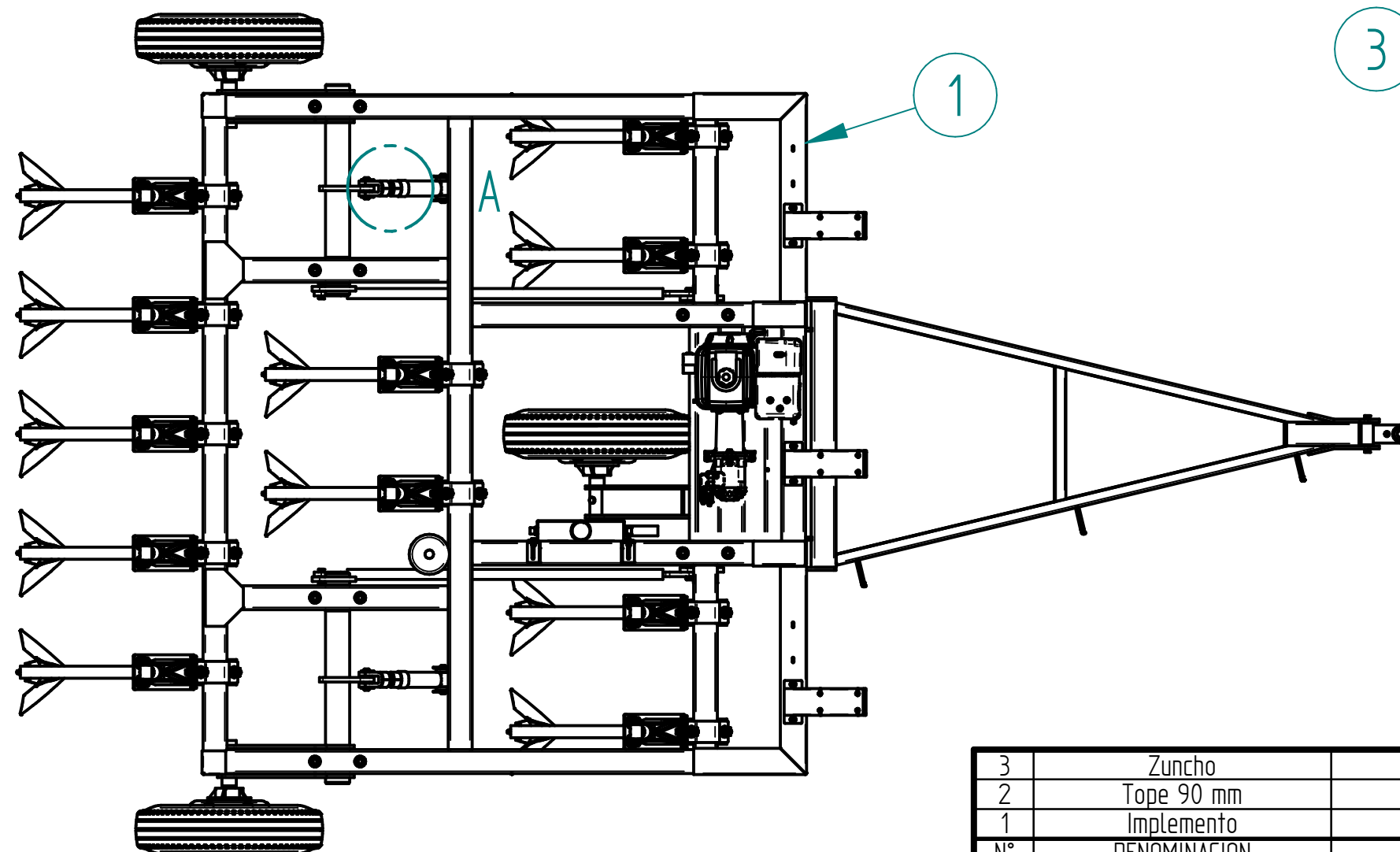
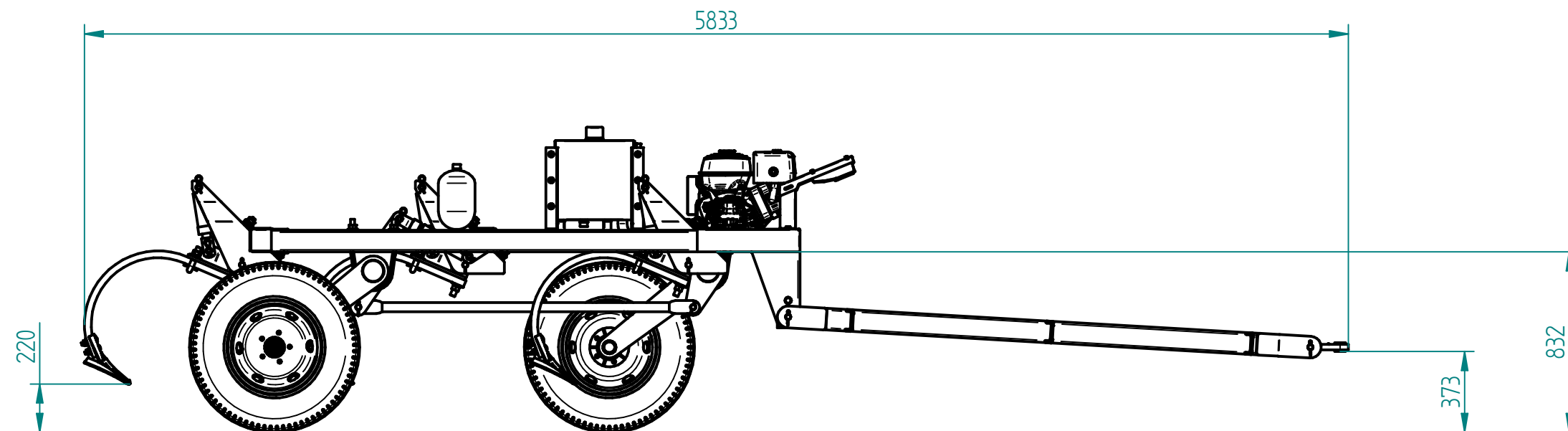
- Numeración distintiva dentro de un mismo tipo y subconjunto.

Índice de planos

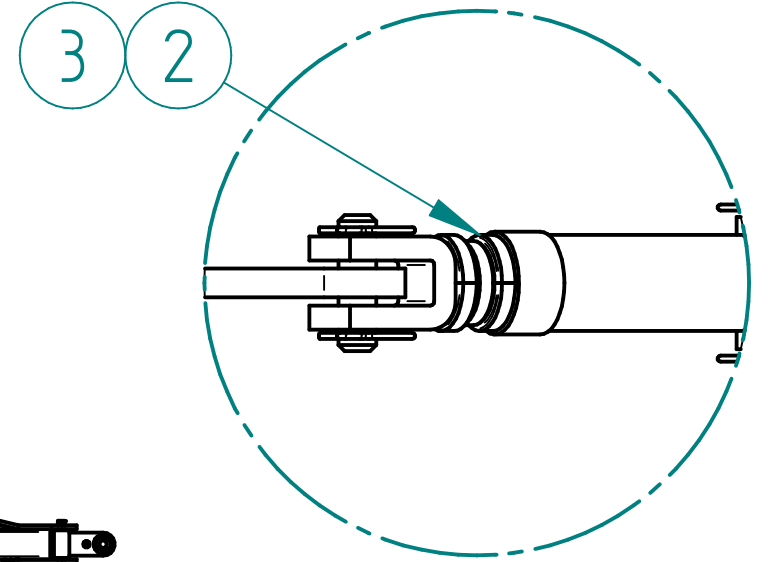
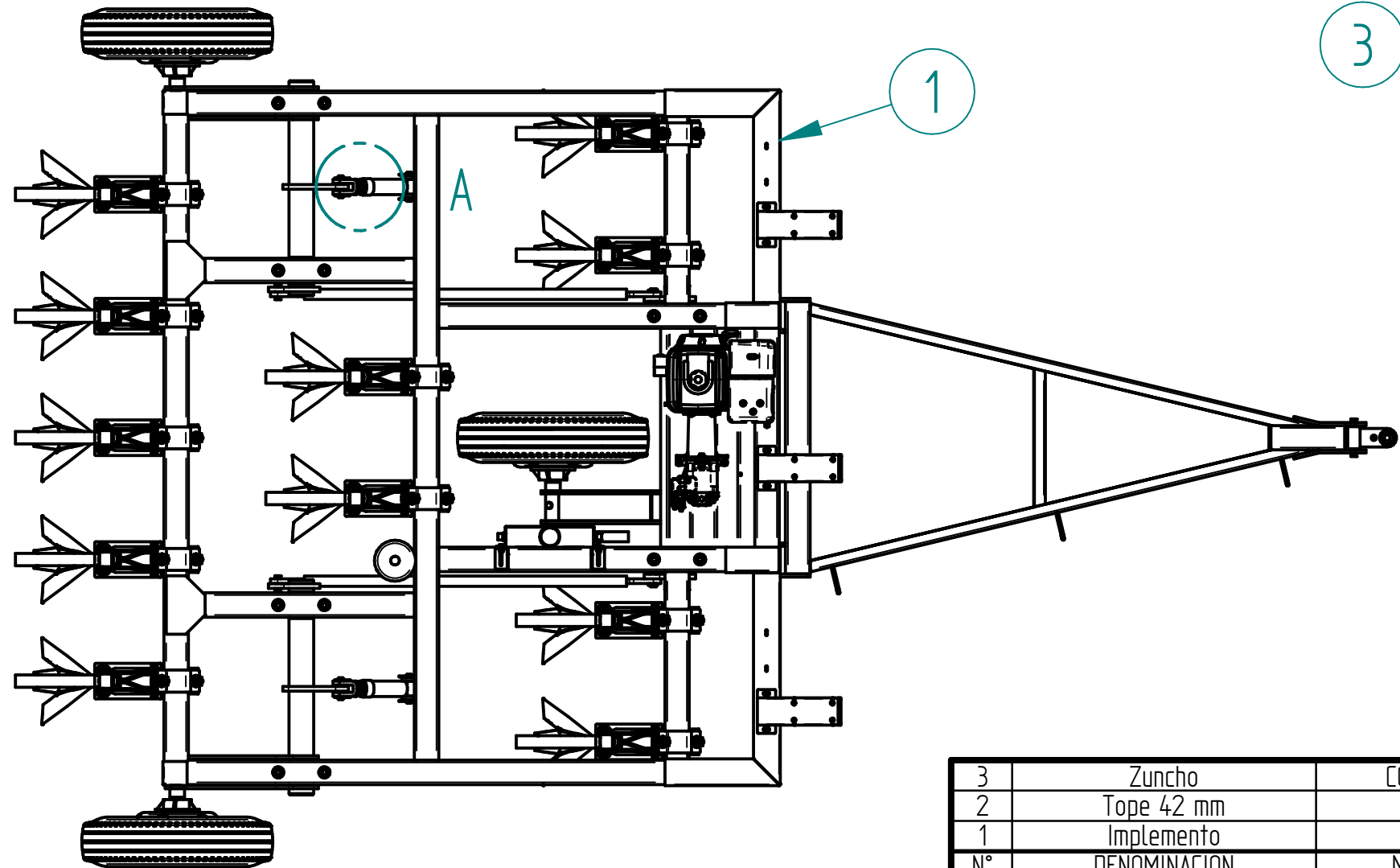
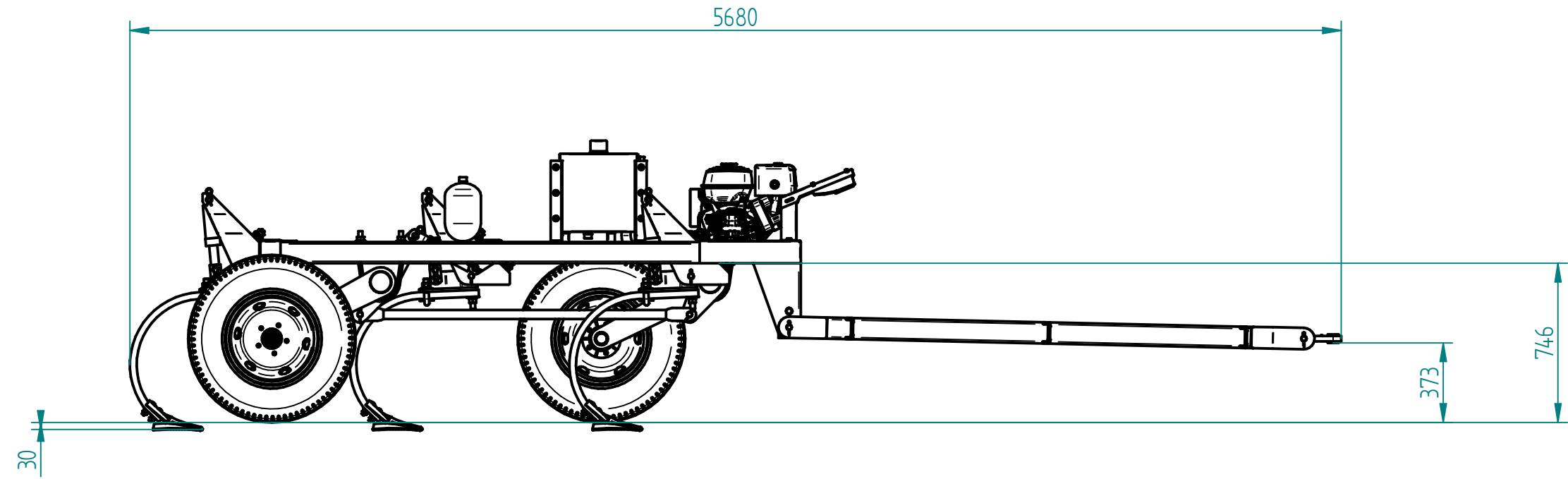
- CJ-07-06
- CJ-07-07
- CJ-07-08
 - o FA-07-02
 - o FA-07-03
- CJ-07-01
 - o CJ-01-01
 - o CJ-01-02
 - o CJ-01-03
 - o CJ-01-04
 - o CJ-01-05
 - FA-01-01
 - FA-01-02
 - FA-01-03
 - FA-01-04
 - FA-01-05
 - FA-01-06
 - CJ-01-07
 - FA-01-07
 - FA-01-08
 - CJ-01-06
 - FA-01-09
 - FA-01-10
 - FA-01-11
 - FA-01-12
 - FA-01-13
 - FA-01-14
 - FA-01-15
 - FA-06-01
 - FA-06-03
 - FA-06-06
 - FA-06-07
 - o CJ-03-03
 - CJ-03-01
 - FA-03-01
 - FA-03-02
 - FA-03-03
 - CJ-03-02
 - FA-03-04
 - FA-03-05
 - FA-03-06
 - FA-03-07
 - FA-03-08
 - o CJ-03-05
 - CJ-03-04
 - o CJ-03-07
 - CJ-03-06
 - FA-03-12

- o CJ-07-05
 - FA-07-01
 - o CJ-03-08
 - FA-03-09
 - FA-03-10
 - FA-03-11
 - o FA-03-13
- CJ-07-02
 - o CJ-02-05
 - CJ-02-01
 - FA-02-01
 - FA-02-02
 - CJ-02-02
 - CJ-02-03
 - o FA-02-05
 - CJ-02-04
 - o FA-02-03
 - o FA-02-04
 - FA-02-06
- CJ-07-03
 - o CJ-05-01
 - FA-05-01
 - FA-05-02
 - FA-05-03
 - o CJ-06-02
 - FA-06-02
 - FA-06-08
 - o CJ-06-01
 - FA-06-04
 - FA-06-05
- CJ-07-04
 - o CJ-04-01
 - o CJ-04-02
 - o CJ-04-03
 - FA-04-01
 - FA-04-02
 - FA-04-03
 - FA-04-04
 - FA-04-05
 - FA-04-06
 - FA-04-07
 - FA-04-08
 - FA-04-09
 -
 - o CJ-04-04
 - FA-04-10
 - o FA-04-11
 - o FA-04-12
- CJ-08-01

- CJ-08-02
- LE-08-01
- CJ-08-03
- CJ-08-04
- CJ-08-05

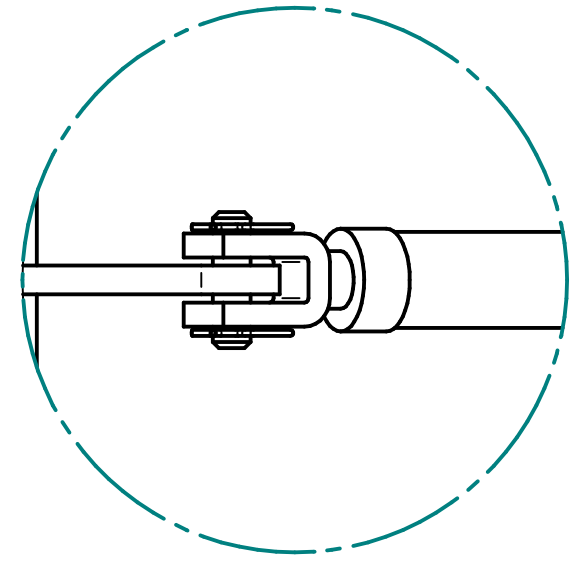
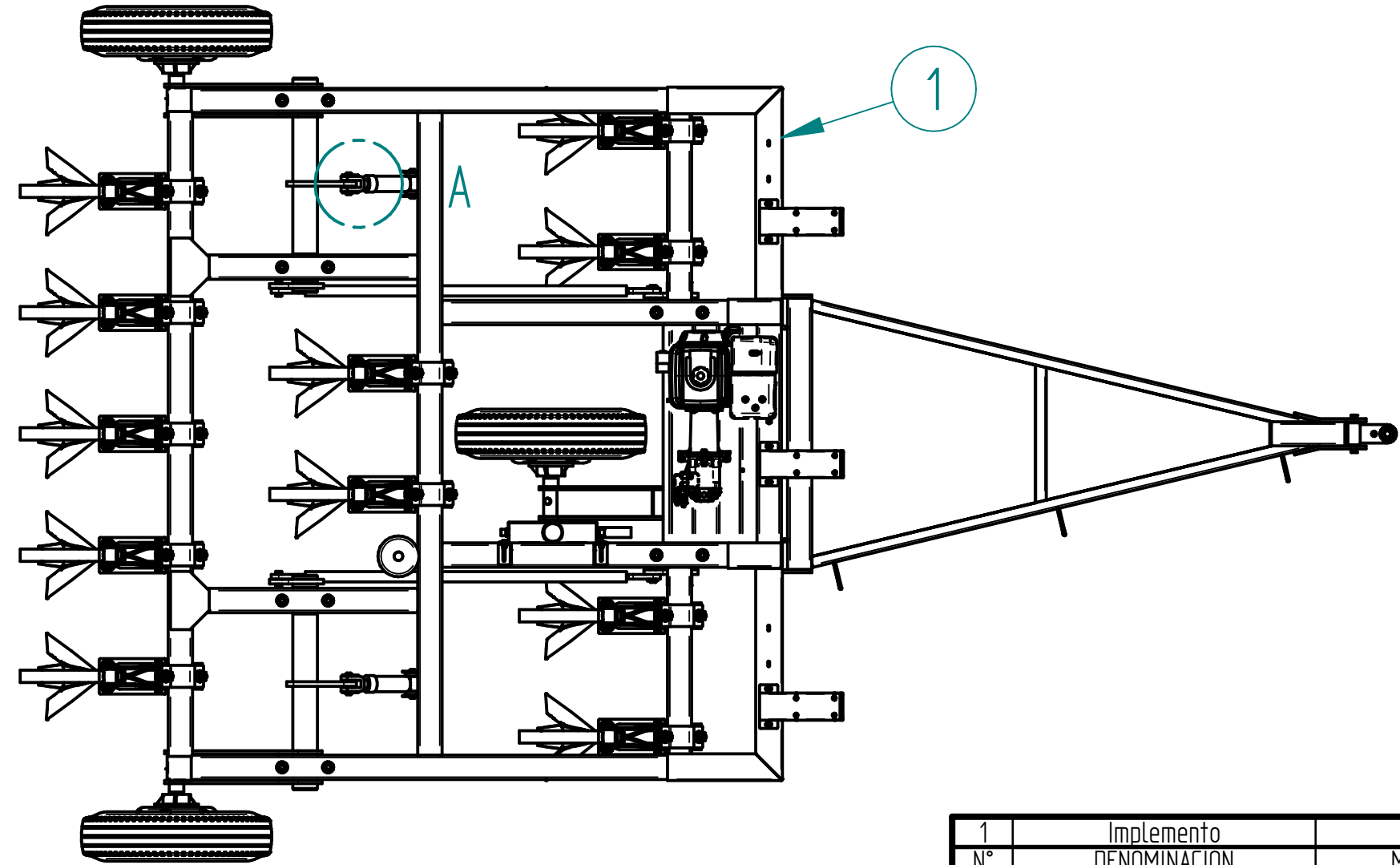
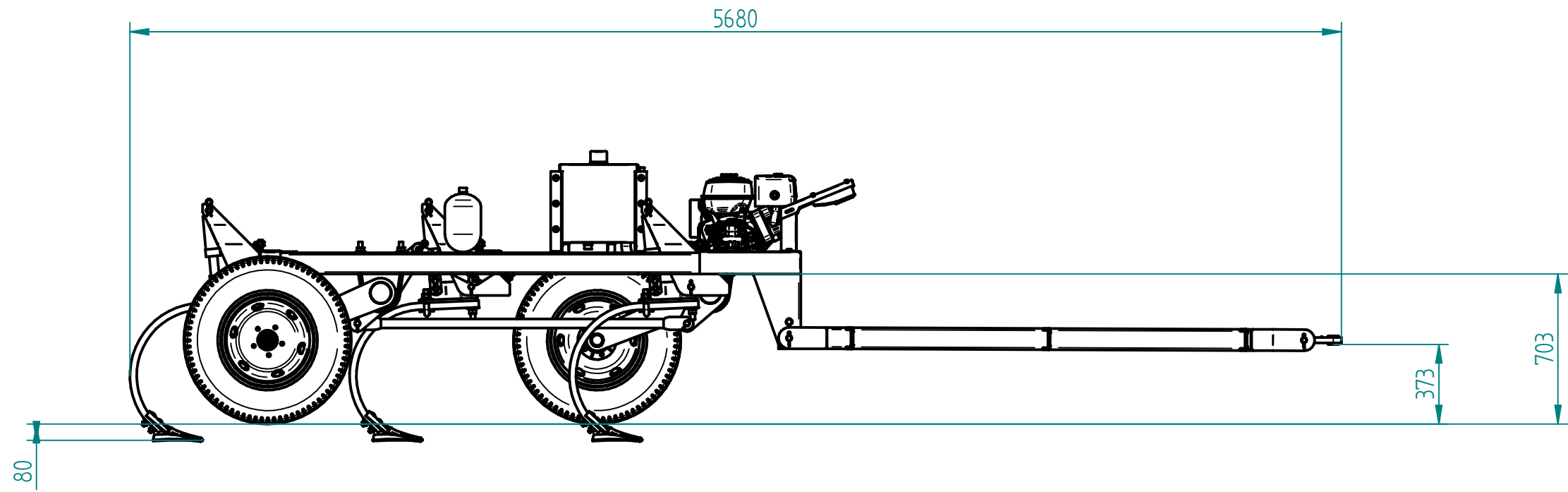


3	Zuncho	COMERCIAL		2
2	Tope 90 mm	-	VER PLANO FA-07-03	4
1	Implemento	-	-	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Posición transporte		
 Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:25 - 1:5
			FECHA:	14/4/2023
			CÓDIGO:	CJ-07-06



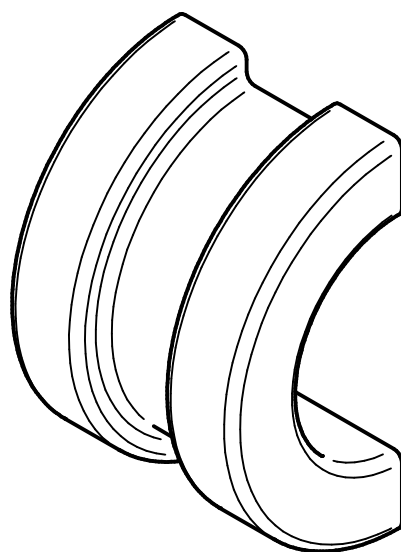
DETALLE A
1:5

3	Zuncho	COMERCIAL		2
2	Tope 42 mm	-	VER PLANO FA-07-02	4
1	Implemento	-	-	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Profundidad mínima		
 Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:25 - 1:5
			FECHA:	14/4/2023
			CÓDIGO:	CJ-07-07

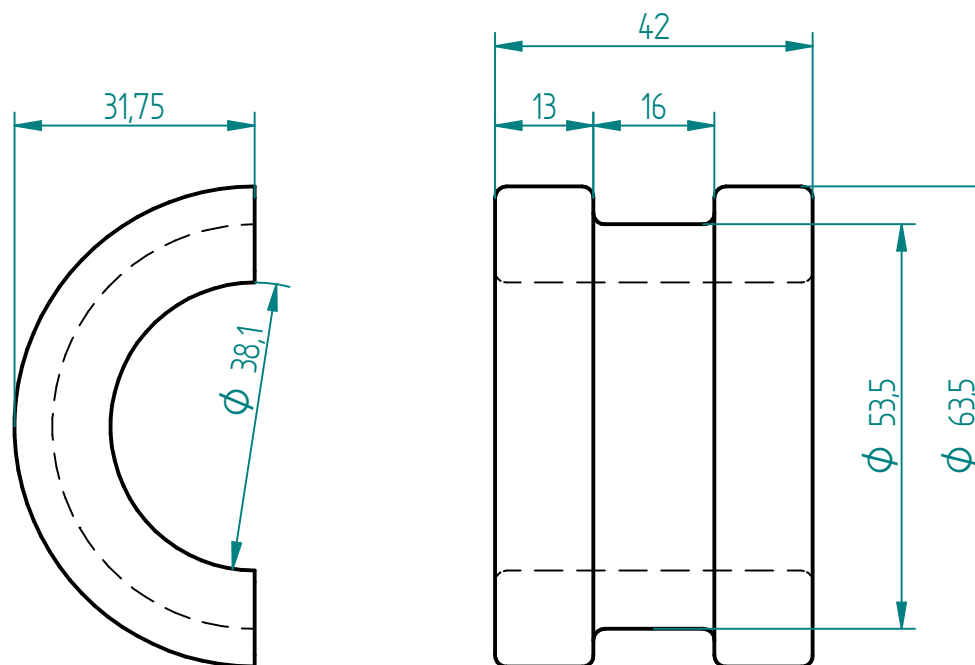


DETALLE A
1:5

1	Implemento	-	-	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Profundidad máxima		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E	Hernández, J. L.
			DISEÑO:	Ibarra, E. I.
			ESCALAS:	1:25 - 1:5
			FECHA:	14/4/2023
				CÓDIGO: CJ-07-08

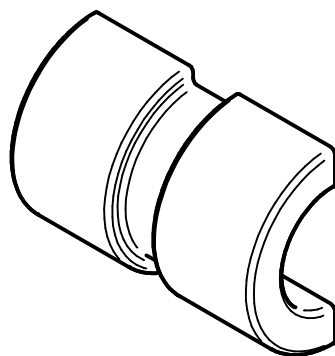


Vista Isometrica
1:1

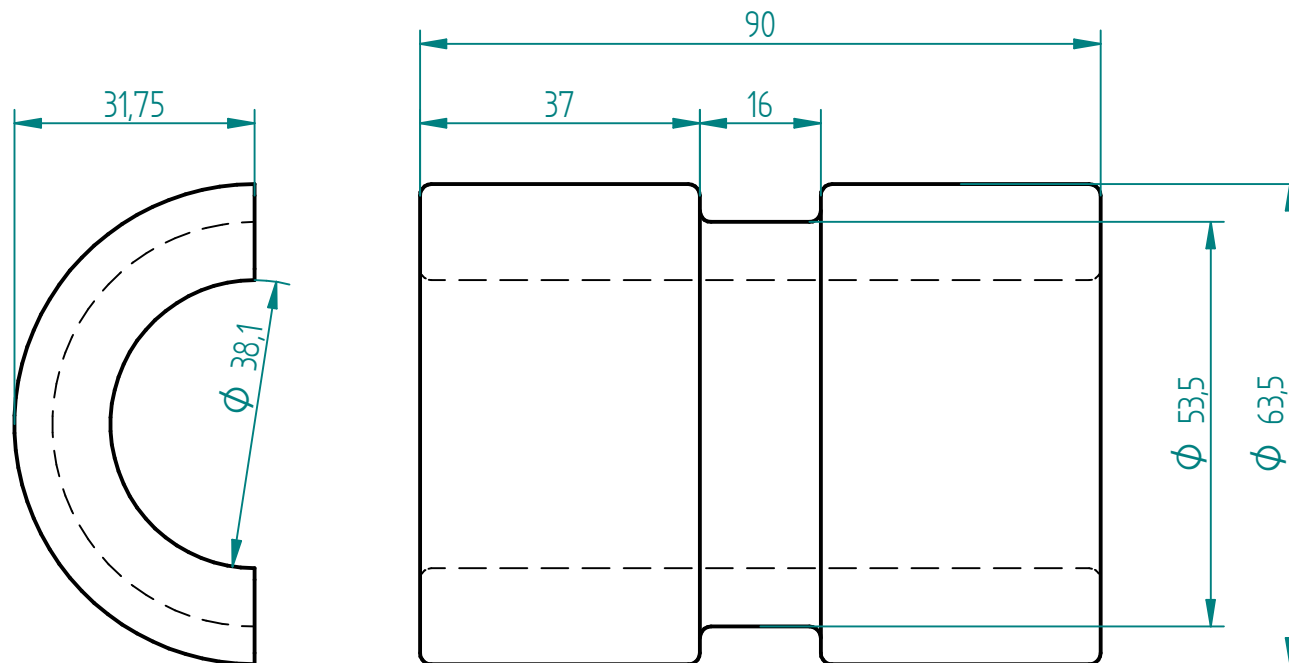


MATAR CANTOS VIVOS – TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

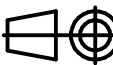
1	Anclaje ejes	Fundición aluminio			4
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES		CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Tope aluminio 42 mm		ISO E 	
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		DISEÑO:		Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
			ESCALAS:		1:1
			FECHA:		11/4/2023
			CÓDIGO:	FA-07-02	

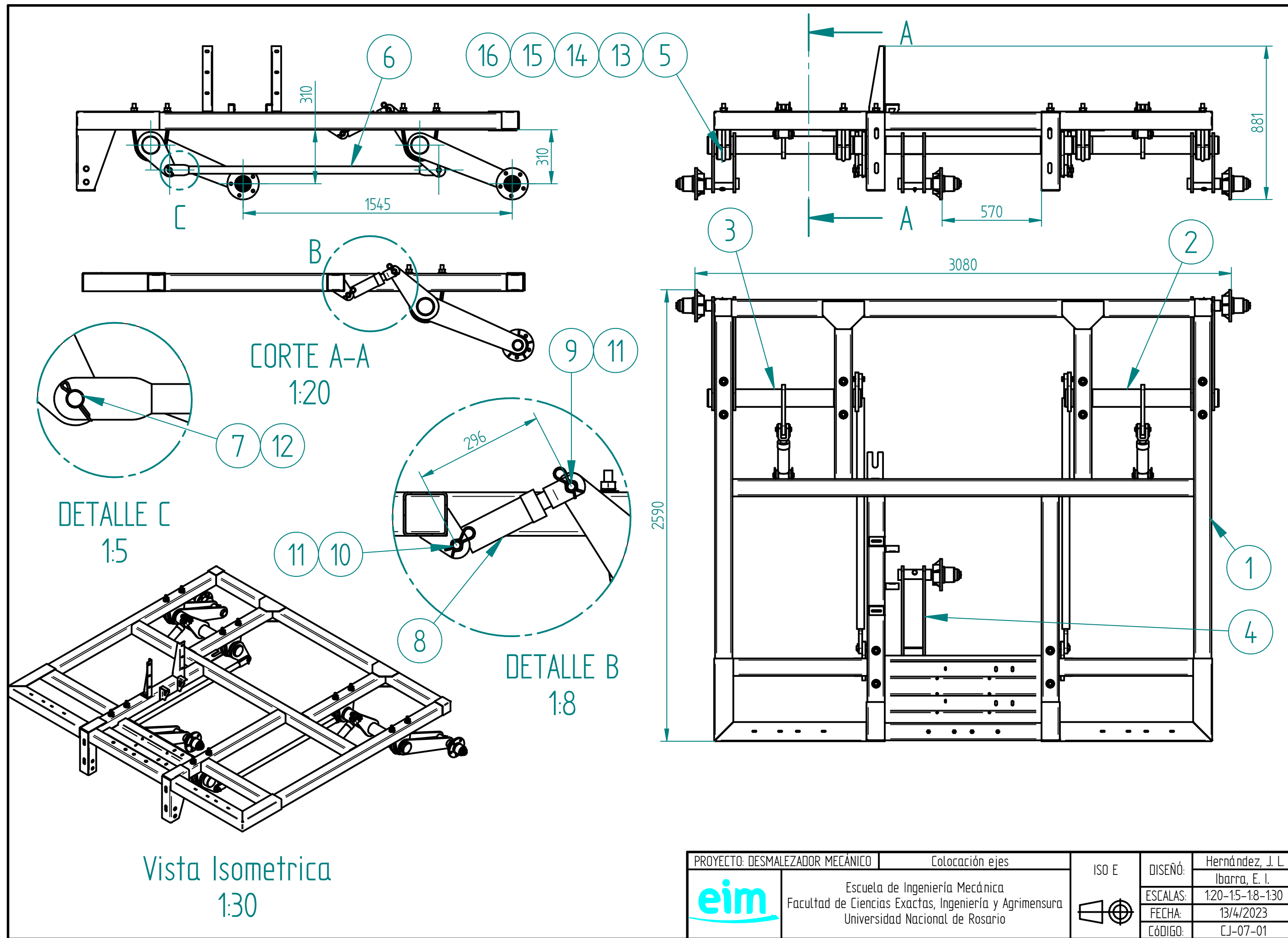


Vista Isometrica
1:2



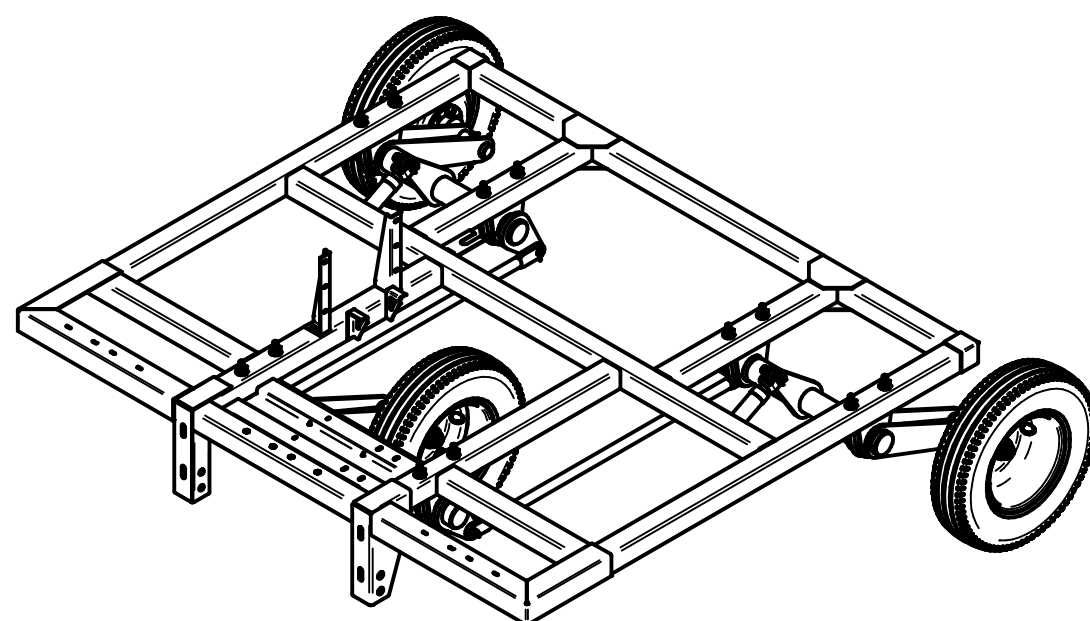
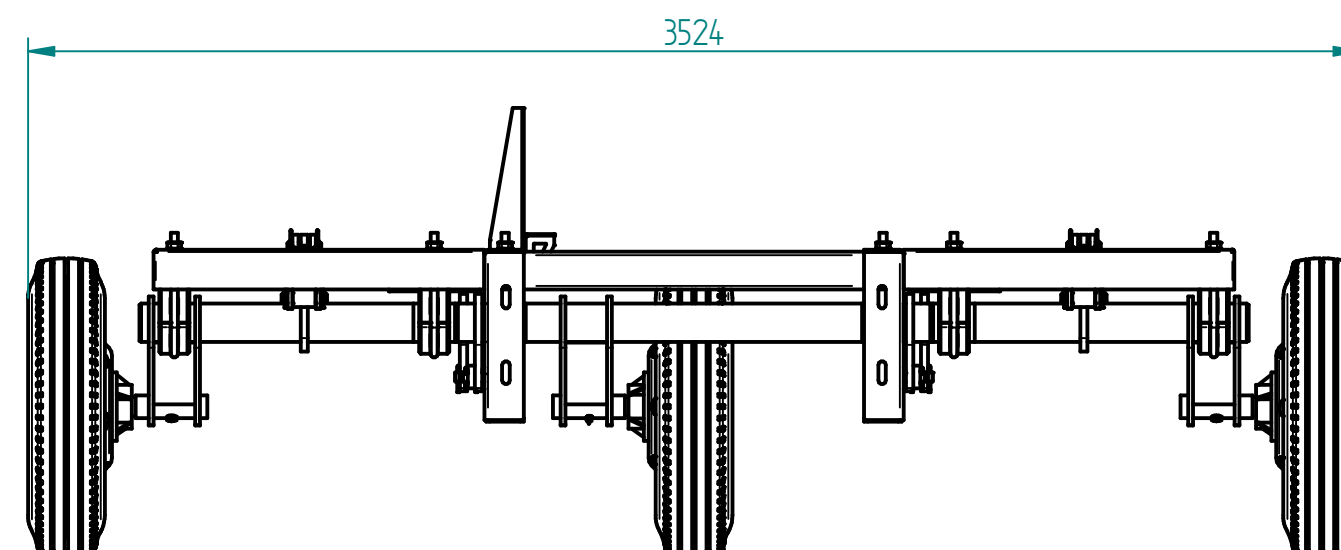
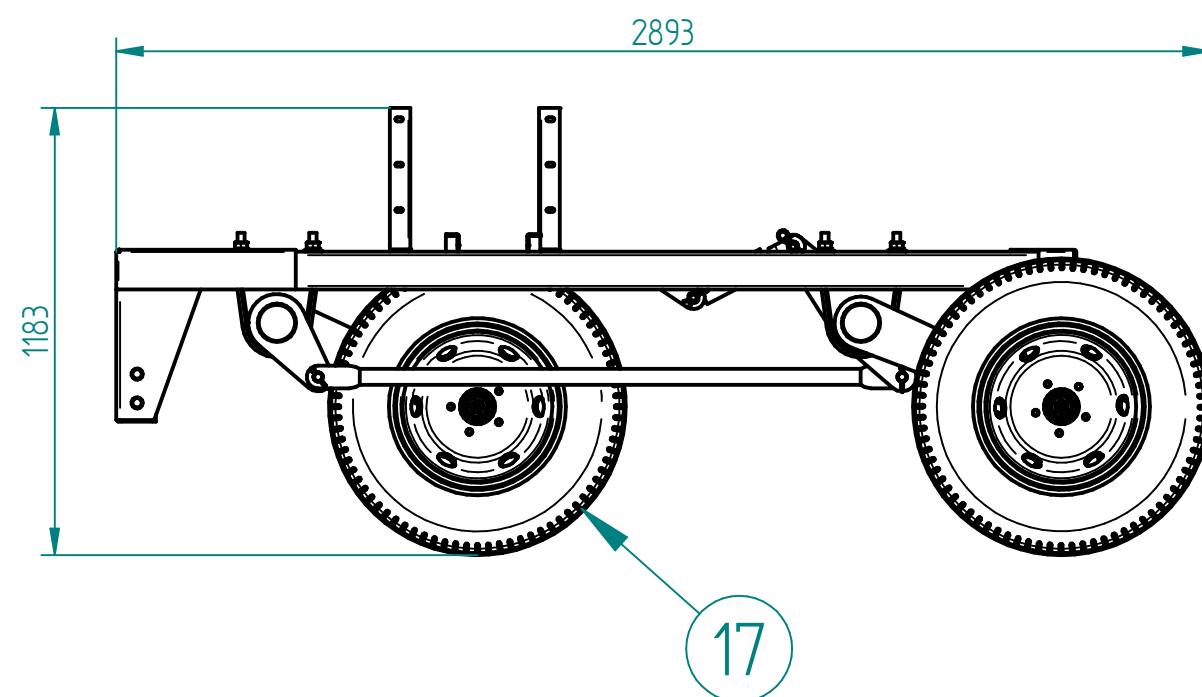
MATAR CANTOS VIVOS – TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Anclaje ejes	Fundición aluminio			4	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES		CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Tope aluminio 90 mm		ISO E 		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		DISEÑO:			Hernández, J. L.
						Ibarra, E. I.
			ESCALAS:			1:1 - 1:2
			FECHA:			11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-07-03	



Vista Isometrica
1:30

PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Colocación ejes		ISO E	DISEÑO: Hernández, J. L.	
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario				Ibarra, E. I.	
					ESCALAS: 1:20-1:5-1:8-1:30	
					FECHA: 13/4/2023	
					CÓDIGO: CJ-07-01	



Vista Isometrica
1:30

17	Rueda	COMERCIAL	Rodado 7.5 R 16	3
16	Arandela grower 3/4"	COMERCIAL		12
15	Arandela plana 3/4"	COMERCIAL		12
14	Tuerca hex. 3/4"	COMERCIAL		12
13	Grampa 3/4"	COMERCIAL		6
12	Chaveta partida $\varnothing 3.5 \times 70$	COMERCIAL		8
11	Chaveta doble R	COMERCIAL	71164 / $\varnothing 4 \times L 82$	8
10	Perno de anclaje	COMERCIAL	71232 / $\varnothing 25 \times L 120$	2
9	Perno de anclaje	COMERCIAL	71208 / $\varnothing 25 \times L 90$	2
8	Cilindro hco. $\varnothing 2" \times \varnothing 1.5" \times 70 \text{ mm}$	COMERCIAL	Largo cerrado 296 mm	2
7	Perno bielas	-	VER PLANO FA-03-13	4
6	Biela	-	VER PLANO CJ-03-08	2
5	Anclaje inferior	-	VER PLANO CJ-07-05	6
4	Eje delantero	-	VER PLANO CJ-03-07	1
3	Eje izquierdo	-	VER PLANO CJ-03-03	1
2	Eje derecho	-	VER PLANO CJ-03-05	1
1	Chasis	-	VER PLANO CJ-01-05	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.

PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO

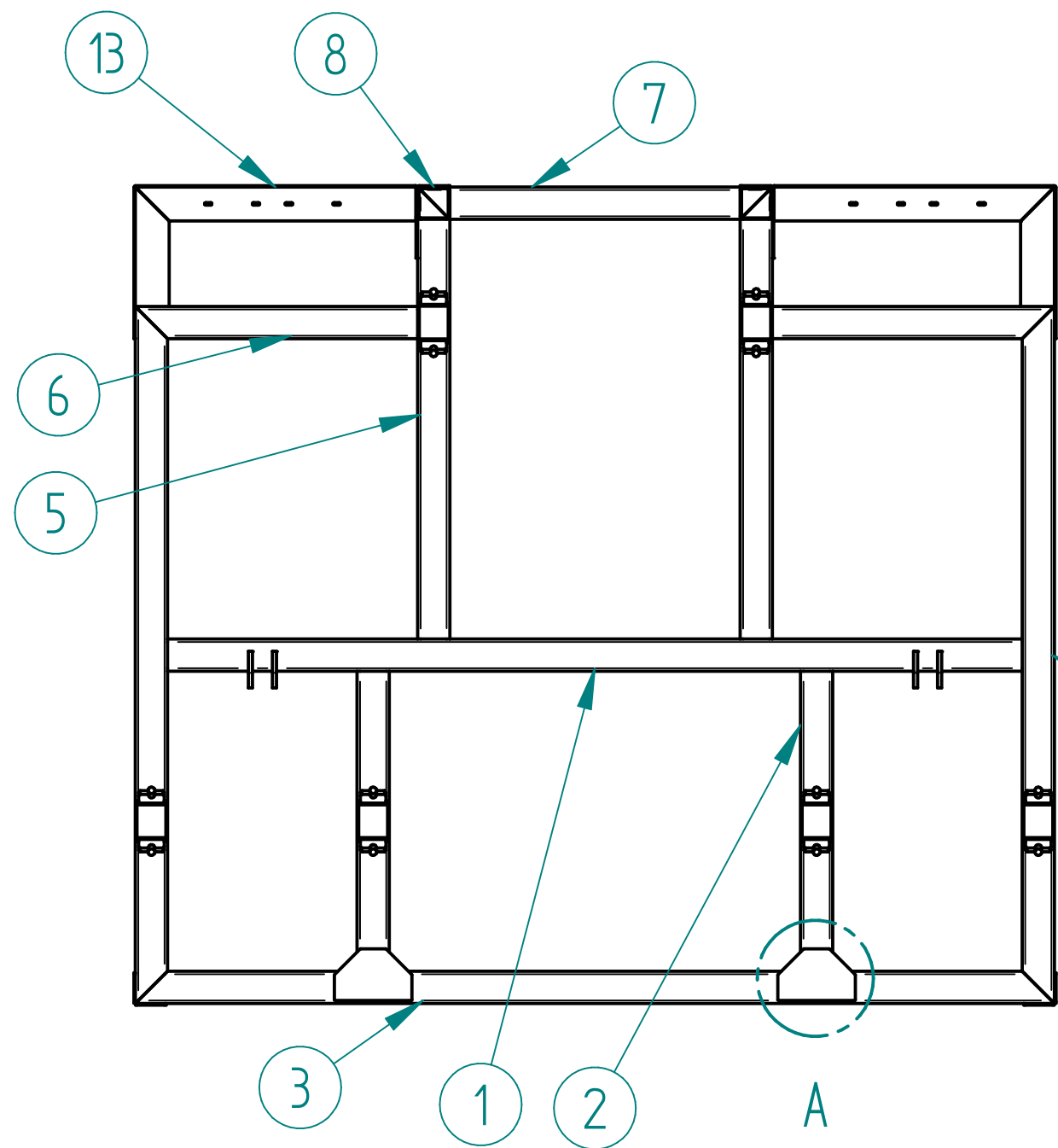
Colocación ejes



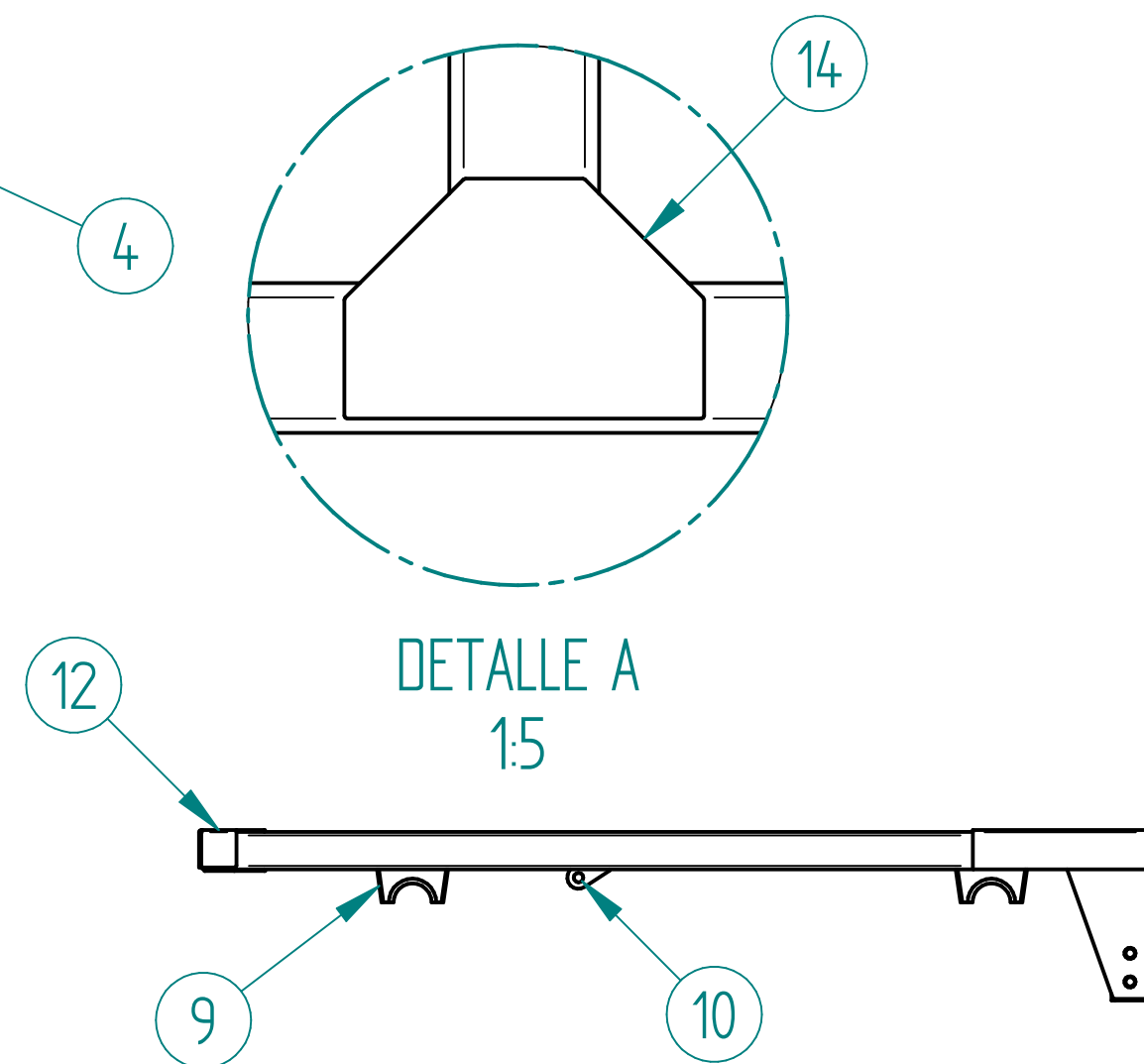
Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Universidad Nacional de Rosario



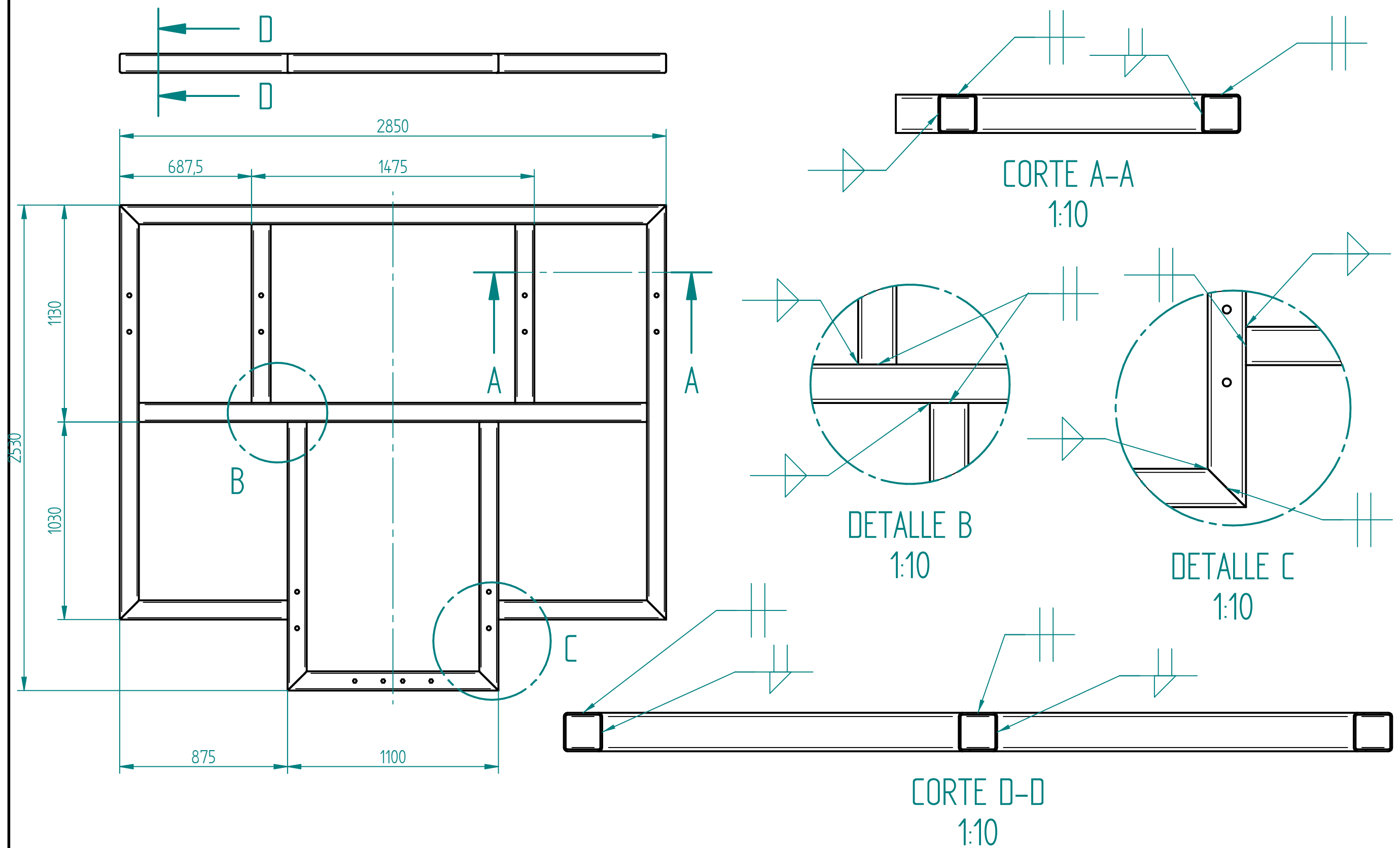
ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
	ESCALAS:	1:20-1:5-1:8-1:30
	FECHA:	13/4/2023
	CÓDIGO:	CJ-07-01



N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
14	Refuerzo chasis	-	VER PLANO FA-01-15	4
13	Extensión chasis	-	VER PLANO FA-01-14	2
12	Esquinero	-	VER PLANO FA-01-12	2
11	Refuerzo lanza	-	VER PLANO FA-01-13	2
10	Soporte cilindro	-	VER PLANO FA-01-11	4
9	Anclaje	-	VER PLANO CJ-01-06	6
8	Caño 100 x 100 x 350	-	VER PLANO FA-01-08	2
7	Caño con tuercas	-	VER PLANO CJ-01-07	1
6	Caño 100 x 100 x 875	-	VER PLANO FA-01-06	2
5	Caño 100 x 100 x 1400	-	VER PLANO FA-01-05	2
4	Caño 100 x 100 x 2160	-	VER PLANO FA-01-04	2
3	Caño 100 x 100 x 2850	-	VER PLANO FA-01-03	1
2	Caño 100 x 100 x 930	-	VER PLANO FA-01-02	2
1	Caño 100 x 100 x 2650	-	VER PLANO FA-01-01	1

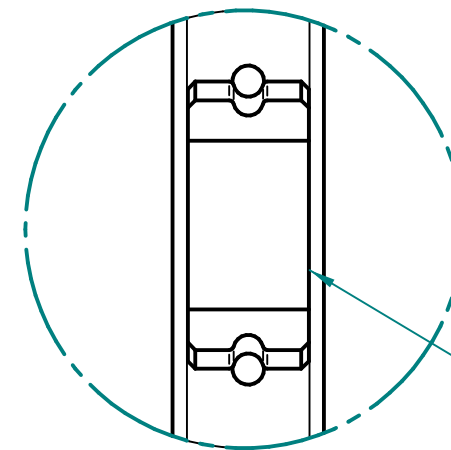
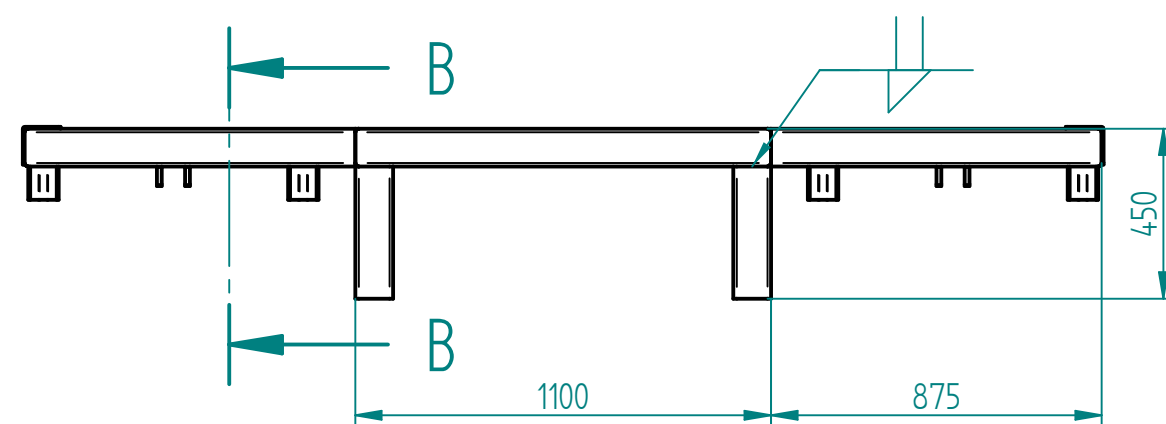
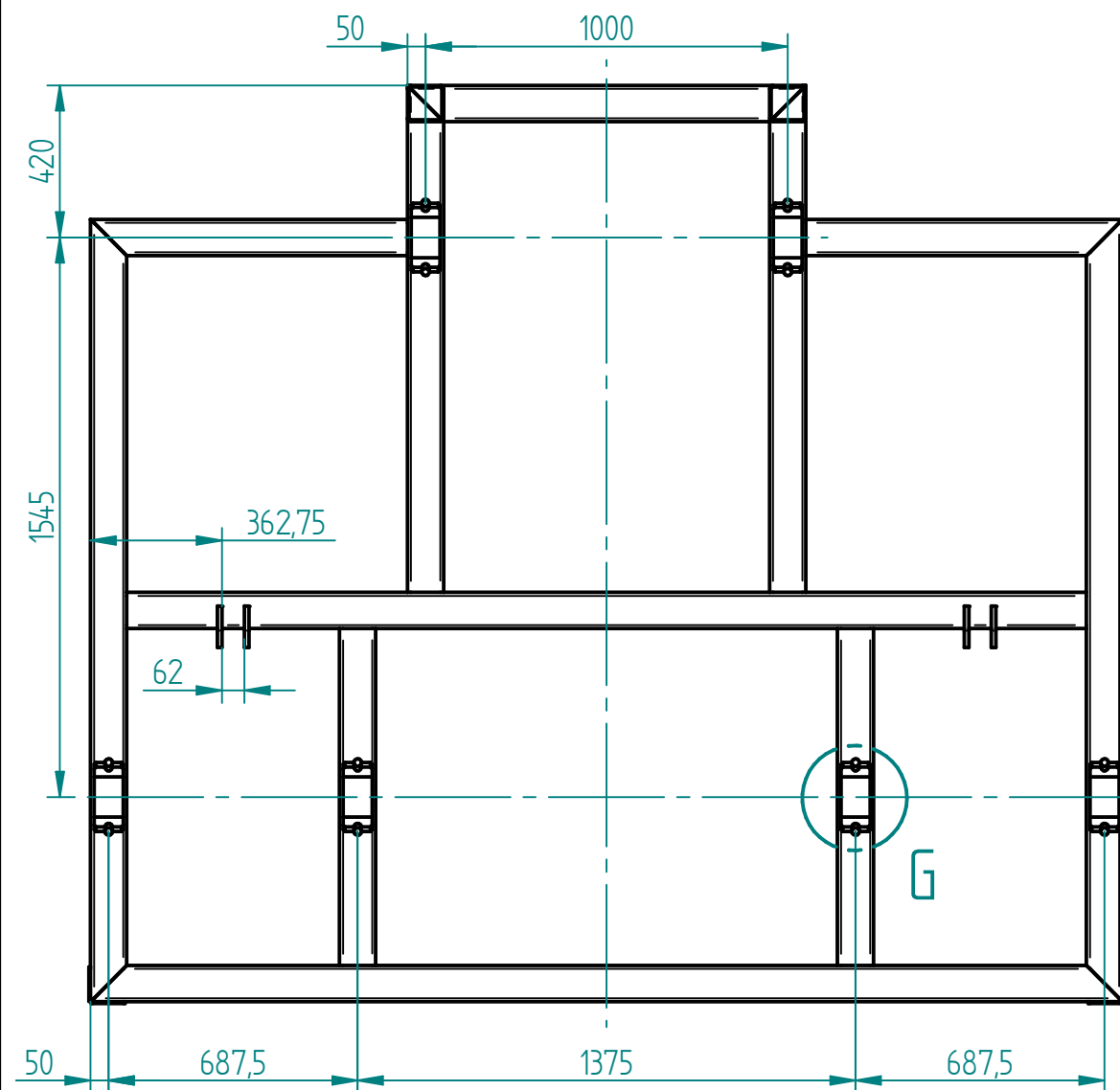


PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Chasis		ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
		Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			ESCALAS:	Ibarra, E. I.
					FECHA:	1:20 - 1:5
					CÓDIGO:	12/4/2023
						CJ-01-01

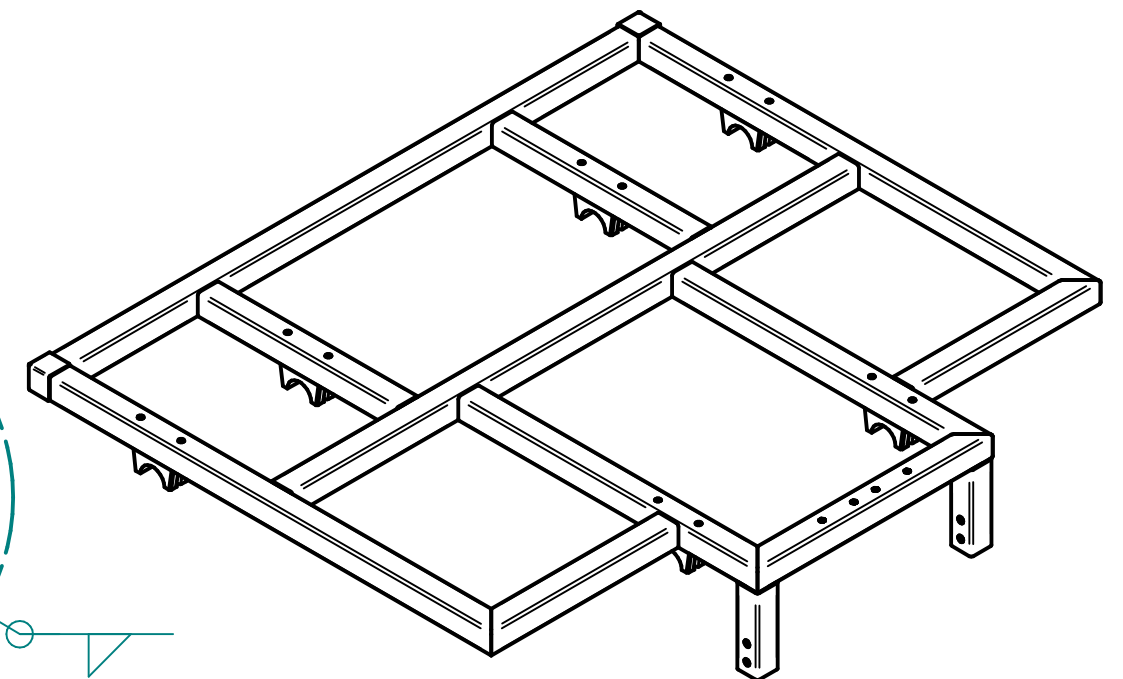


SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA
SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE
 $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN
NORMA AWS D1.1

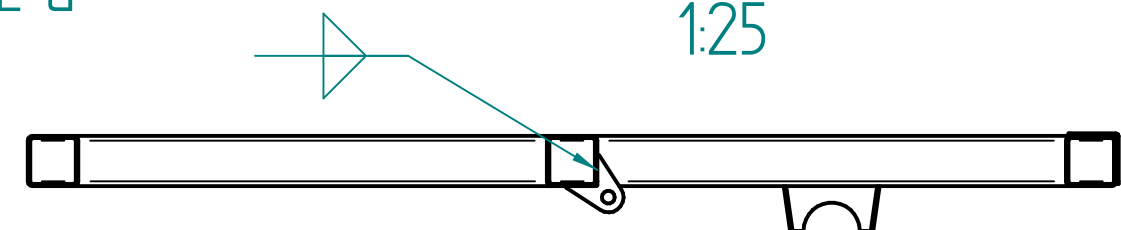
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Chasis	ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			ESCALAS:	1:20 - 1:10
				FECHA:	12/4/2023
				CÓDIGO:	CJ-01-02



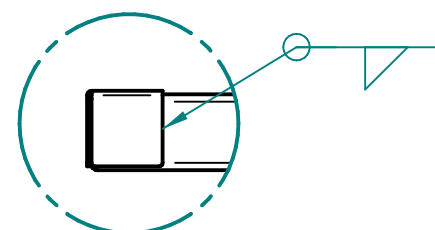
DETALLE G
1:5



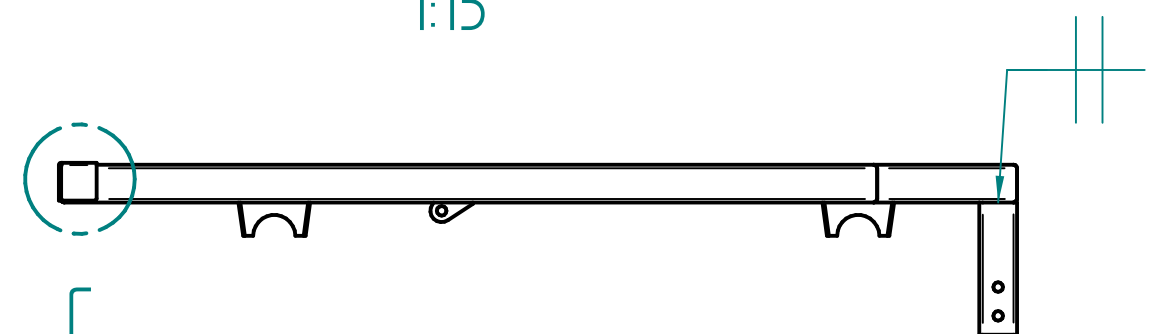
Vista Isometrica
1:25



CORTE B-B
1:15

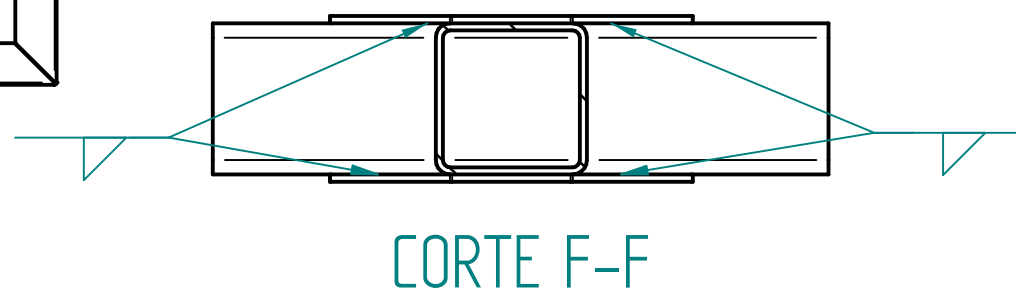
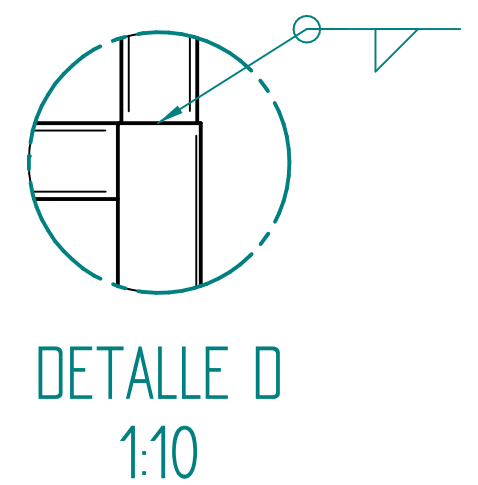
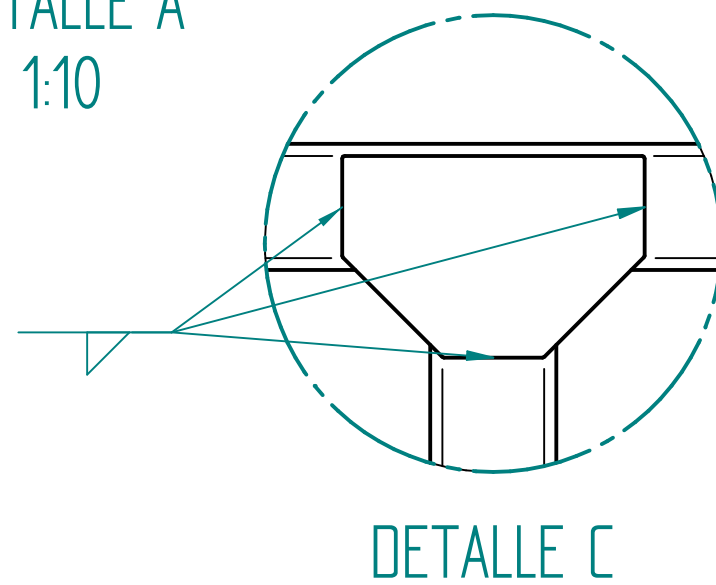
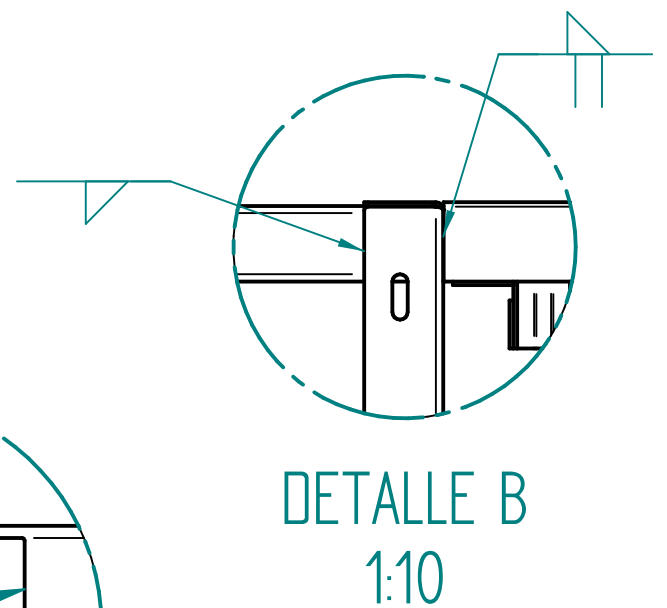
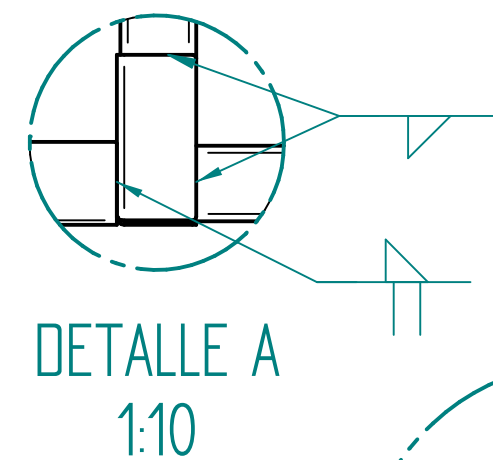
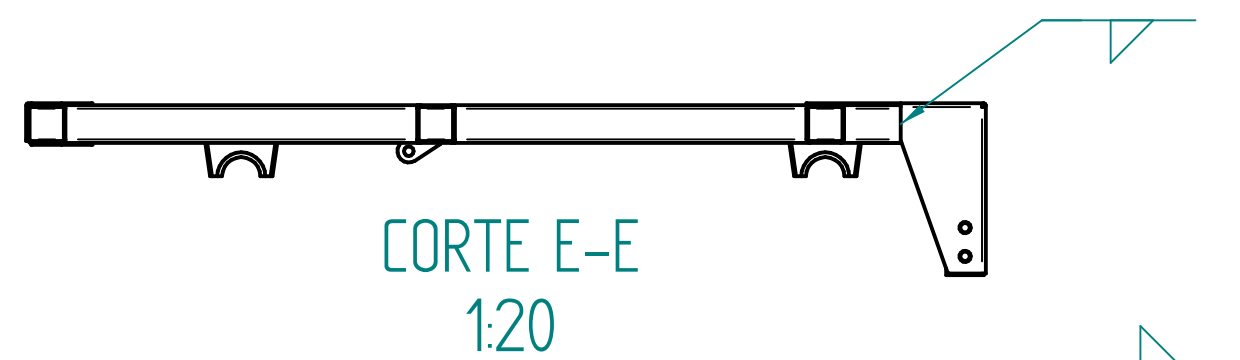
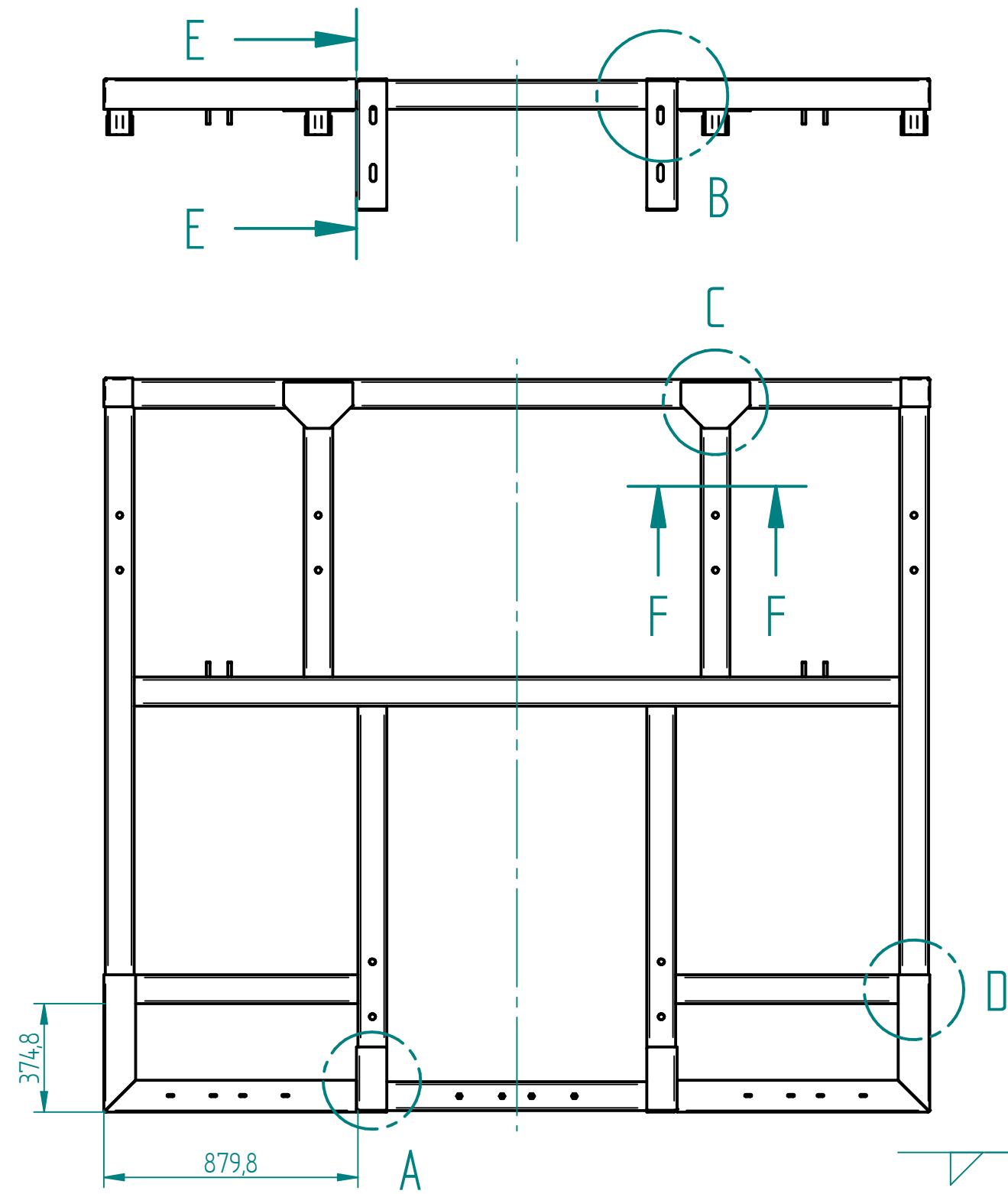


DETALLE C
1:10



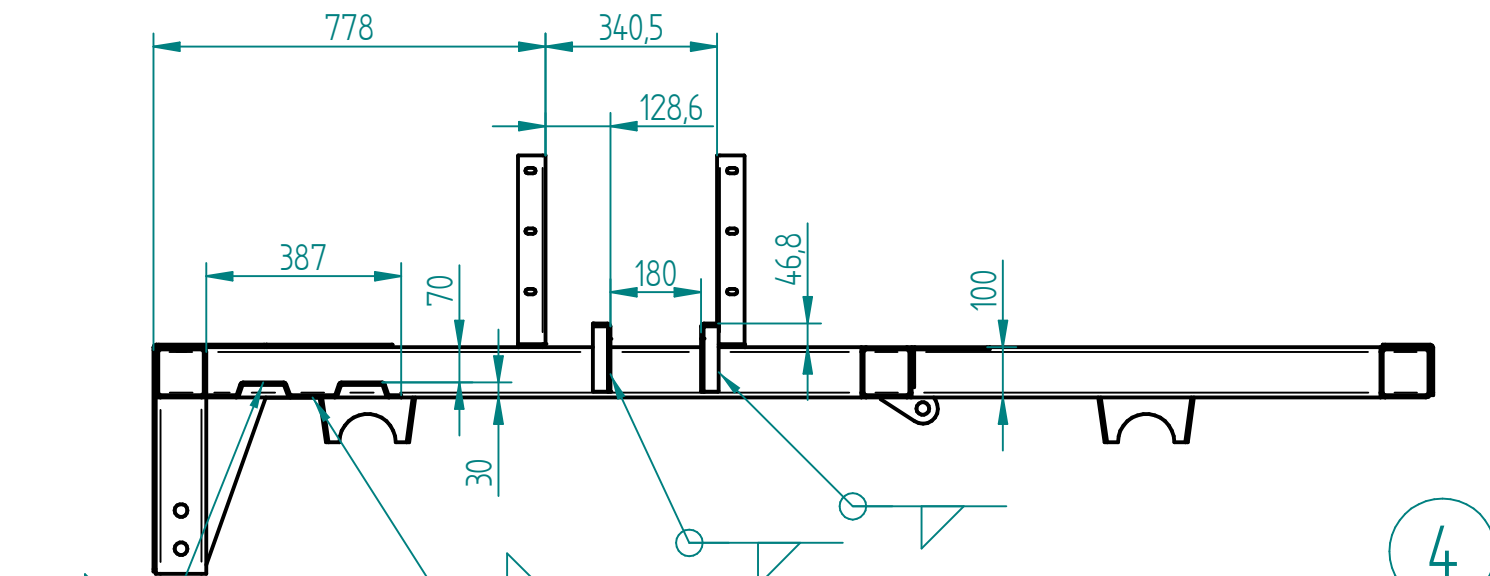
SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA
SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE
 $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN
NORMA AWS D1.1

PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Chasis		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L. Ibarra, E. I.
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario				ESCALAS:	1:20-1:5-1:10-1:15-1:25
					FECHA:	12/4/2023
					CÓDIGO:	CJ-01-03

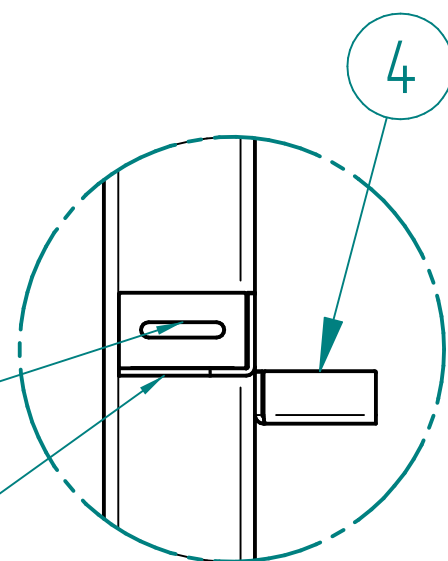


SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA
SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE
 $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN
NORMA AWS D1.1

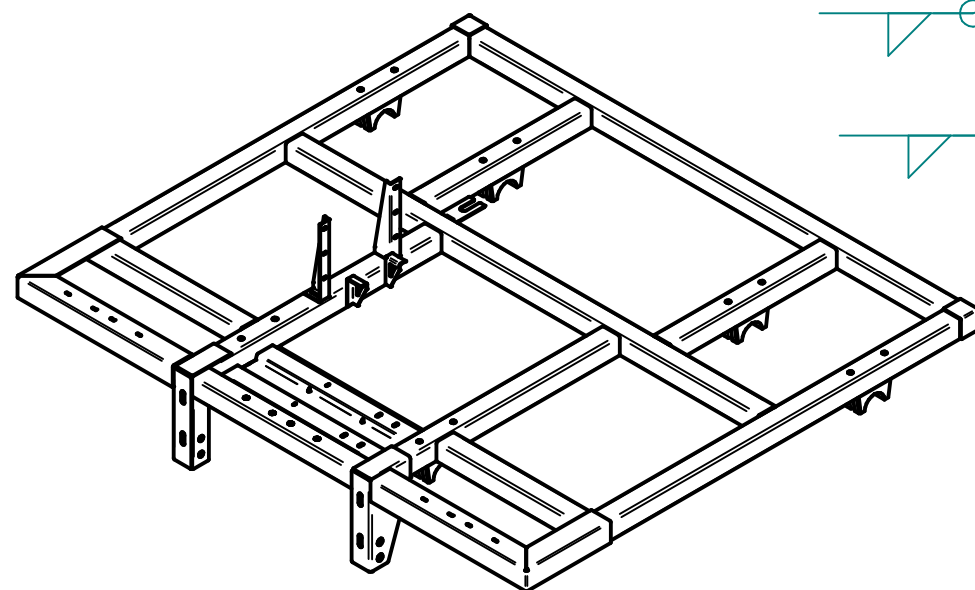
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Chasis		ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario				ESCALAS:	1:20 – 1:5 – 1:10
					FECHA:	12/4/2023
					CÓDIGO:	CJ-01-04



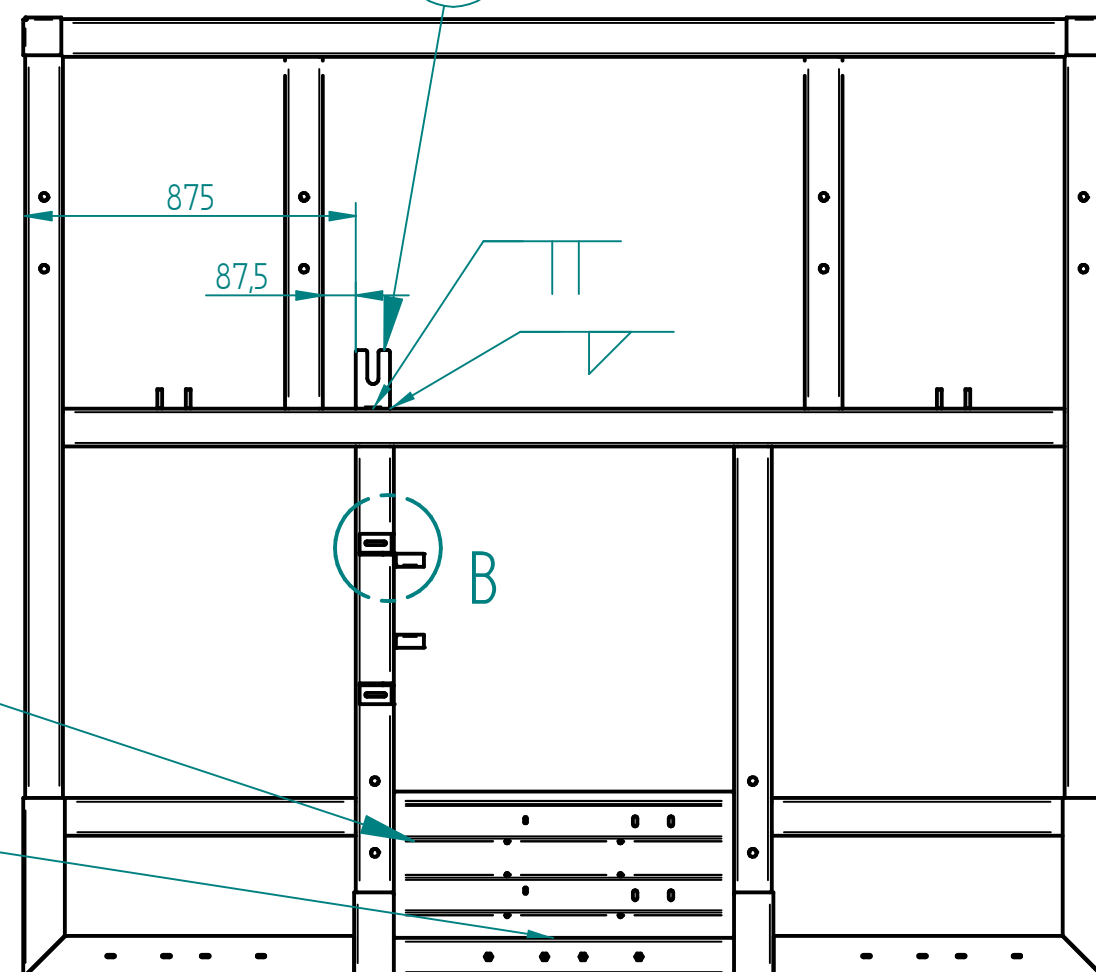
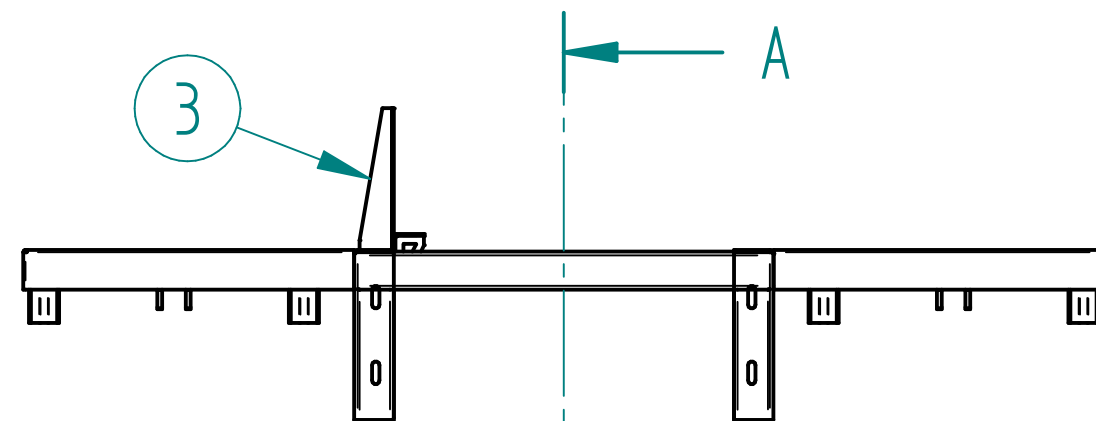
CORTE A-A
1:15



DETALLE B
1:5

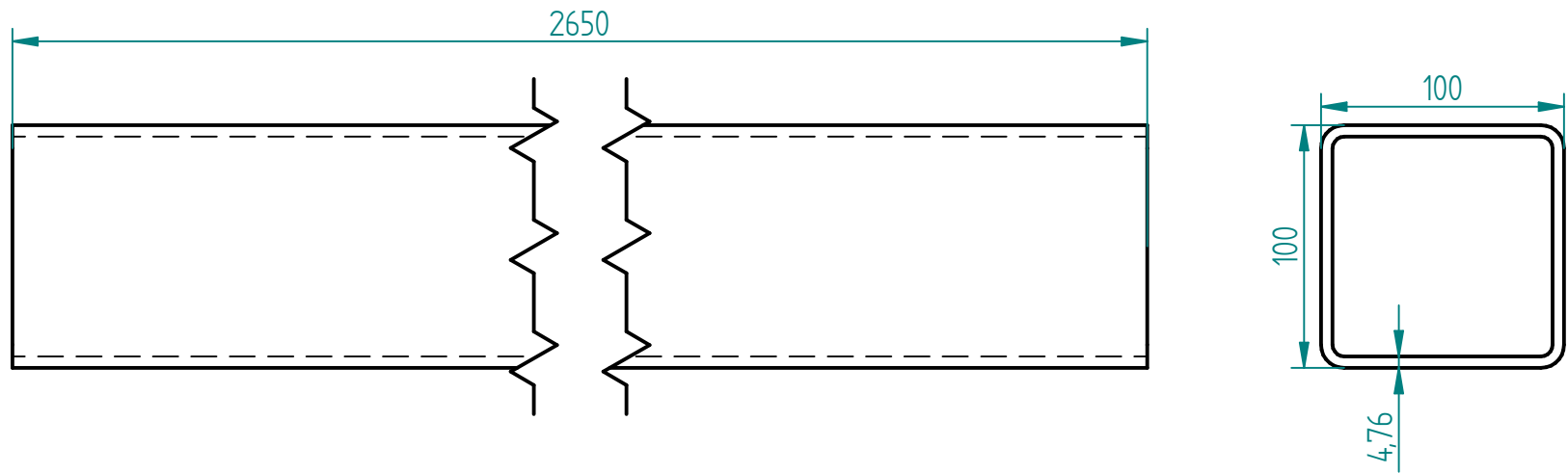


Vista Isometrica
1:30

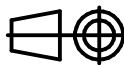


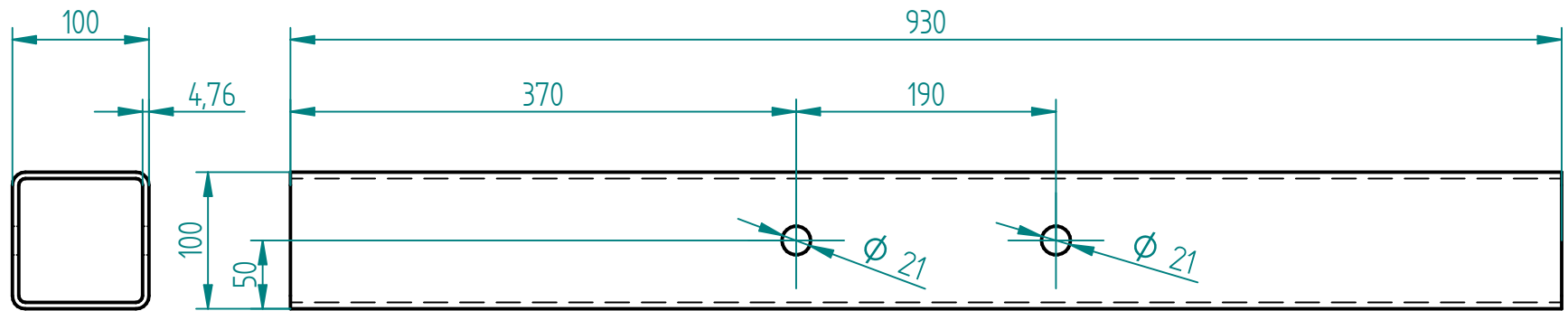
SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA
SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE
 $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN
NORMA AWS D1.1

4	Soporte tanque corto	-	VER PLANO FA-06-07	2
3	Soporte tanque	-	VER PLANO FA-06-06	2
2	Soporte acumulador	-	VER PLANO FA-06-03	1
1	Bandeja	-	VER PLANO FA-06-01	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Chasis	ISO E	DISENÓ: Hernández, J. L. Ibarra, E. I.
 Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			ESCALAS: 120 - 15 - 1:15 - 1:30	
			FECHA: 12/4/2023	
			CÓDIGO: CJ-01-05	

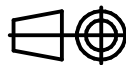


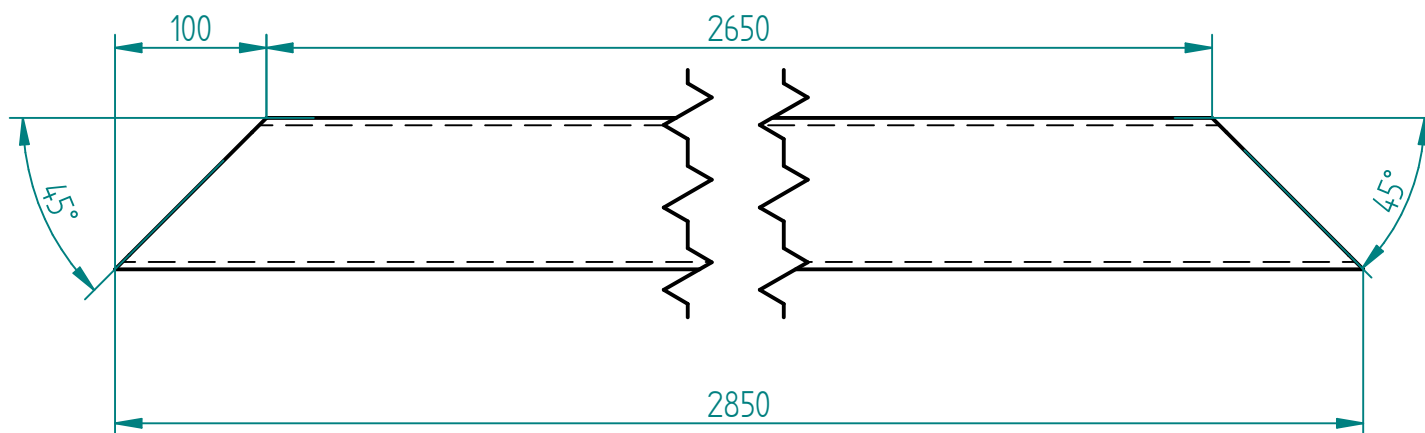
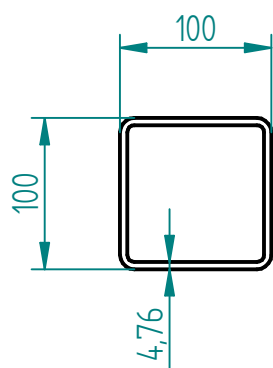
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Caño Estructural 100x100x4.76	COMERCIAL	L=2650 mm	1	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Caño 100 x 100 x 2650			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:3
				FECHA:	10/4/2023
			CÓDIGO:	FA-01-01	



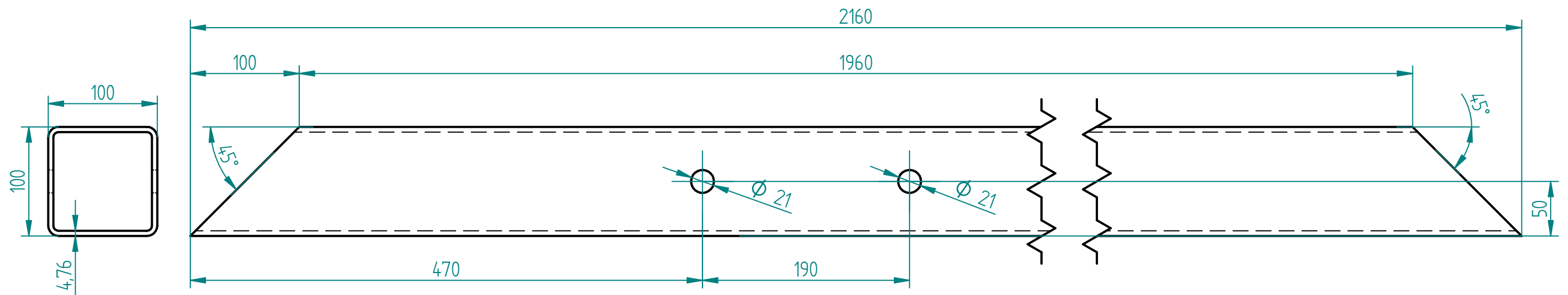
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Caño Estructural 100x100x4.76	COMERCIAL	L=930 mm	2
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Caño 100 x 100 x 930		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E	DISEÑO: Hernández, J. L.
				Ibarra, E. I.
				ESCALAS: 1:5
				FECHA: 11/4/2023
			CÓDIGO: FA-01-02	



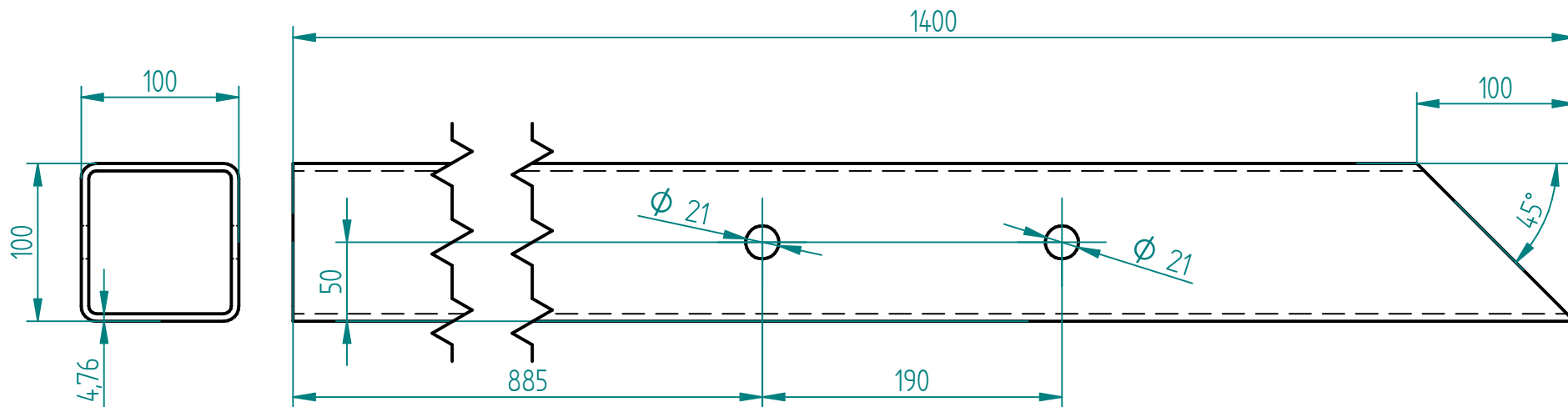
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Caño Estructural 100x100x4.76	COMERCIAL	L=2850 mm	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Caño 100 x 100 x 2850		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario	ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:5
			FECHA:	11/4/2023
			CÓDIGO:	FA-01-03



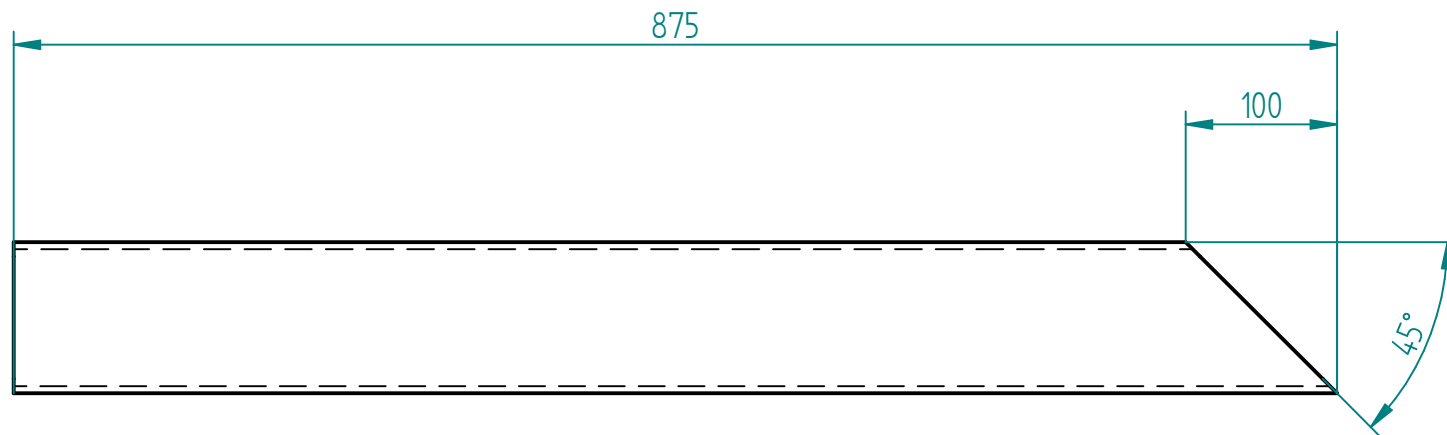
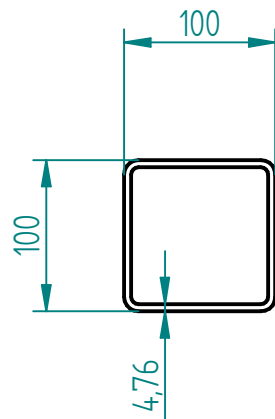
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Caño Estructural 100x100x4.76	COMERCIAL	L=2160 mm	2
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Caño 100 x 100 x 2160		
			DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:4
			FECHA:	11/4/2023
			CÓDIGO:	FA-01-04
Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario				



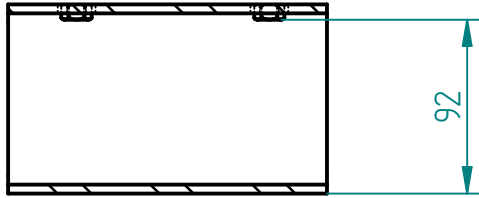
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Caño Estructural 100x100x4.76	COMERCIAL	L=1400 mm	2
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Caño 100 x 100 x 1400		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:4
			FECHA:	11/4/2023
			CÓDIGO:	FA-01-05

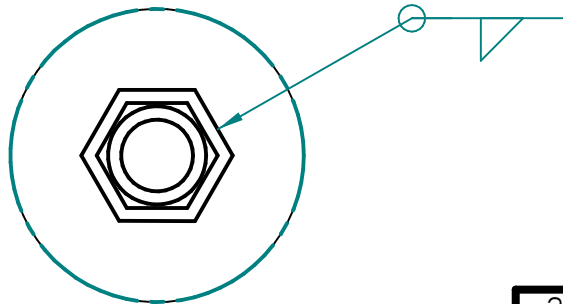
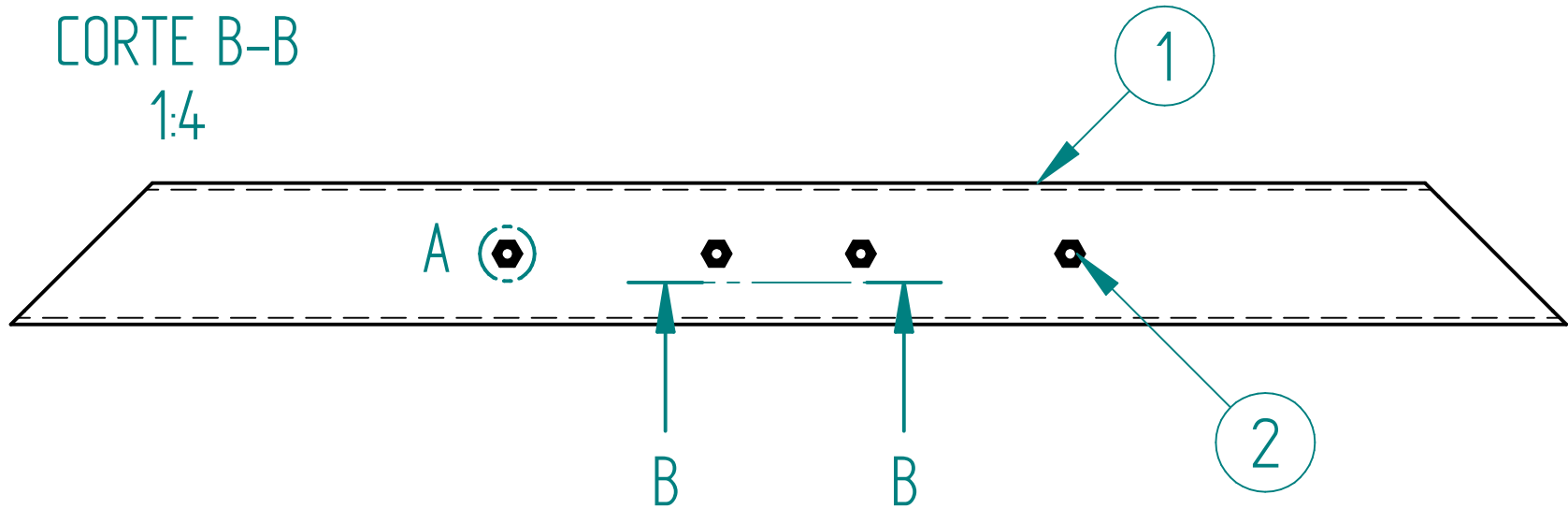


TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Caño Estructural 100x100x4.76	COMERCIAL	L=875 mm	2
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Caño 100 x 100 x 875		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario	ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:5
			FECHA:	11/4/2023
			CÓDIGO:	FA-01-06

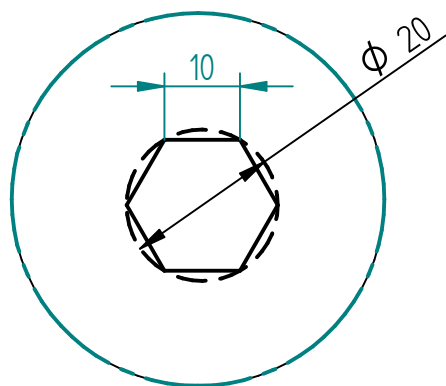
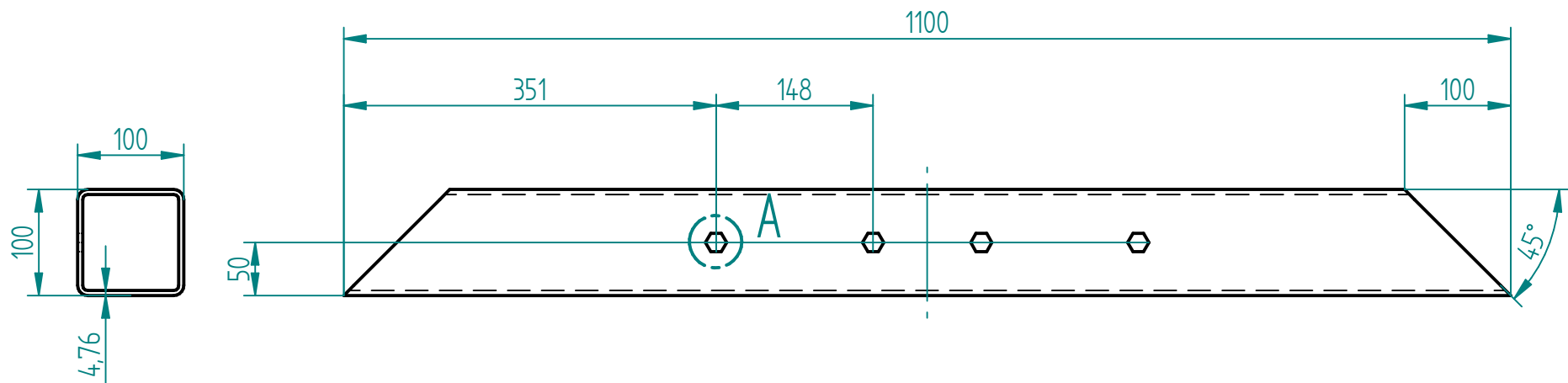


CORTE B-B
1:4



DETALLE A
1:1

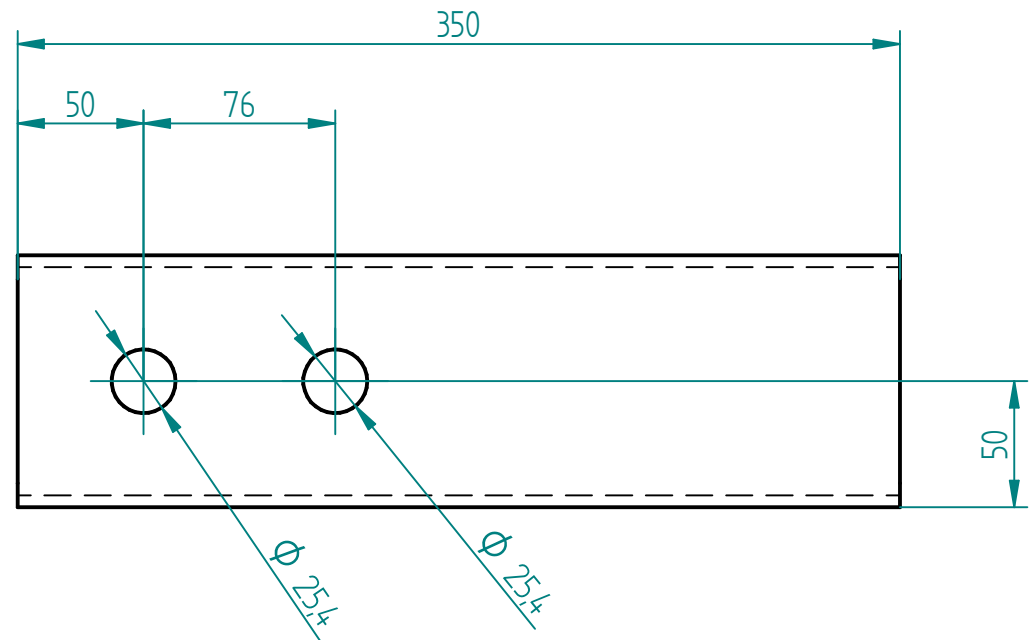
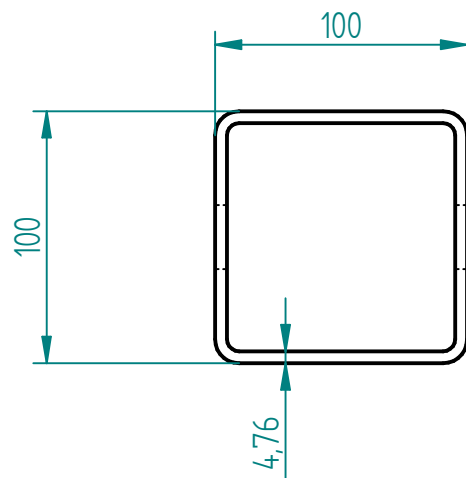
2	Tuerca hex. 3/8"	COMERCIAL		4	
1	Caño 100 x 100 x 1100	-	VER PLANO FA-01-07	1	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Caño con tuercas			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:5 - 1:1 - 1:4
				FECHA:	12/4/2023
				CÓDIGO:	CJ-01-07



DETALLE A
1:1

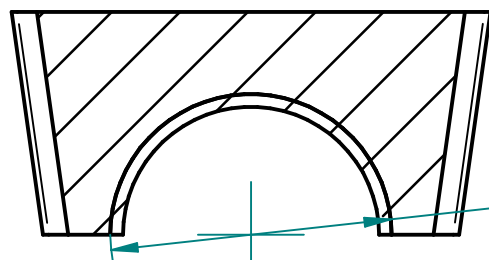
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Caño Estructural 100x100x4.76	COMERCIAL	L=1100 mm	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Caño 100 x 100 x 1100		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario	ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:6 - 1:1
			FECHA:	11/4/2023
			CÓDIGO:	FA-01-07



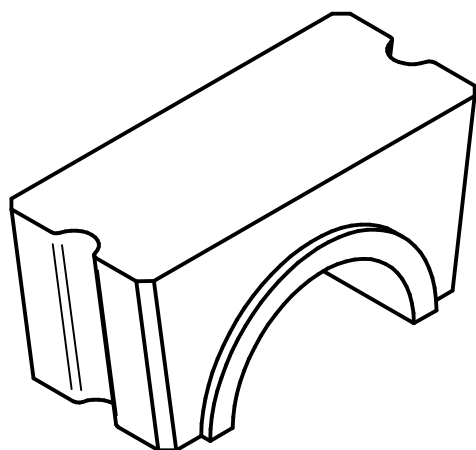
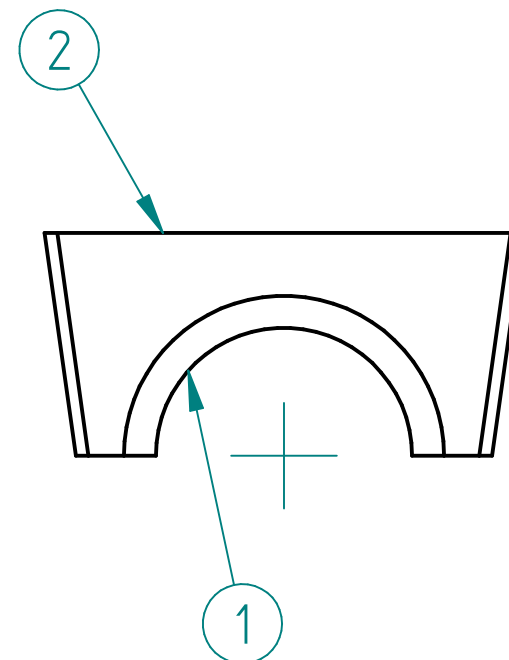
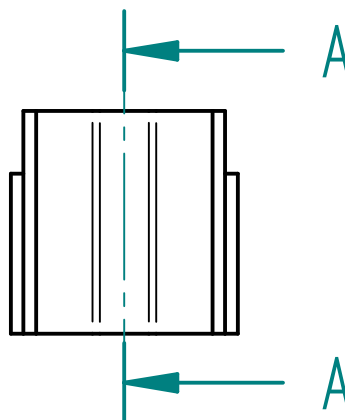
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Caño Estructural 100x100x4.76	COMERCIAL	L=350 mm	2
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Caño 100 x 100 x 350		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:3
			FECHA:	11/4/2023
			CÓDIGO:	FA-01-08



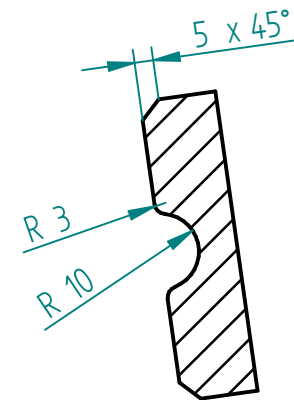
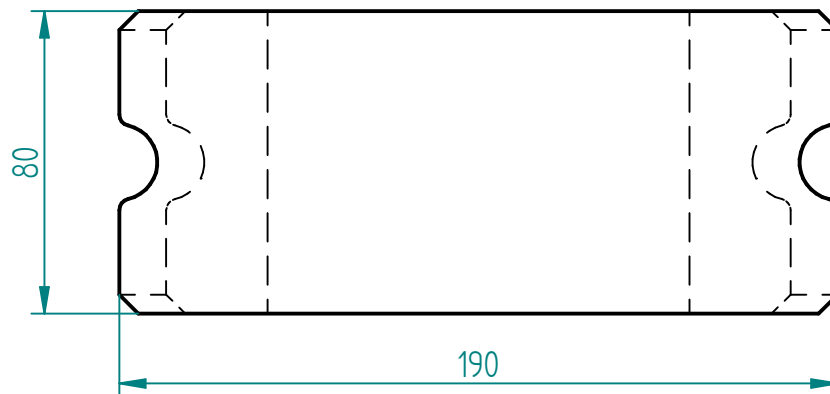
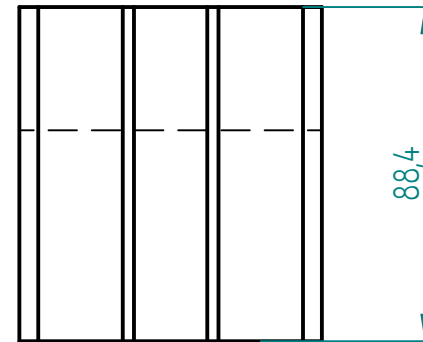
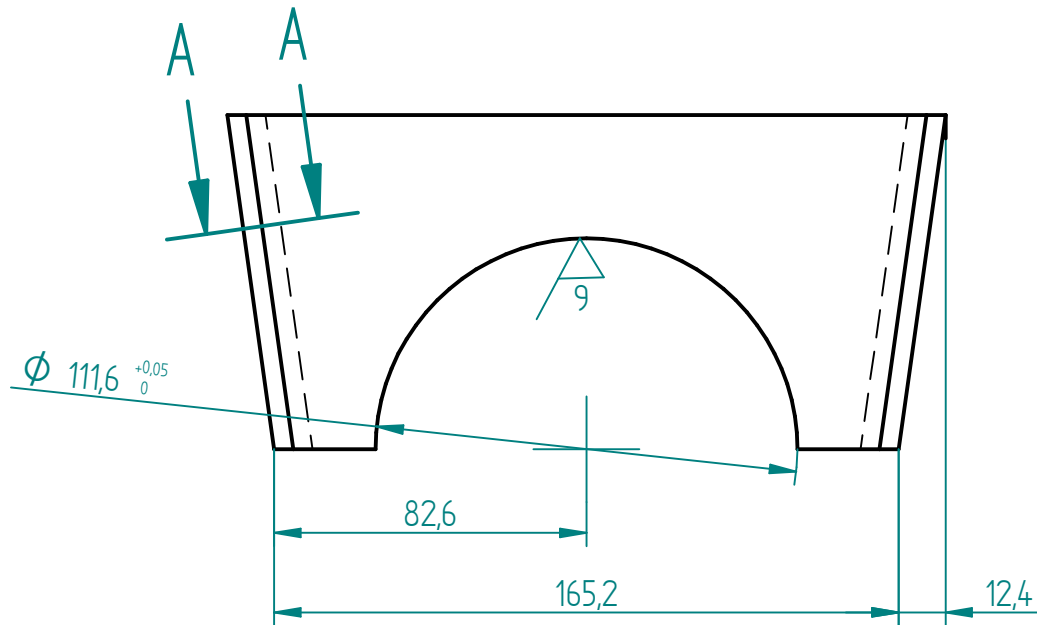
CORTE A-A
1:3

ϕ 111,6 H8n7



Vista Isometrica
1:3

2	Anclaje ejes	-	VER PLANO FA-01-09	1
1	Cojinete ejes	-	VER PLANO FA-01-10	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Anclaje		
		Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E
				DISEÑO: Hernández, J. L.
				ESCALAS: 1:3
				FECHA: 12/4/2023
				CÓDIGO: CJ-01-06

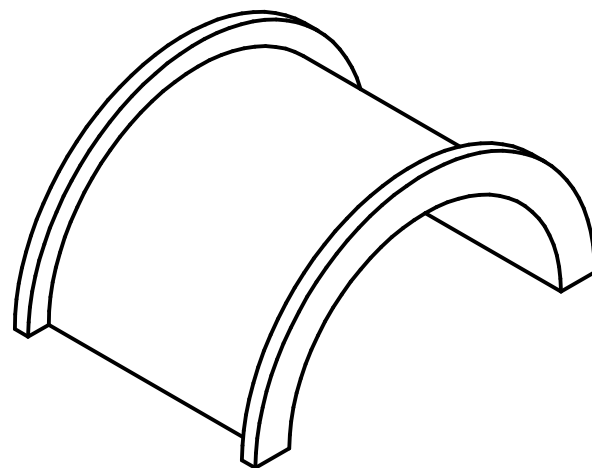
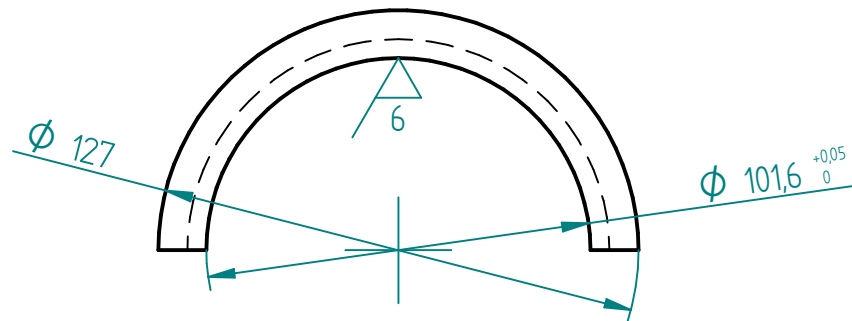


CORTE A-A
1:2

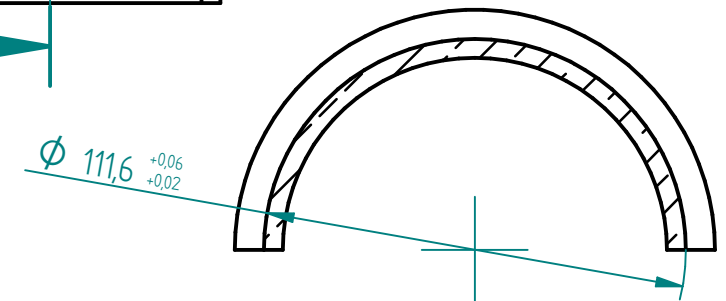
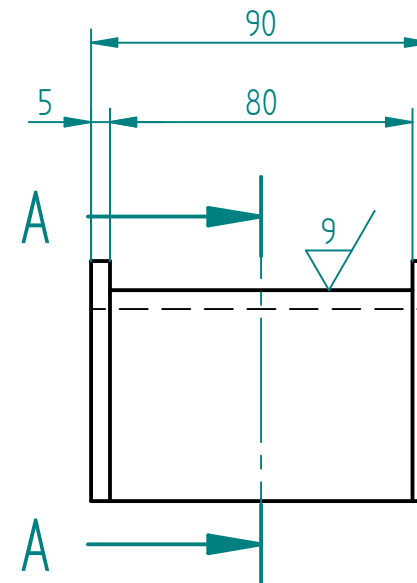
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Anclaje ejes	Fundición gris				6
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES			CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECANICO		Anclaje ejes		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ESCALAS:		1:2	
			FECHA:		11/4/2023	
			CÓDIGO:		FA-01-09	

✓ (6 / ; 9 /)



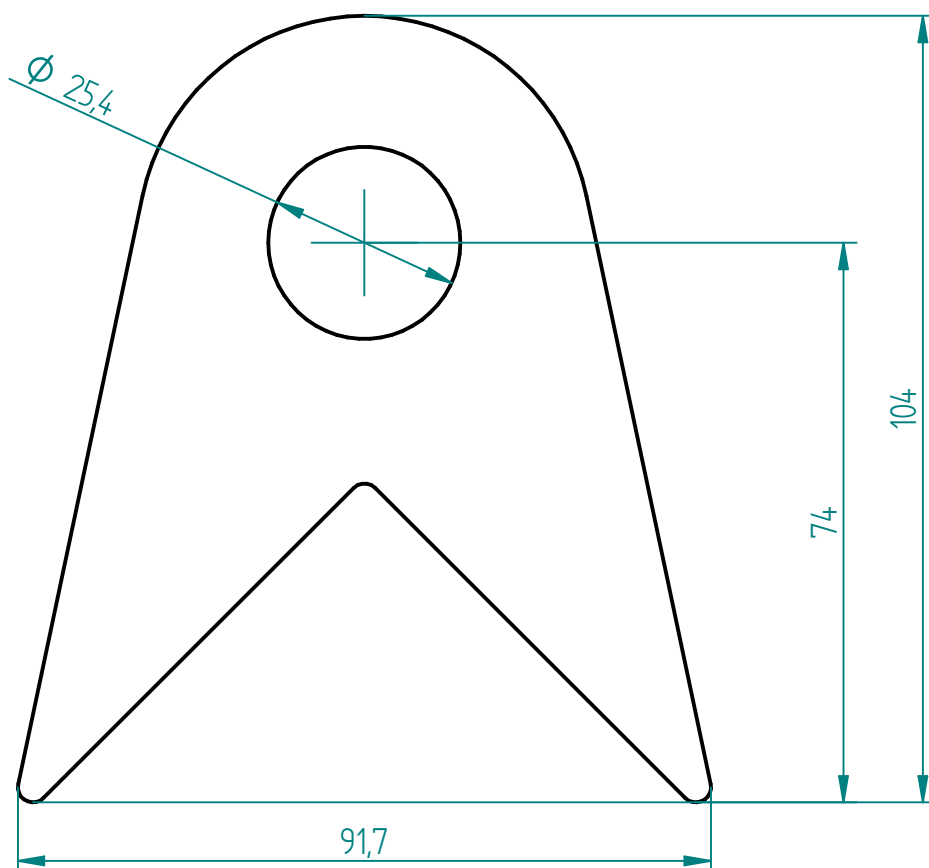
Vista Isometrica
1:2



CORTE A-A
1:2

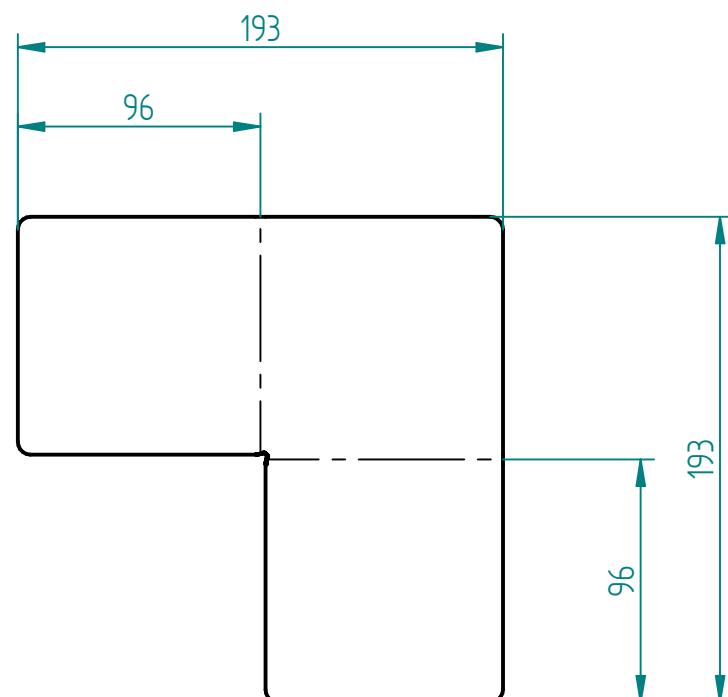
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Cojinete de bronce	SAE 65		12	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECANICO		Cojinete			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:2
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-01-10

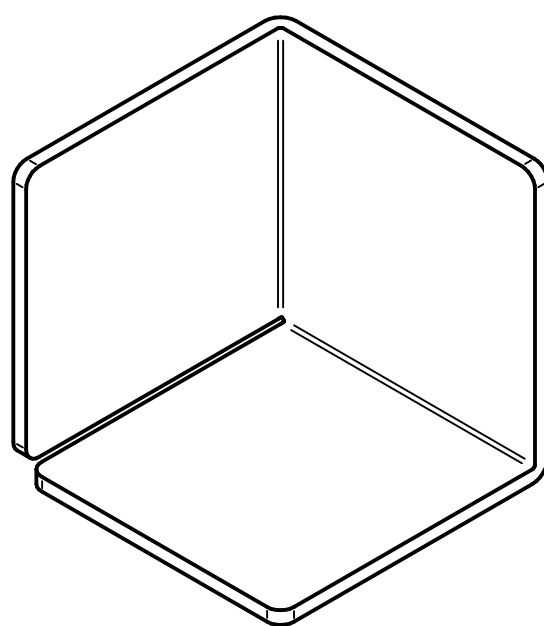


TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

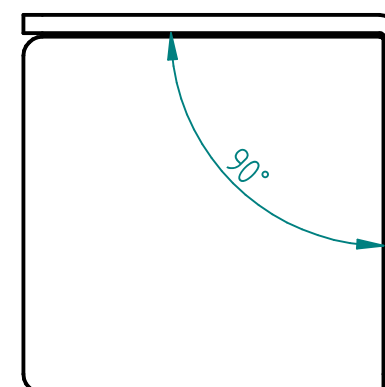
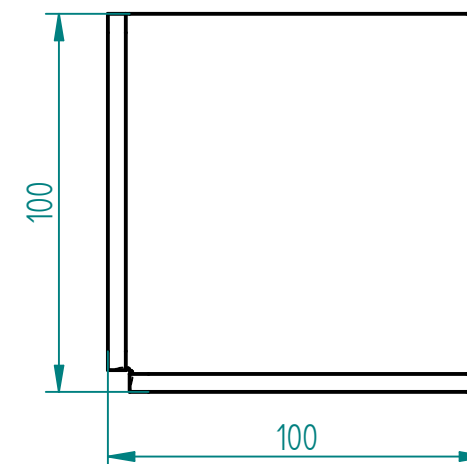
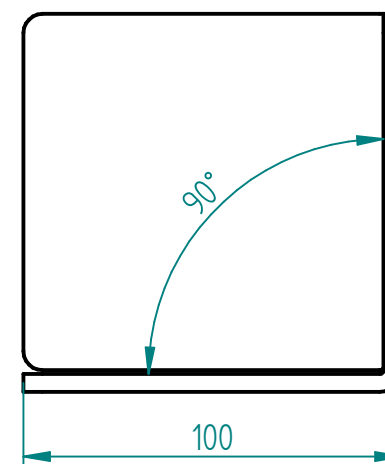
1	Soporte cilindro	IRAM F24	Chapa 1/2"	4
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Sop. cilindros		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario	ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:1
			FECHA:	11/4/2023
			CÓDIGO:	FA-01-11



Chapa desarrollada
1:3



Vista Isometrica
1:2

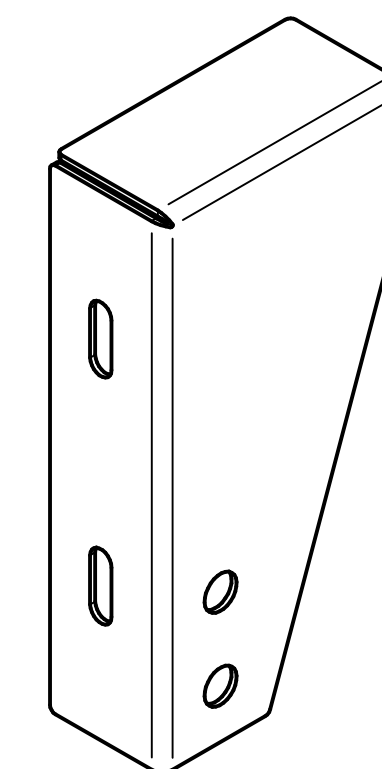
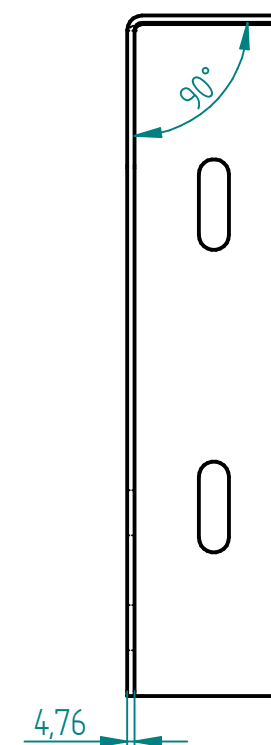
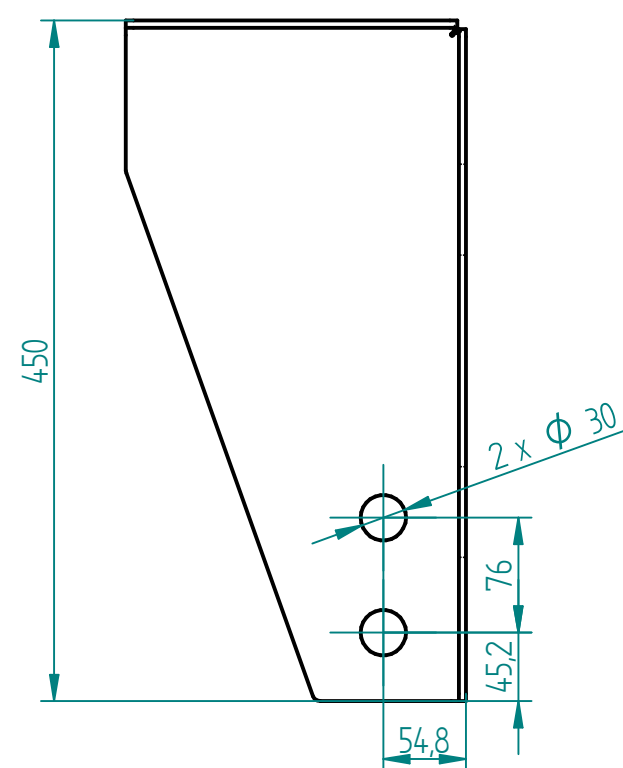
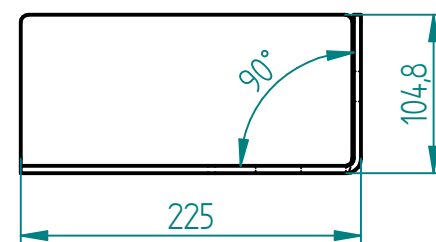
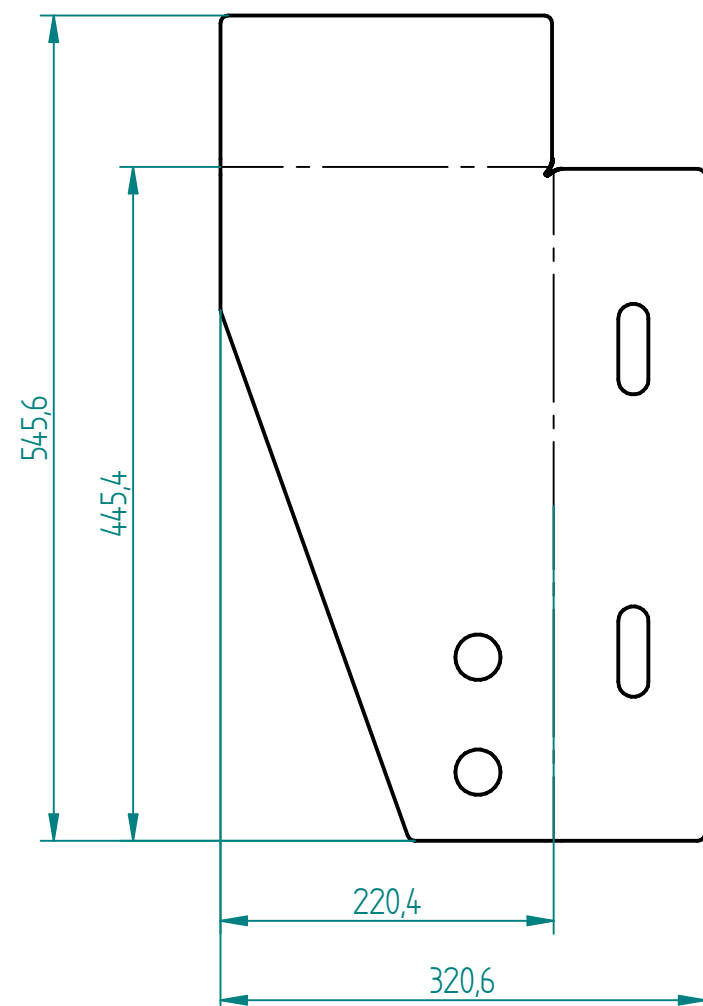


RADIO DE PLEGADO 1 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Esquinero	IRAM F24	Chapa 3/16"	2
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Esquinero	ISO E	DISEÑO: Hernández, J. L.
		Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		Ibarra, E. I.
				ESCALAS: 1:2 - 1:3
				FECHA: 11/4/2023
				CÓDIGO: FA-01-12



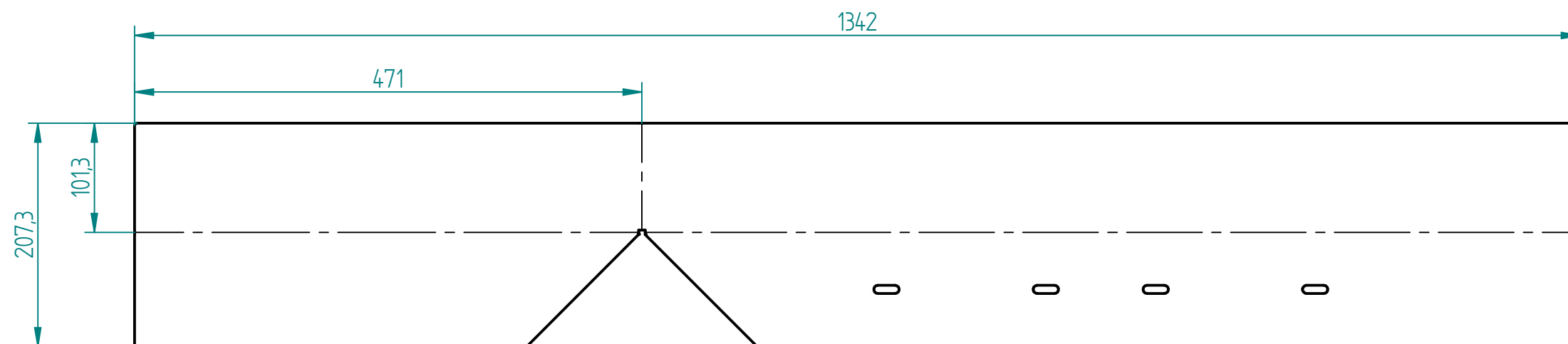
Chapa desarrollada
1:5



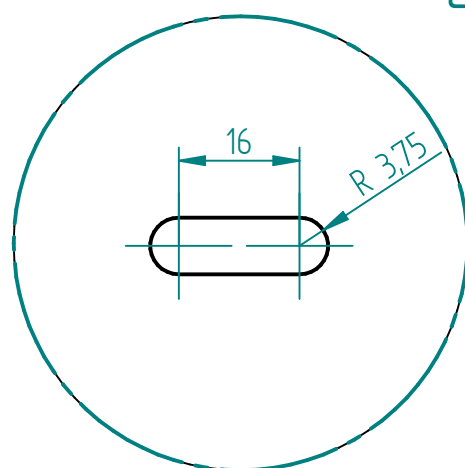
Vista Isometrica
1:5

RADIO DE PLEGADO 1 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

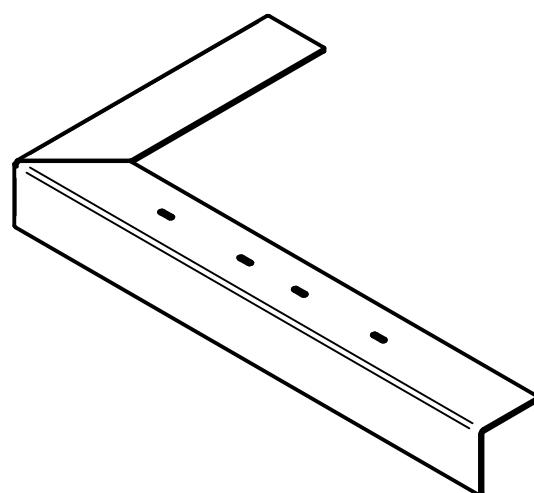
1	Ref. Lanza	IRAM F24	Chapa 3/16" - Plegar 1 Izq - 1 Der	2
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Ref. Lanza		
 Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L. Ibarra, E. I.
			ESCALAS:	1:5
			FECHA:	11/4/2023
			CÓDIGO:	FA-01-13



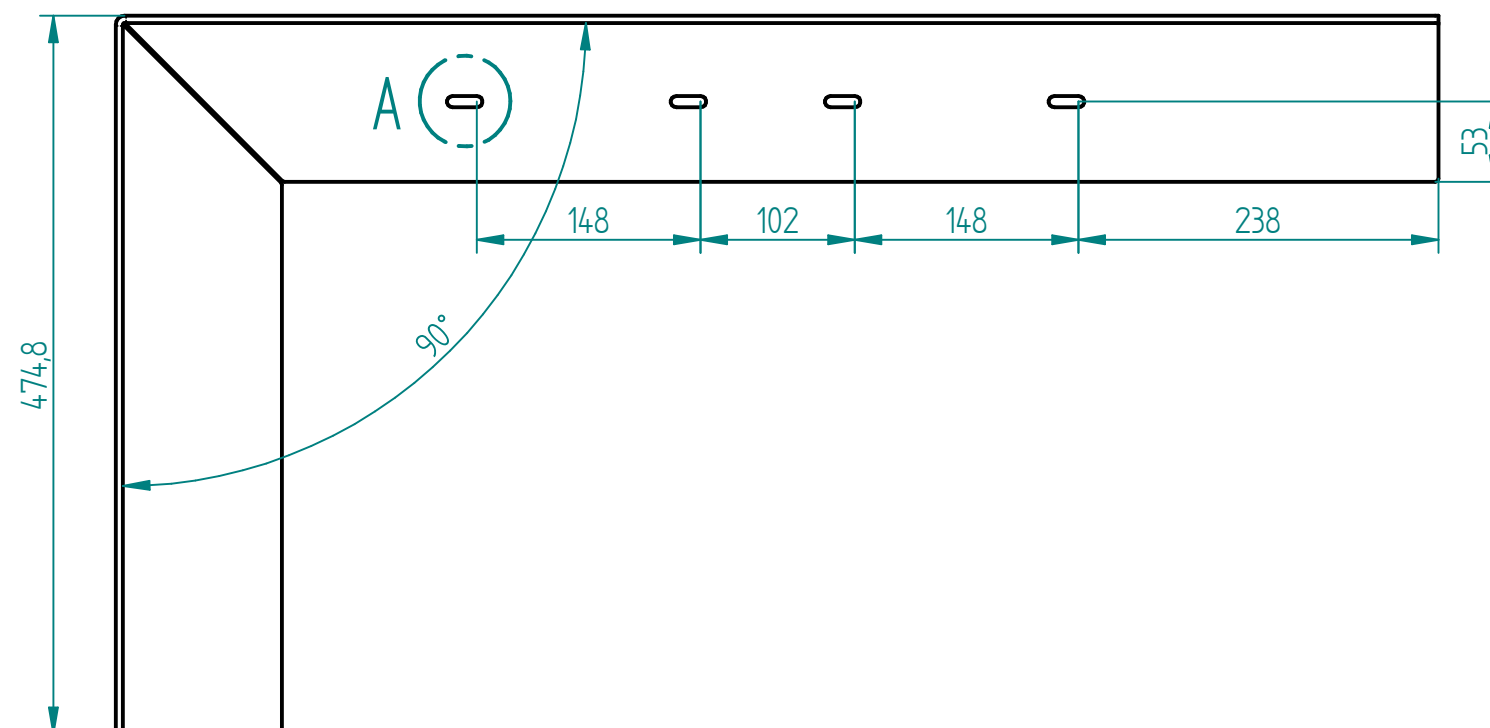
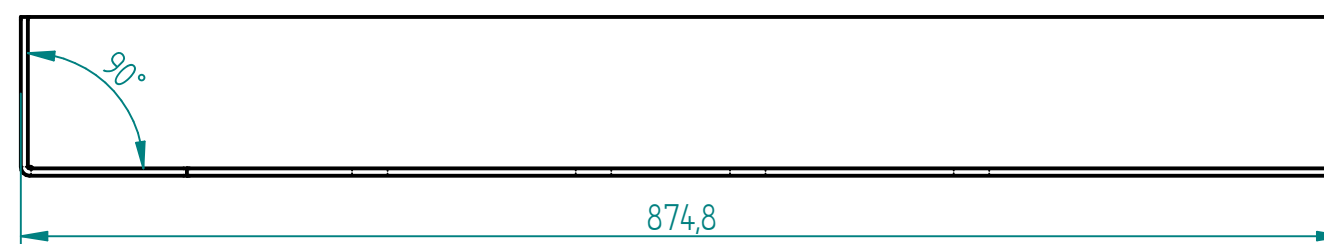
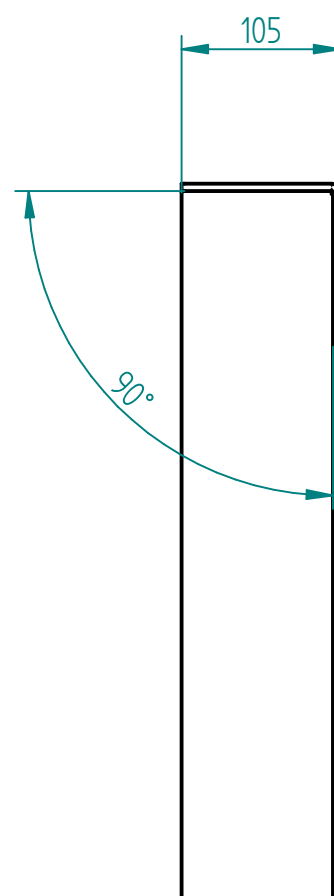
Chapa desarrollada
1:5



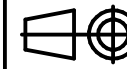
DETALLE A
1:1

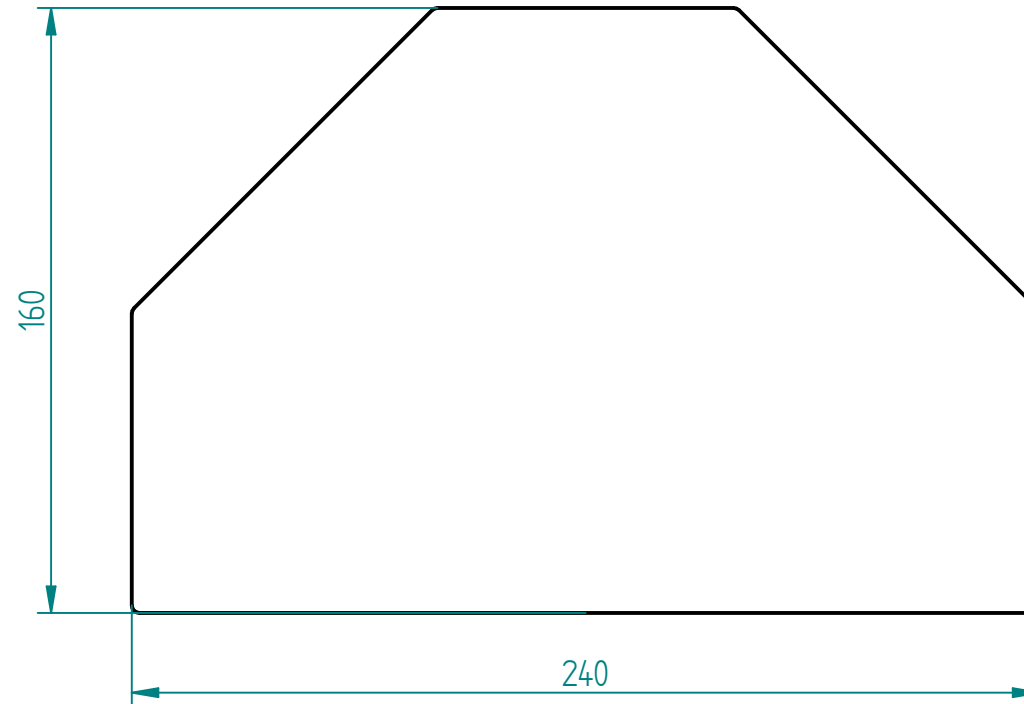


Vista Isometrica
1:10

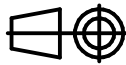


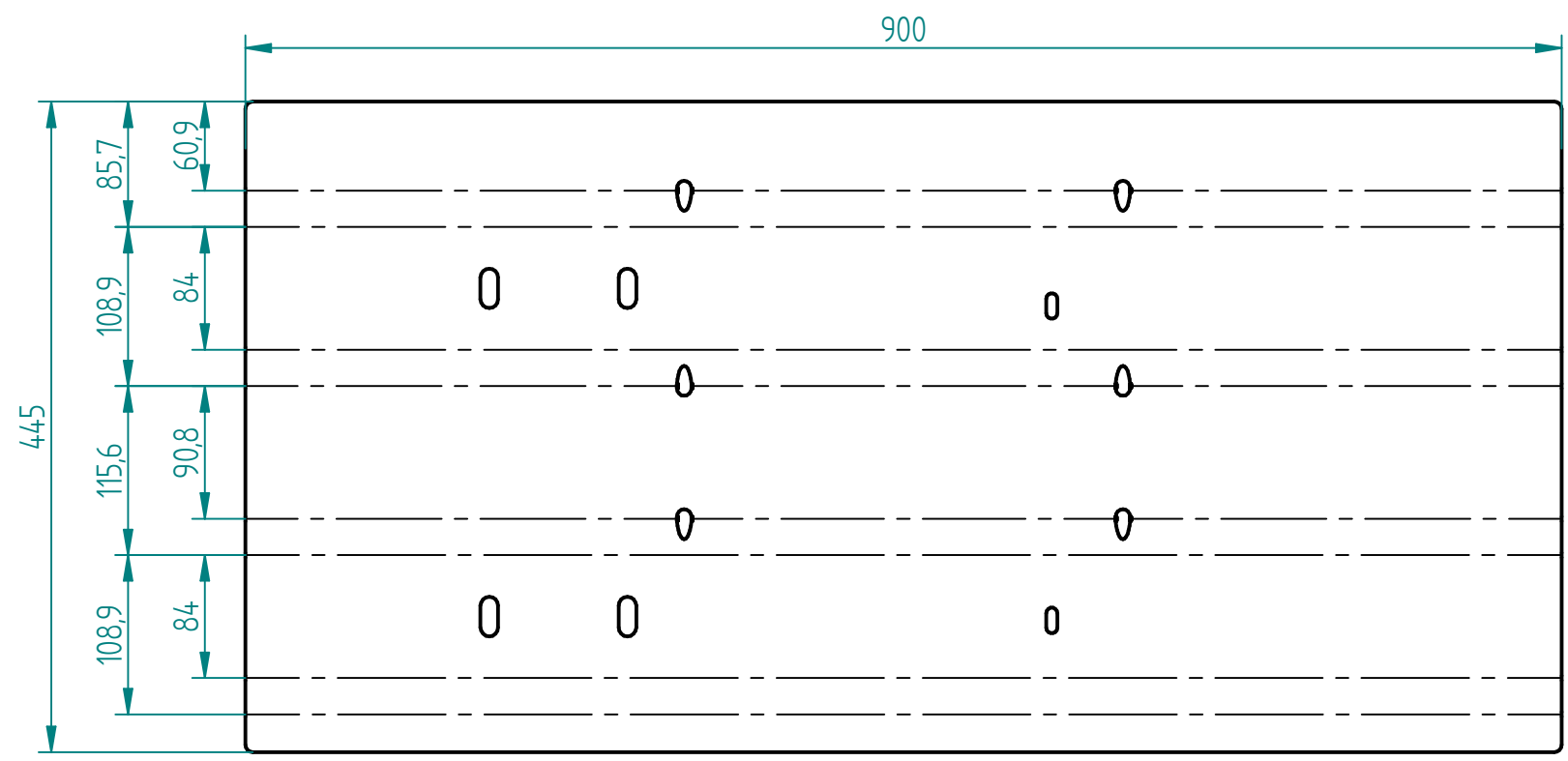
RADIO DE PLEGADO 1 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Sop. sensores	IRAM F24	Chapa 3/16" - Plegar 1 Iza - 1 Der	2
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Extensión chasis		
		Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		
		ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:5 - 1:1 - 1:10
			FECHA:	11/4/2023
			CÓDIGO:	FA-01-14

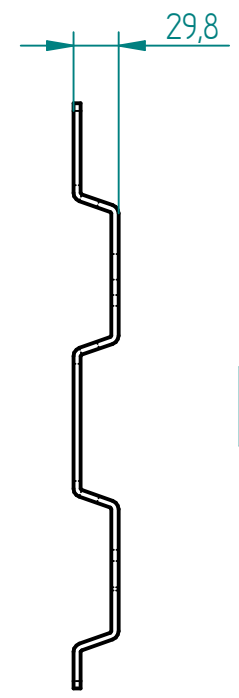
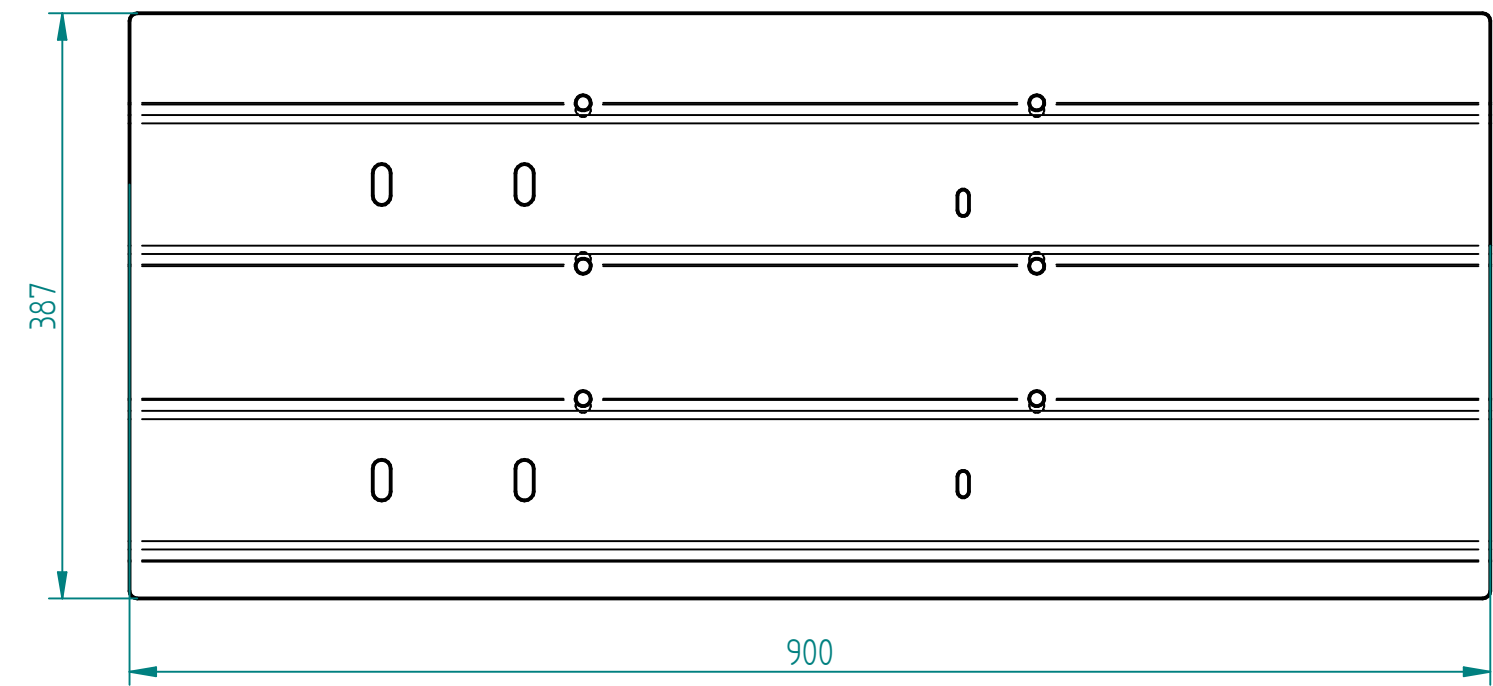


TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Ref. chasis	IRAM F24	Chapa 3/16"	4
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Ref. chasis	ISO E	DISEÑO: Hernández, J. L.
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			Ibarra, E. I.
			ESCALAS:	1:1 - 1:2
			FECHA:	11/4/2023
			CÓDIGO:	FA-01-15

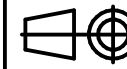


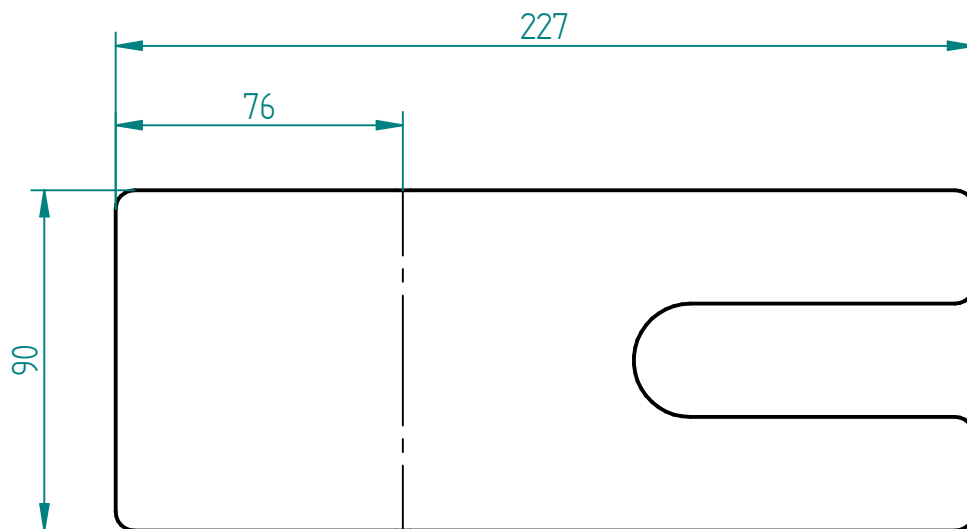
Chapa desarrollada
1:5



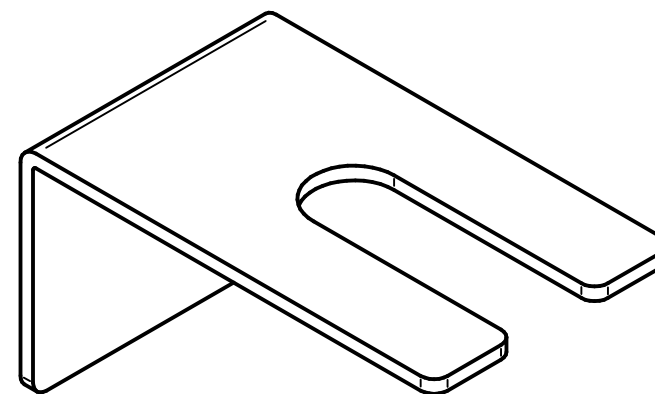
Todos los golpes son de 109°

RADIO DE PLEGADO 1 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

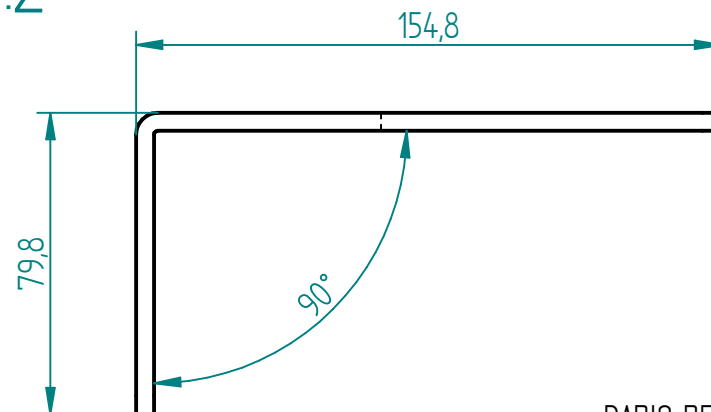
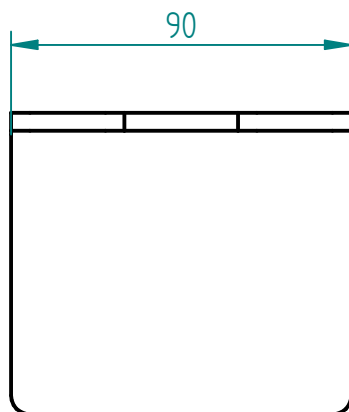
1	Bandeja central hidraulica	IRAM F24	Chapa 3/16"	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Bandeja central hidraulica		
 Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:5
			FECHA:	11/4/2023
			CÓDIGO:	FA-06-01



Chapa desarrollada
1:2

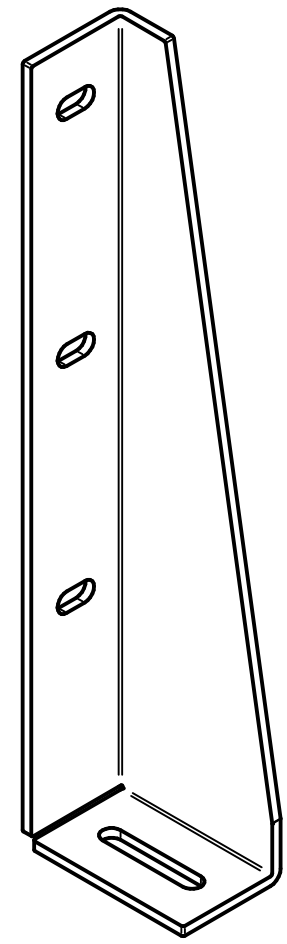


Vista Isometrica
1:2

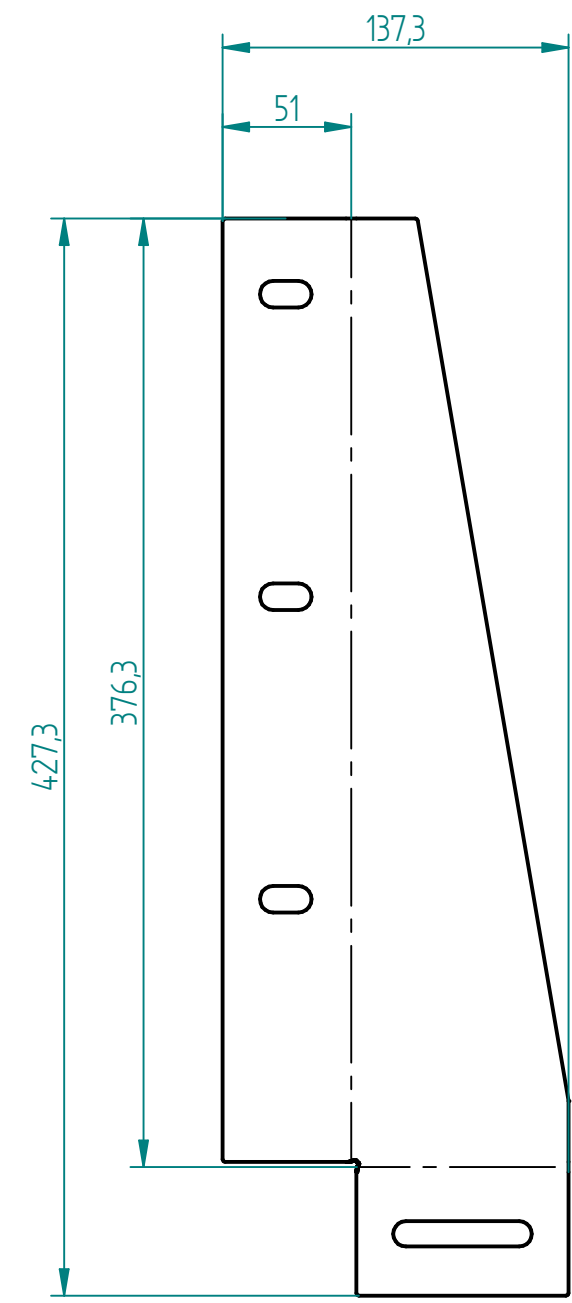
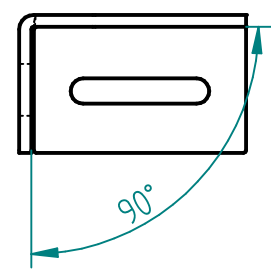
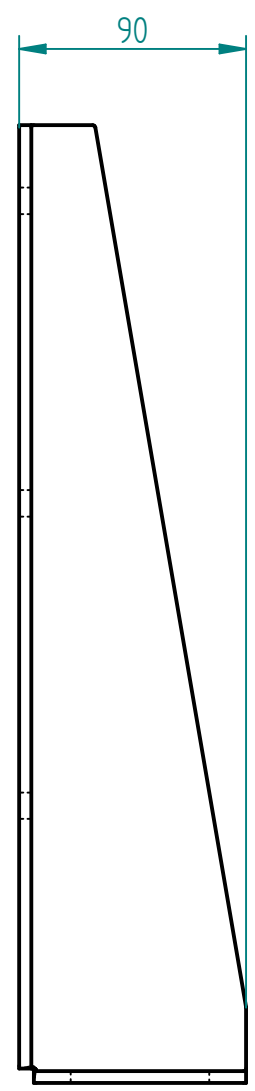
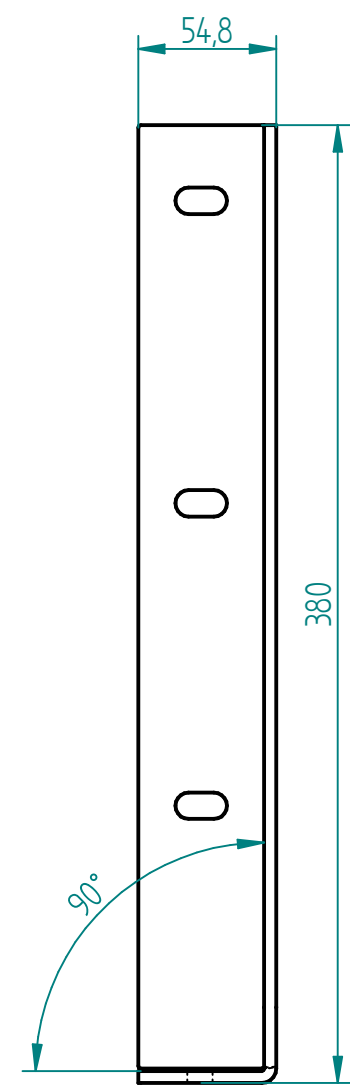


RADIO DE PLEGADO 1 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Sop acumulador	IRAM F24	Chapa 3/16"	1	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Soporte acumulador			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			DISEÑO:	Hernández, J. L.
				ESCALAS:	1:2
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-06-03

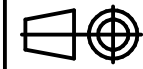


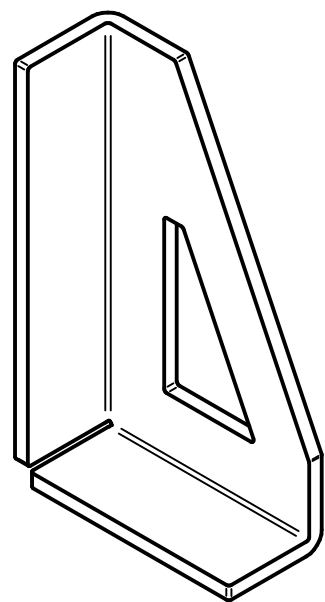
Vista Isometrica
1:3



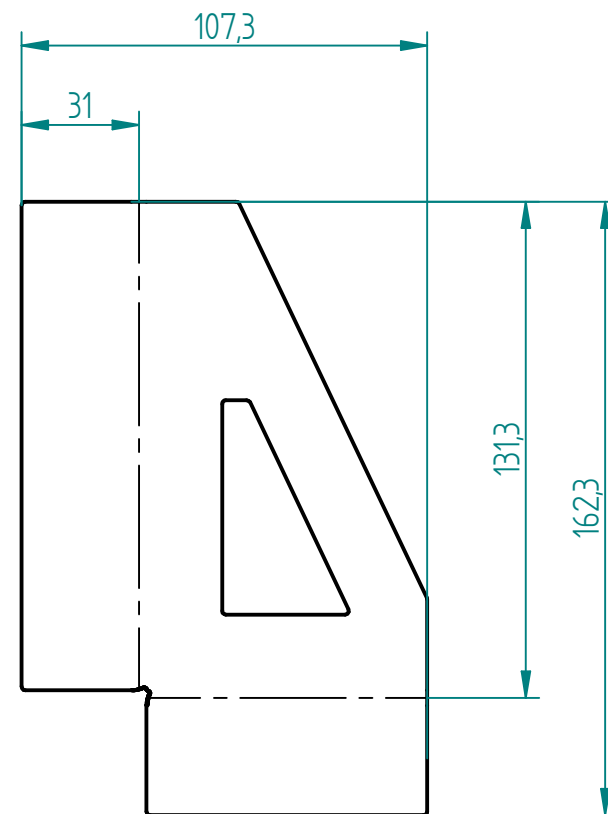
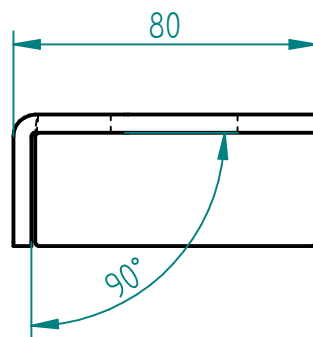
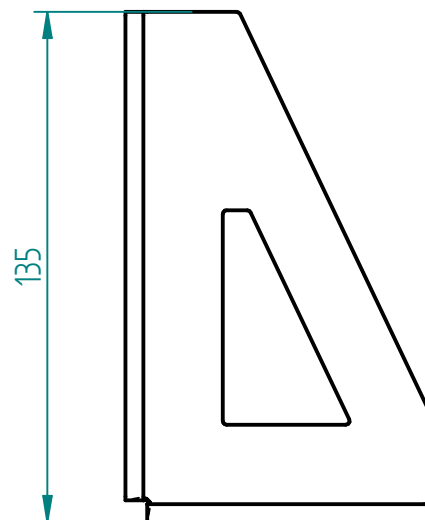
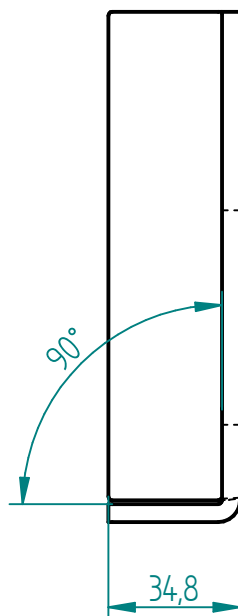
Chapa desarrollada
1:3

RADIO DE PLEGADO 1 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Sop. tanque	IRAM F24	Chapa 3/16" - Plegar 1 Izq - 1 Der	2
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Soporte tanque		
		Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario	ISO E	DISENÓ: Hernández, J. L.
				Ibarra, E. I.
			ESCALAS:	1:3
			FECHA:	11/4/2023
			CÓDIGO:	FA-06-06



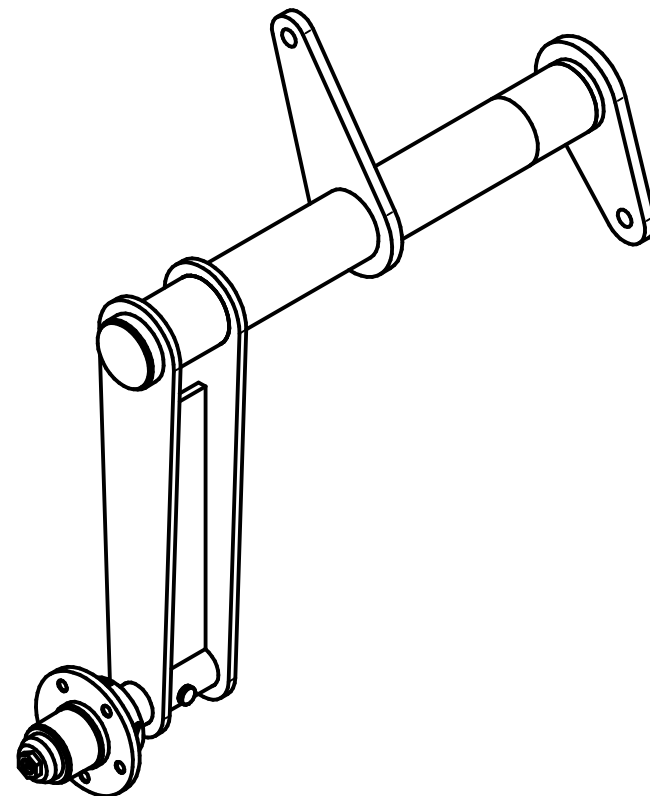
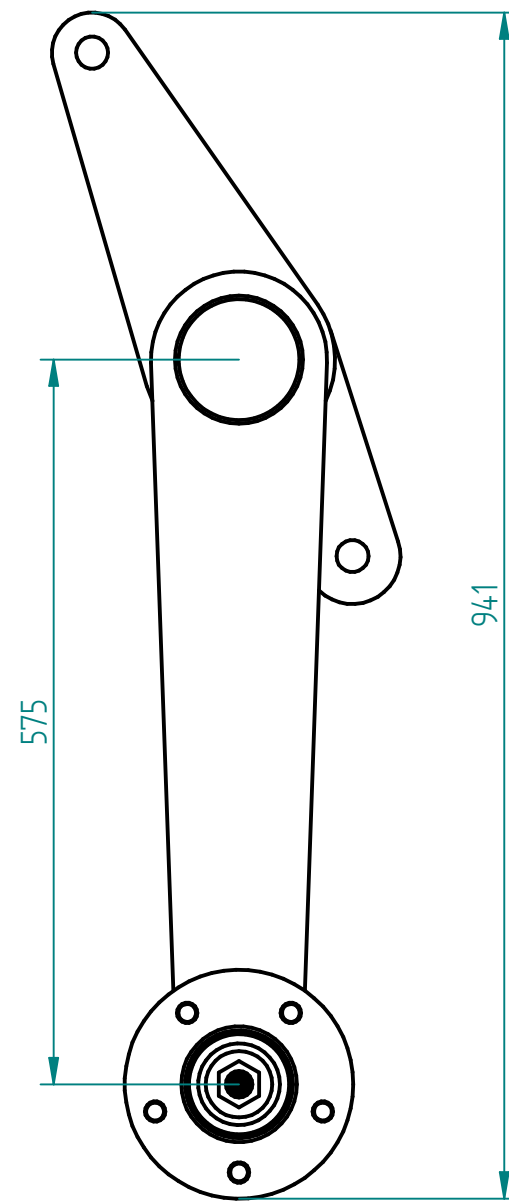
Vista Isometrica
1:2



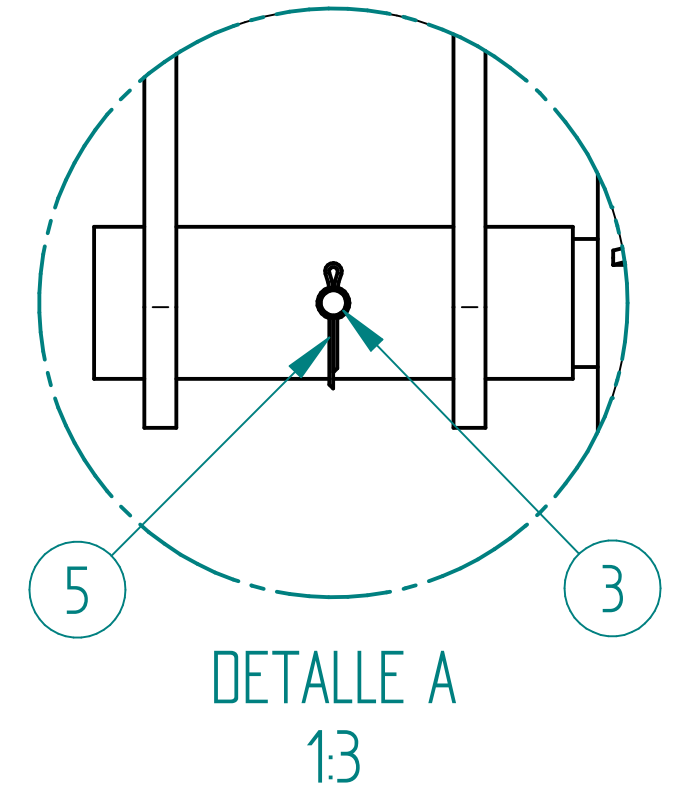
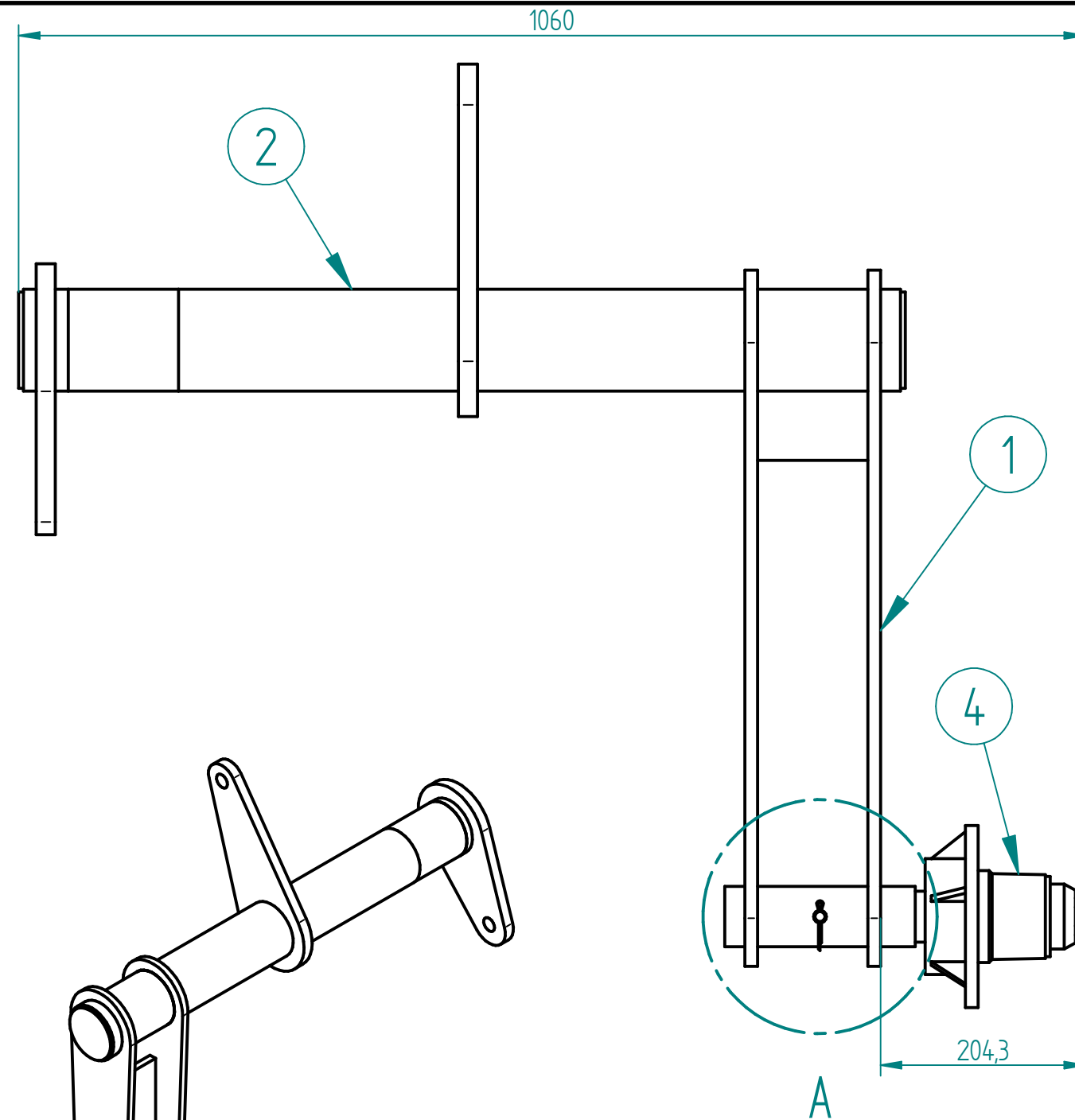
Chapa desarrollada
1:2

RADIO DE PLEGADO 1 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

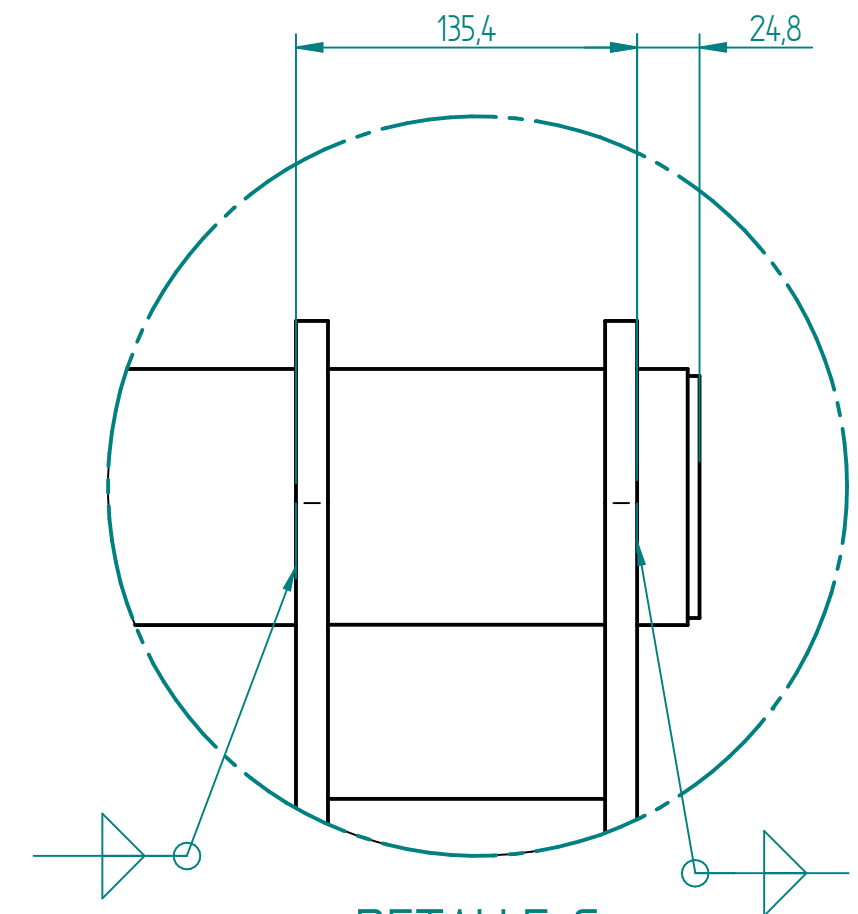
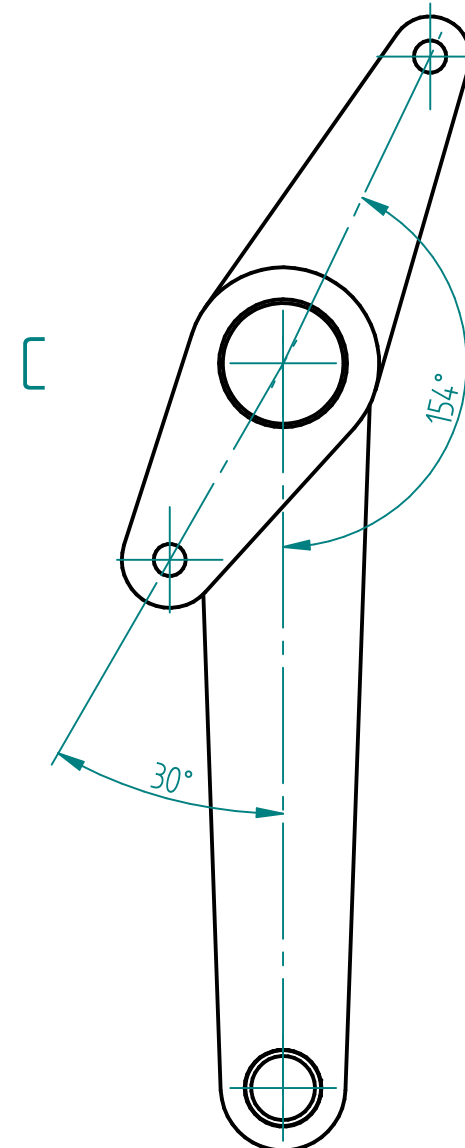
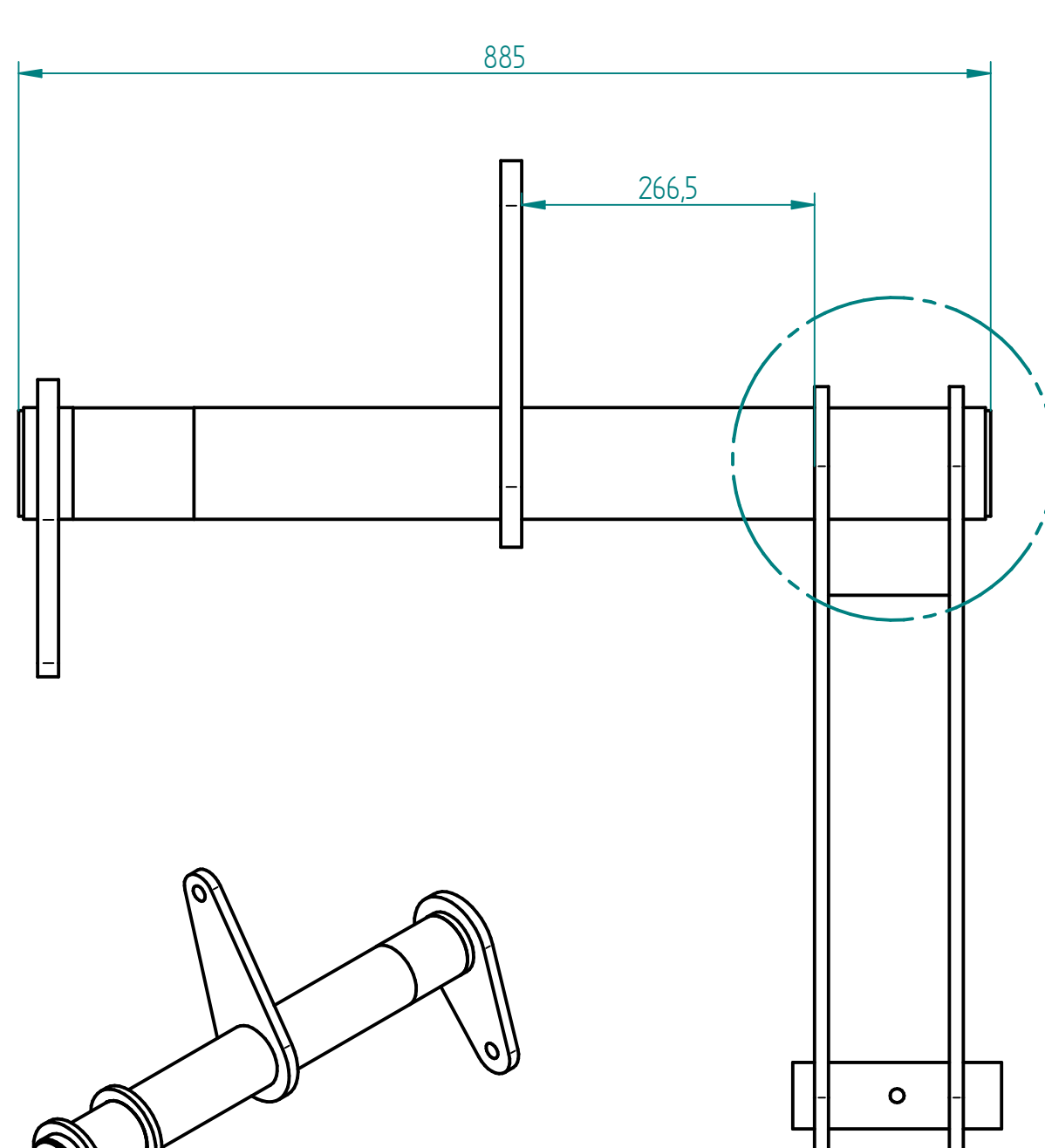
1	Sop. tanque corta	IRAM F24	Chapa 3/16" - Plegar 1 Iza - 1 Der	2
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECANICO		Soporte tanque corto		
		Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario	ISO E	DISEÑO: Hernández, J. L.
				Ibarra, E. I.
				ESCALAS: 1:2
				FECHA: 11/4/2023
				CÓDIGO: FA-06-07



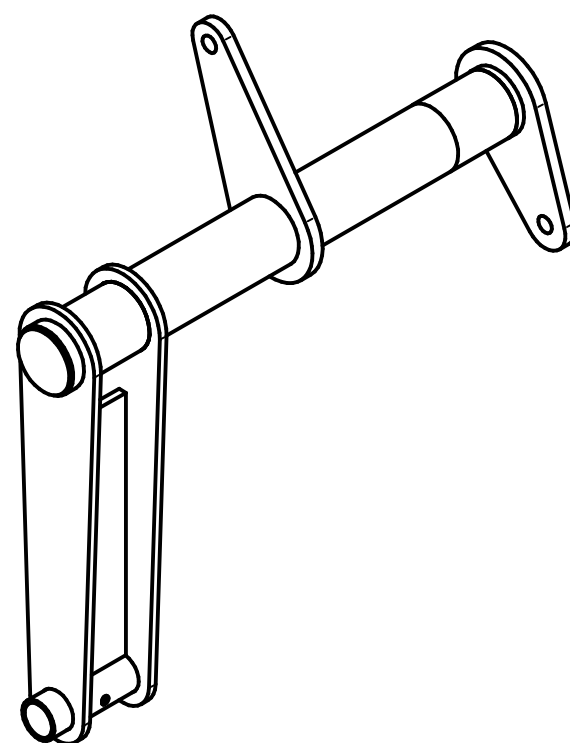
Vista Isometrica
1:10



5	Chaveta partida $\varnothing 3.5 \times 50$	COMERCIAL		1
4	Maza INGERSOLL	COMERCIAL	30206/08	1
3	Perno maza	-	VER PLANO FA-03-08	1
2	Eje trasero izq.	-	VER PLANO CJ-03-02	1
1	Brazo ejes	-	VER PLANO CJ-03-01	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Brazo eje izquierdo		
 Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:6 - 1:3 - 1:10
			FECHA:	13/4/2023
			CÓDIGO:	CJ-03-03



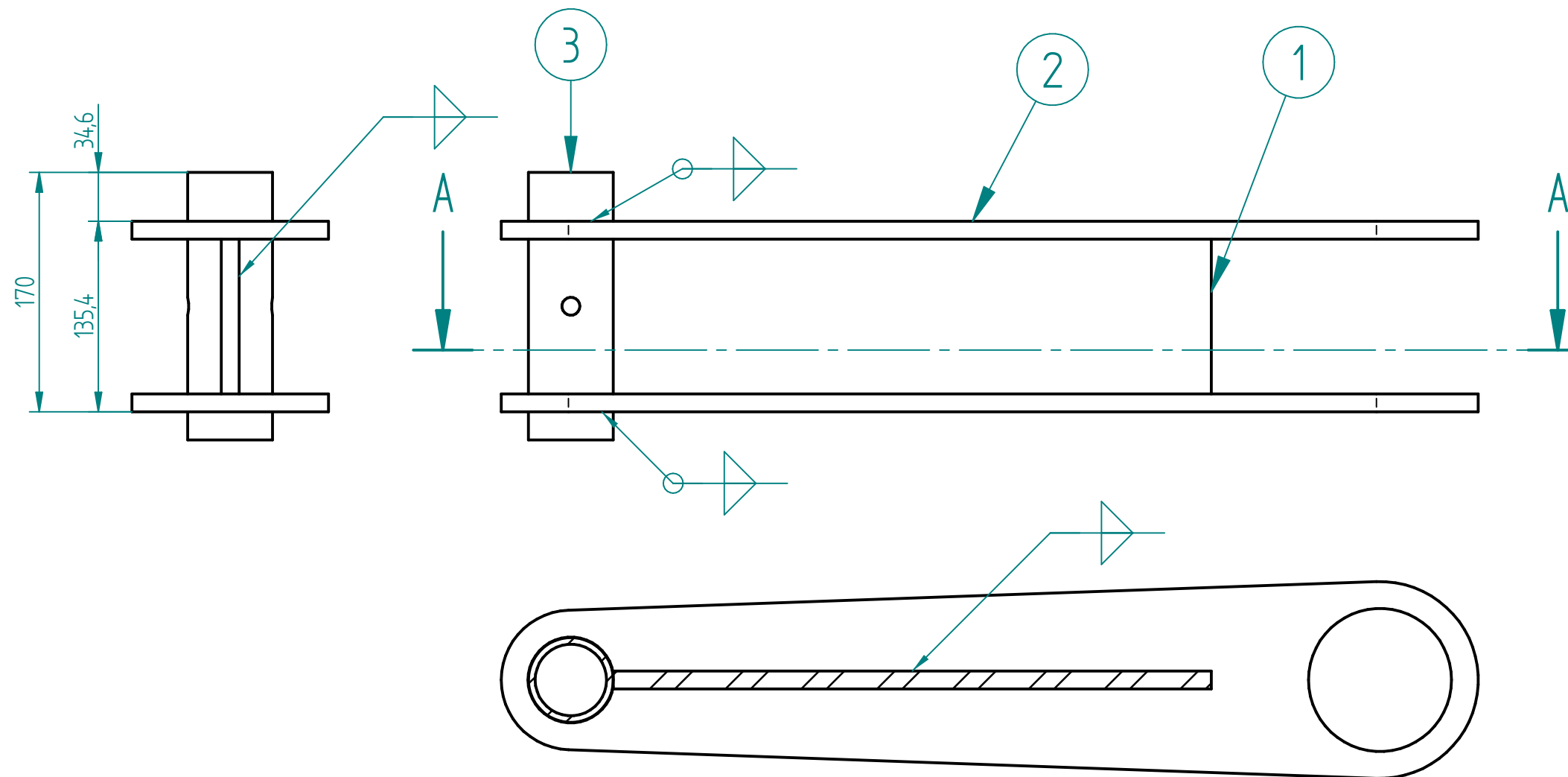
DETALLE C
1:3



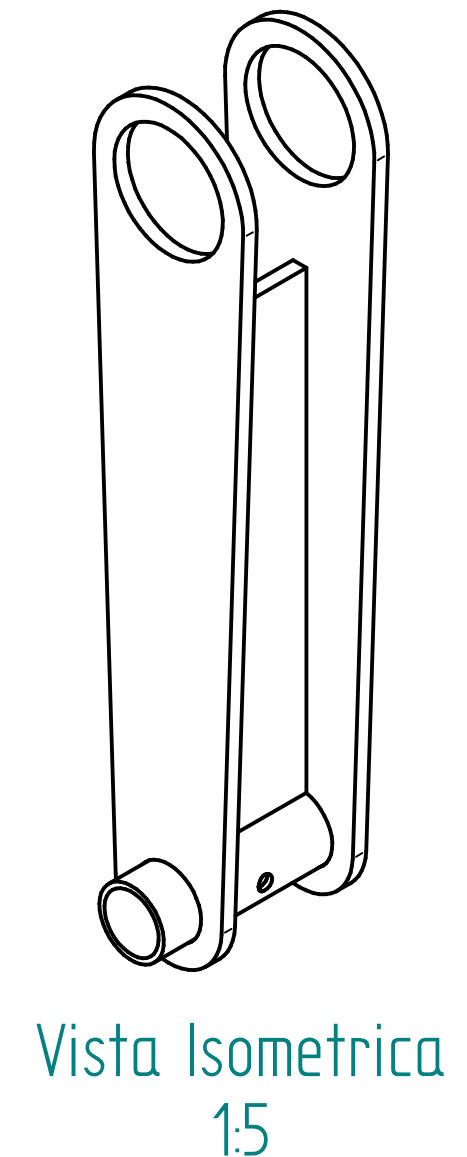
Vista Isometrica
1:10

SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA
SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE
 $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN
NORMA AWS D1.1

PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO	Brazo eje izquierdo	ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ESCALAS:	Ibarra, E. I.
			FECHA:	1:6 - 1:3 - 1:10
			CÓDIGO:	13/4/2023
				CJ-03-03



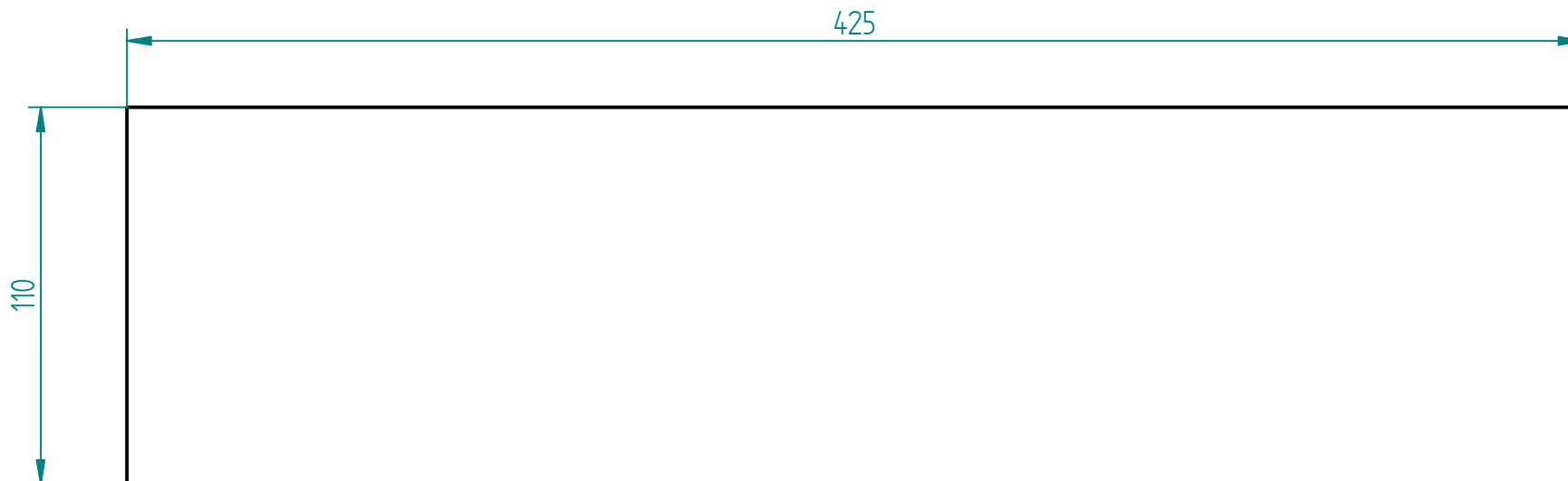
CORTE A-A
1:4



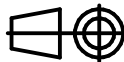
Vista Isometrica
1:5

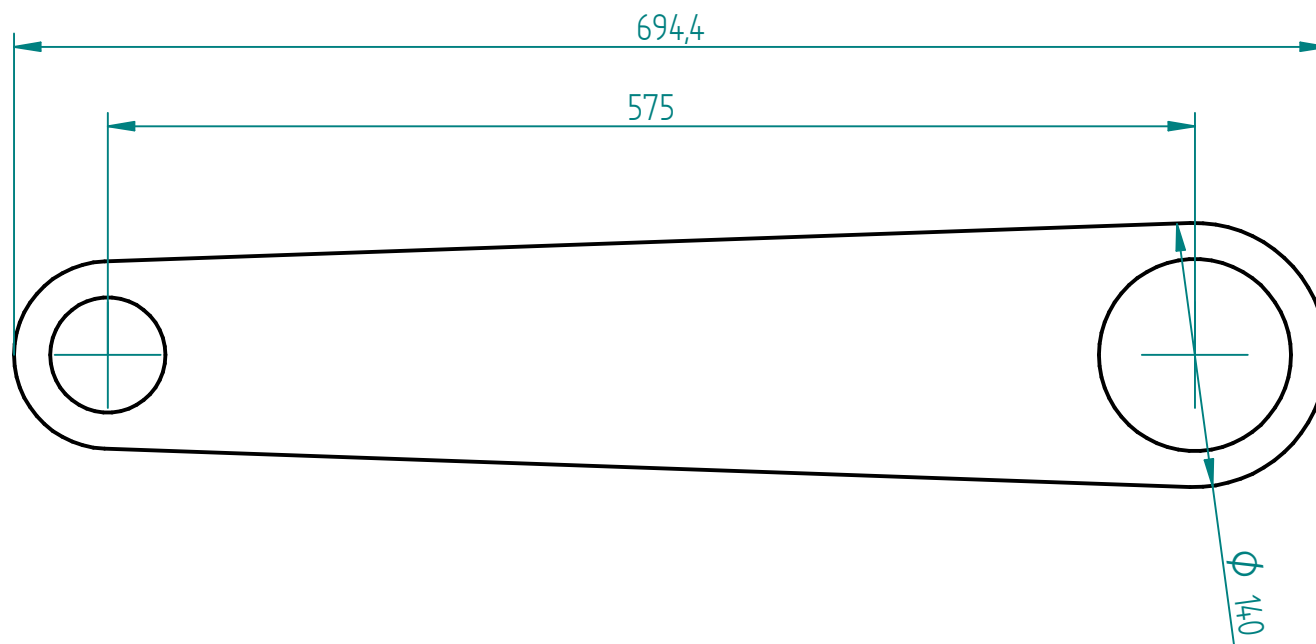
SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA
SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE
 $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN
NORMA AWS D1.1

3	Buje punta de eje	-	VER PLANO FA-03-03	1
2	Brazo eje	-	VER PLANO FA-03-02	2
1	Alma brazo eje	-	VER PLANO FA-03-01	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Brazo ejes		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E	Hernández, J. L.
			DISEÑO:	Ibarra, E. I.
			ESCALAS:	1:4 - 1:5
			FECHA:	13/4/2023
			CÓDIGO:	CI-03-01

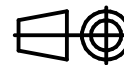


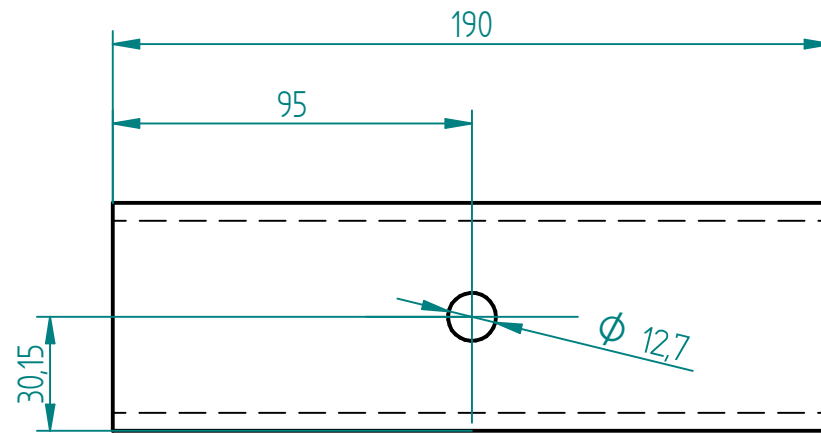
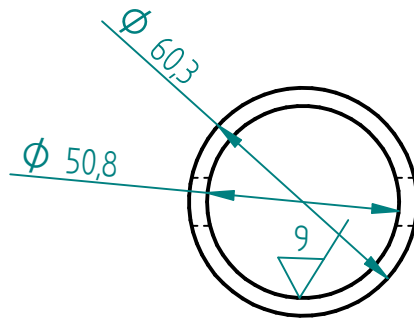
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Alma brazo eje	IRAM F24	Chapa 1/2"	3	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Alma brazo eje			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:2
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-03-01



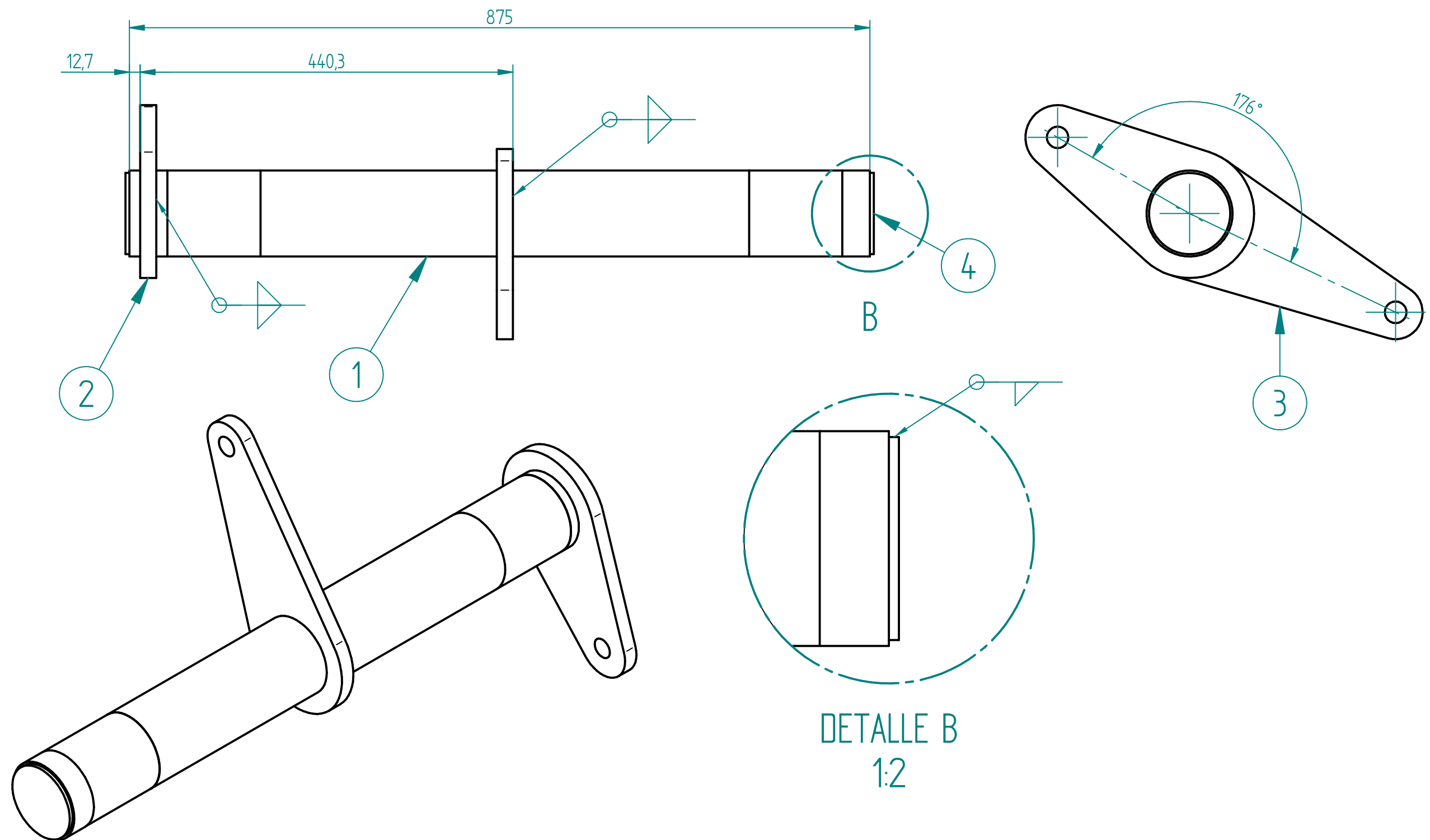
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Brazo eje	IRAM F24	Chapa 1/2"	6	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Brazo eje			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:4
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-03-02



TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

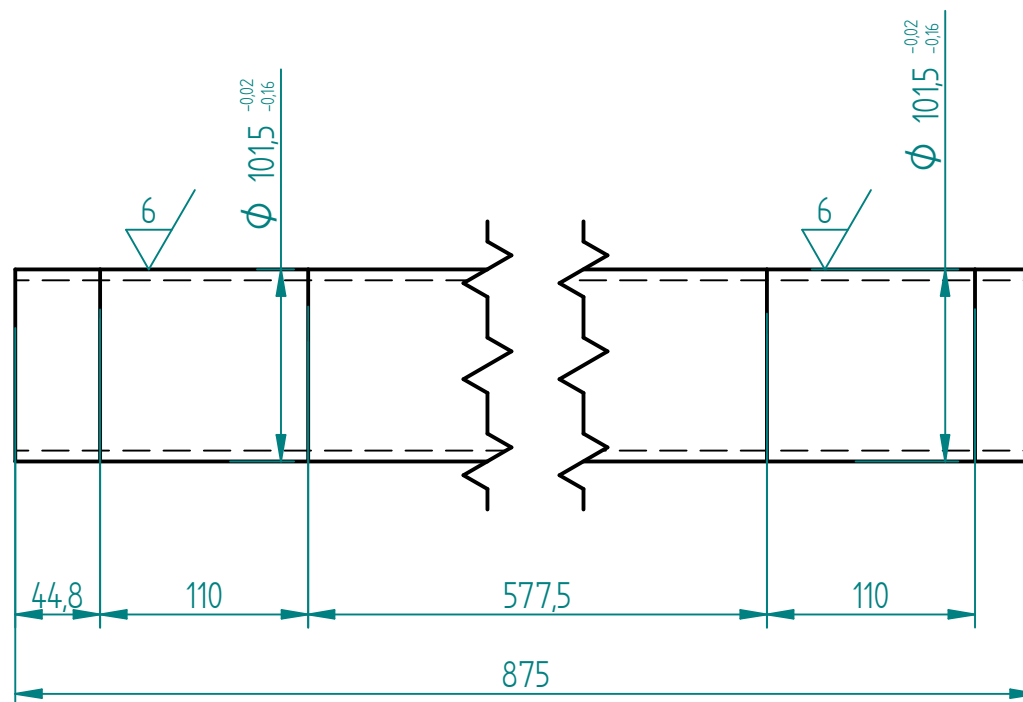
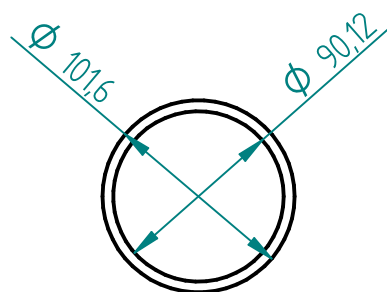
1	TUBO 2" SCH 80	COMERCIAL		3
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Buje punta de eje		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E	DISEÑO: Hernández, J. L.
				Ibarra, E. I.
				ESCALAS: 1:2
				FECHA: 11/4/2023
				CÓDIGO: FA-03-03



Vista Isometrica
1:5

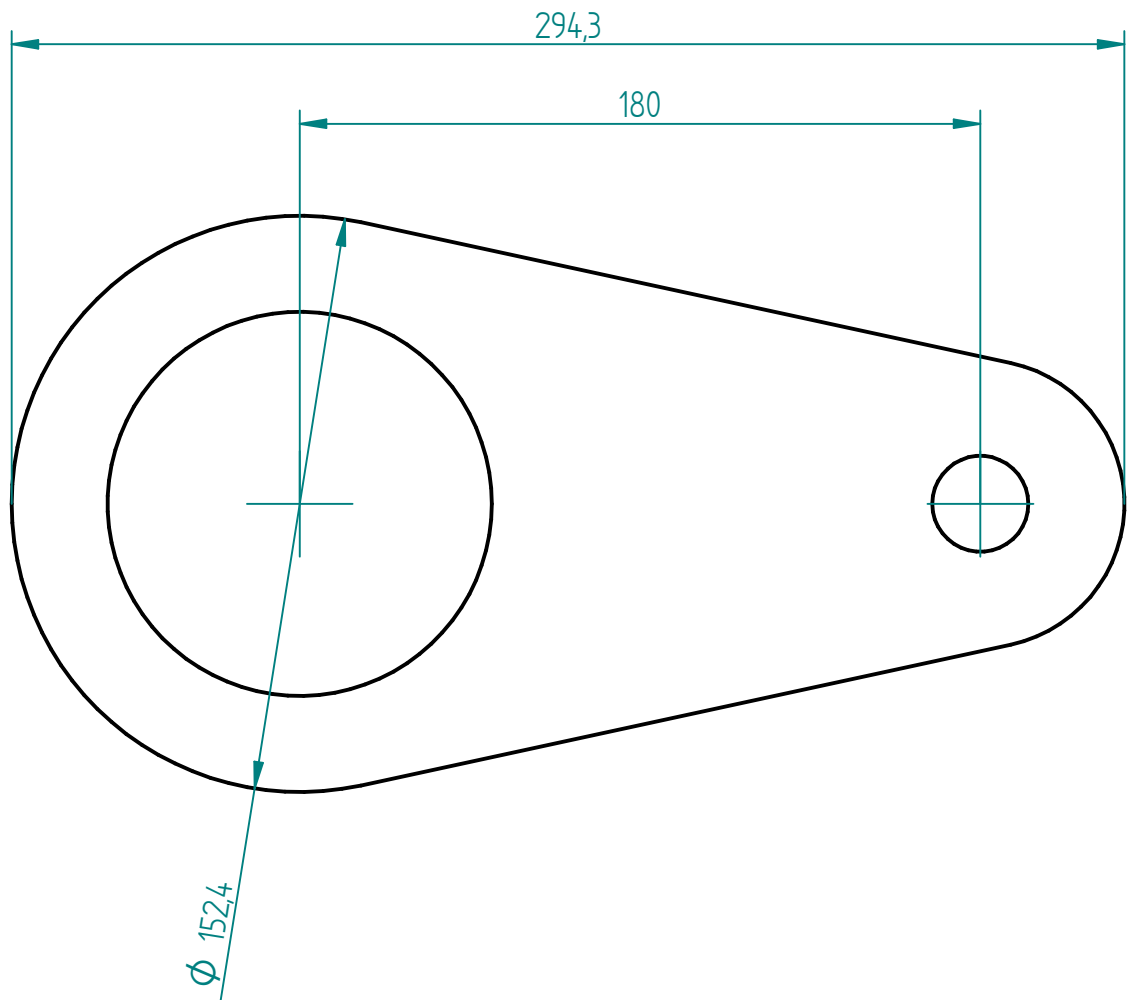
SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA
SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE
 $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN
NORMA AWS D1.1

4	Tapa ejes	-	VER PLANO FA-03-07	2	
3	Manivela cilindro	-	VER PLANO FA-03-06	1	
2	Manivela	-	VER PLANO FA-03-05	1	
1	Eje trasero	-	VER PLANO FA-03-04	1	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Eje Izquierdo			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:5 - 1:2
				FECHA:	13/4/2023
				CÓDIGO:	CJ-03-02



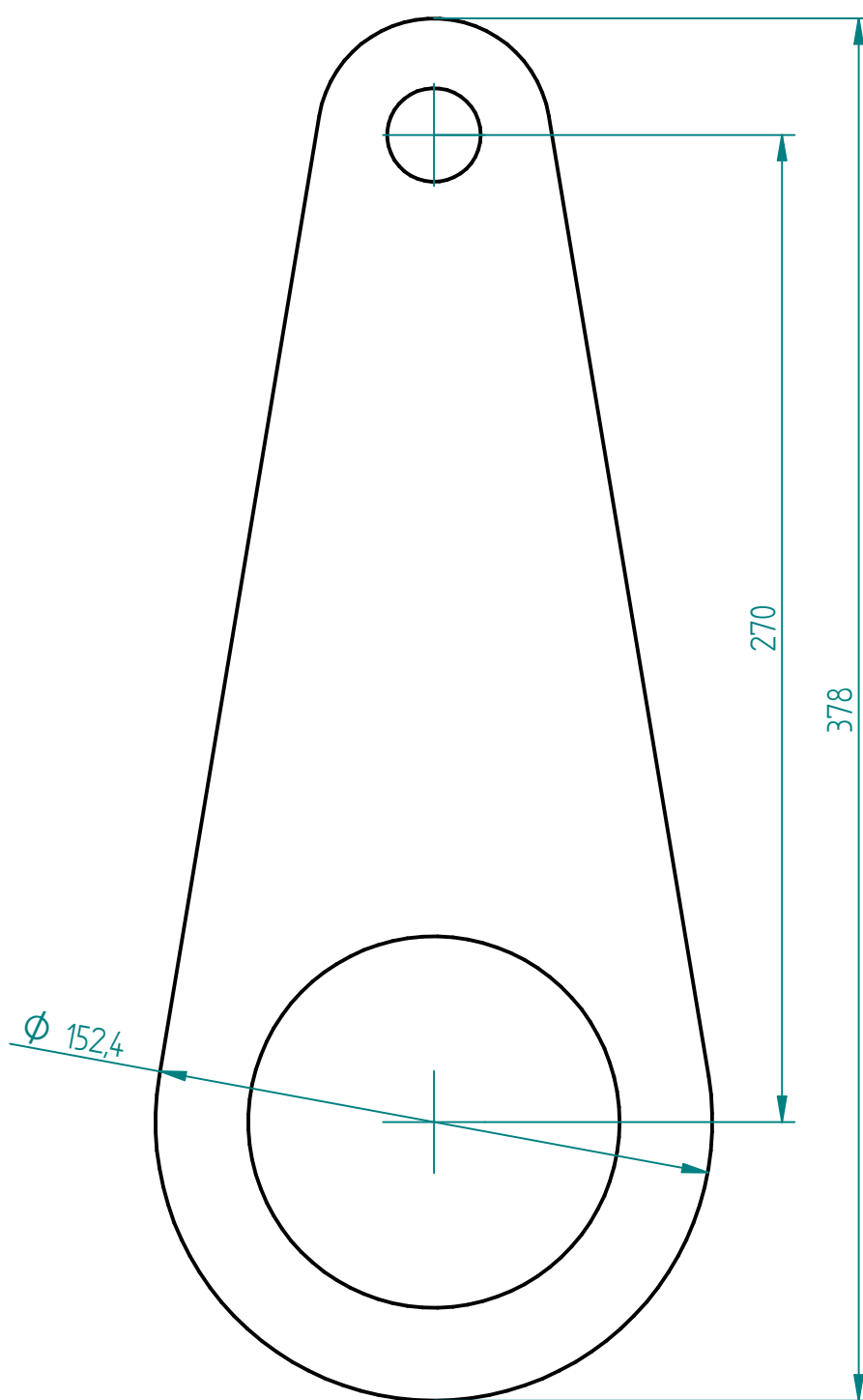
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	TUBO 3-1/2" SCH 40	COMERCIAL	Largo 875 mm	2
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Eje trasero		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E	DISEÑO: Hernández, J. L.
				Ibarra, E. I.
				ESCALAS: 1:4
				FECHA: 12/4/2023
				CÓDIGO: FA-03-04



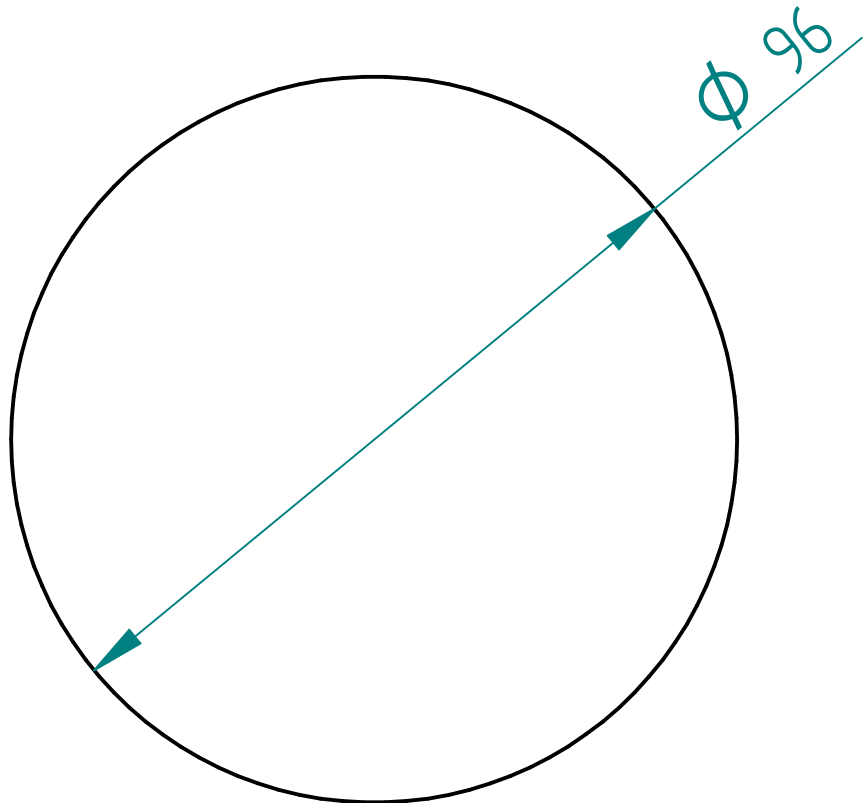
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Manivela	IRAM F24	Chapa 3/4"	4	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Manivela			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:2
				FECHA:	12/4/2023
			CÓDIGO:	FA-03-05	



TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

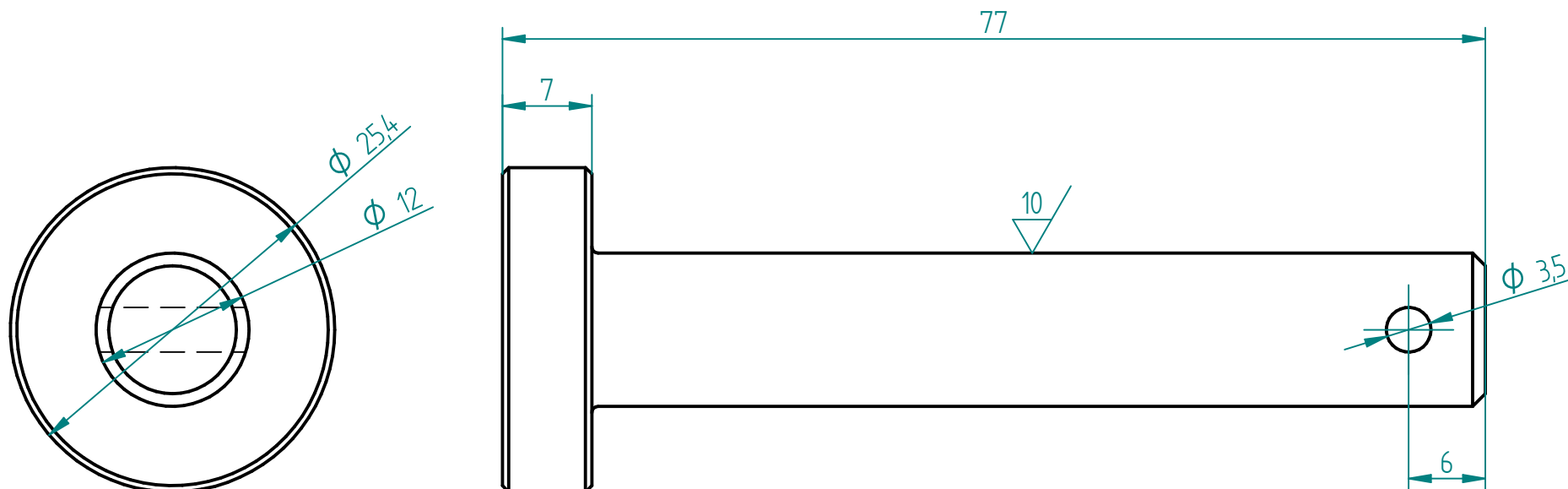
1	Manivela cil.	IRAM F24	Chapa 3/4"	2
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Manivela cilindro		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario	ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:2
			FECHA:	12/4/2023
			CÓDIGO:	FA-03-06



TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

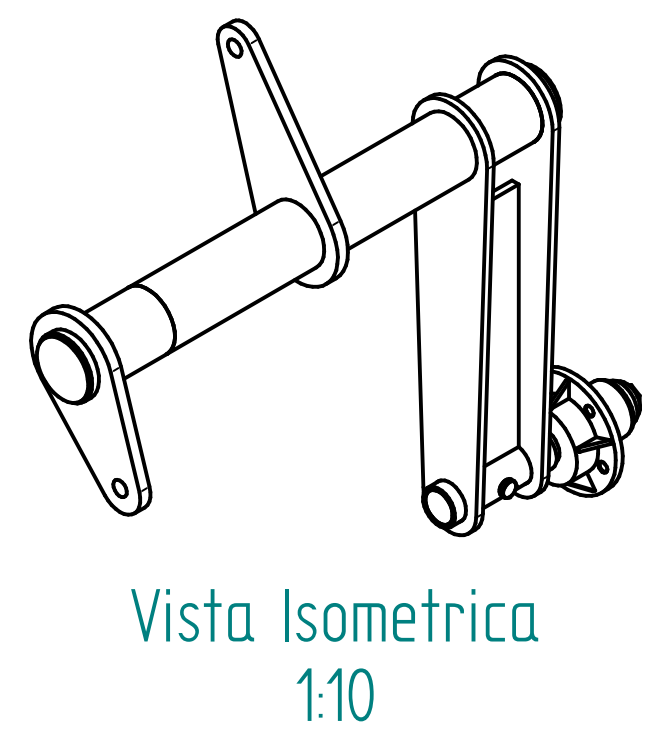
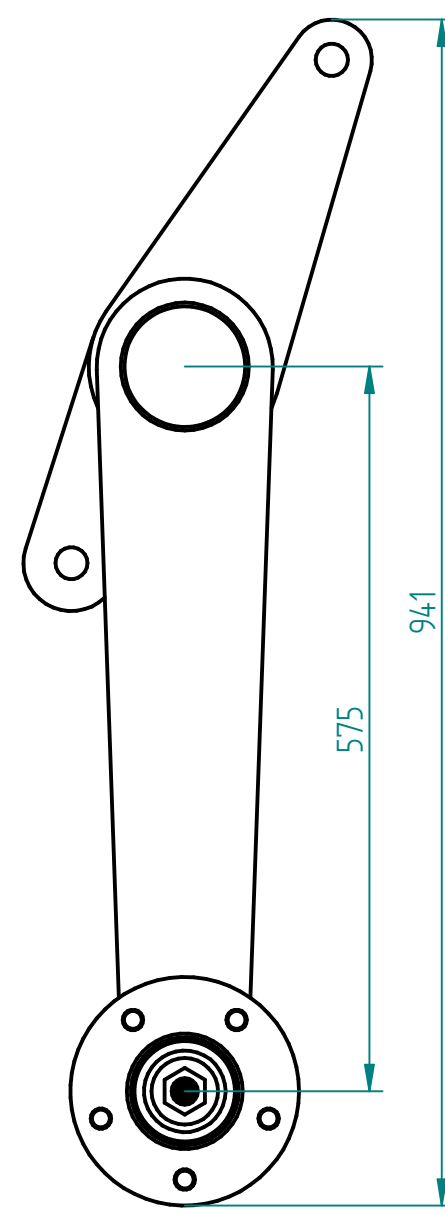
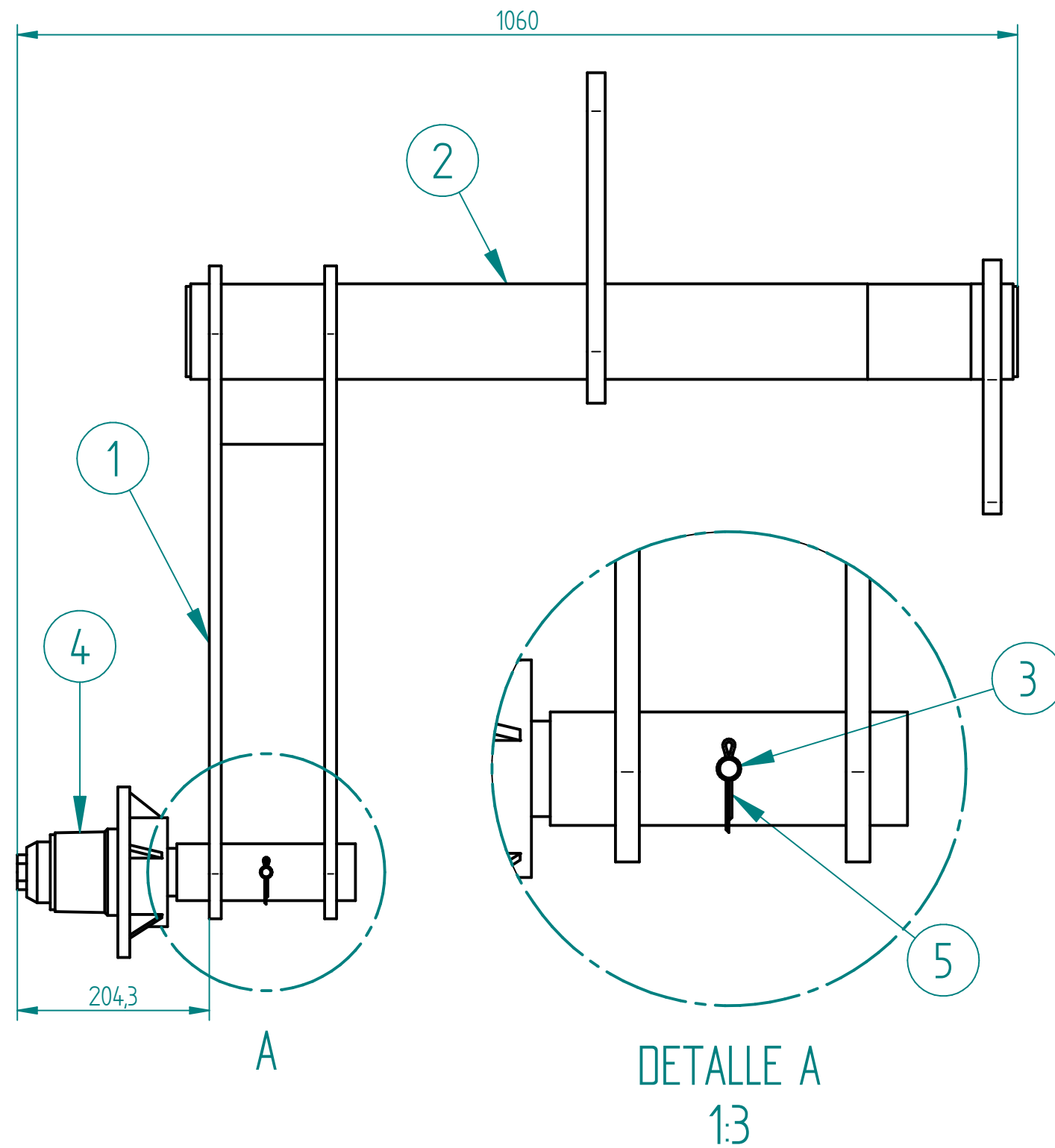
1	Tapa eje	IRAM F24	Chapa 3/16"	6	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Tapa ejes			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:1
				FECHA:	12/4/2023
				CÓDIGO:	FA-03-07

REALIZAR TEMPLE Y REVENIDO

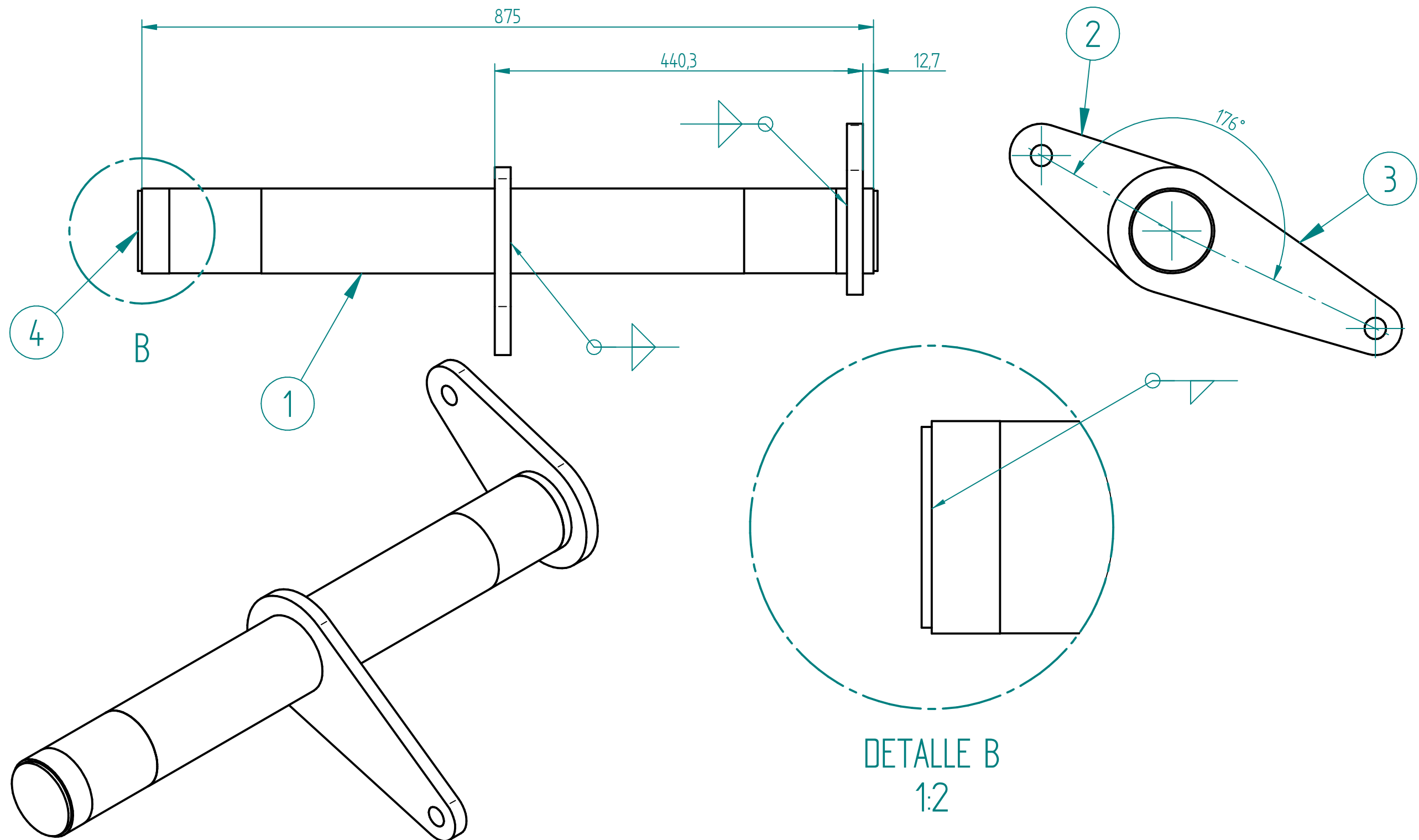


MATAR CANTOS VIVOS – TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	REDONDO Ø1" X 80	SAE 1045	LAMINADO EN CALIENTE	3
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Perno maza		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E	DISEÑO: Hernández, J. L.
				Ibarra, E. I.
				ESCALAS: 2:1
				FECHA: 12/4/2023
				CÓDIGO: FA-03-08



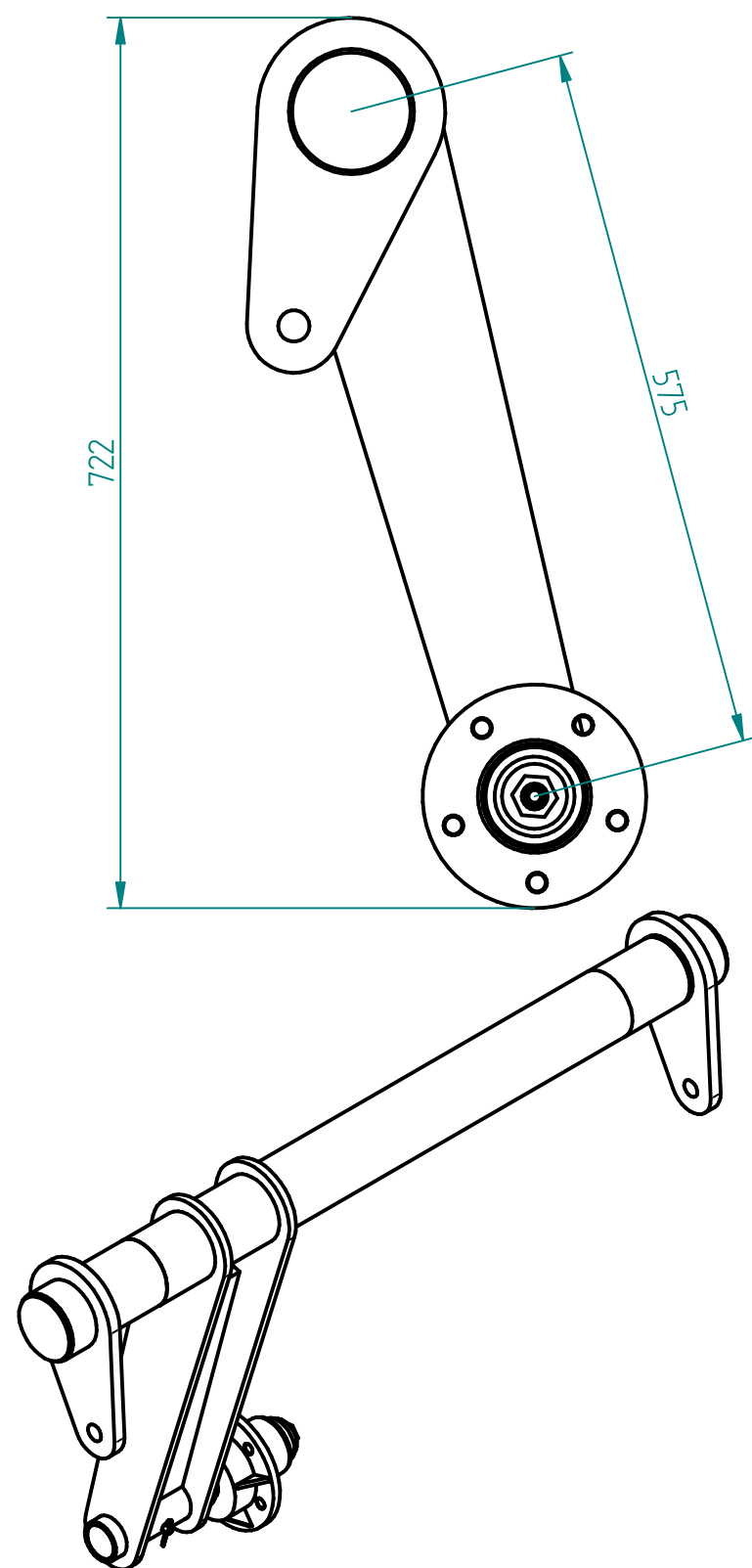
5	Chaveta partida $\varnothing 3.5 \times 50$	COMERCIAL		1
4	Maza INGERSOLL	COMERCIAL	30206/08	1
3	Perno maza	-	VER PLANO FA-03-08	1
2	Eje trasero der.	-	VER PLANO CJ-03-04	1
1	Brazo ejes	-	VER PLANO CJ-03-01	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Brazo eje derecho		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:6 - 1:3 - 1:10
			FECHA:	13/4/2023
			CÓDIGO:	CJ-03-05



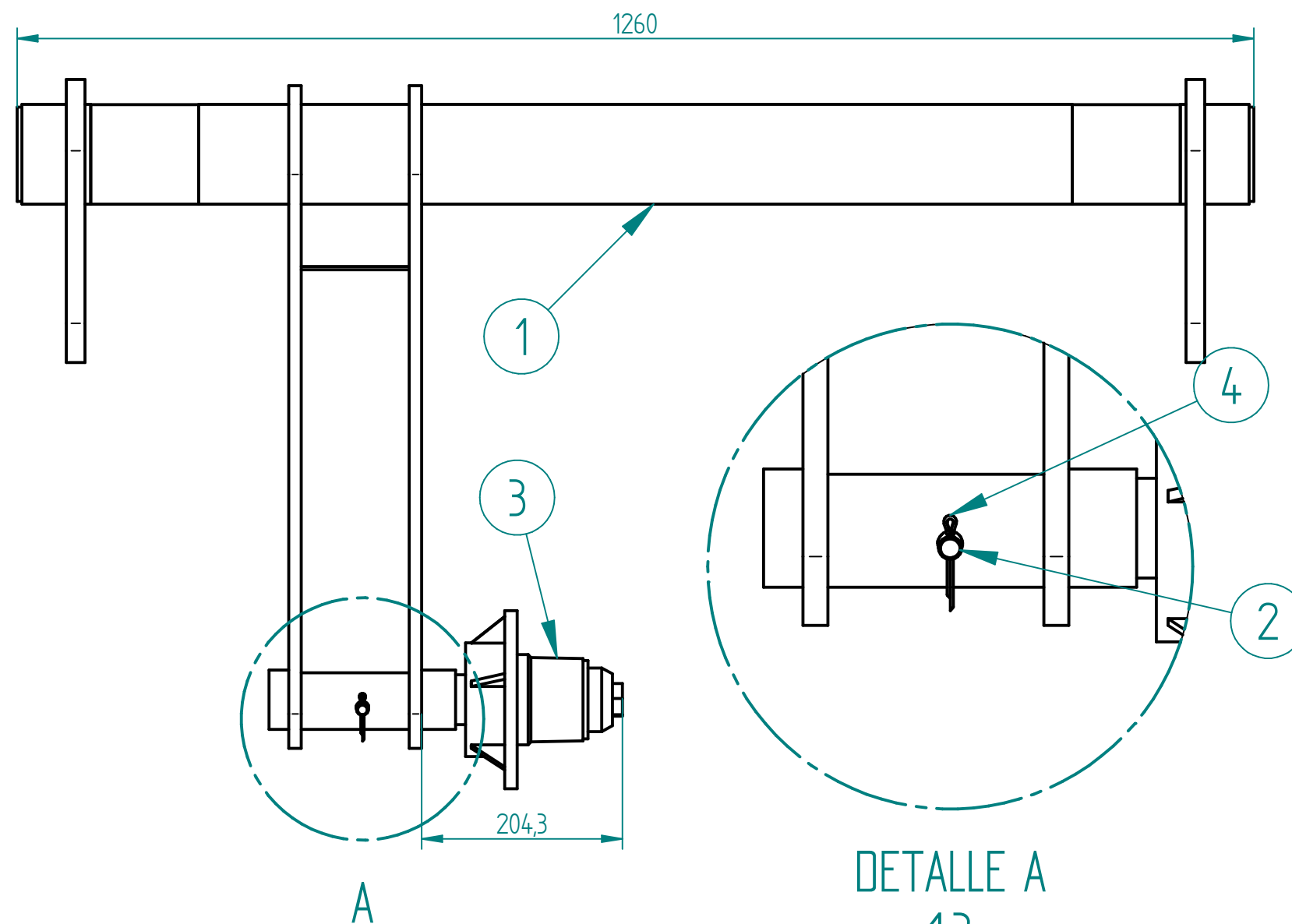
Vista Isometrica
1:5

SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA
SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE
 $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN
NORMA AWS D1.1

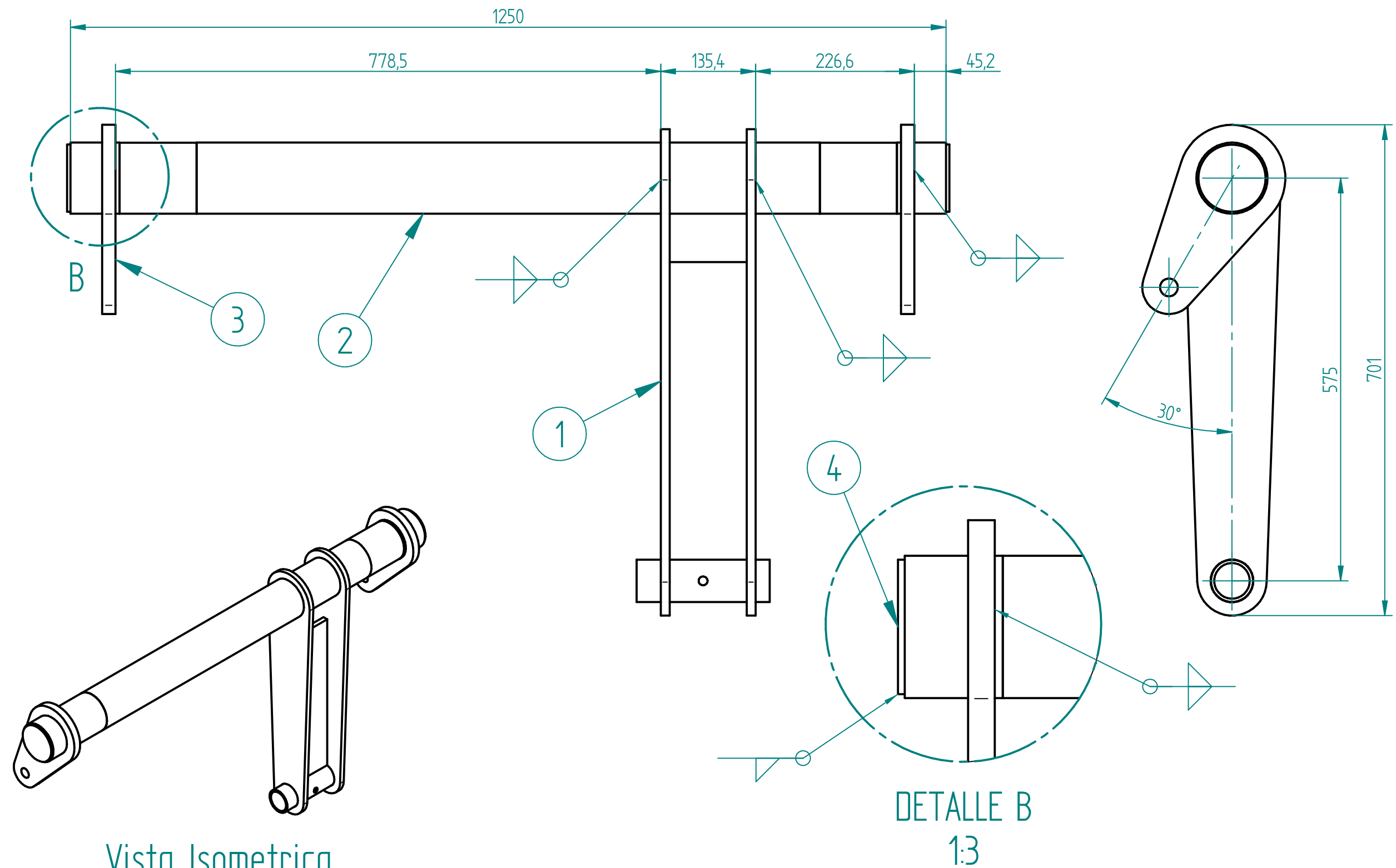
4	Tapa ejes	-	VER PLANO FA-03-07	2
3	Manivela cilindro	-	VER PLANO FA-03-06	1
2	Manivela	-	VER PLANO FA-03-05	1
1	Eje trasero	-	VER PLANO FA-03-04	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Eje derecho		
		Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		
ISO E				
DISEÑO:		Hernández, J. L.		
ESCALAS:		1:5 - 1:2		
FECHA:		13/4/2023		
CÓDIGO:		CJ-03-04		



Vista Isometrica
1:10



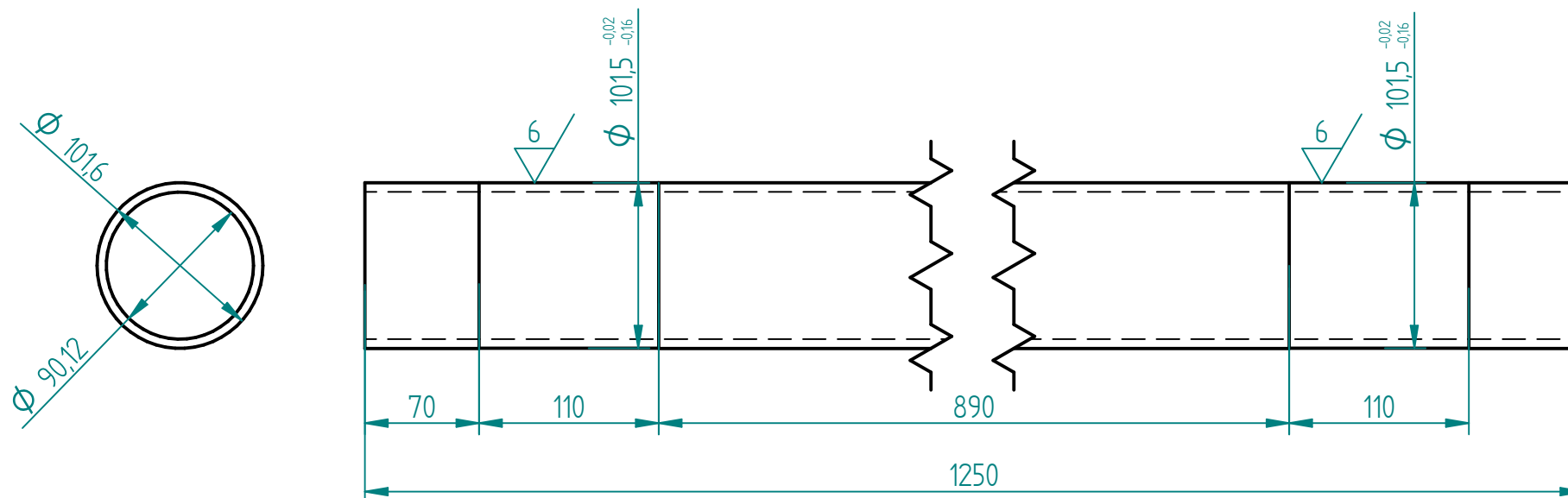
4	Chaveta partida $\varnothing 3.5 \times 50$	COMERCIAL		1
3	Maza INGERSOLL	COMERCIAL	30206/08	1
2	Perno maza	-	VER PLANO FA-03-08	1
1	Brazo eje delantero	-	VER PLANO CJ-03-06	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Eje delantero		
		Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		
ISO E				
DISEÑO:		Hernández, J. L.		
ESCALAS:		1:6 - 1:3 - 1:10		
FECHA:		13/4/2023		
CÓDIGO:		CJ-03-07		



SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA
SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE
 $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN
NORMA AWS D1.1

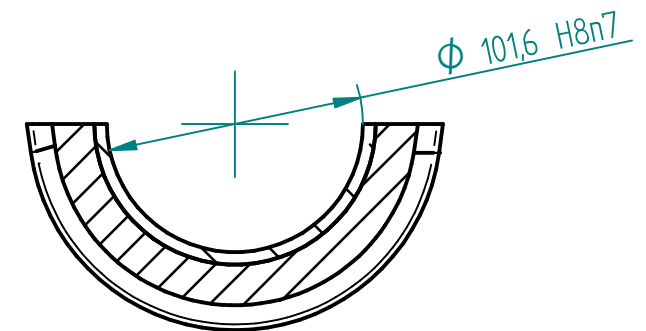
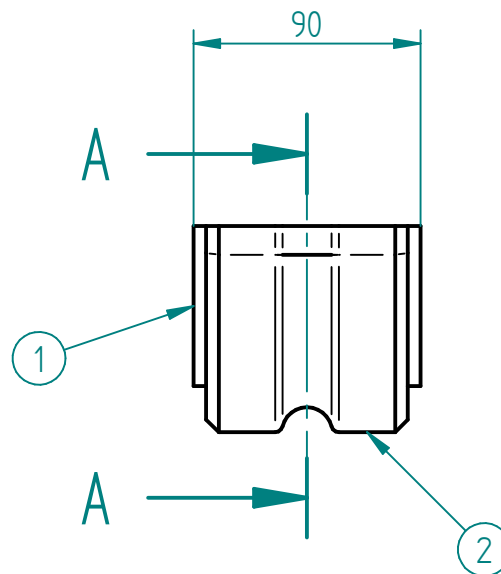
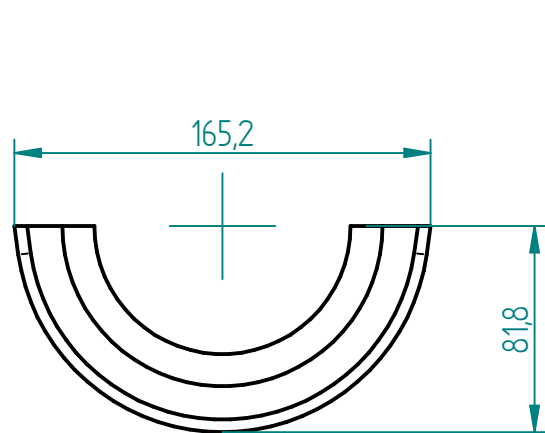
4	Tapa ejes	-	VER PLANO FA-03-07	2	
3	Manivela	-	VER PLANO FA-03-05	2	
2	Eje delantero	-	VER PLANO FA-03-12	1	
1	Brazo ejes	-	VER PLANO CJ-03-01	1	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Brazo eje delantero			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
				ESCALAS:	1:6 - 1:3 - 1:10
				FECHA:	13/4/2023
				CÓDIGO:	CJ-03-06

✓ (6 /)

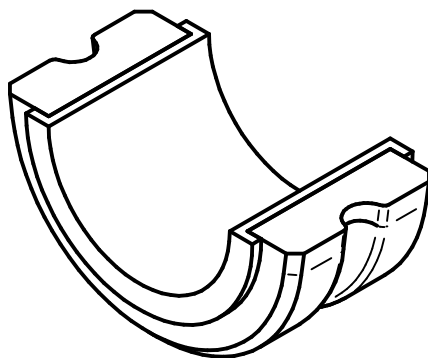


TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	TUBO 3-1/2" SCH 40	COMERCIAL	Largo 1250 mm	1	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Eje delantero			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:4
				FECHA:	12/4/2023
				CÓDIGO:	FA-03-12

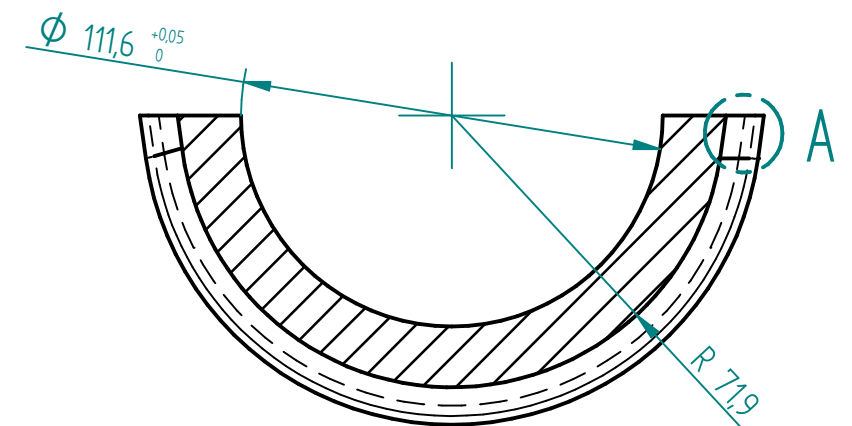
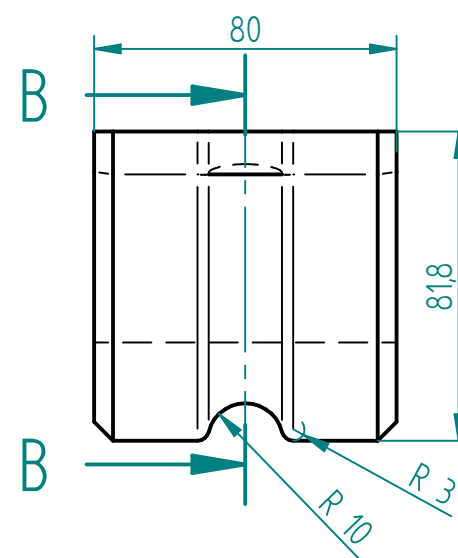
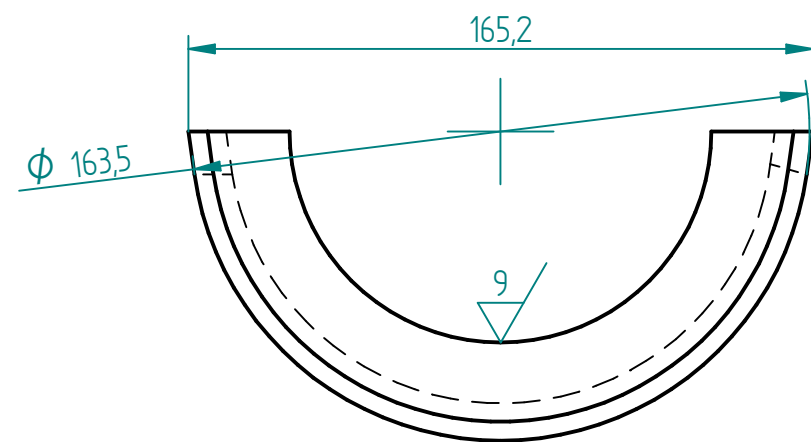
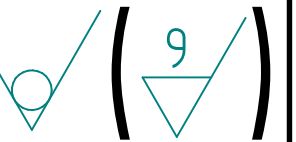


CORTE A-A
1:3

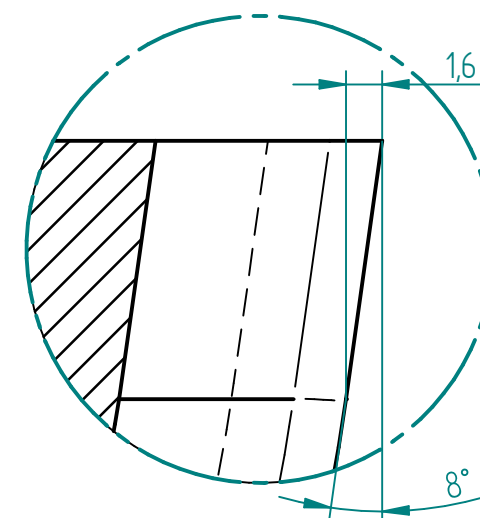
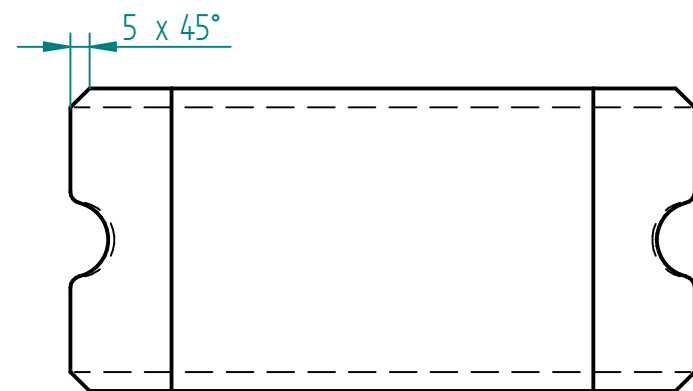


Vista Isometrica
1:3

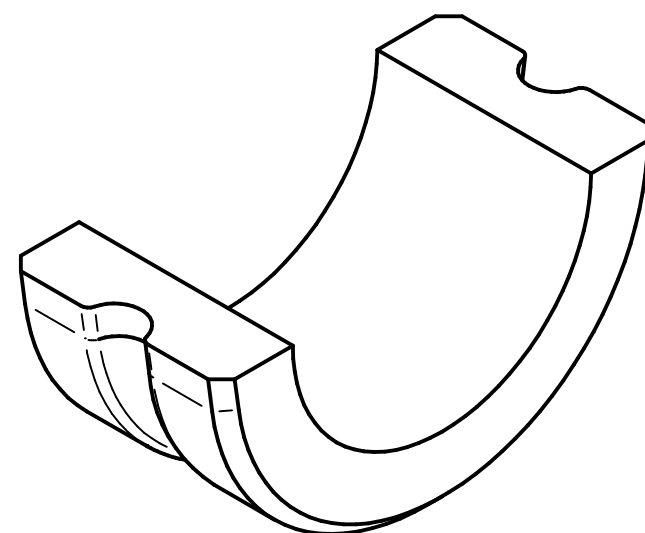
2	Anclaje ejes inferior	-	VER PLANO FA-07-01	1	
1	Cojinete ejes	-	VER PLANO FA-01-10	1	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Anclaje inferior			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:3
				FECHA:	13/4/2023
				CÓDIGO:	CJ-07-05



CORTE B-B
1:2



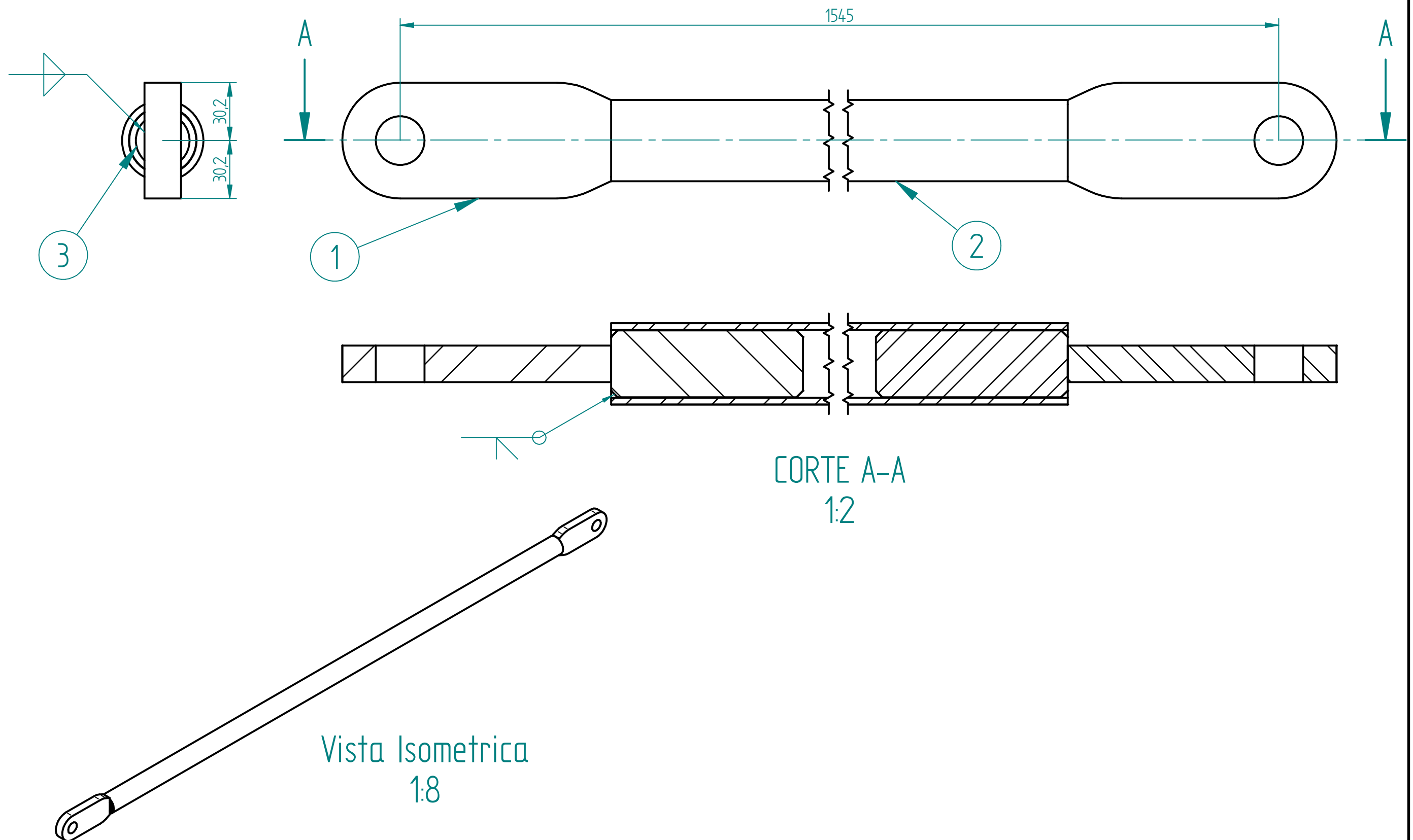
DETALLE A
3:1



Vista Isometrica
1:2

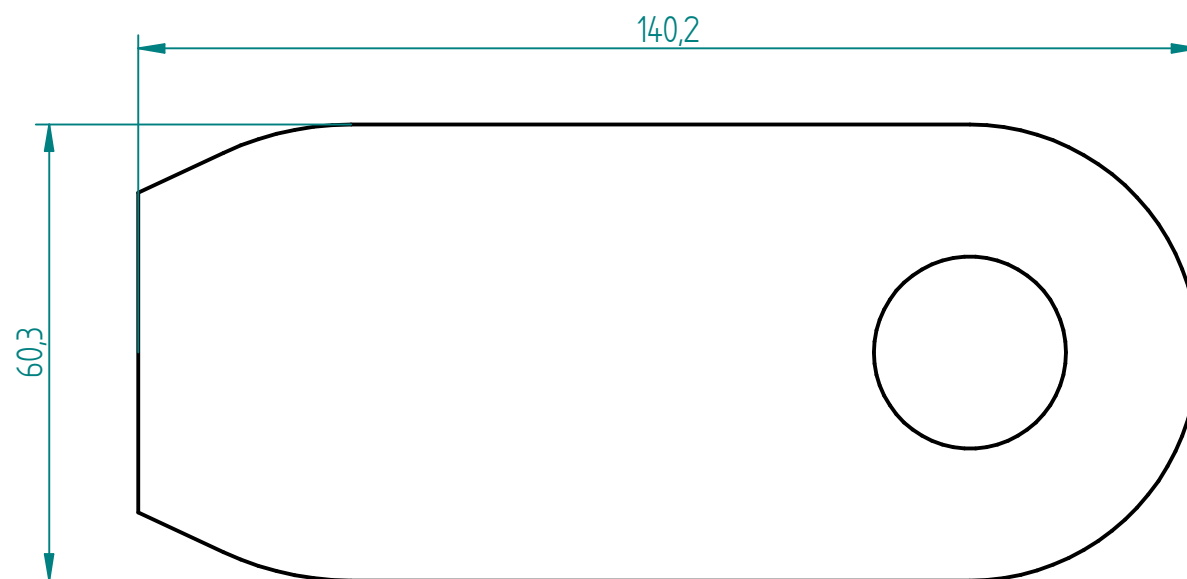
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Anclaje inf ejes	Fundición gris			6
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES		CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Anclaje inferior ejes		ISO E 	
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		DISEÑO:		Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
			ESCALAS:		1:2 - 3:1
			FECHA:	11/4/2023	
				CÓDIGO:	FA-07-01



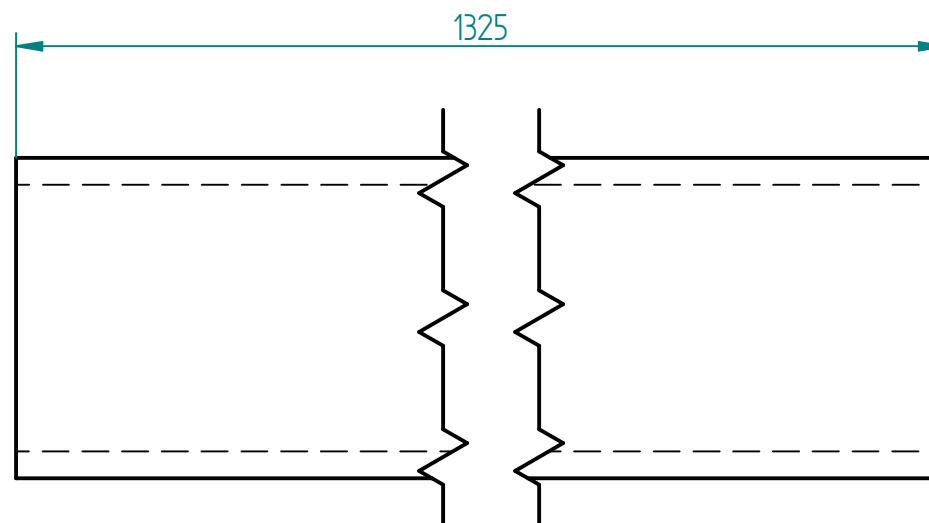
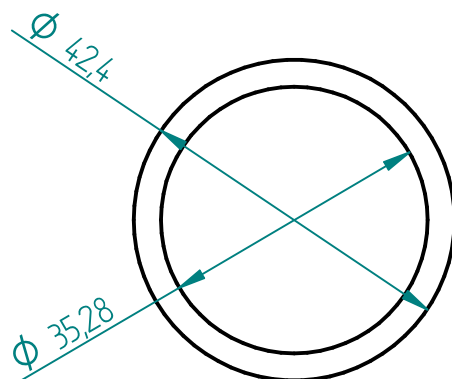
SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA
SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE
 $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN
NORMA AWS D1.1

3	Refuerzo biela	-	VER PLANO FA-03-11	2
2	Biela	-	VER PLANO FA-03-10	1
1	Oreja biela	-	VER PLANO FA-03-09	2
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Biela		
		Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario	ISO E	DISEÑO: Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:2 - 1:8
			FECHA:	13/4/2023
			CÓDIGO:	CJ-03-08



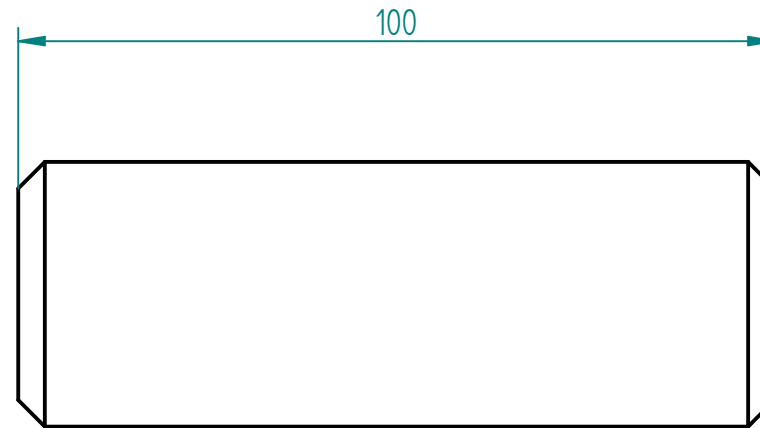
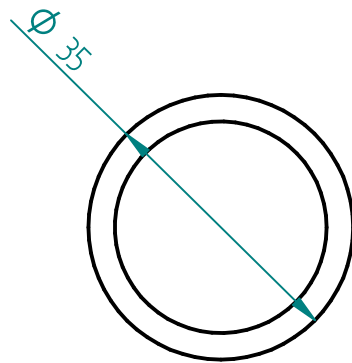
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Oreja biela	IRAM F24	Chapa 3/4"	4
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Oreja biela	ISO E	DISEÑO: Hernández, J. L.
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			Ibarra, E. I.
			ESCALAS:	1:1
			FECHA:	12/4/2023
			CÓDIGO:	FA-03-09



TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

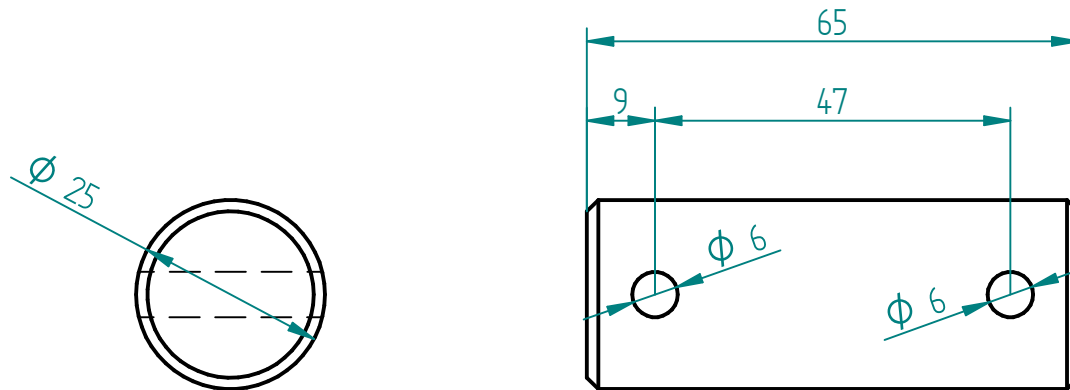
1	TUBO 1-1/4" SCH 40	COMERCIAL	Largo 1325 mm	2	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Biela			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:1
				FECHA:	12/4/2023
				CÓDIGO:	FA-03-10



MATAR CANTOS VIVOS – TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

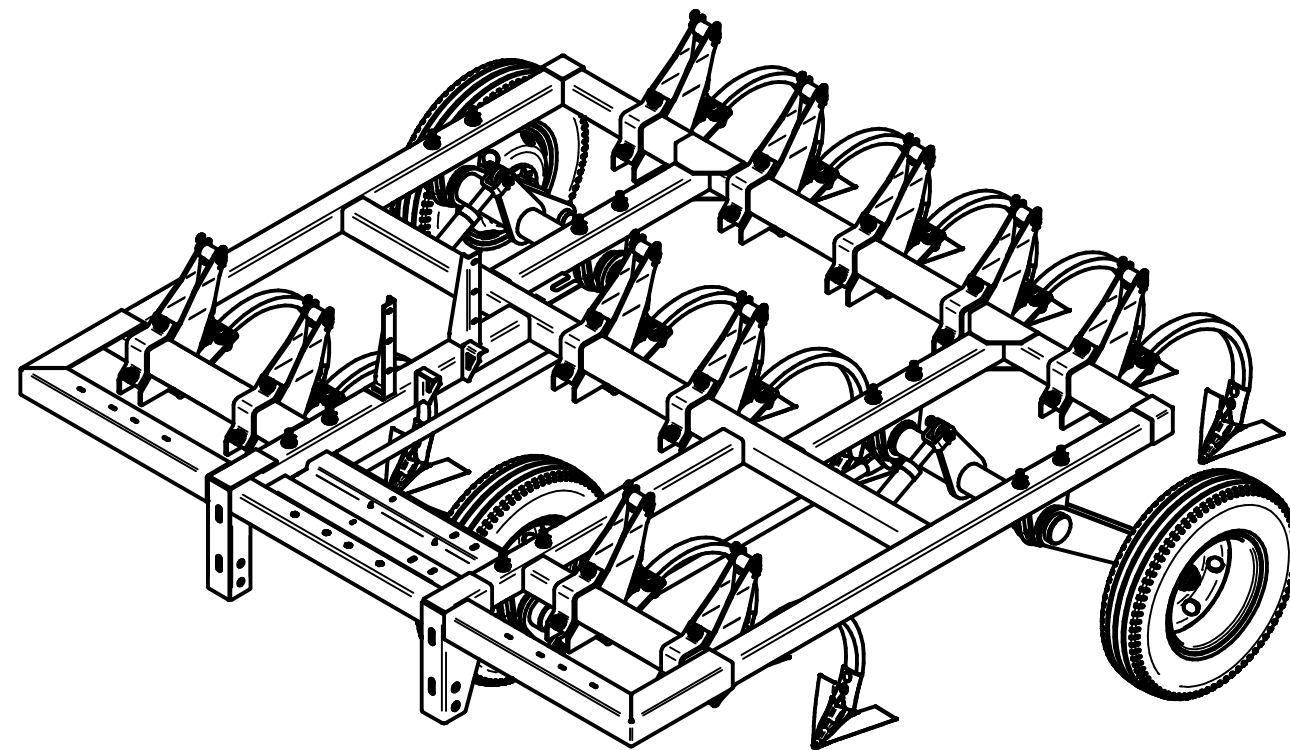
1	Trefilado $\varnothing 35$ X 100	SAE 1010				4
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES			CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Refuerzo biela		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ESCALAS:		1:1	
			FECHA:		12/4/2023	
			CÓDIGO:		FA-03-11	

REALIZAR TEMPLE Y REVENIDO

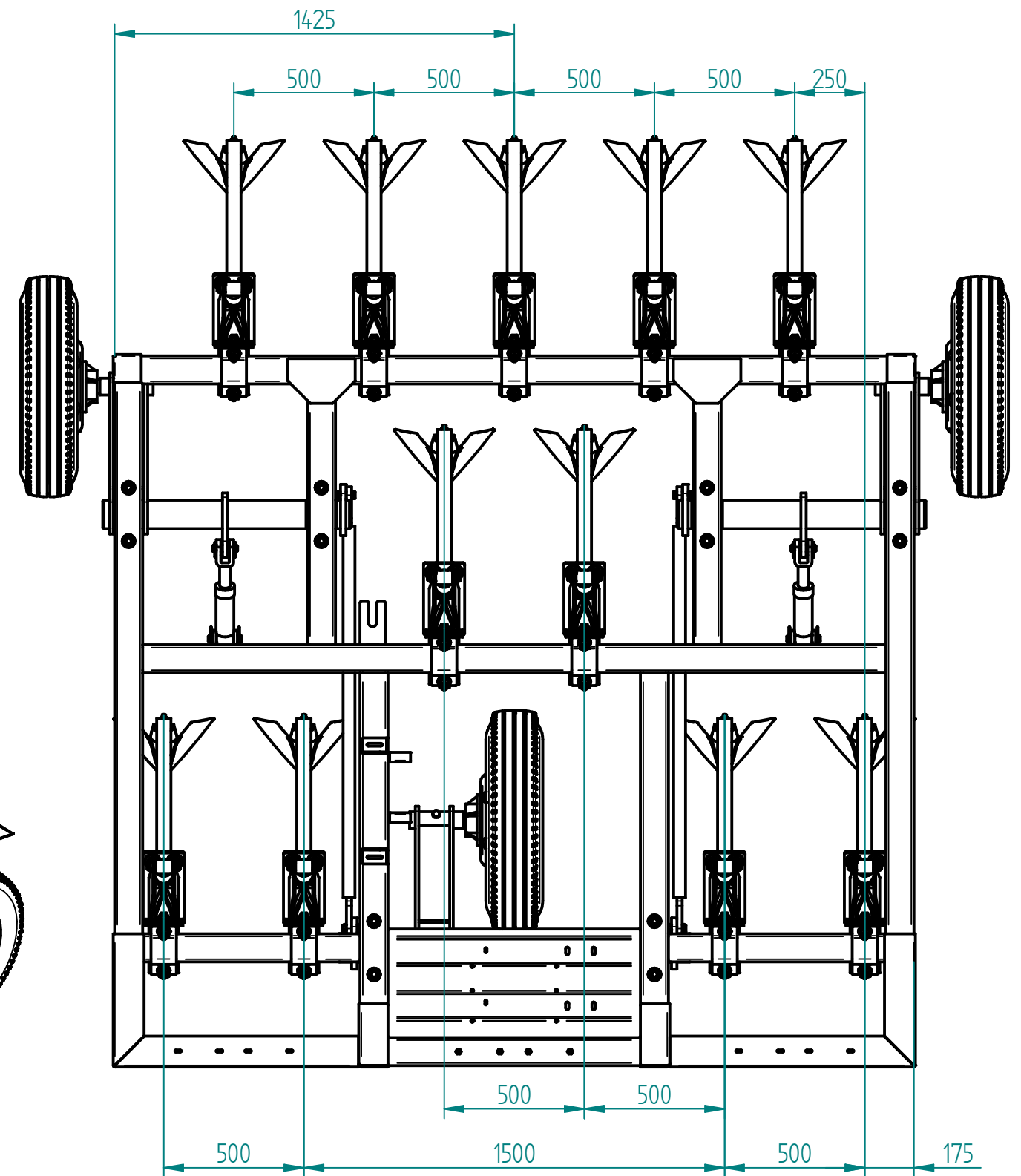


MATAR CANTOS VIVOS – TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

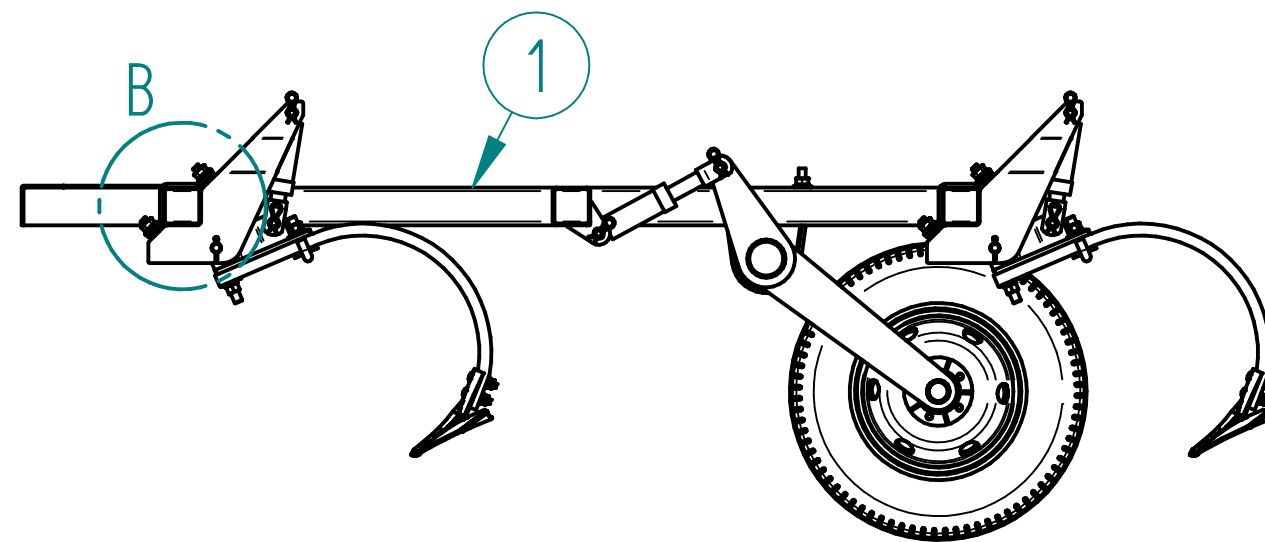
1	REDONDO Ø30 X 70	SAE 1045	LAMINADO EN CALIENTE	4
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Perno bielas		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E	DISEÑO: Hernández, J. L.
				Ibarra, E. I.
				ESCALAS: 1:1
				FECHA: 11/4/2023
				CÓDIGO: FA-03-13



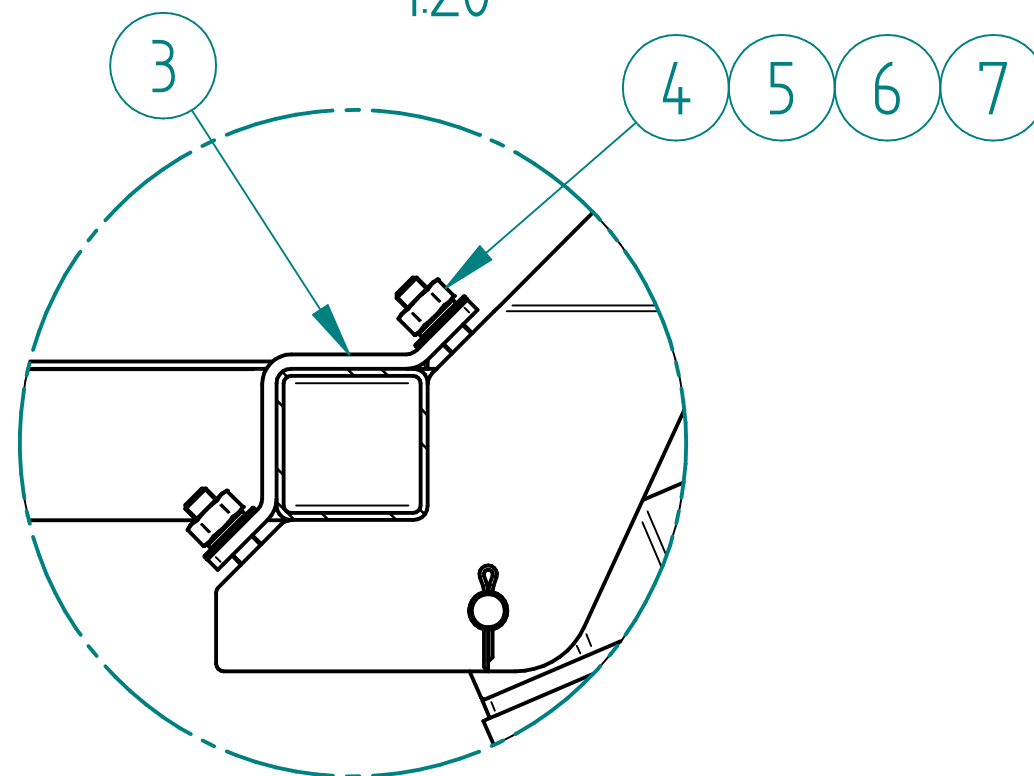
Vista Isometrica
1:25



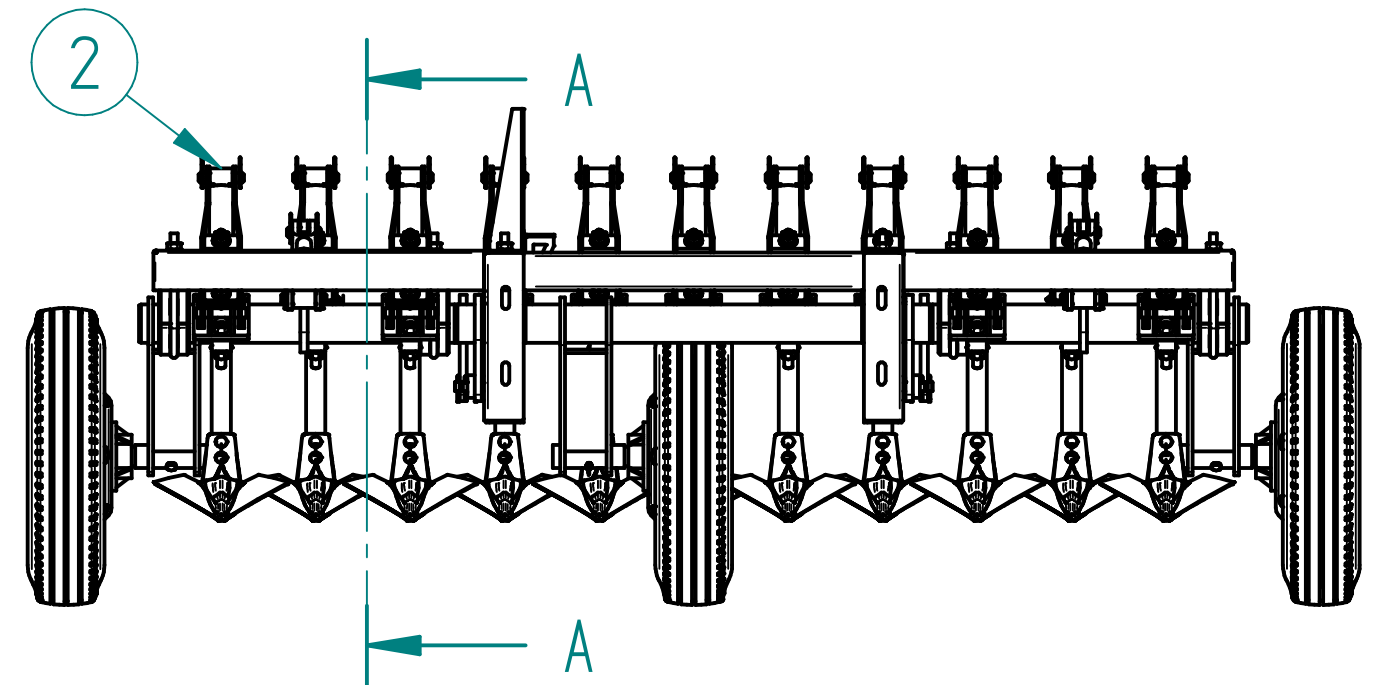
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Colocación módulos de corte		ISO E		DISEÑO:	Hernández, J. L.
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario					ESCALAS:	1:20 - 1:5 - 1:25
						FECHA:	13/4/2023
						CÓDIGO:	CJ-07-02



CORTE A-A
1:20

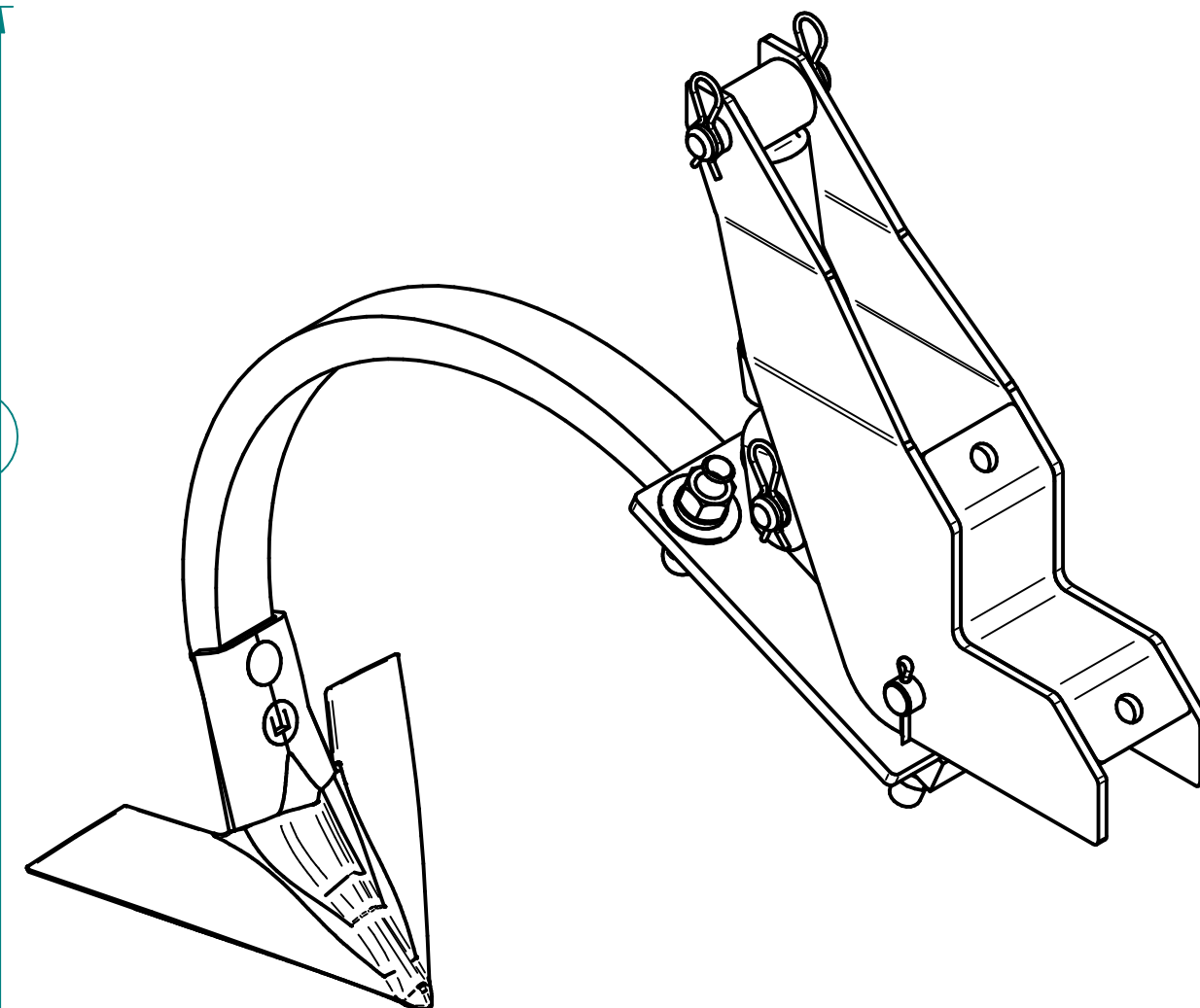
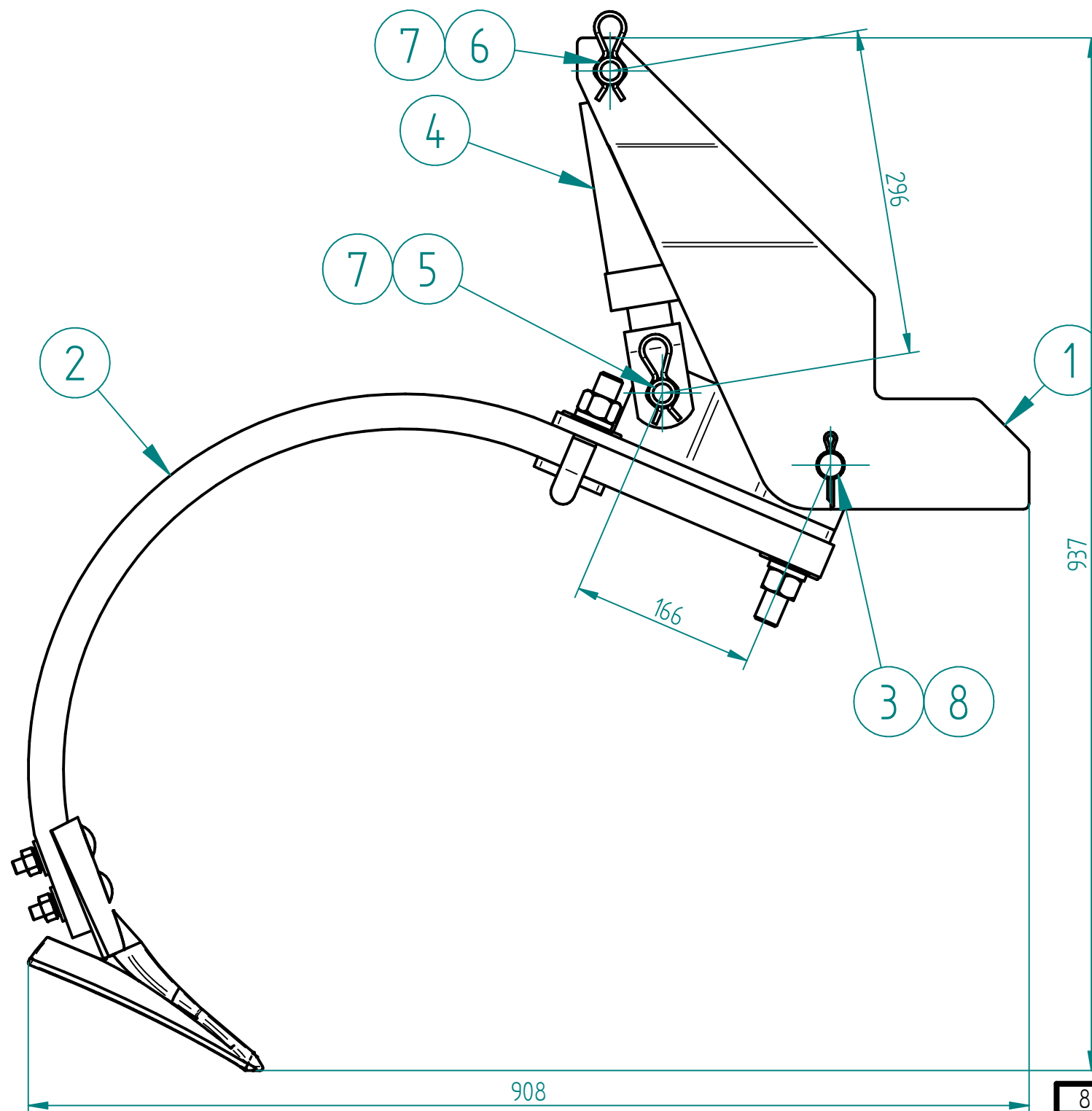


DETALLE B
1:5



7	Arandela grower 3/4"	COMERCIAL		22
6	Arandela plana 3/4"	COMERCIAL		44
5	Tuerca hex. 3/4"	COMERCIAL		22
4	Tornillo hex. 3/4" x 2-1/2"	COMERCIAL		22
3	Zuncho modulo de corte	-	VER PLANO FA-02-01	11
2	Modulo de corte	-	VER PLANO CJ-02-05	11
1	Chasis con ejes	-	VER PLANO CJ-07-01	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.

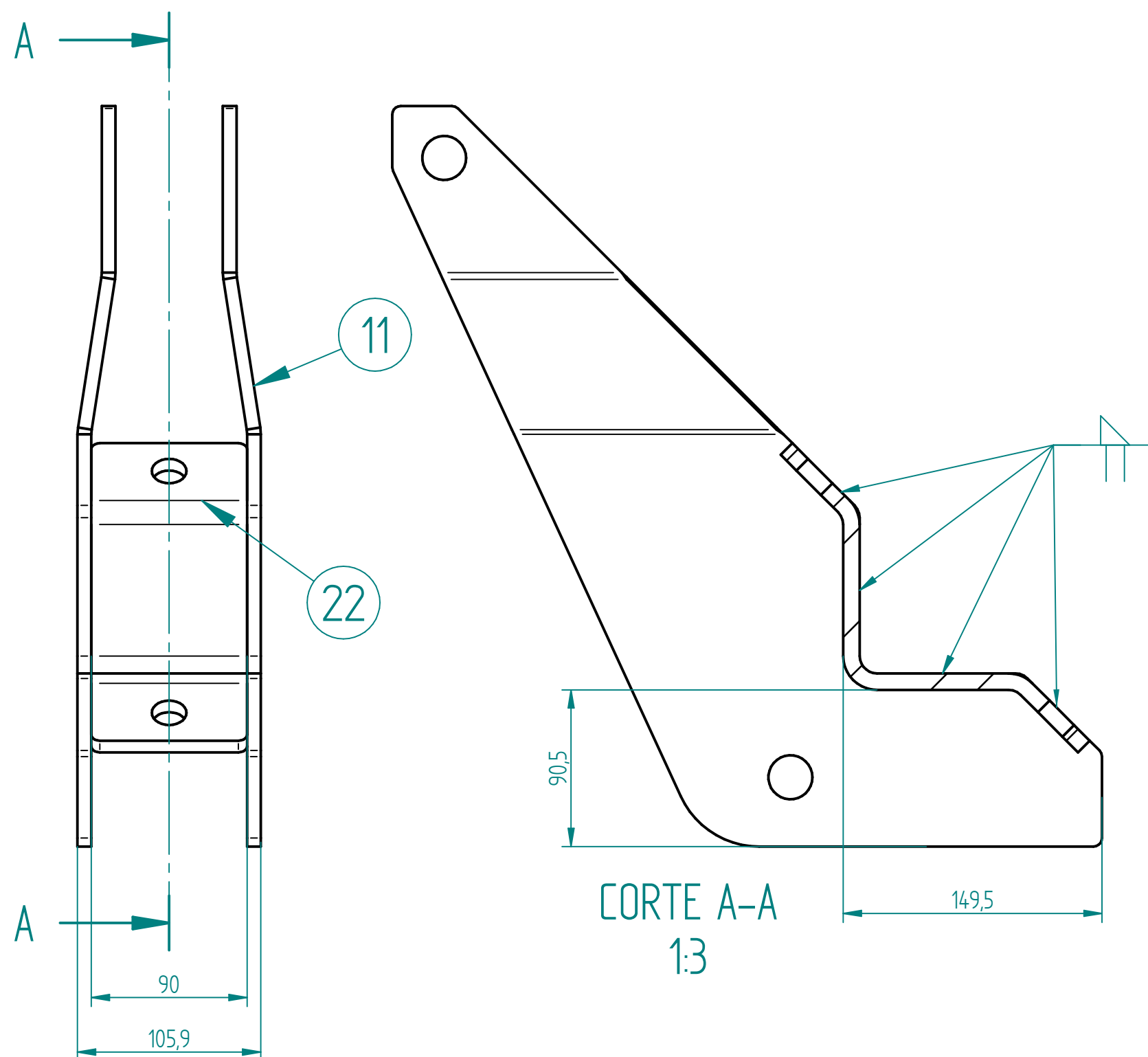
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Colocación modulos de corte		ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
		Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			DISEÑO:	Ibarra, E. I.
					ESCALAS:	1:20 - 1:5 - 1:25
					FECHA:	13/4/2023
					CÓDIGO:	CJ-07-02



Vista Isometrica
1:5

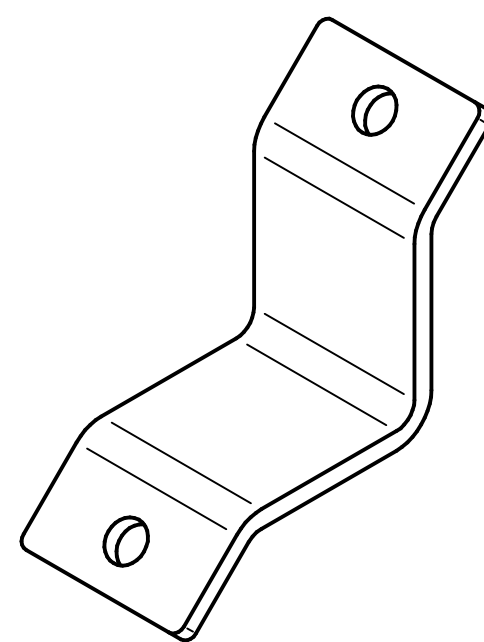
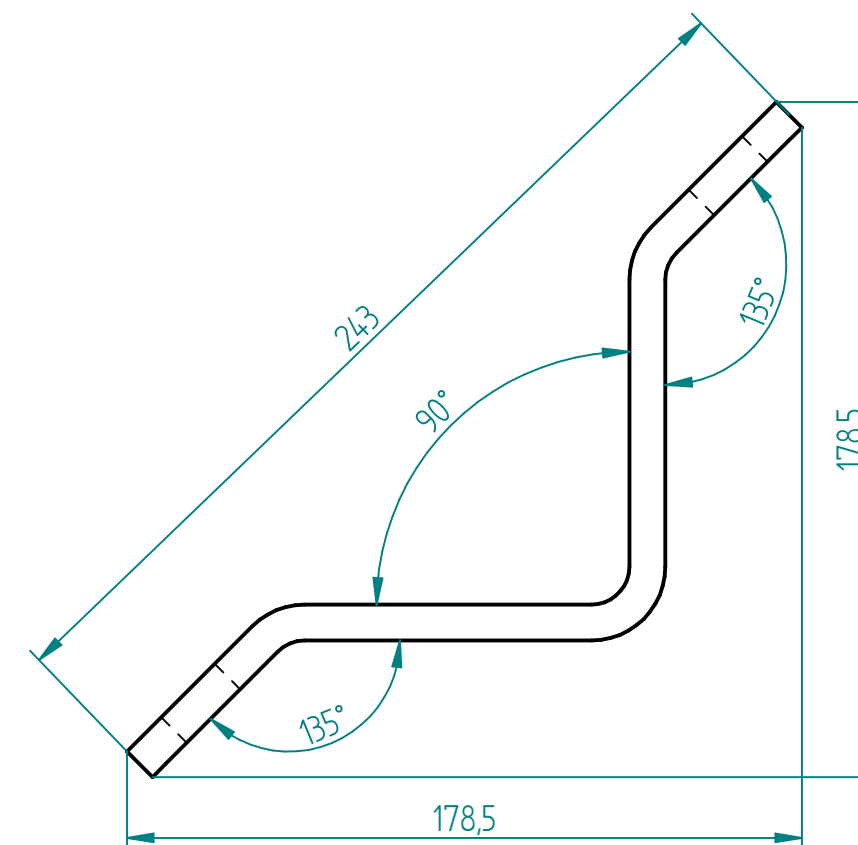
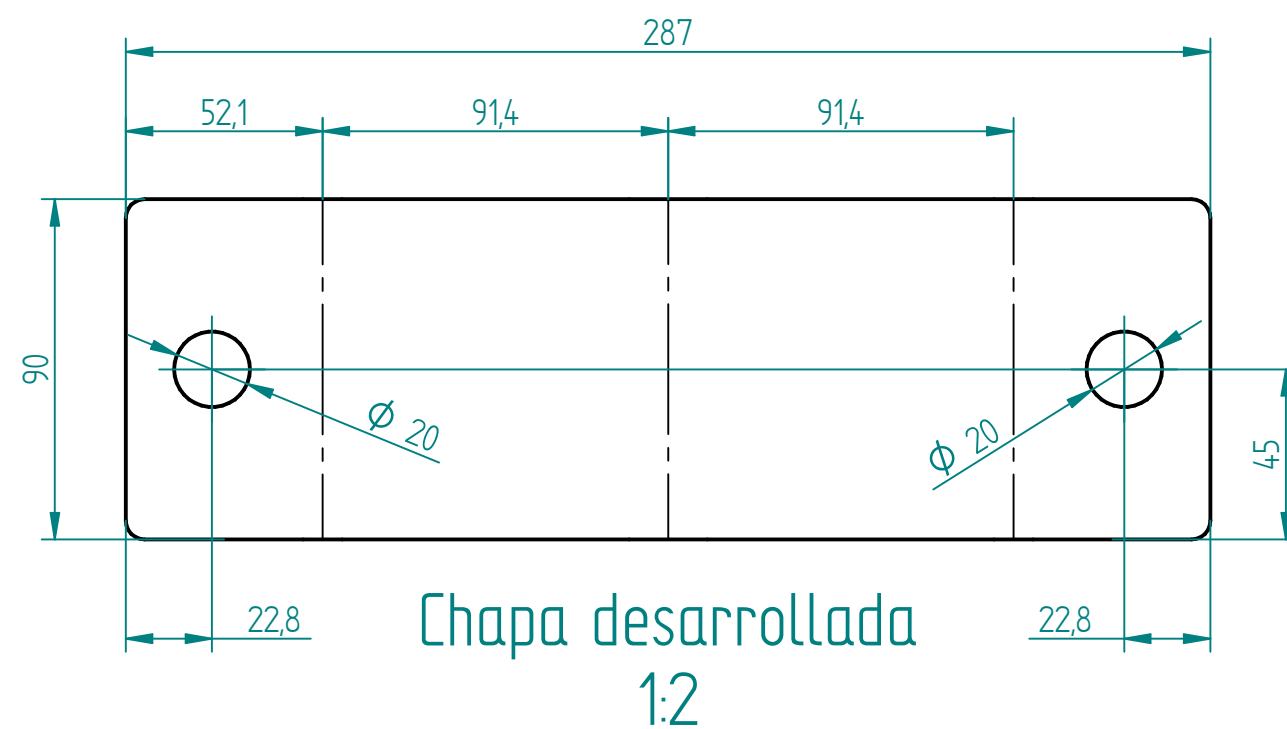
8	Chaveta partida $\varnothing 3.5 \times 70$	COMERCIAL		2
7	Chaveta doble R	COMERCIAL	71164 / $\varnothing 4 \times L 82$	4
6	Perno de anclaje	COMERCIAL	71232 / $\varnothing 25 \times L 120$	1
5	Perno de anclaje	COMERCIAL	71208 / $\varnothing 25 \times L 90$	1
4	Cilindro hco. $\varnothing 2'' \times \varnothing 1.5'' \times 70$ mm	COMERCIAL	Largo cerrado 296 mm	1
3	Perno modulo de corte	-	VER PLANO FA-02-06	1
2	Arco completo	-	VER PLANO CJ-02-02	1
1	Bastidor cilindro	-	VER PLANO CJ-02-01	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.

PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Modulo de corte		ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
		Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			ESCALAS:	1:5
					FECHA:	13/4/2023
					CÓDIGO:	CJ-02-05



SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN NORMA AWS D1.1

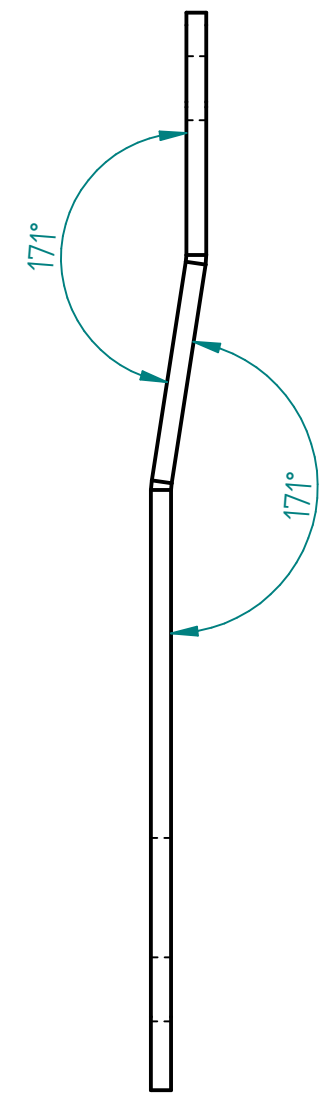
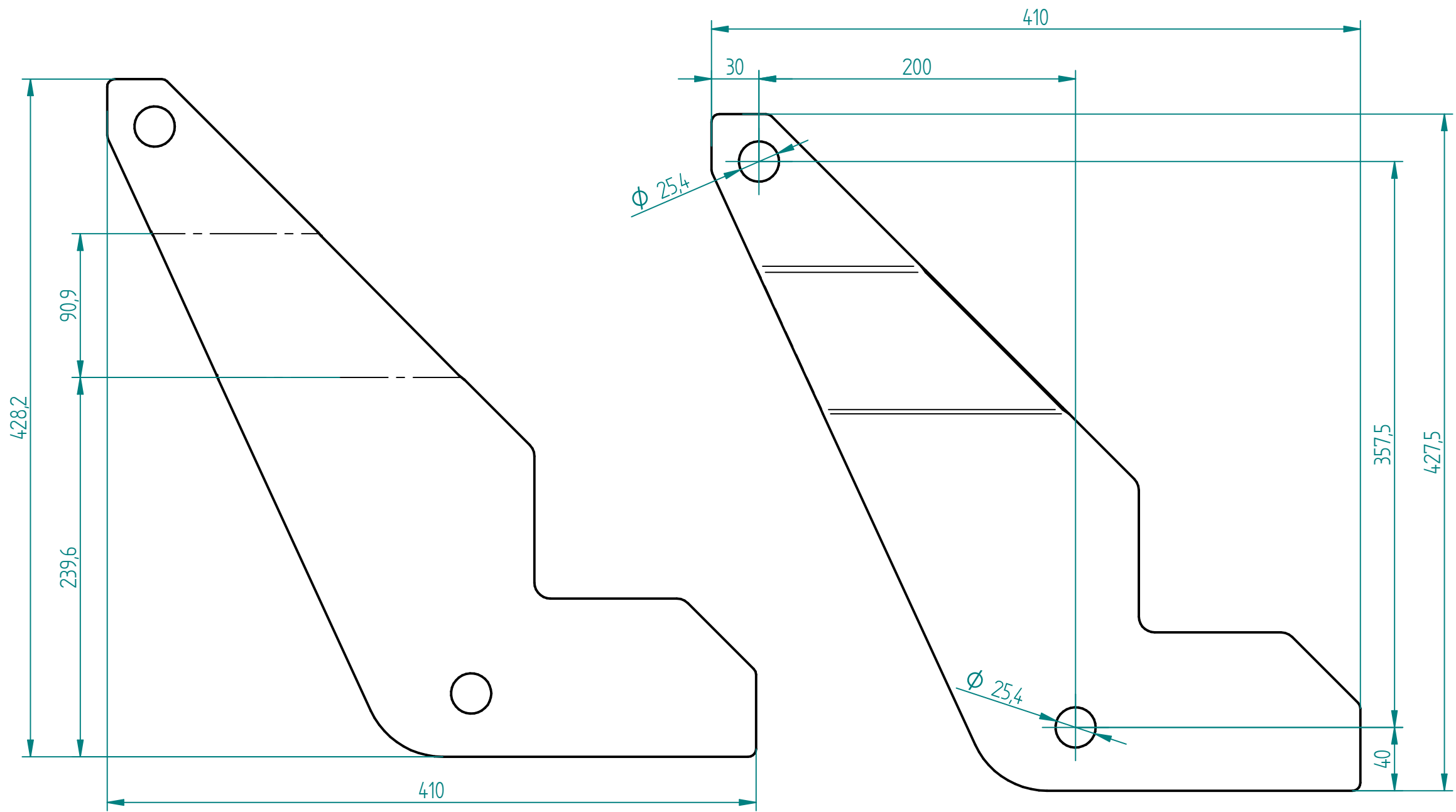
2	Bastidor cilindro	-	VER PLANO FA-02-02	2	
1	Zuncho modulo de corte	-	VER PLANO FA-02-01	1	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Bastidor			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
				ESCALAS:	1:3 - 1:4
				FECHA:	13/4/2023
				CÓDIGO:	CJ-02-01



Vista Isometrica
1:3

RADIO DE PLEGADO 10 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

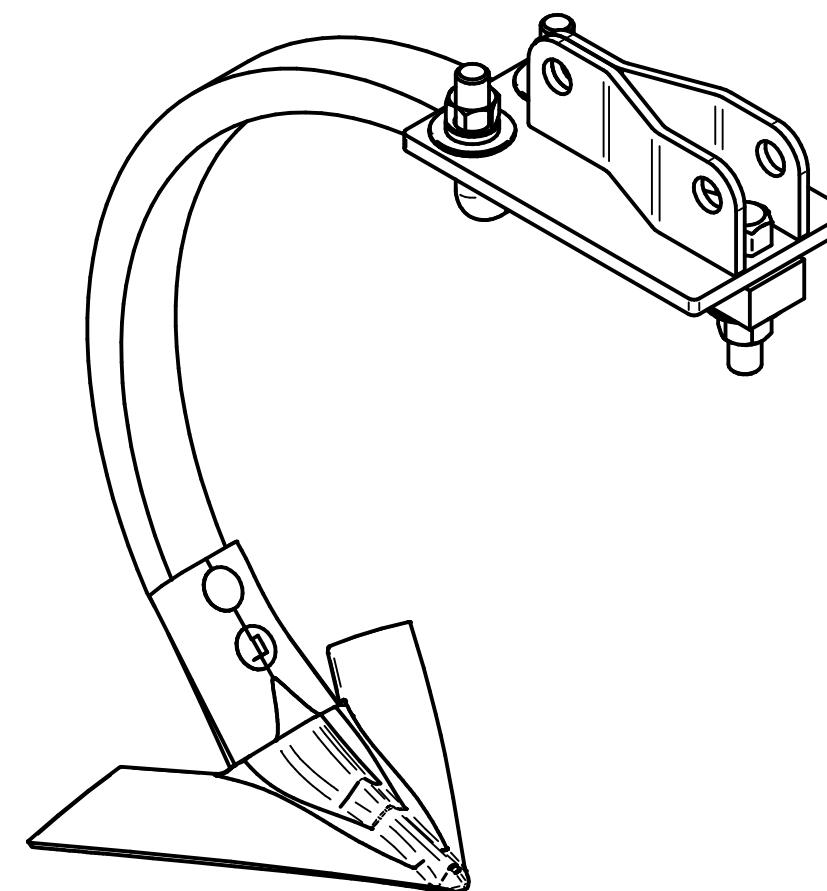
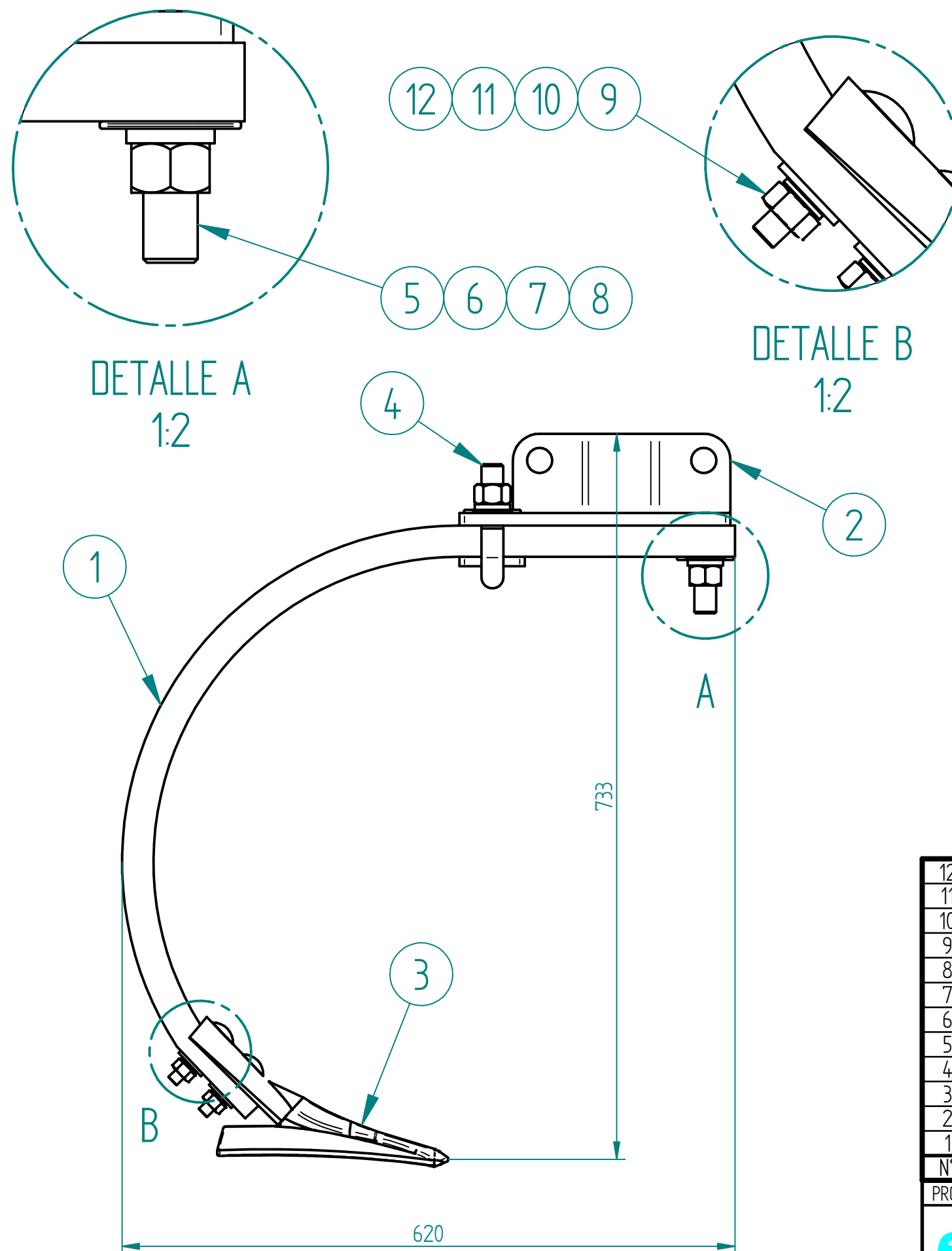
1	Zuncho mod. corte	IRAM F24	Chapa 3/8"	22	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Zuncho modulos de corte			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L. Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:2 - 1:3
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-02-01



Chapa desarrollada
1:3

RADIO DE PLEGADO 17.5 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Bastidor cil.	IRAM F24	Chapa 5/16" – Plegar 11 lza – 11 Der	22	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Bastidor cilindros			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L. Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:3
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-02-02



Vista Isometrica
1:5

12	Arandela grower 1/2"	COMERCIAL		2
11	Arandela plana 1/2"	COMERCIAL		2
10	Tuerca hex. 1/2"	COMERCIAL		2
9	Bulon cuello cuadrado 1/2" x 120	COMERCIAL		2
8	Arandela grower 7/8"	COMERCIAL		3
7	Arandela plana 7/8"	COMERCIAL		3
6	Tuerca hex. 7/8"	COMERCIAL		3
5	Tornillo hex. 7/8" x 4"	COMERCIAL		1
4	Grampa 7/8"	COMERCIAL		1
3	Escardillo INGERSOLL 14"	COMERCIAL	IAR-0123-A	1
2	Soporte arco	-	VER PLANO CJ-02-04	1
1	Arco	-	VER PLANO CJ-02-03	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.

PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO

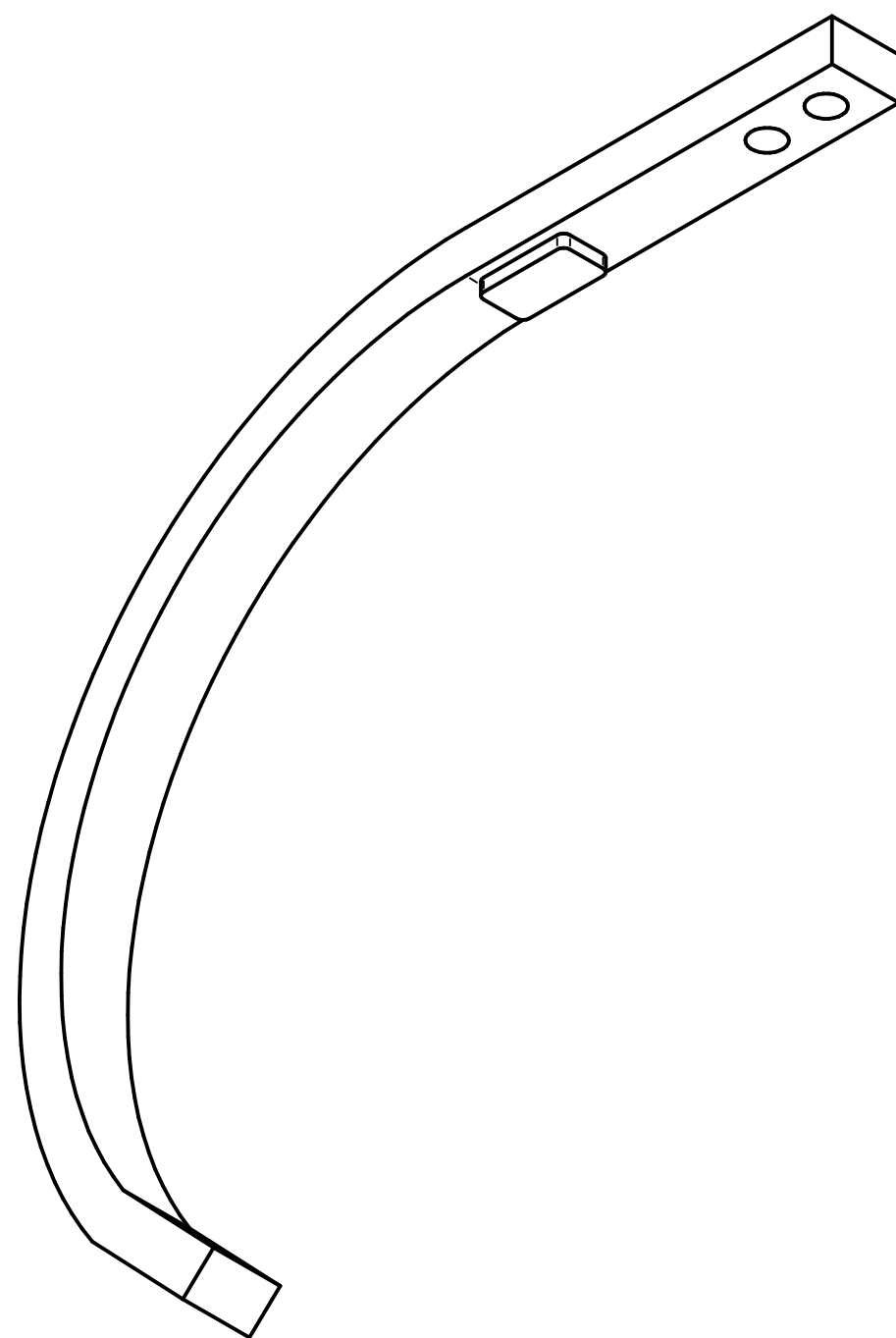
Arco completo



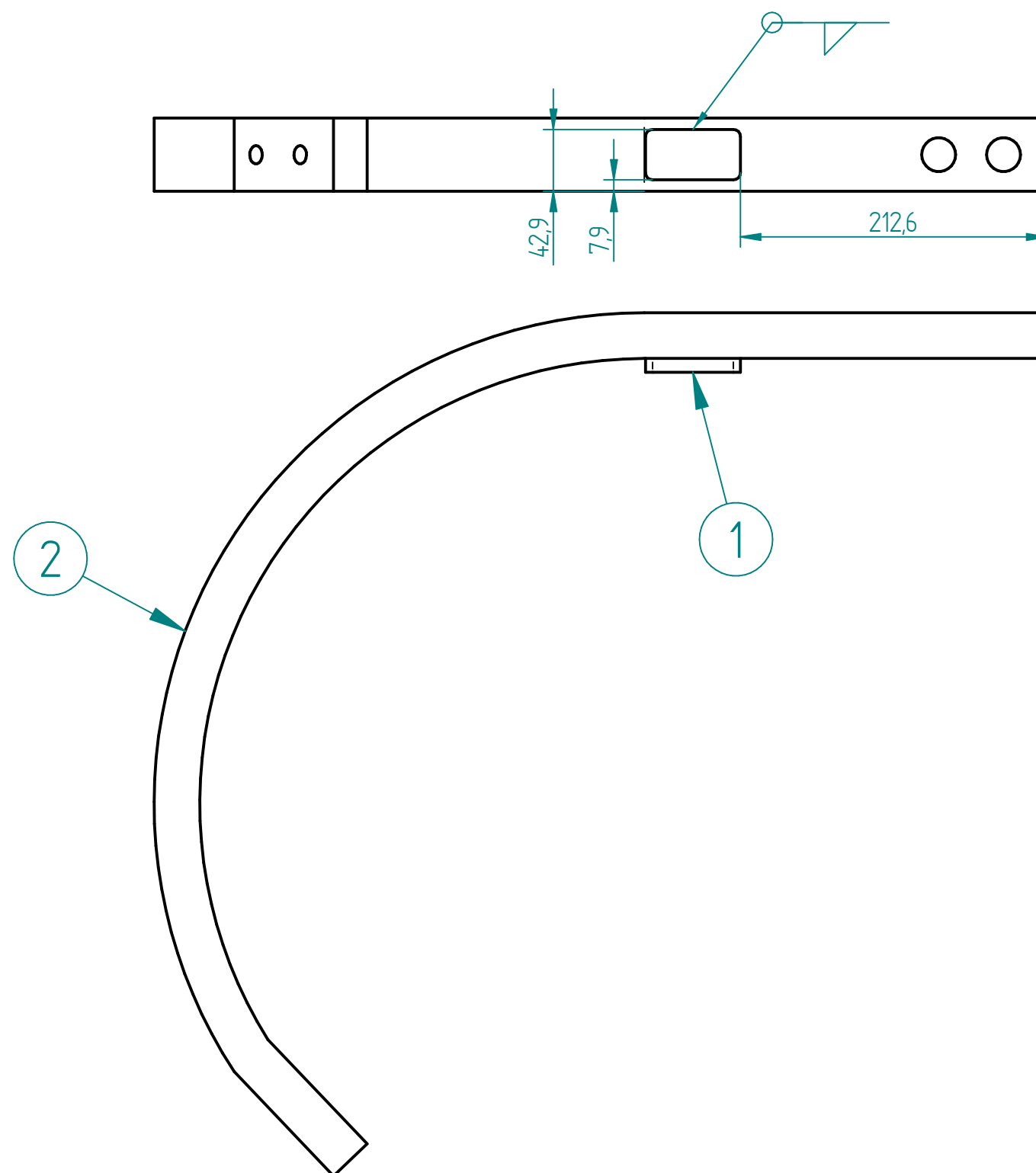
Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Universidad Nacional de Rosario



ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
	ESCALAS:	1:5 - 1:2
	FECHA:	13/4/2023
	CÓDIGO:	CJ-02-02

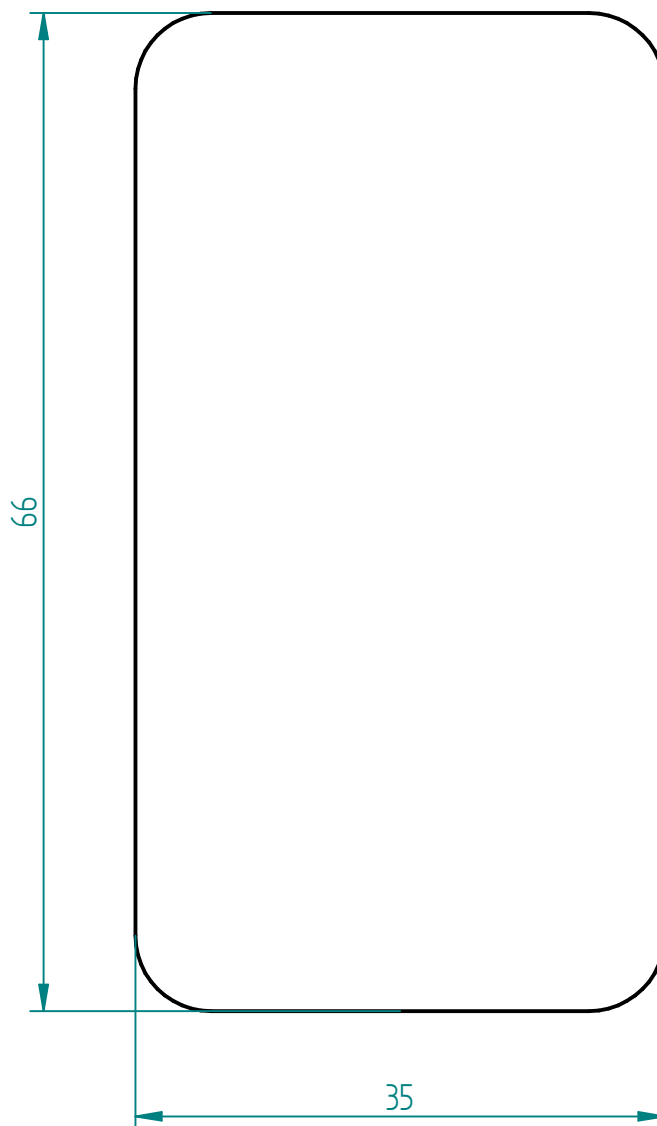


Vista Isometrica
1:4



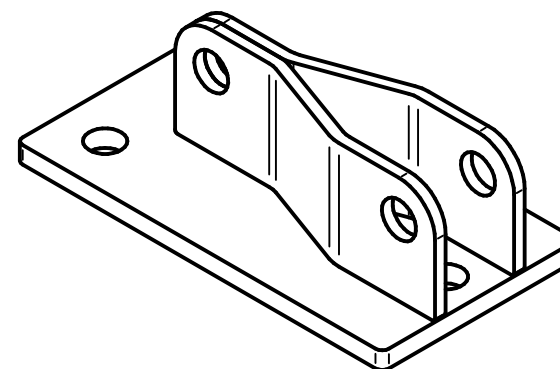
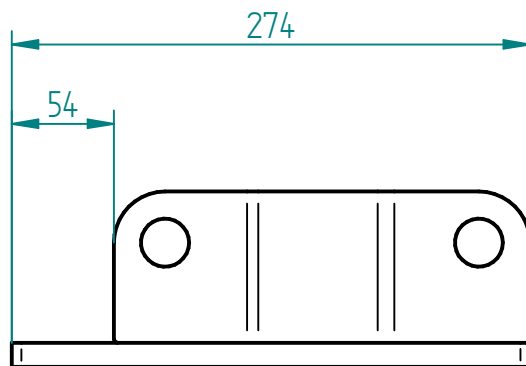
SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA
SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE
 $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN
NORMA AWS D1.1

2	Arco INGERSOLL	COMERCIAL	IAR 0111	1
1	Espesor arco	-	VER PLANO FA-02-05	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Elastico arco		
 Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:4
			FECHA:	13/4/2023
			CÓDIGO:	CJ-02-03

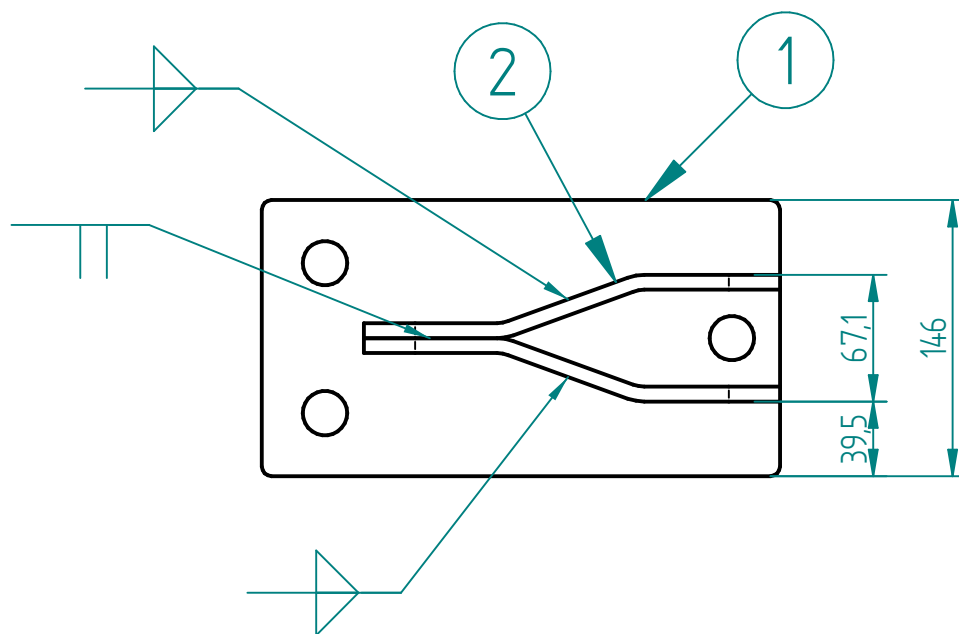


TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Espesor arco	IRAM F24	Chapa 3/8"	11
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Espesor arco	ISO E	DISEÑO: Hernández, J. L.
		Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		Ibarra, E. I.
				ESCALAS: 2:1
				FECHA: 11/4/2023
				CÓDIGO: FA-02-05

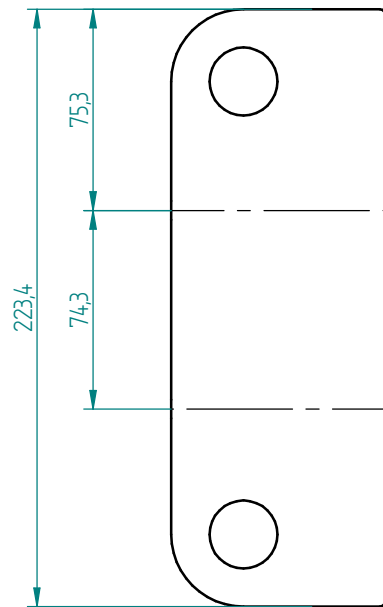


Vista Isometrica
1:4

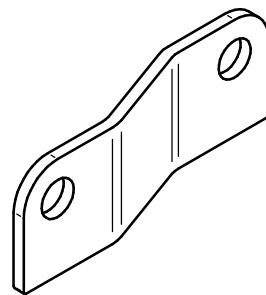
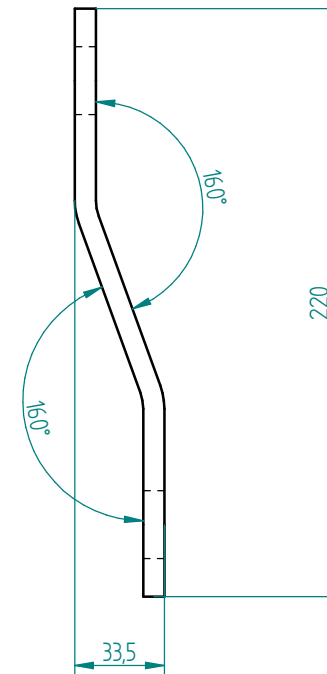
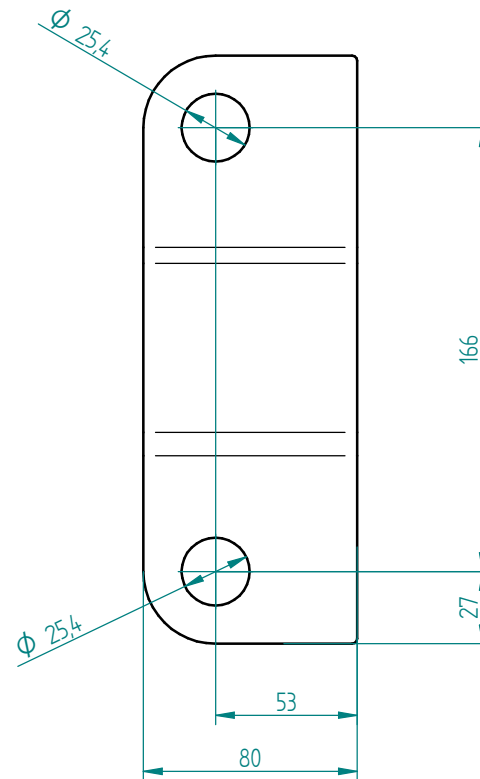


SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN NORMA AWS D1.1

2	Oreja soporte arco	-	VER PLANO FA-02-03	2	
1	Placa soporte arco	-	VER PLANO FA-02-04	1	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Soporte arco			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			DISEÑO:	Hernández, J. L. Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:4
				FECHA:	13/4/2023
				CÓDIGO:	CJ-02-04



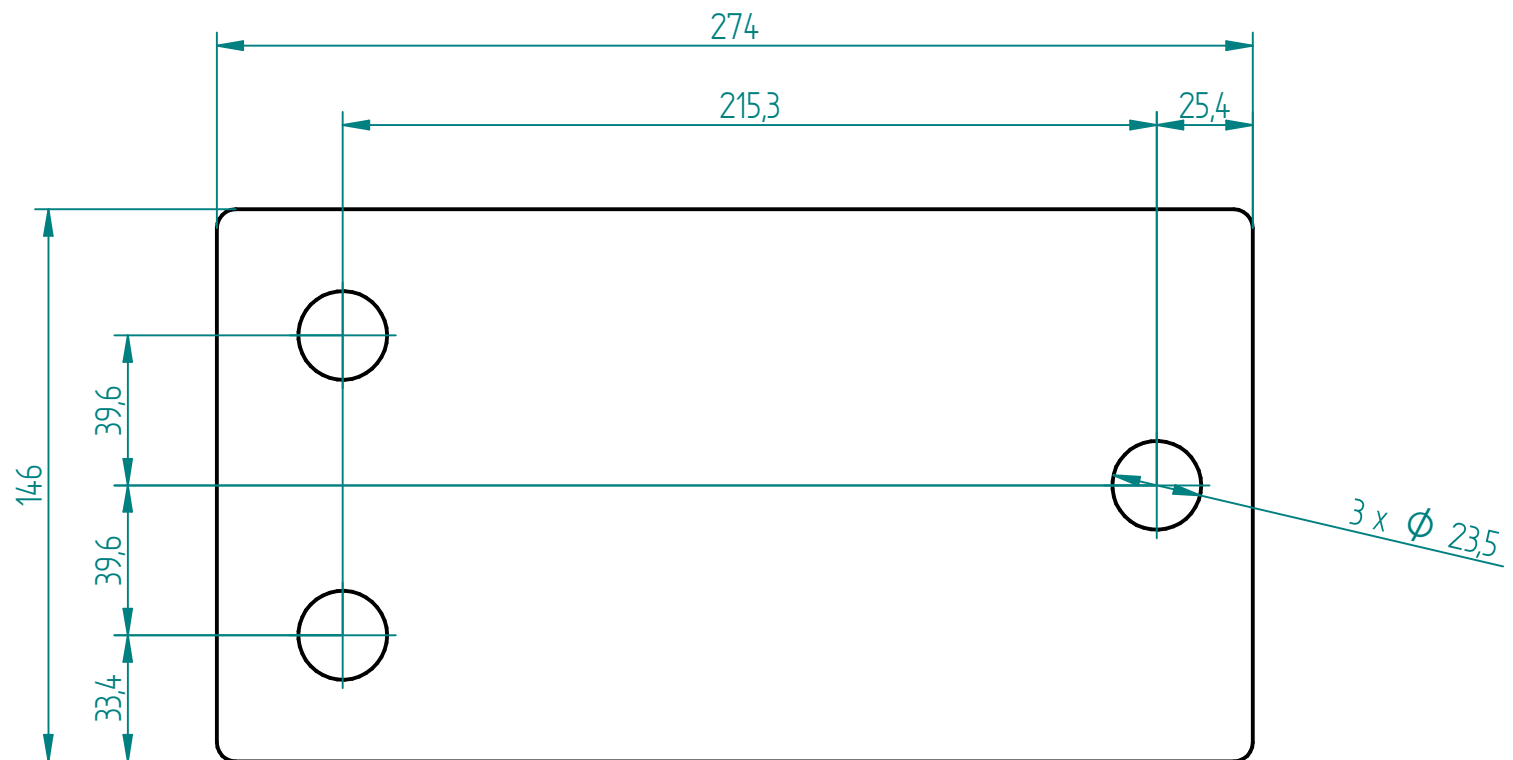
Chapa desarrollada
1:2



Vista Isometrica
1:3

RADIO DE PLEGADO 17,5 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

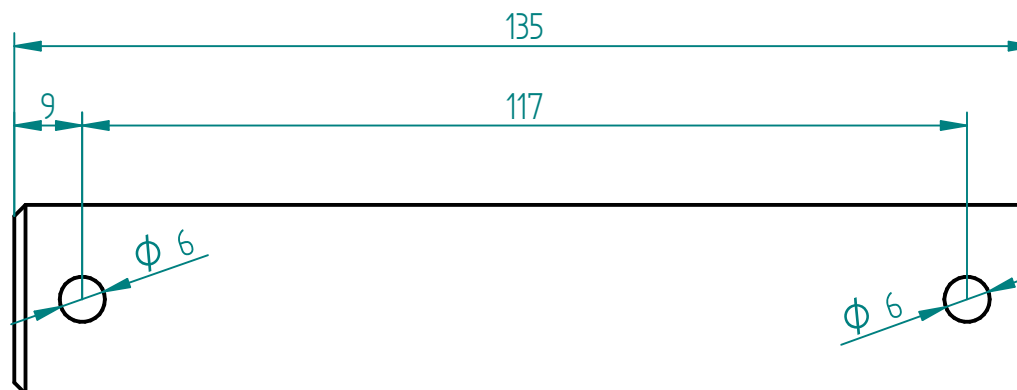
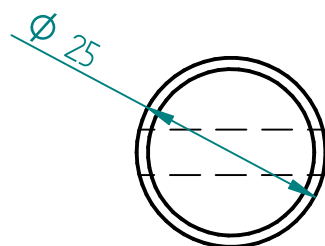
1	Sop. arco	IRAM F24	Chapa 5/16" - Plegar 11 Iza - 11 Der	22
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECANICO		Oreja soporte arco		
		Escuela de Ingenieria Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario	ISO E	DISEÑO: Hernández, J. L.
				IBARRA, E. I.
			ESCALAS:	12 - 13
			FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO: FA-02-03



TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

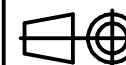
1	Placa arco	IRAM F24	Chapa 1/2"	11
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Placa arco	ISO E	DISEÑO: Hernández, J. L.
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			Ibarra, E. I.
				ESCALAS: 1:2
				FECHA: 11/4/2023
				CÓDIGO: FA-02-04

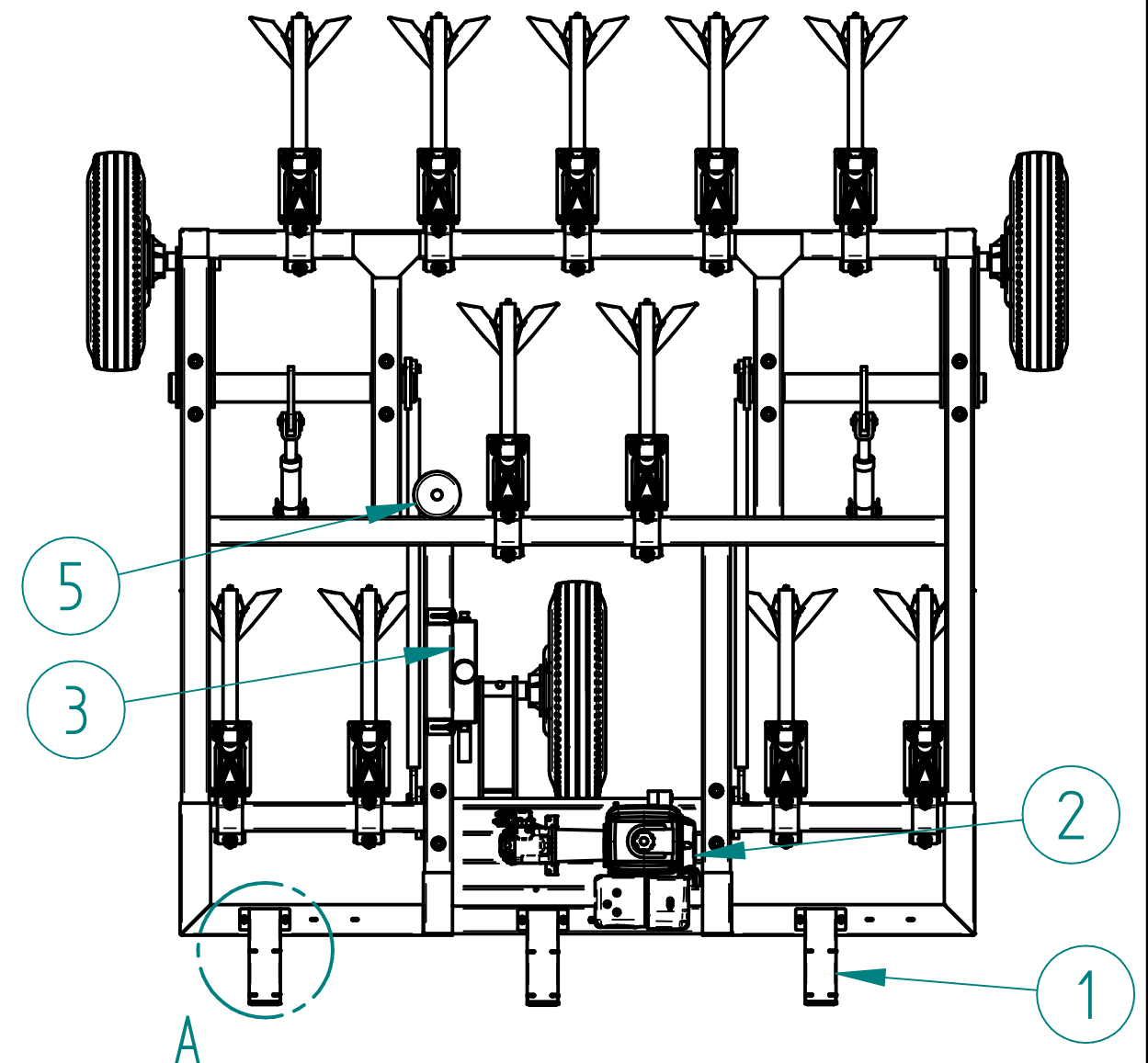
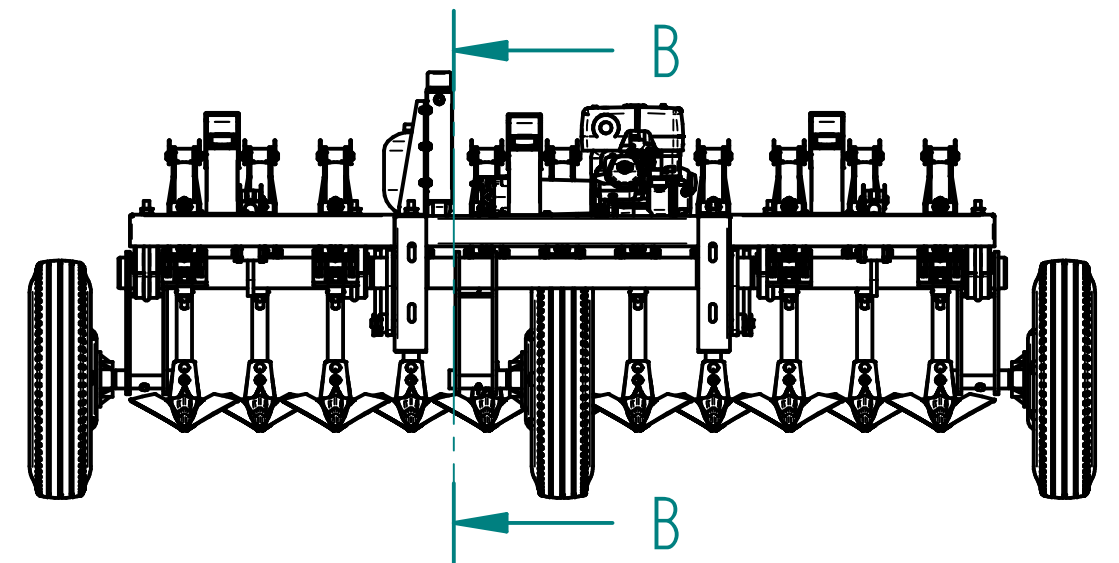
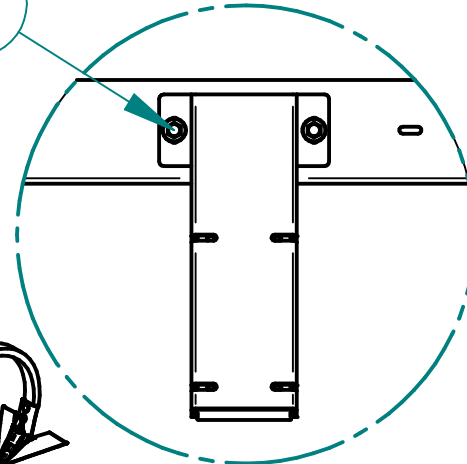
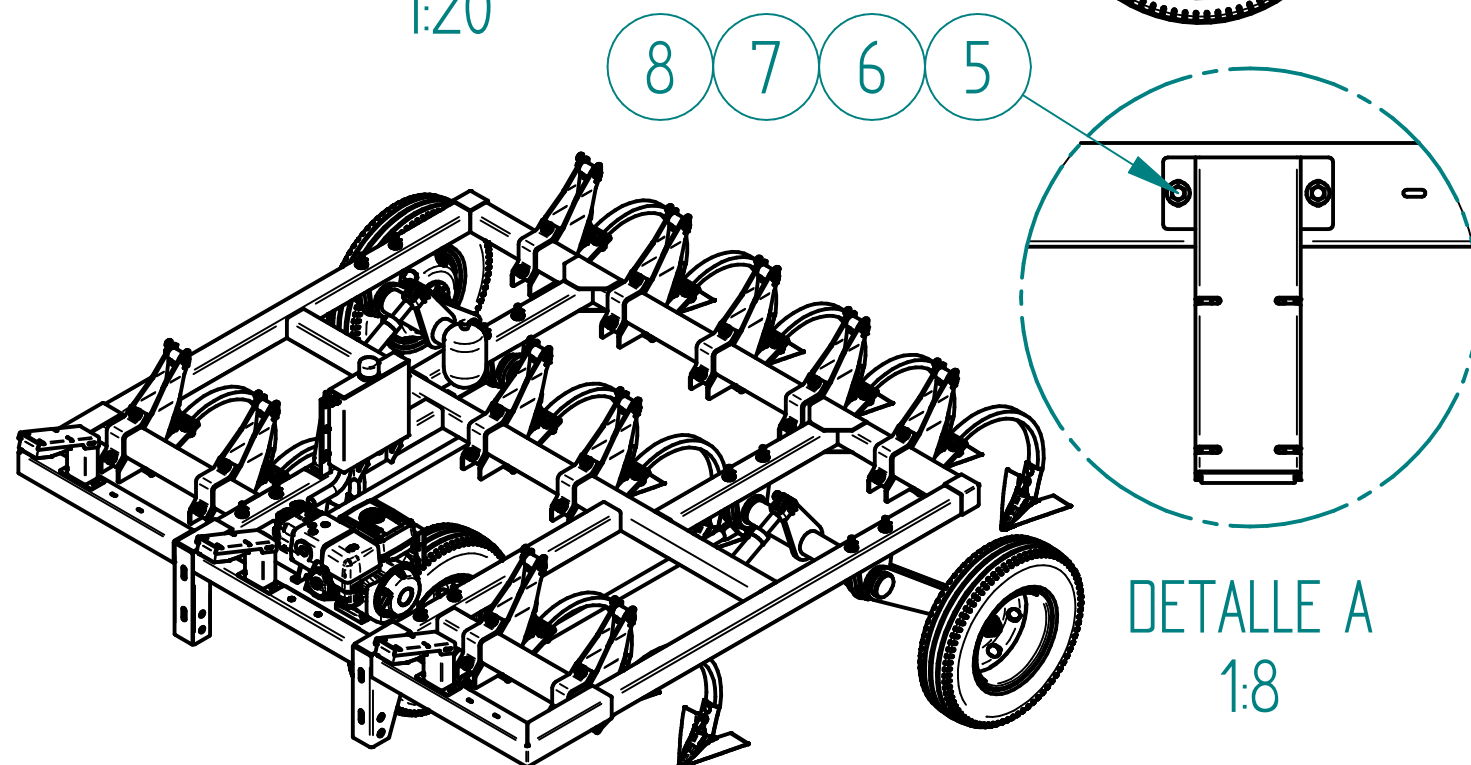
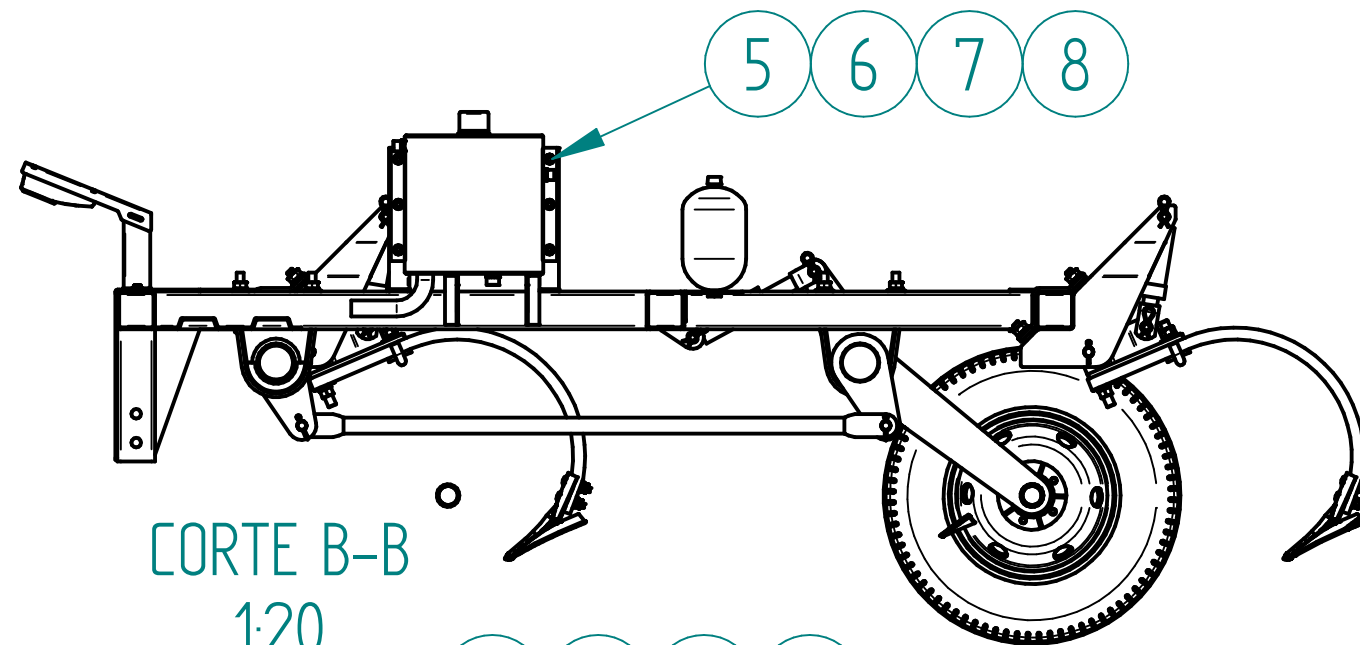
REALIZAR TEMPLE Y REVENIDO



MATAR CANTOS VIVOS – TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

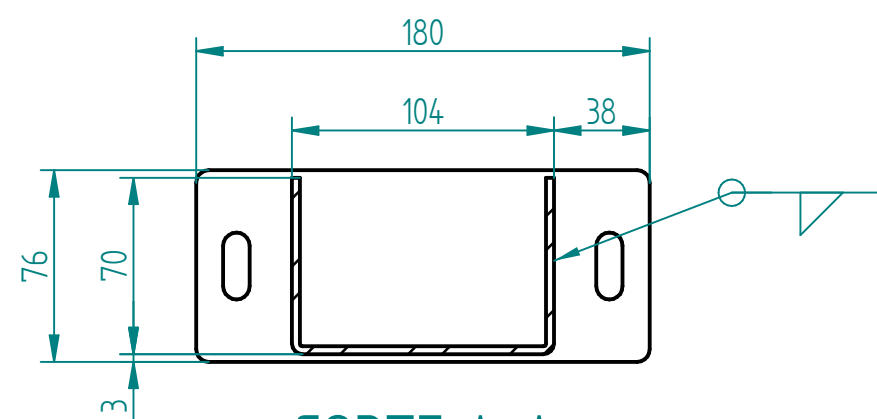
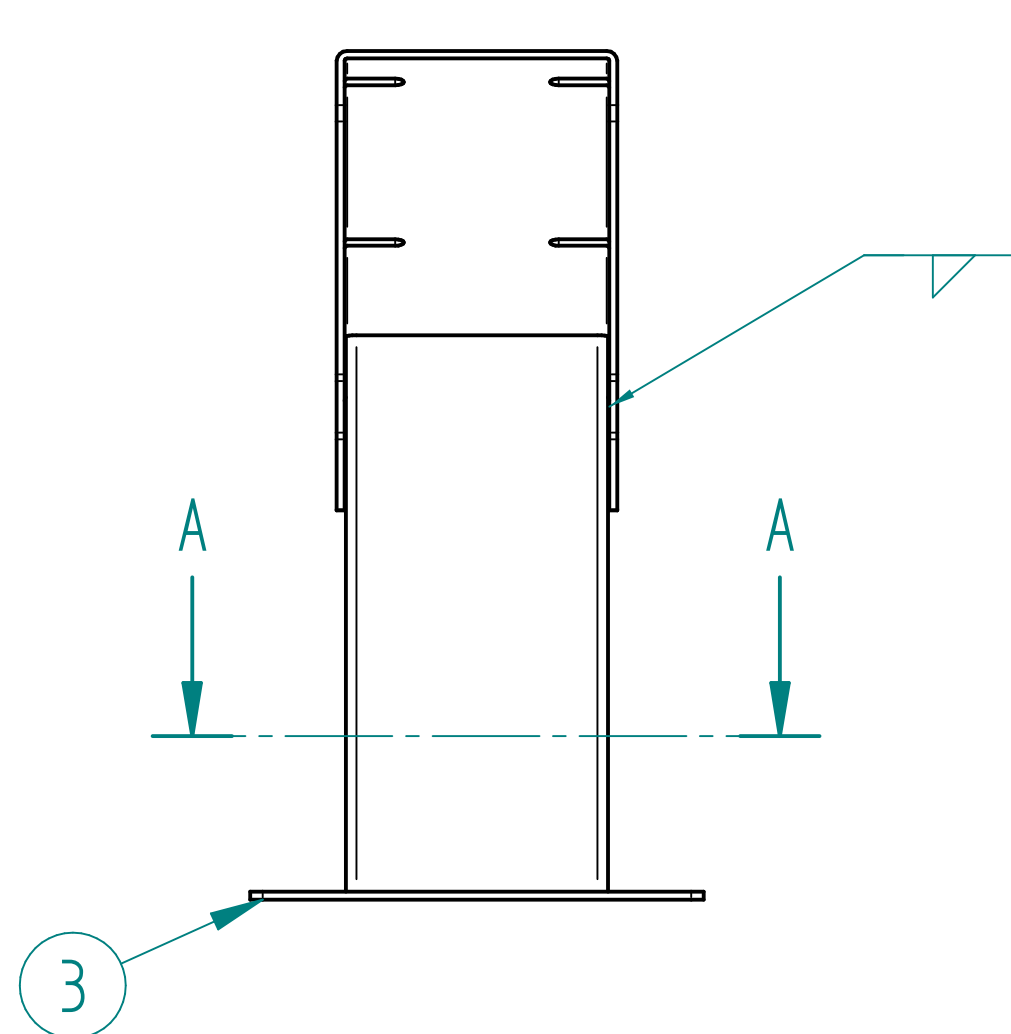
1	REDONDO $\phi 30 \times 140$	SAE 1045	LAMINADO EN CALIENTE	11	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Perno modulo de corte			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:1
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-02-06



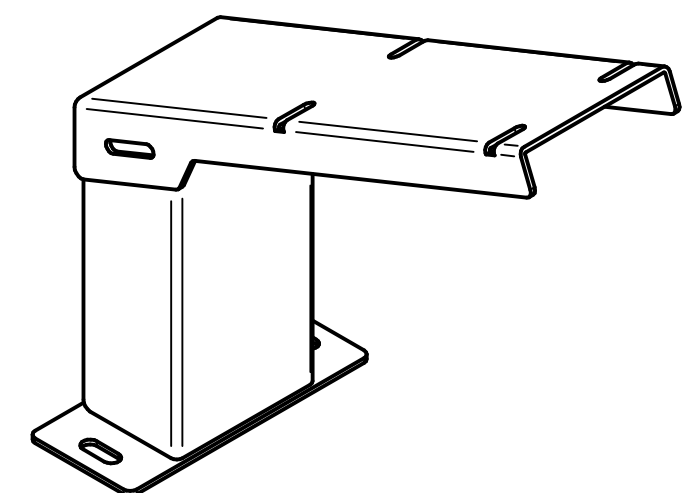
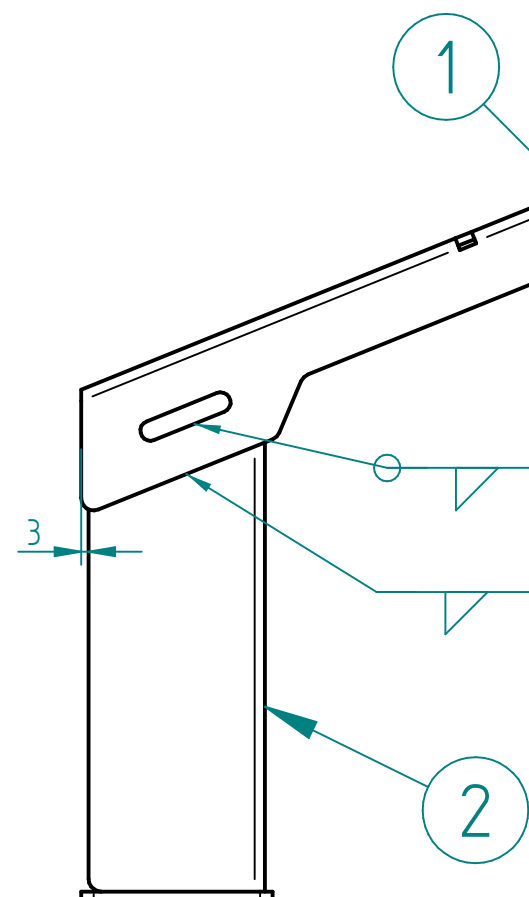


8	Arandela grower 3/8"	COMERCIAL		12
7	Arandela plana 3/8"	COMERCIAL		22
6	Tuerca hex. 3/8"	COMERCIAL		10
5	Tornillo hex. 3/8" x 1"	COMERCIAL		12
4	Acumulador REXROTH	COMERCIAL	HAD 3.5-160-2X	1
3	Tanque de aceite	-	VER PLANO CJ-06-01	1
2	Bandeja motor - bomba	-	VER PLANO CJ-06-02	1
1	Soporte WeedIt	-	VER PLANO CJ-05-01	3
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.

PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Colocación central y sensores		ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
		Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			ESCALAS:	1:25-1:8-1:20-1:30
					FECHA:	13/4/2023
					CÓDIGO:	CJ-07-03



CORTE A-A
1:3



Vista Isometrica
1:4

SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA
SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE
 $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN
NORMA AWS D1.1

3	Base soporte	-	VER PLANO FA-05-03	1
2	Pie soporte	-	VER PLANO FA-05-02	1
1	Soporte sensor	-	VER PLANO FA-05-01	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.

PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO

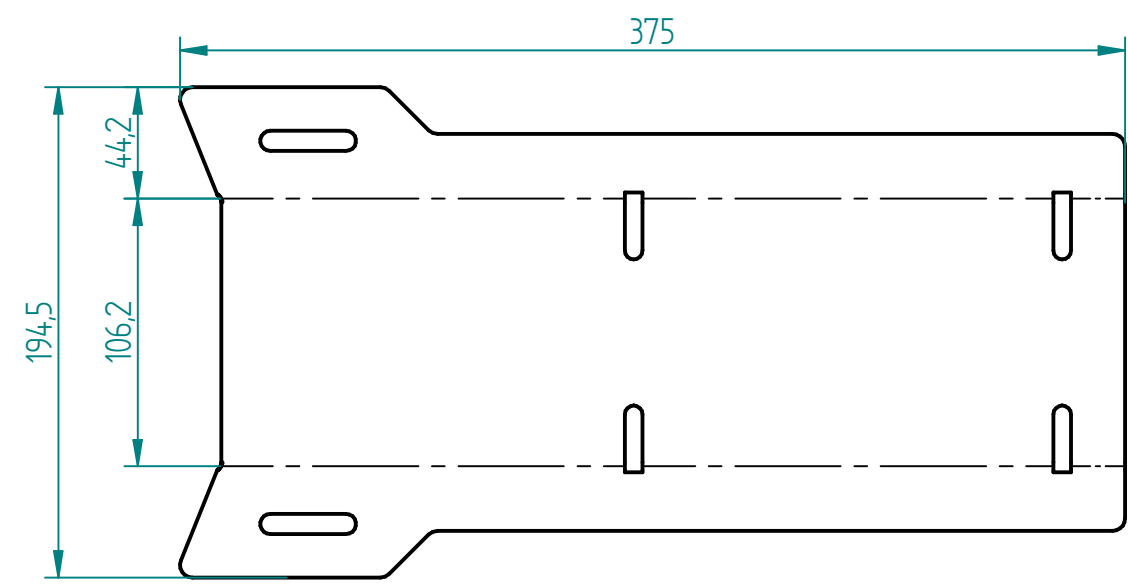
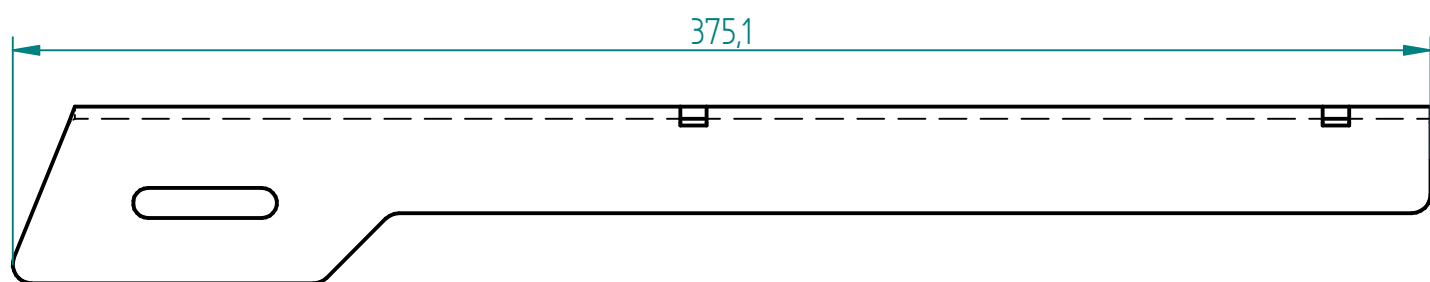
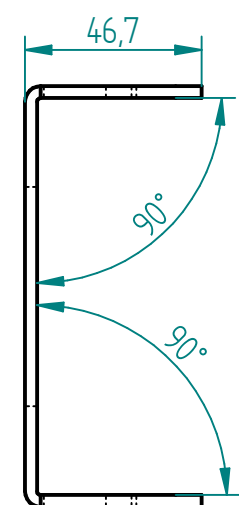
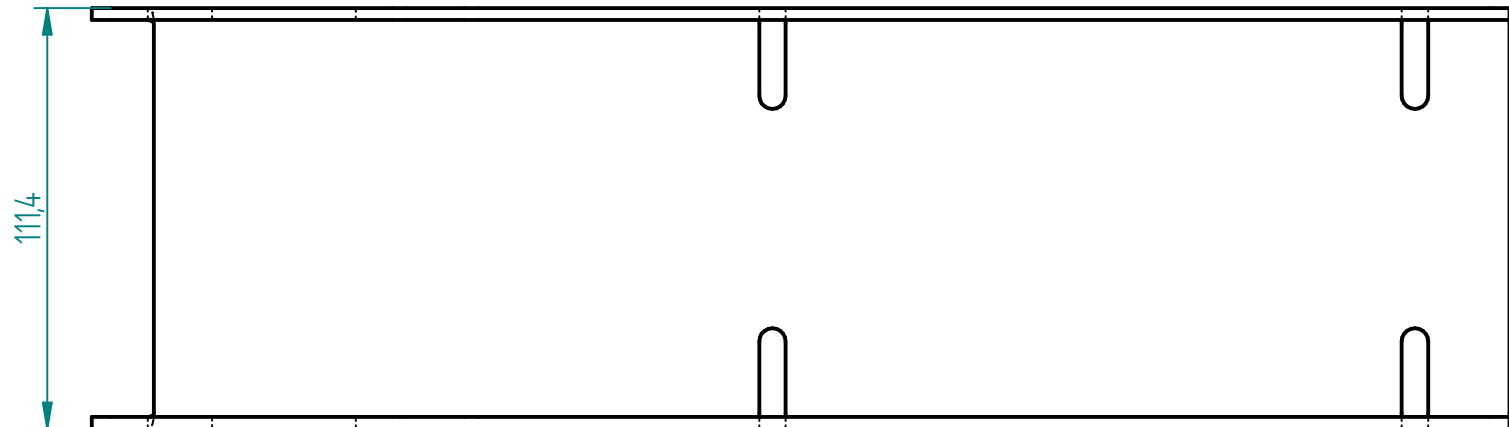
Soporte WeedIt



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



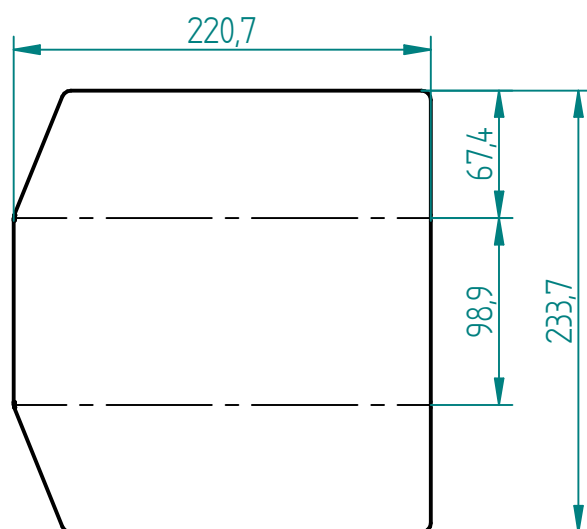
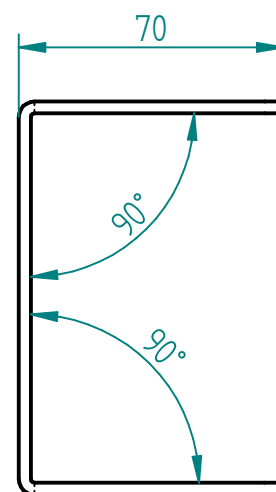
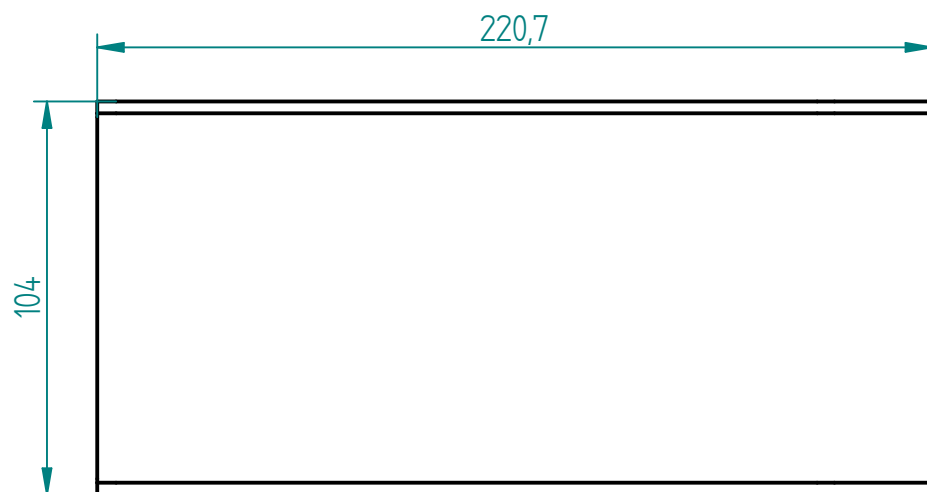
ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
	ESCALAS:	1:3 - 1:4
	FECHA:	12/4/2023
	CÓDIGO:	CJ-05-01



Chapa desarrollada
1:3

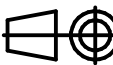
RADIO DE PLEGADO 1 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

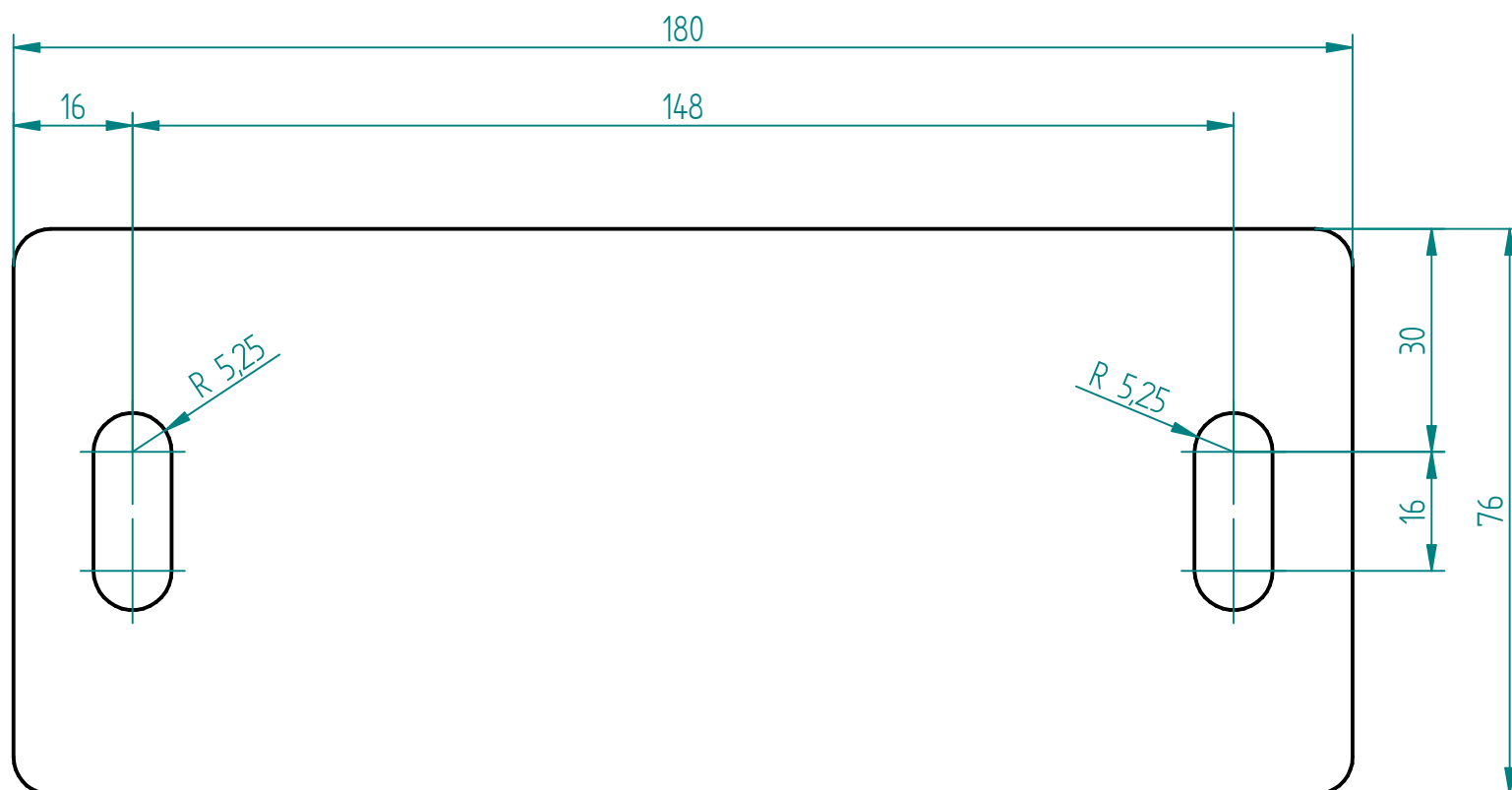
1	Soporte sensor	IRAM F24	Chapa 1/8"	3	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Soporte sensor			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
				ESCALAS:	1:2 - 1:3
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-05-01



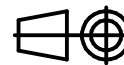
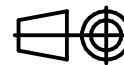
Chapa desarrollada
1:4

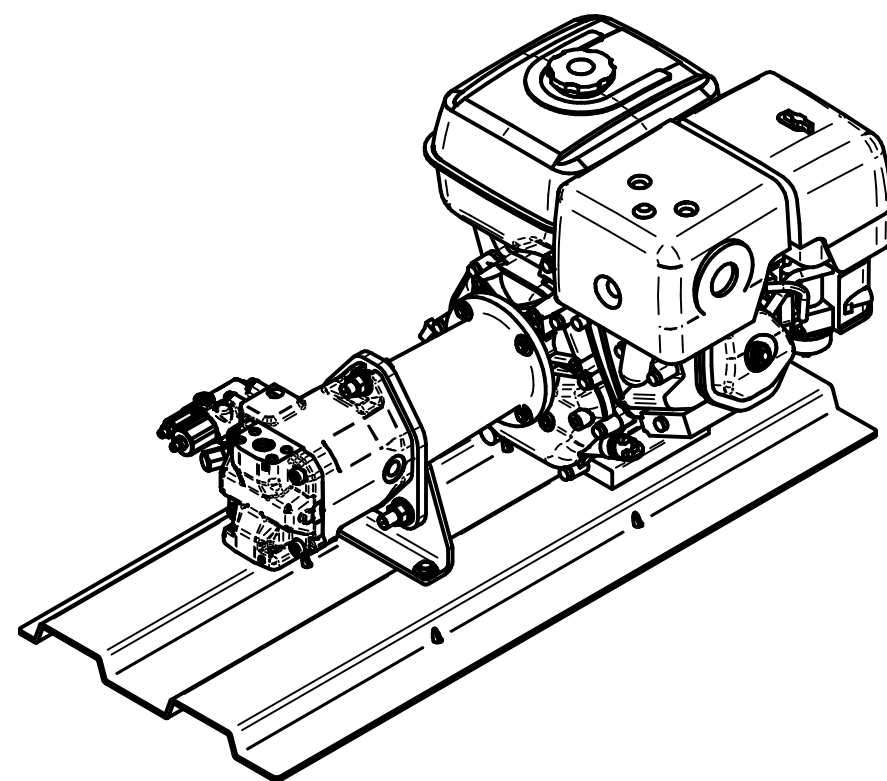
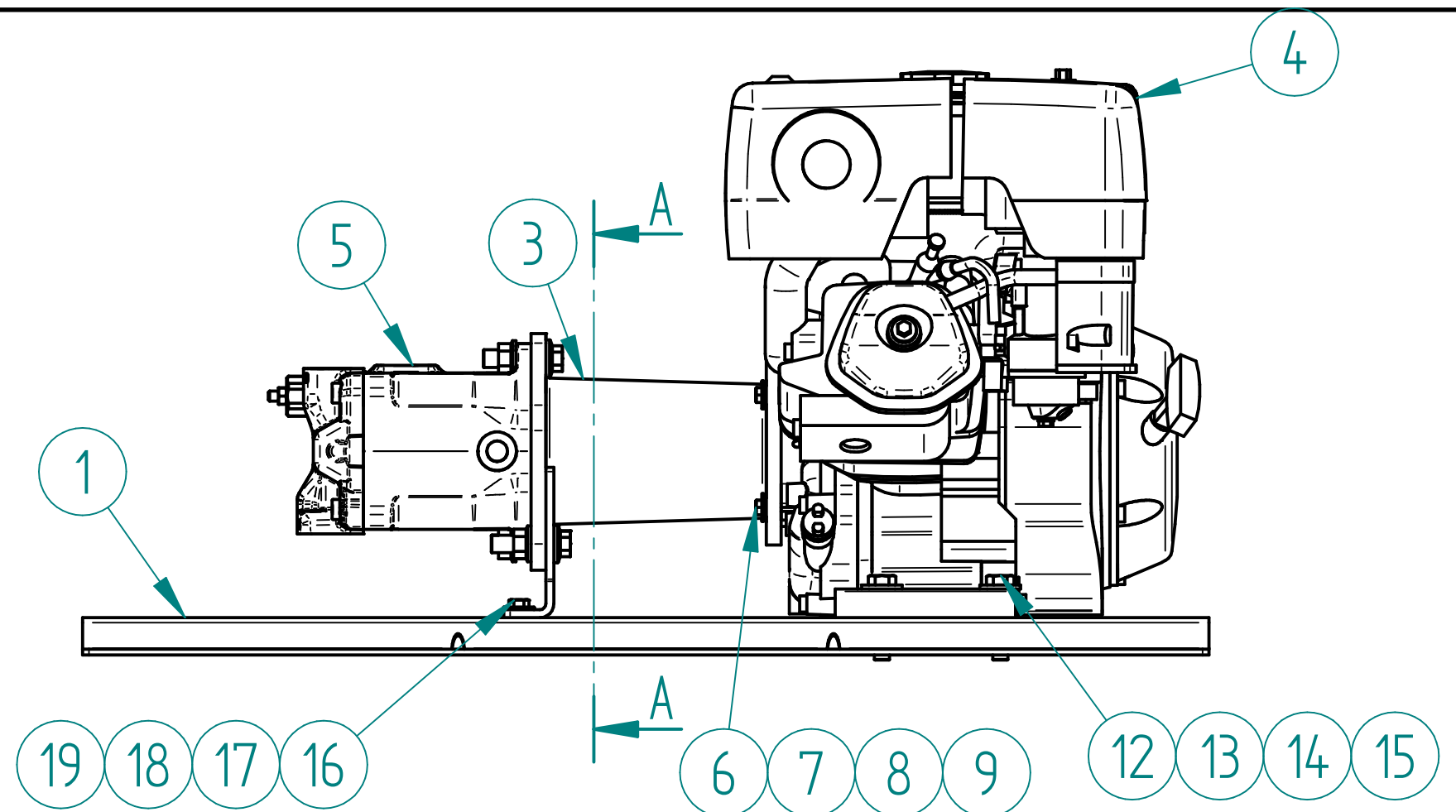
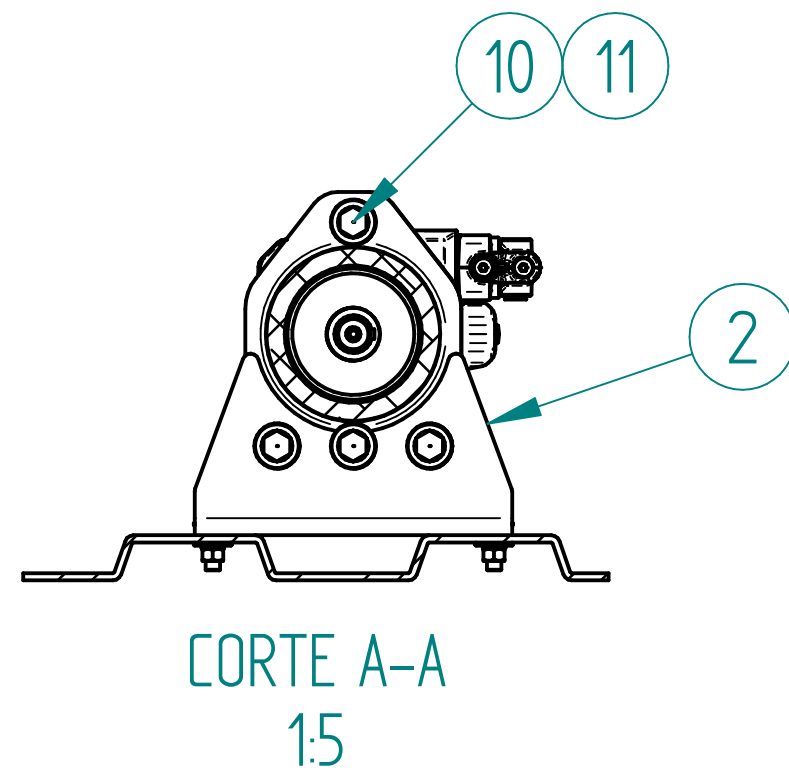
RADIO DE PLEGADO 1 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Pie soporte	IRAM F24	Chapa 1/8"	3	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Pie soporte	ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			ESCALAS:	Ibarra, E. I.
				FECHA:	1:2 - 1:4
				CÓDIGO:	11/4/2023
					FA-05-02



RADIO DE PLEGADO 1 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Base soporte	IRAM F24	Chapa 1/8"	3	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Base soporte			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:1
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-05-03



Vista Isometrica
1:8

19	Arandela grower 3/8"	COMERCIAL		2
18	Arandela plana 3/8"	COMERCIAL		4
17	Tuerca hex. W3/8"	COMERCIAL		2
16	Tornillo hex. W3/8" x 1-1/4"	COMERCIAL		2
15	Arandela grower 1/2"	COMERCIAL		4
14	Arandela plana 1/2"	COMERCIAL		8
13	Tuerca hex. M12	COMERCIAL		4
12	Tornillo hex. M12 x 50	COMERCIAL		4
11	Tuerca hex. M14	COMERCIAL		4
10	Tornillo hex. M14 x 50	COMERCIAL		4
9	Arandela grower 5/16"	COMERCIAL		4
8	Arandela plana 5/16"	COMERCIAL		8
7	Tuerca hex. W5/16"	COMERCIAL		4
6	Tornillo hex. W5/16" x 1-1/4"	COMERCIAL		4
5	Bomba de caudal variable REXROTH	COMERCIAL	A10VS028DR/31R - Giro: DER	1
4	Motor CI HONDA	COMERCIAL	iGX390 - Giro: IZQ	1
3	Linterna motor - bomba	-	VER PLANO FA-06-08	1
2	Soporte bomba	-	VER PLANO FA-06-02	1
1	Bandeja	-	VER PLANO FA-06-01	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.

PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO

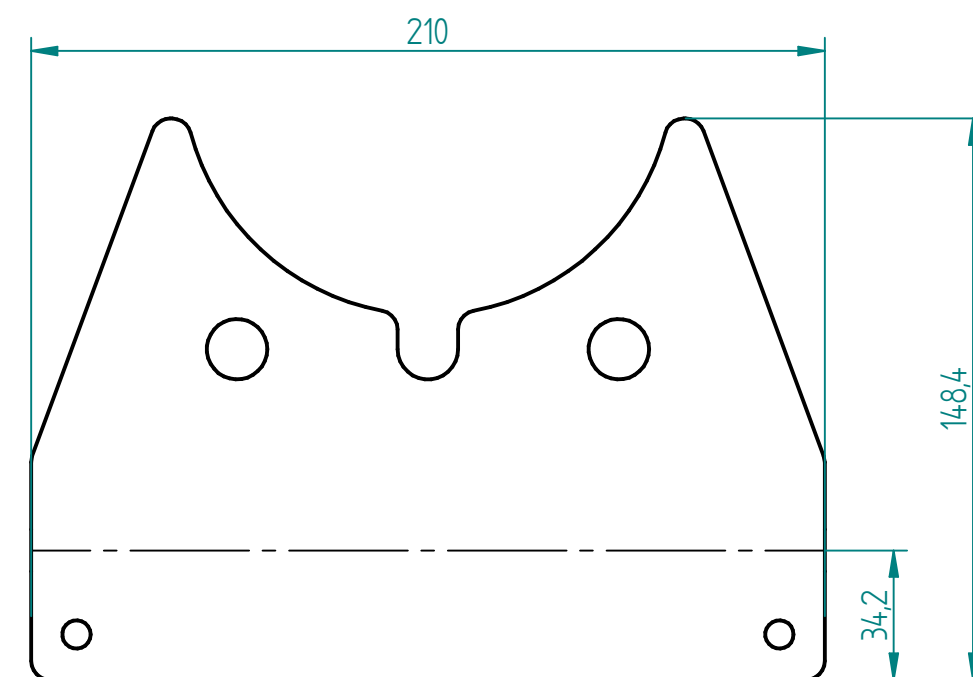
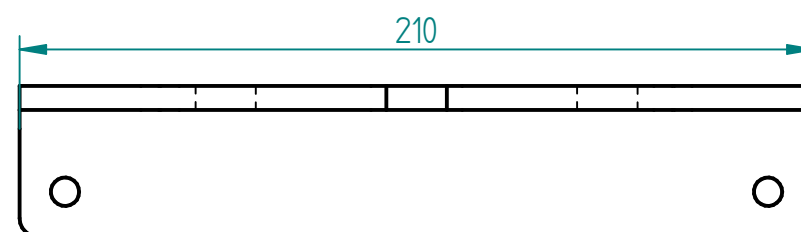
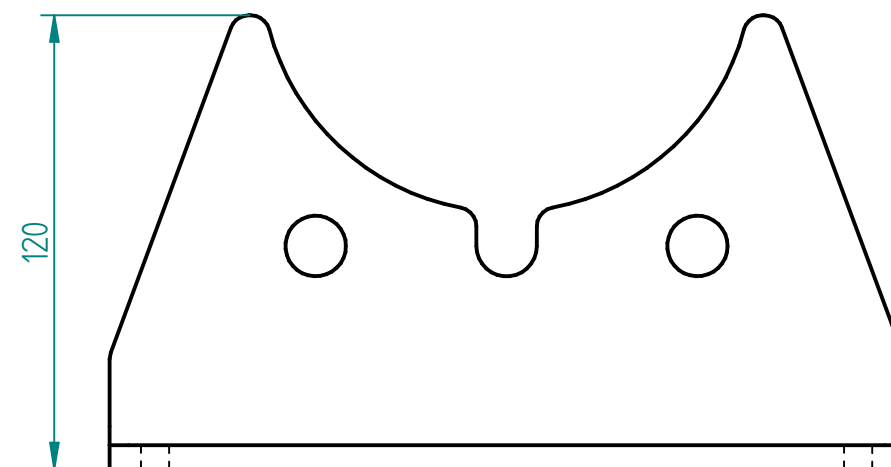
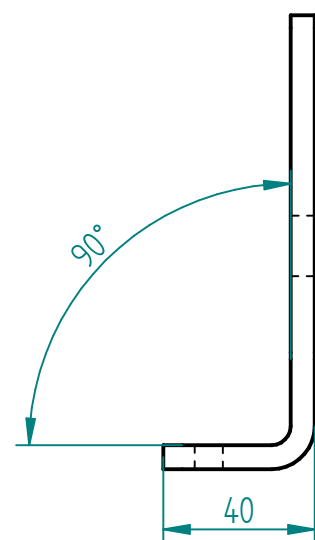
Bandeja



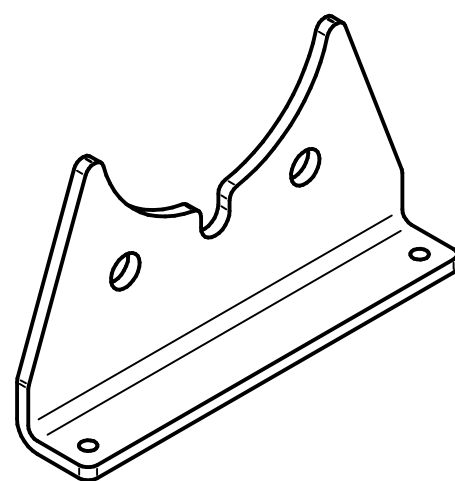
Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Universidad Nacional de Rosario



ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
	ESCALAS:	1:5 - 1:8
	FECHA:	12/4/2023
	CÓDIGO:	CJ-06-02



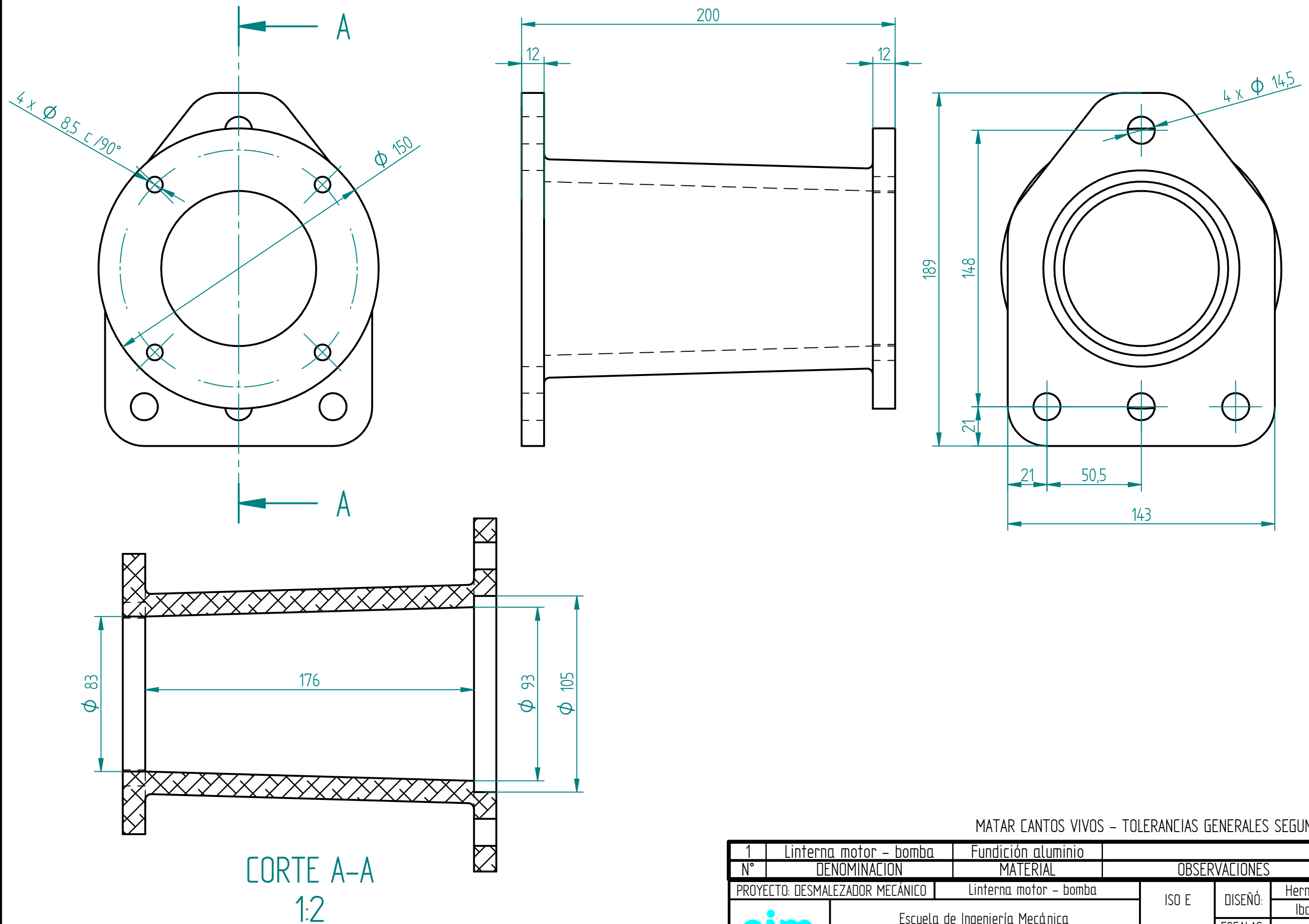
Chapa desarrollada
1:2



Vista Isometrica
1:3

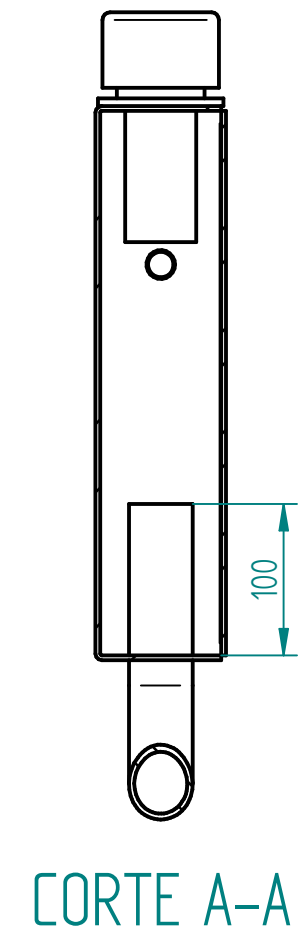
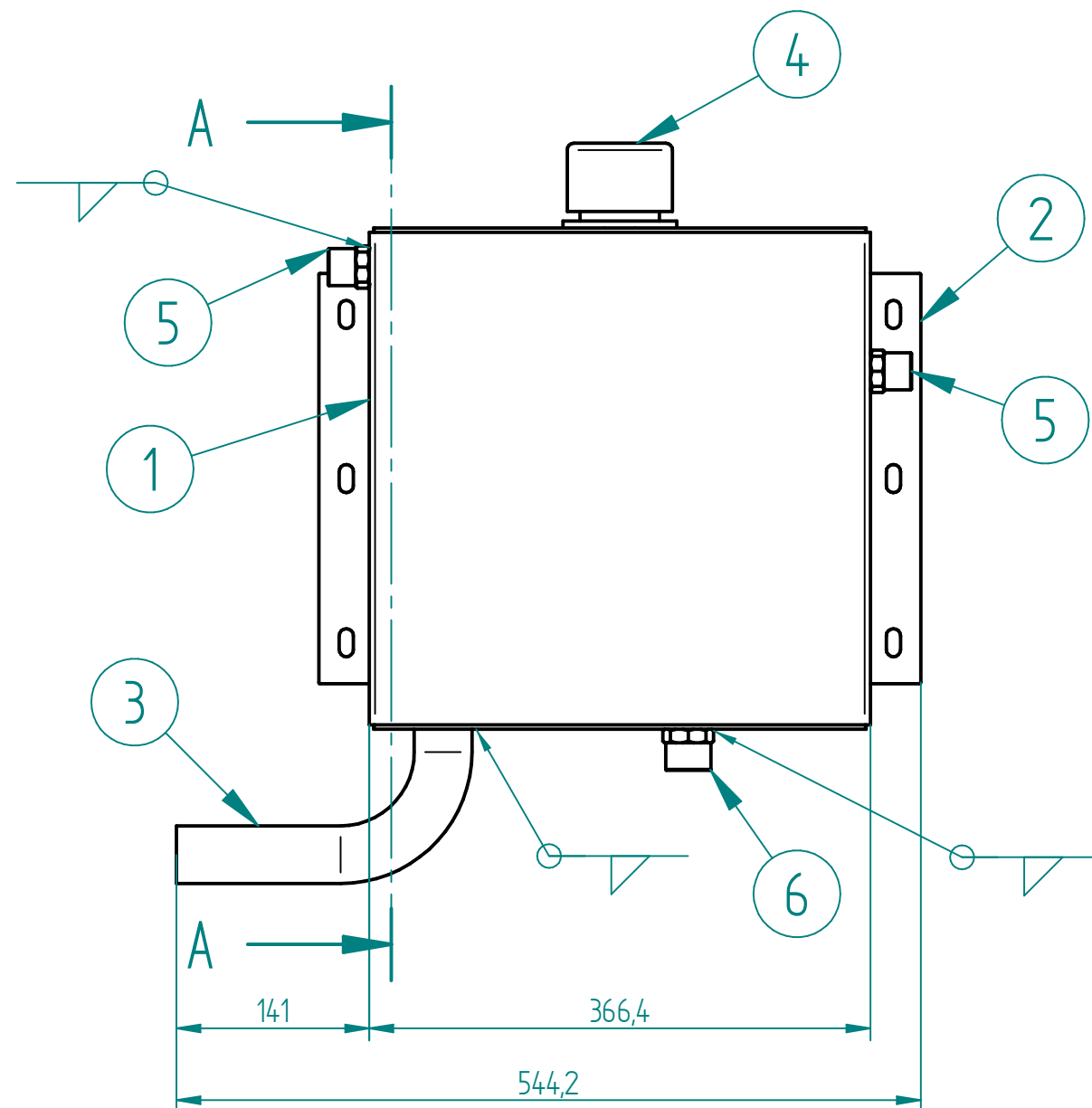
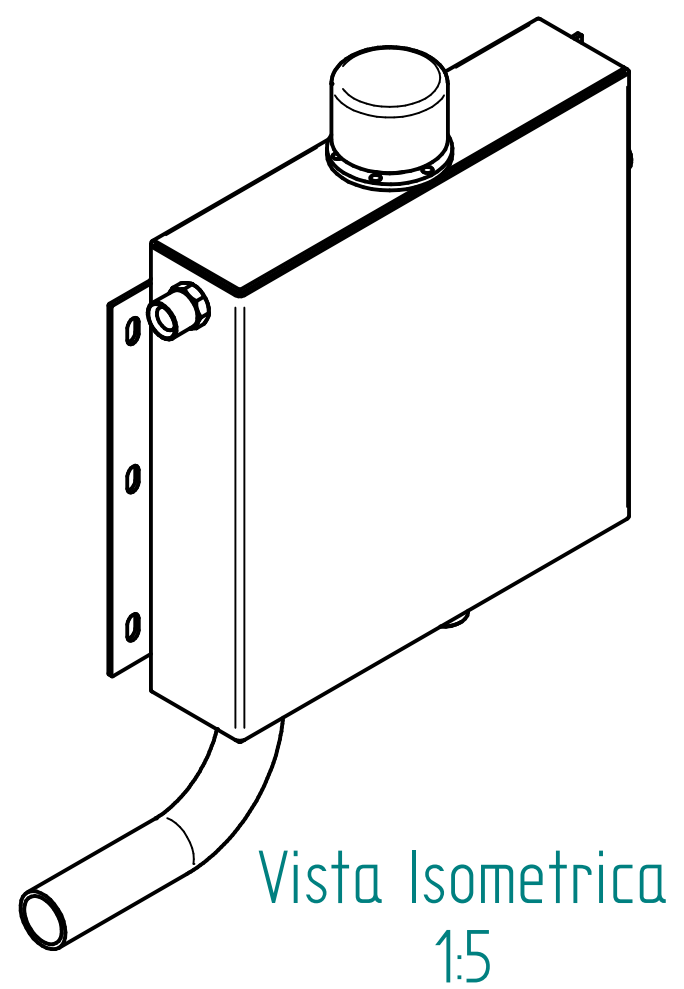
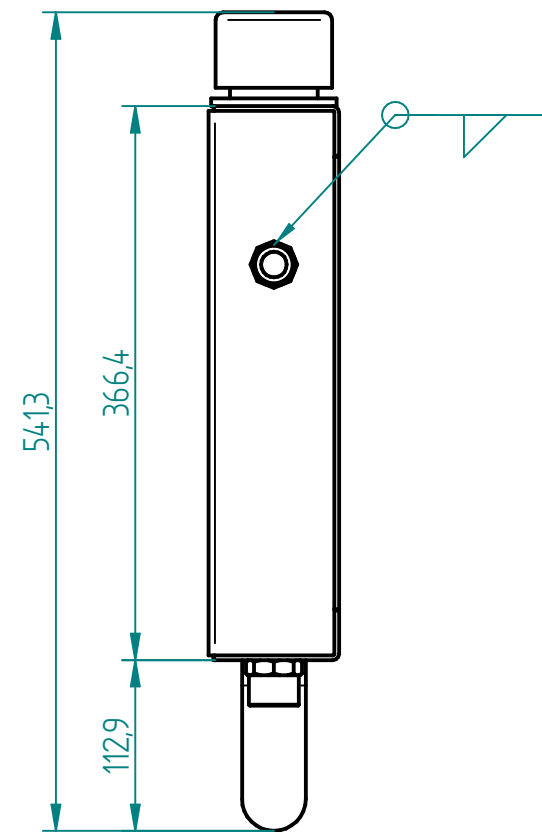
RADIO DE PLEGADO 5 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Soporte bomba	IRAM F24	Chapa 1/4"	1	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Soporte bomba			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L. Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:2 - 1:3
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-06-02



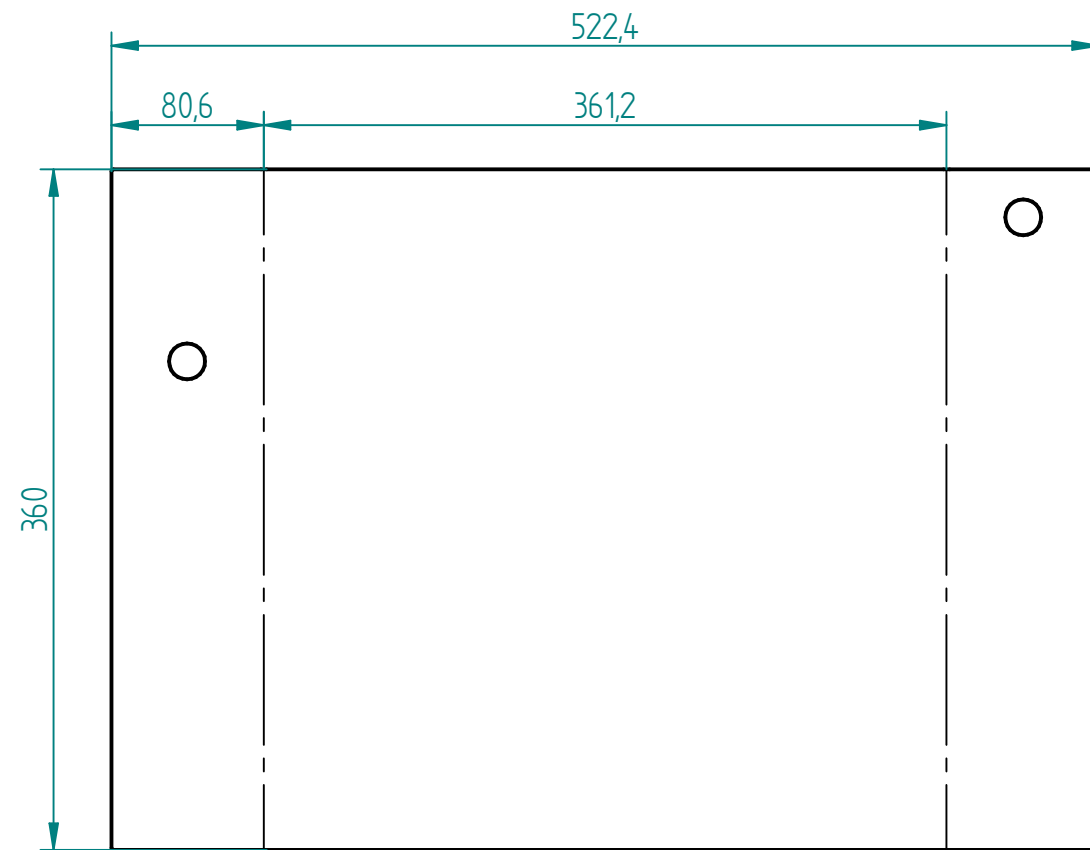
MATAR CANTOS VIVOS - TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Linterna motor - bomba	Fundición aluminio		1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Linterna motor - bomba		
 Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:2
			FECHA:	12/4/2023
			CÓDIGO:	FA-06-08

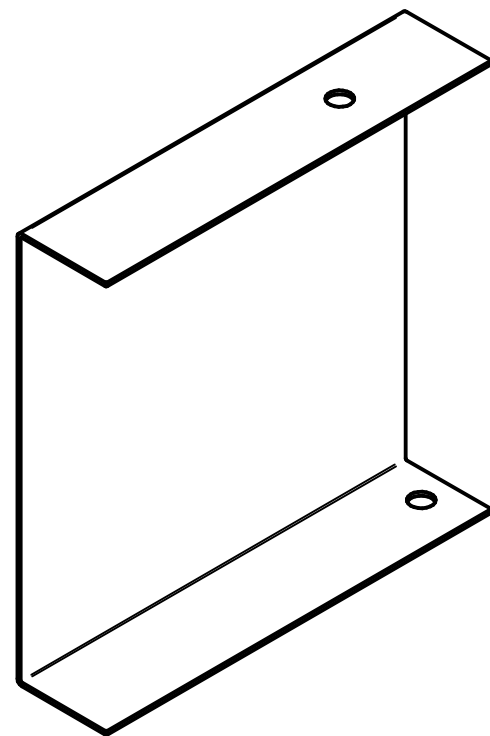


SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN NORMA AWS D1.1

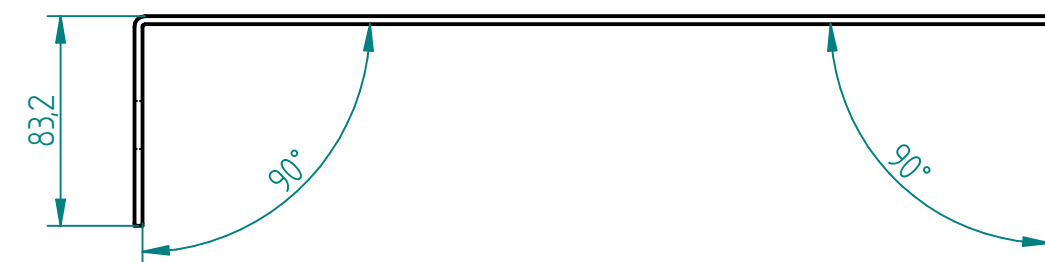
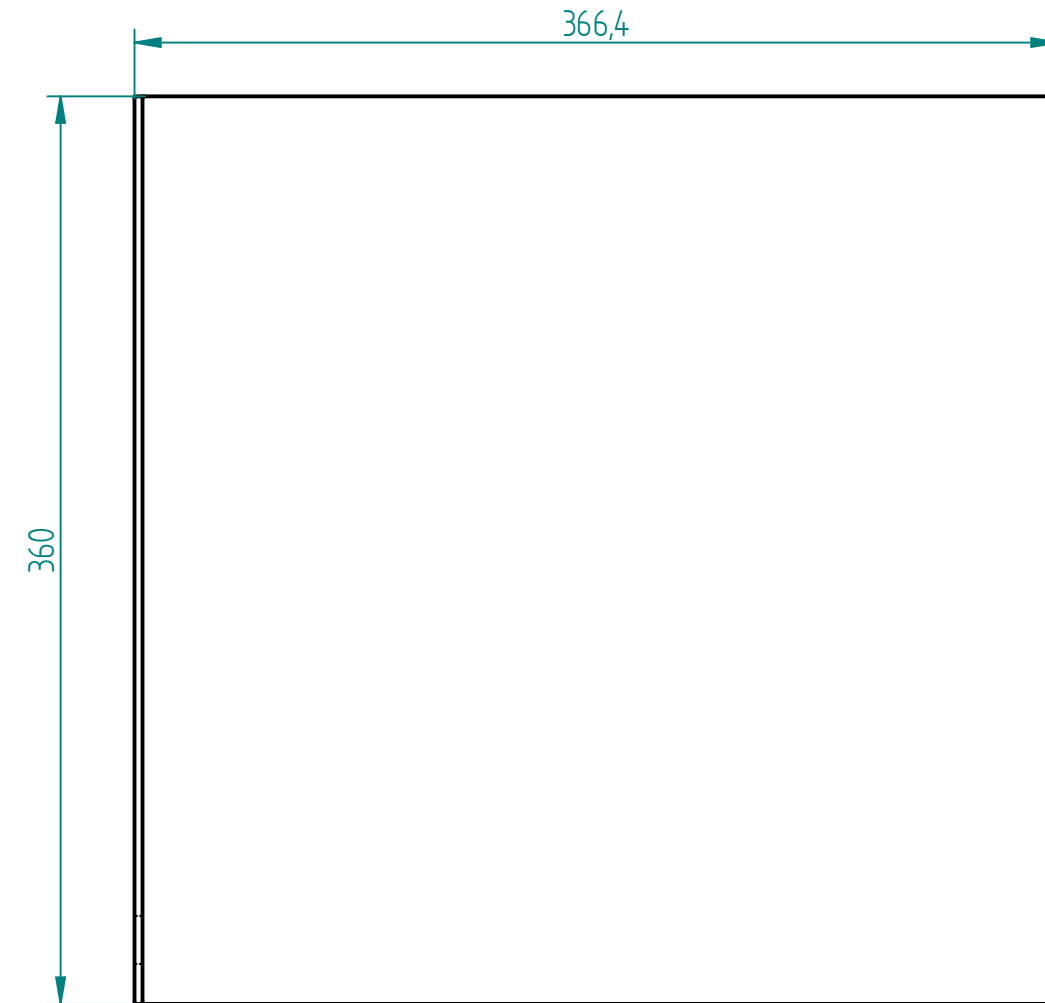
6	Niple macho 1"	COMERCIAL		1
5	Niple macho 3/4"	COMERCIAL		2
4	Tapa y filtro	COMERCIAL	Boca de $\varnothing 42$ mm	1
3	Salida succión bomba	COMERCIAL	TUBO 1-1/4" SCH 40	1
2	Tapa tanque aceite	-	VER PLANO FA-06-05	1
1	Lateral tanque aceite	-	VER PLANO FA-06-04	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Tanque de aceite		
		Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		
		ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	Ibarra, E. I.
			FECHA:	1:5
			CÓDIGO:	12/4/2023
				CJ-06-01



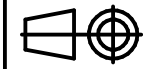
Chapa desarrollada
1:4

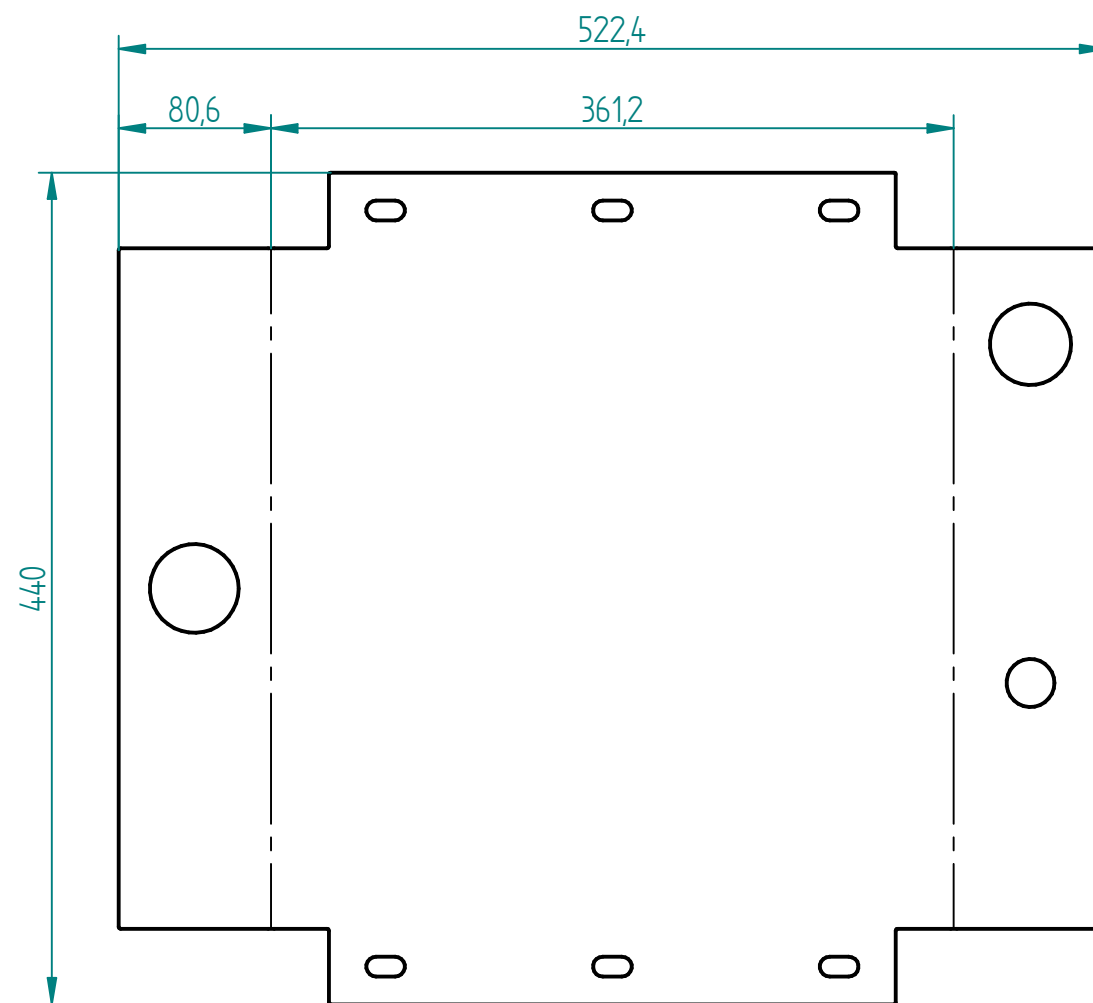


Vista Isometrica
1:5

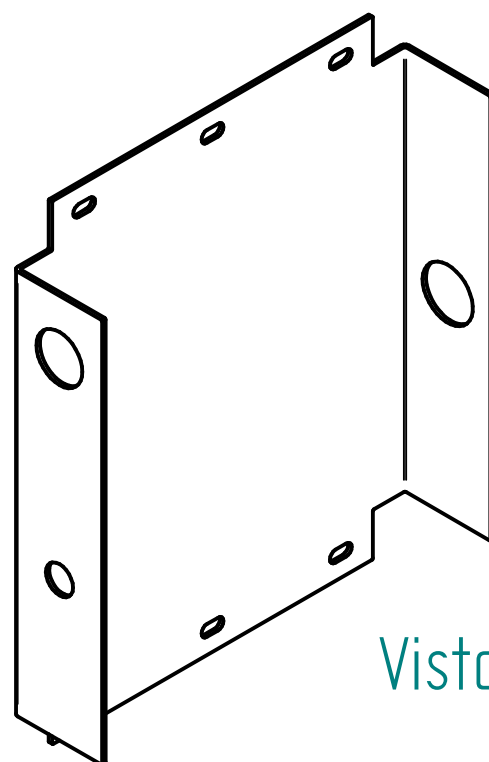
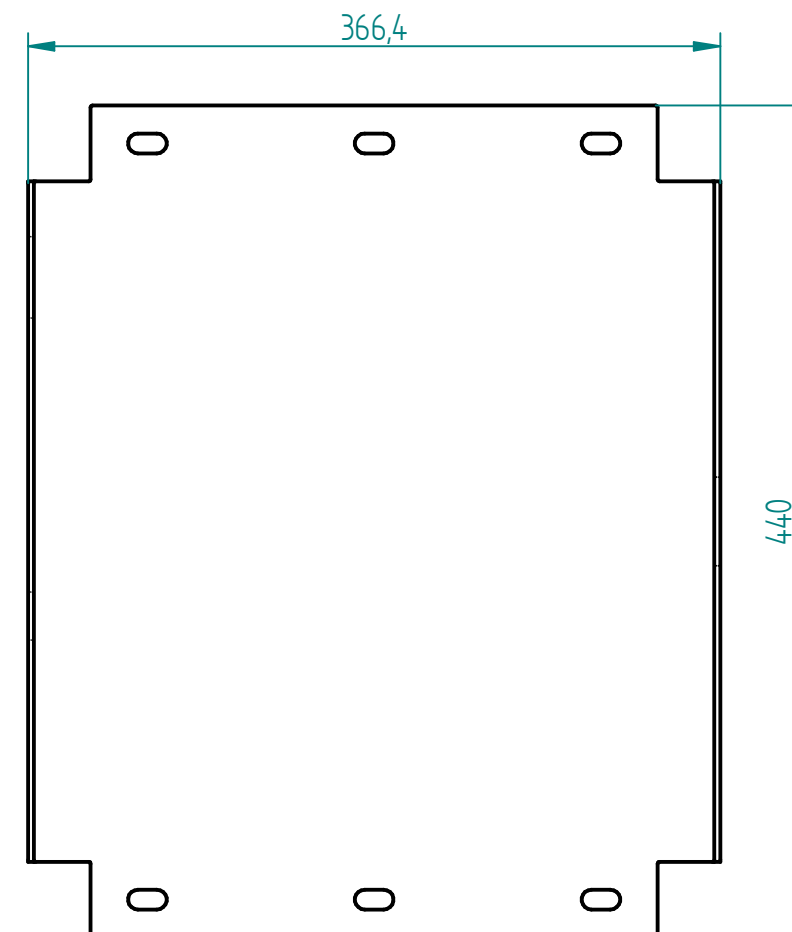


RADIO DE PLEGADO 1 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Lateral tanque de aceite	IRAM F24	Chapa 1/8"	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Lateral tanque de aceite		
 Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:3 - 1:4 - 1:5
			FECHA:	11/4/2023
			CÓDIGO:	FA-06-04

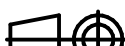


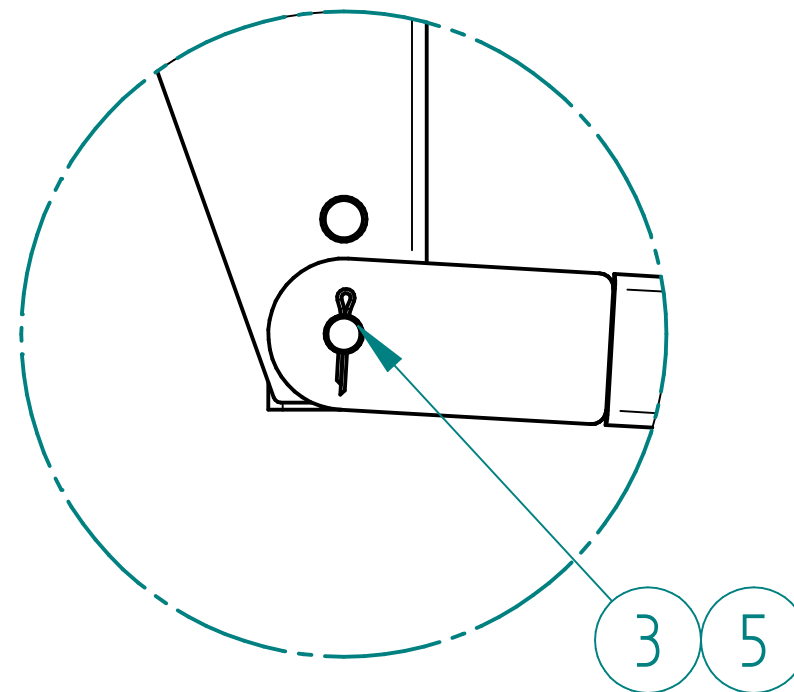
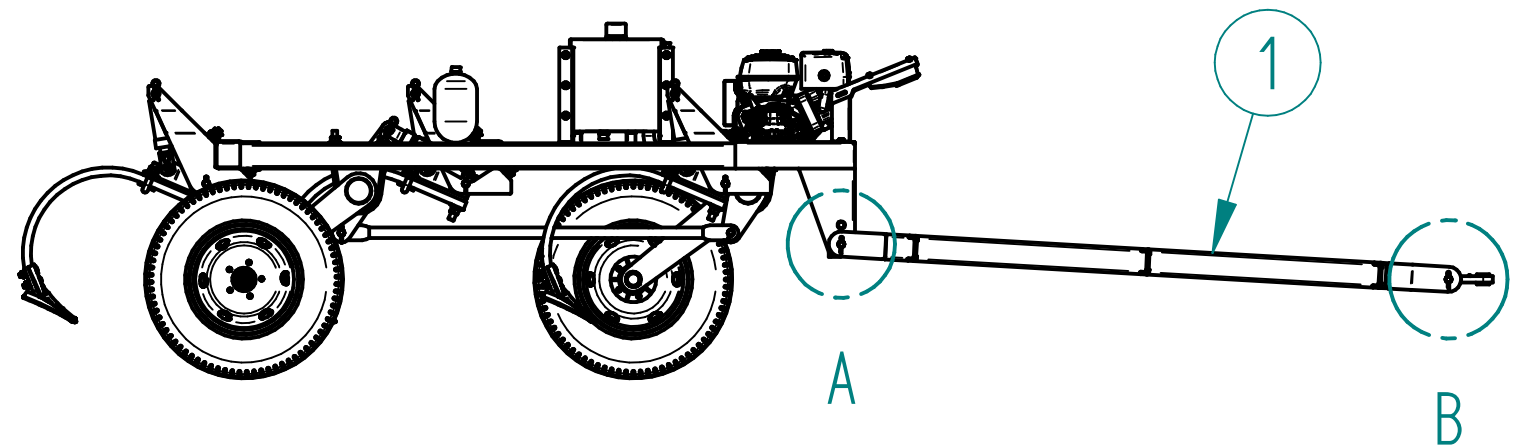
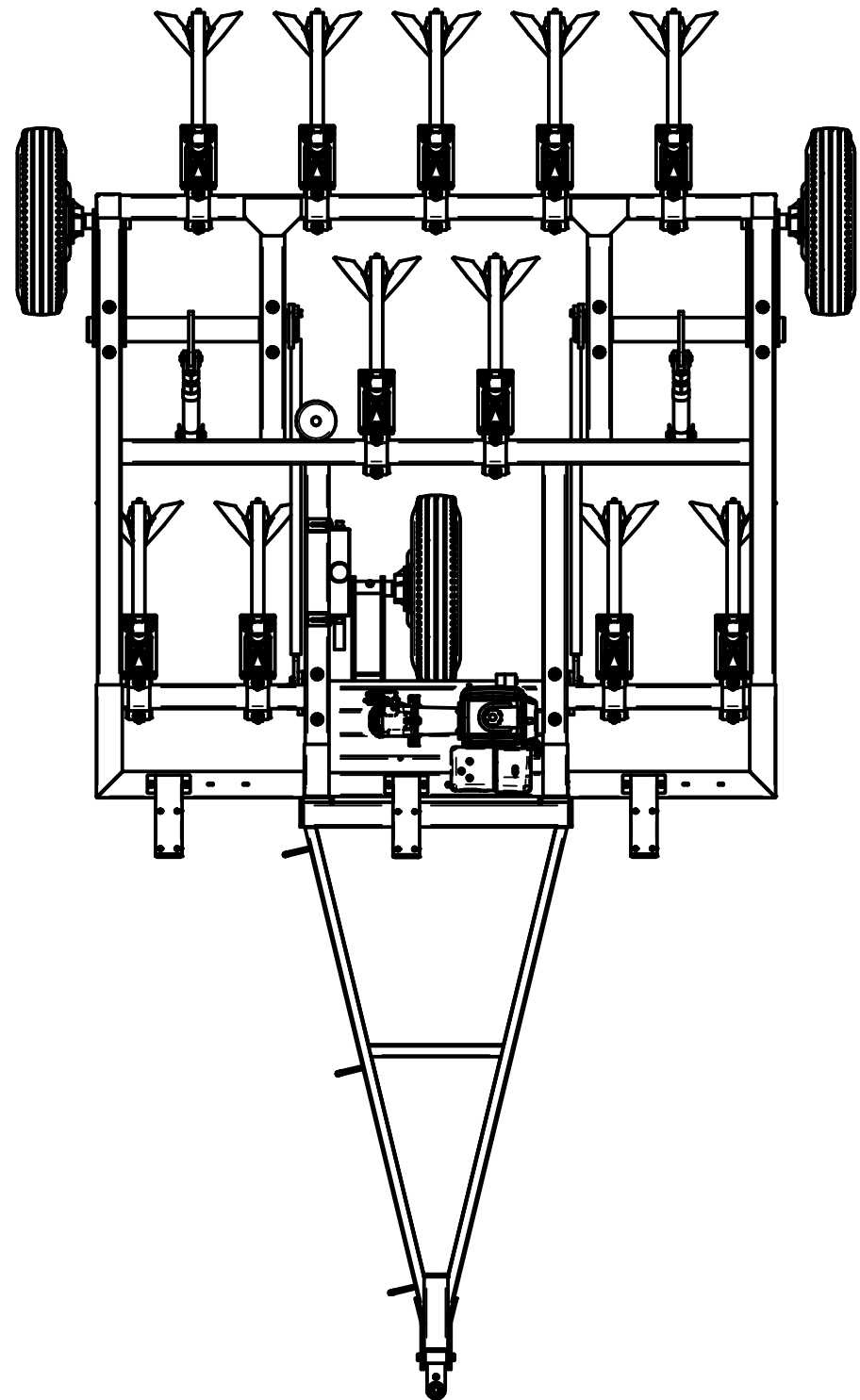
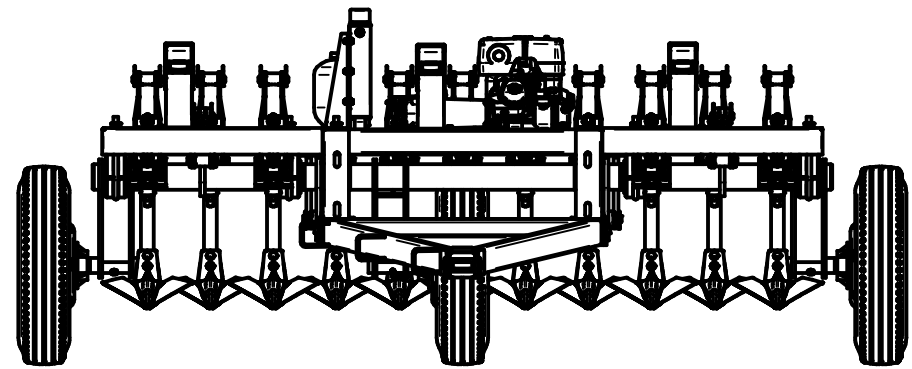
Chapa desarrollada
1:4



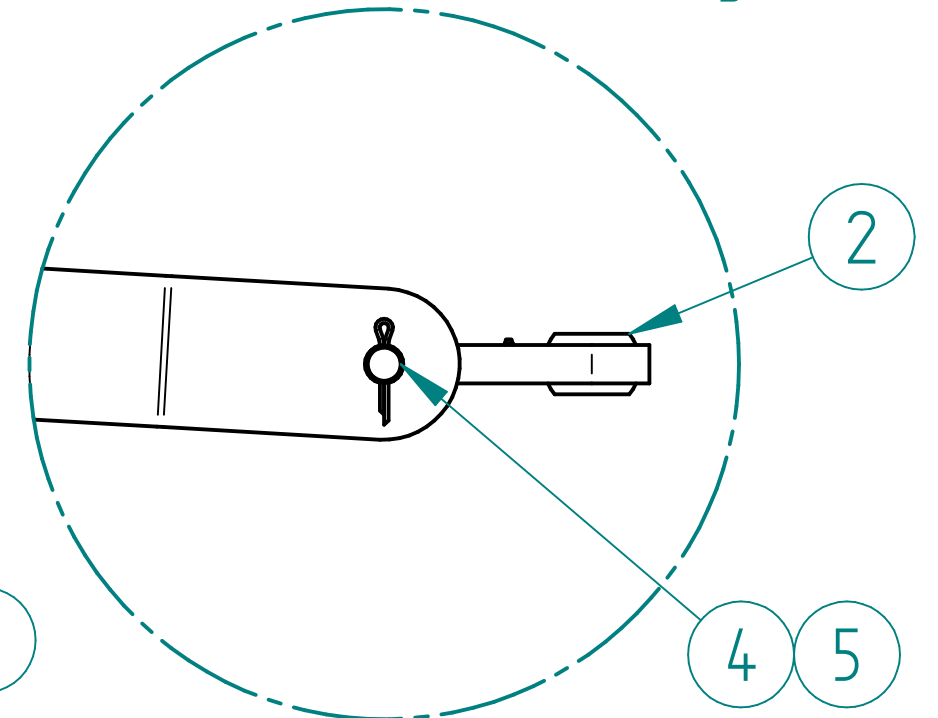
Vista Isometrica
1:5

RADIO DE PLEGADO 1 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Tapa tanque de aceite	IRAM F24	Chapa 1/8"	1	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Tapa tanque aceite			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:4 - 1:5
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-06-05

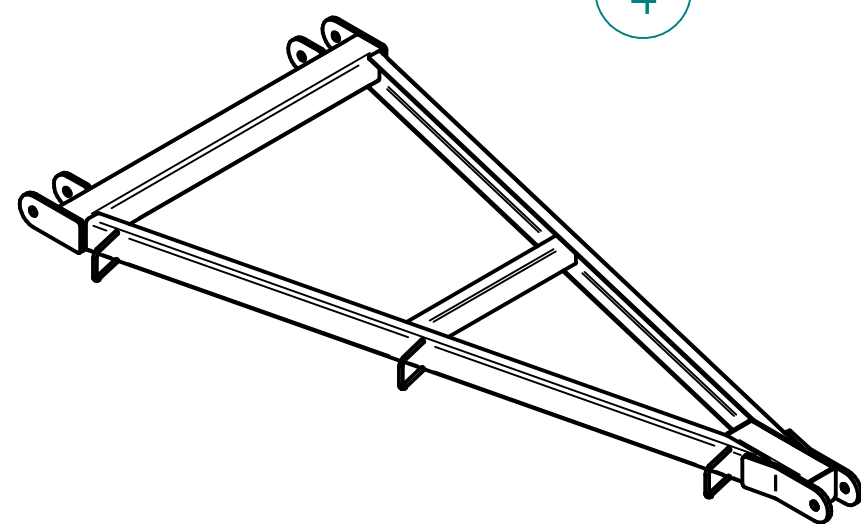
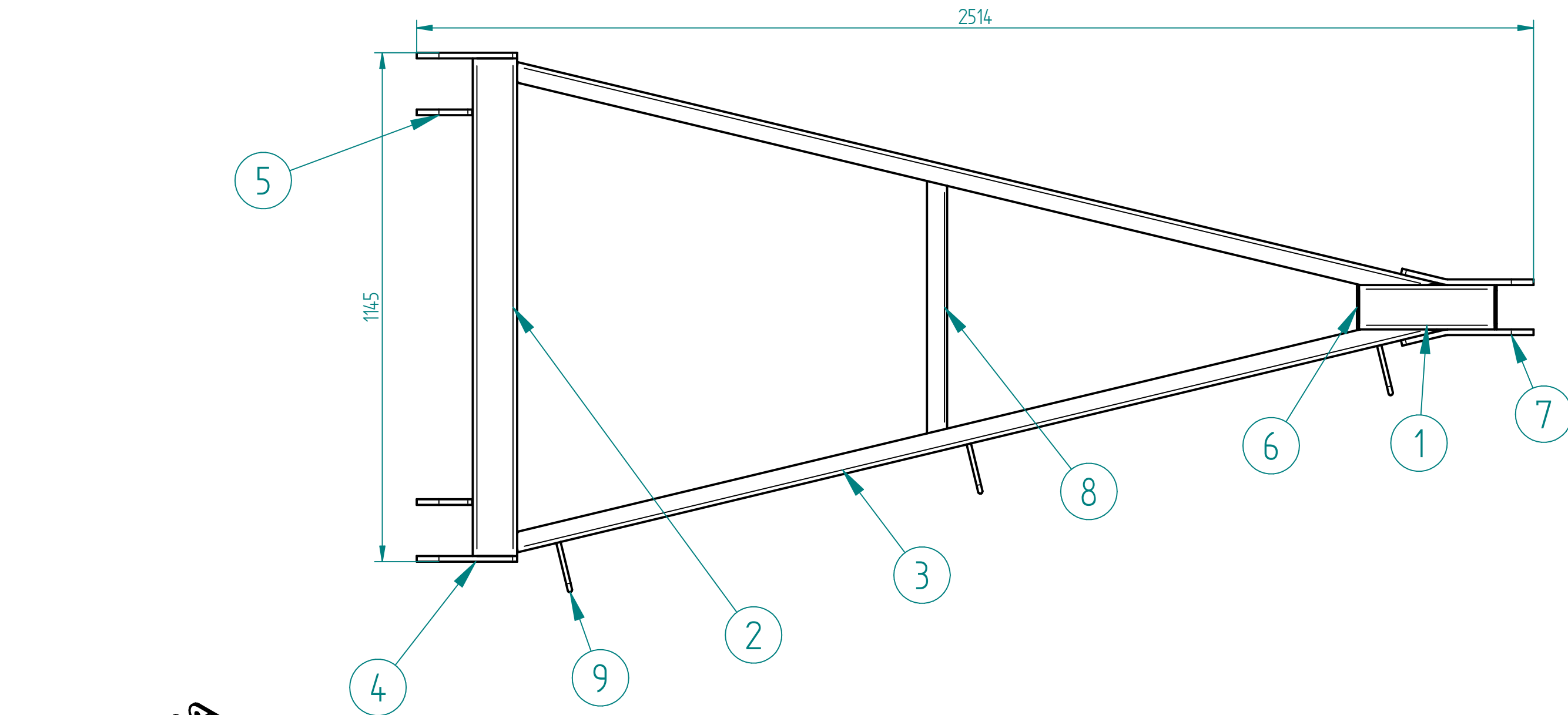


DETALLE A
1:5



DETALLE B
1:5

5	Chaveta partida $\varnothing 6 \times 70$	COMERCIAL		6
4	Perno rotula	-	VER PLANO FA-04-12	1
3	Perno lanza	-	VER PLANO FA-04-11	2
2	Punta de lanza	-	VER PLANO CJ-04-04	1
1	Lanza	-	VER PLANO CJ-04-01	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Colocación lanza		
 Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:30 - 1:5
			FECHA:	13/4/2023
			CÓDIGO:	CJ-07-04



Vista Isometrica
1:20

9	Pasaje mangueras	-	VER PLANO FA-04-09	3
8	Crucero lanza	-	VER PLANO FA-04-08	1
7	Oreja enganche	-	VER PLANO FA-04-07	2
6	Tapa caño	-	VER PLANO FA-04-06	2
5	Oreja chasis corta	-	VER PLANO FA-04-05	2
4	Oreja chasis	-	VER PLANO FA-04-04	2
3	Lateral lanza	-	VER PLANO FA-04-03	2
2	Caño 100 x 100 x 1120	-	VER PLANO FA-04-02	1
1	Caño 100 x 100 x 305	-	VER PLANO FA-04-01	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.

PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO

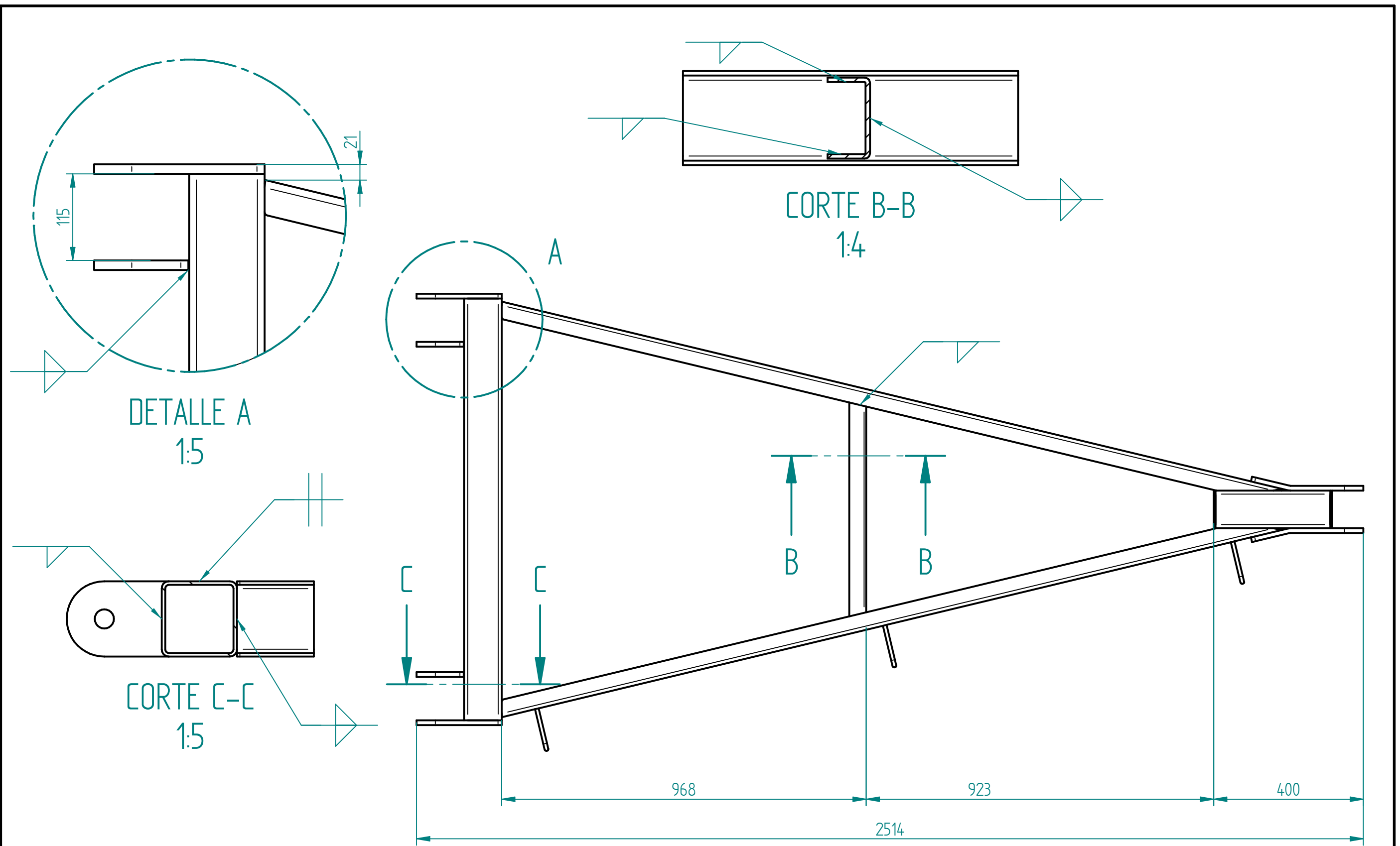
Lanza



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

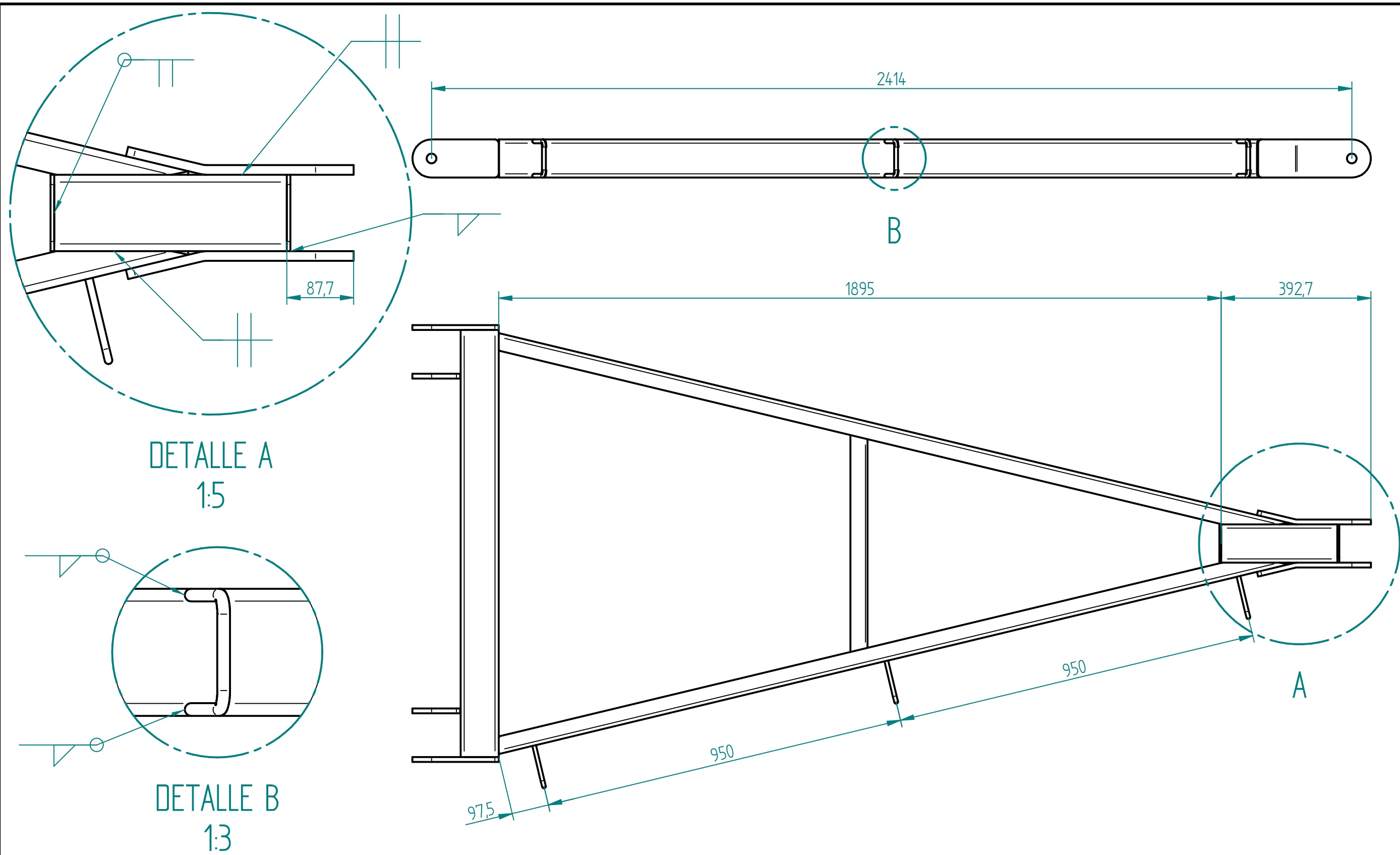


ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
	ESCALAS:	1:10 - 1:20
	FECHA:	12/4/2023
	CÓDIGO:	CJ-04-01



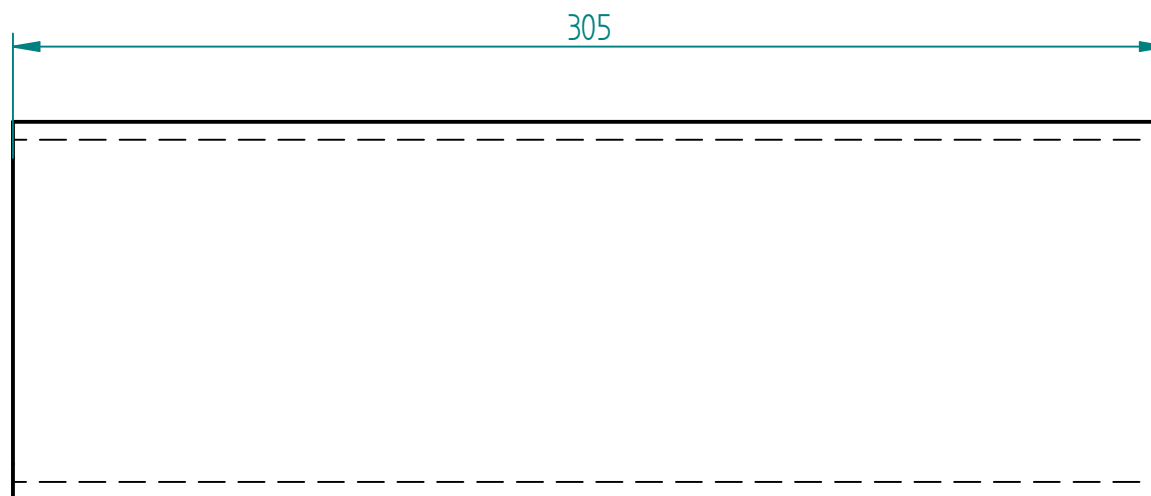
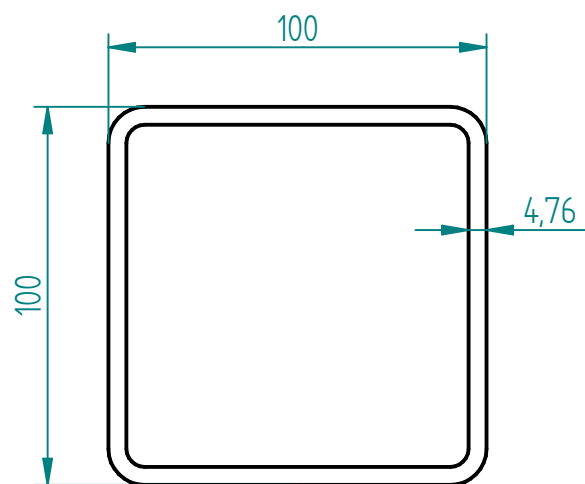
SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA
SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE
 $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN
NORMA AWS D1.1

PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Lanza	ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			ESCALAS:	1:10 - 1:4 - 1:5
				FECHA:	12/4/2023
				CÓDIGO:	CJ-04-02

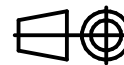


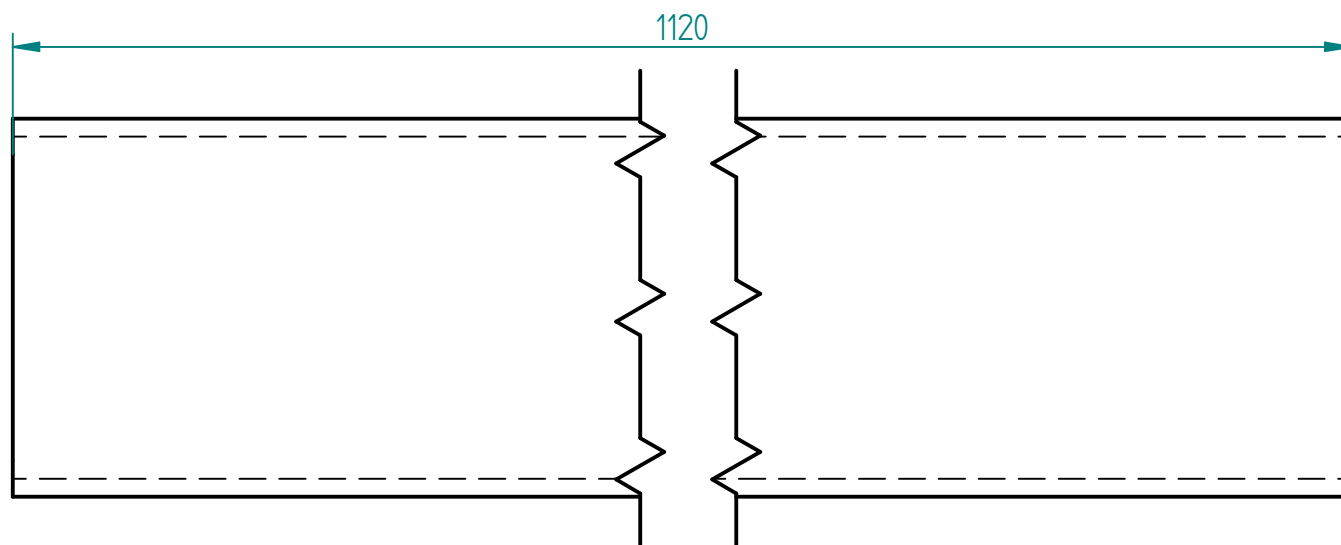
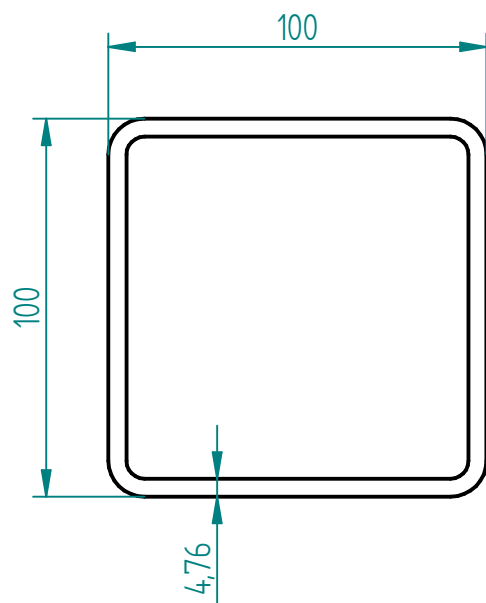
SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN NORMA AWS D1.1

PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Lanza		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario				Ibarra, E. I.	
					ESCALAS:	1:10 – 1:3 – 15
					FECHA:	12/4/2023
					CÓDIGO:	CJ-04-03

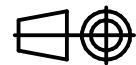


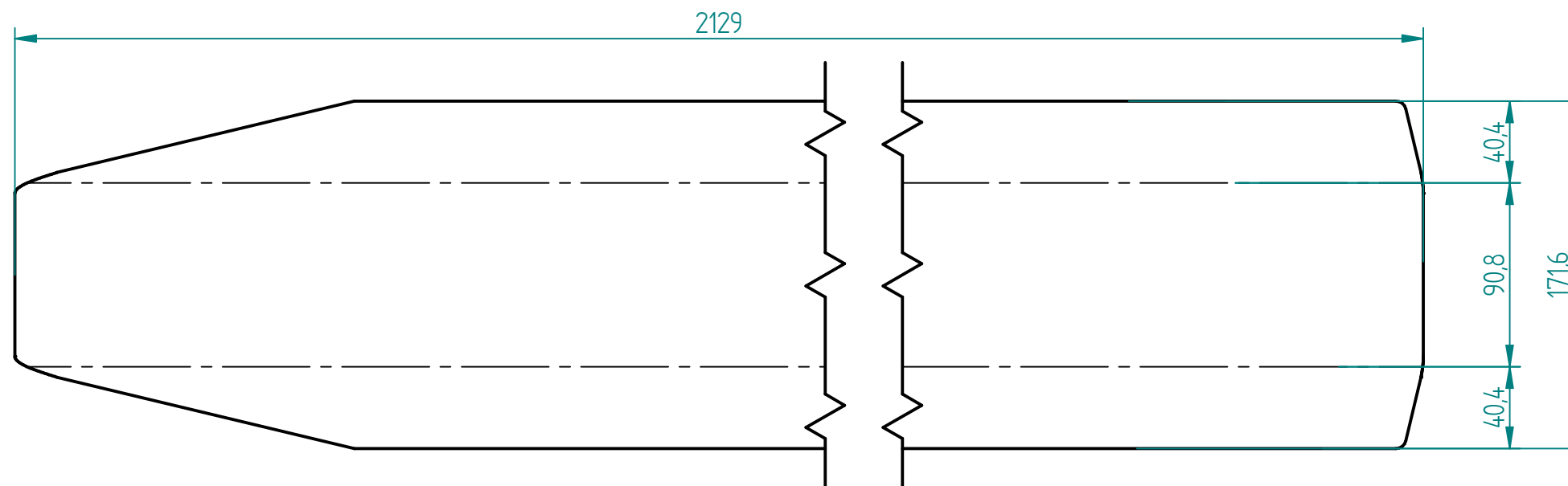
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Caño Estructural 100x100x4.76	COMERCIAL	L=305 mm	1	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Caño 100 x 100 x 305			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:2
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-04-01

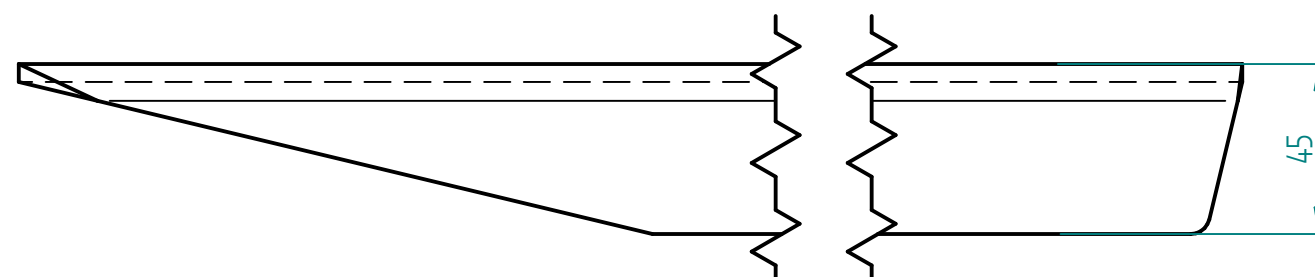
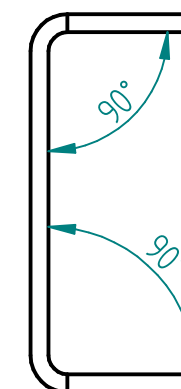
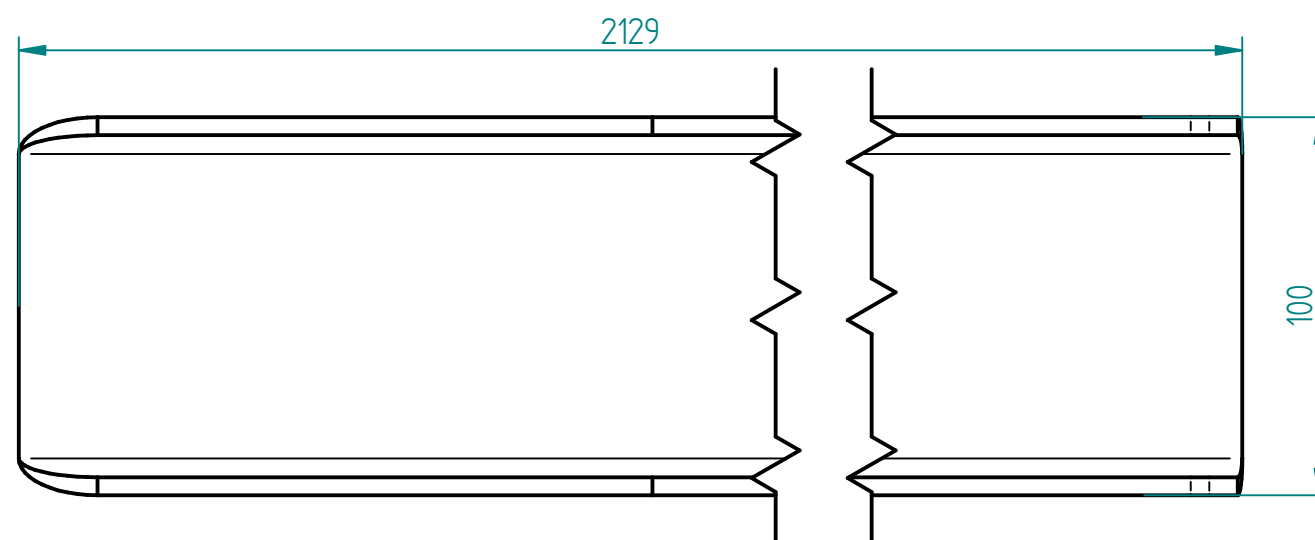


TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Caño Estructural 100x100x4.76	COMERCIAL	L=1120 mm	1	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Caño 100 x 100 x 1120			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:2
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-04-02

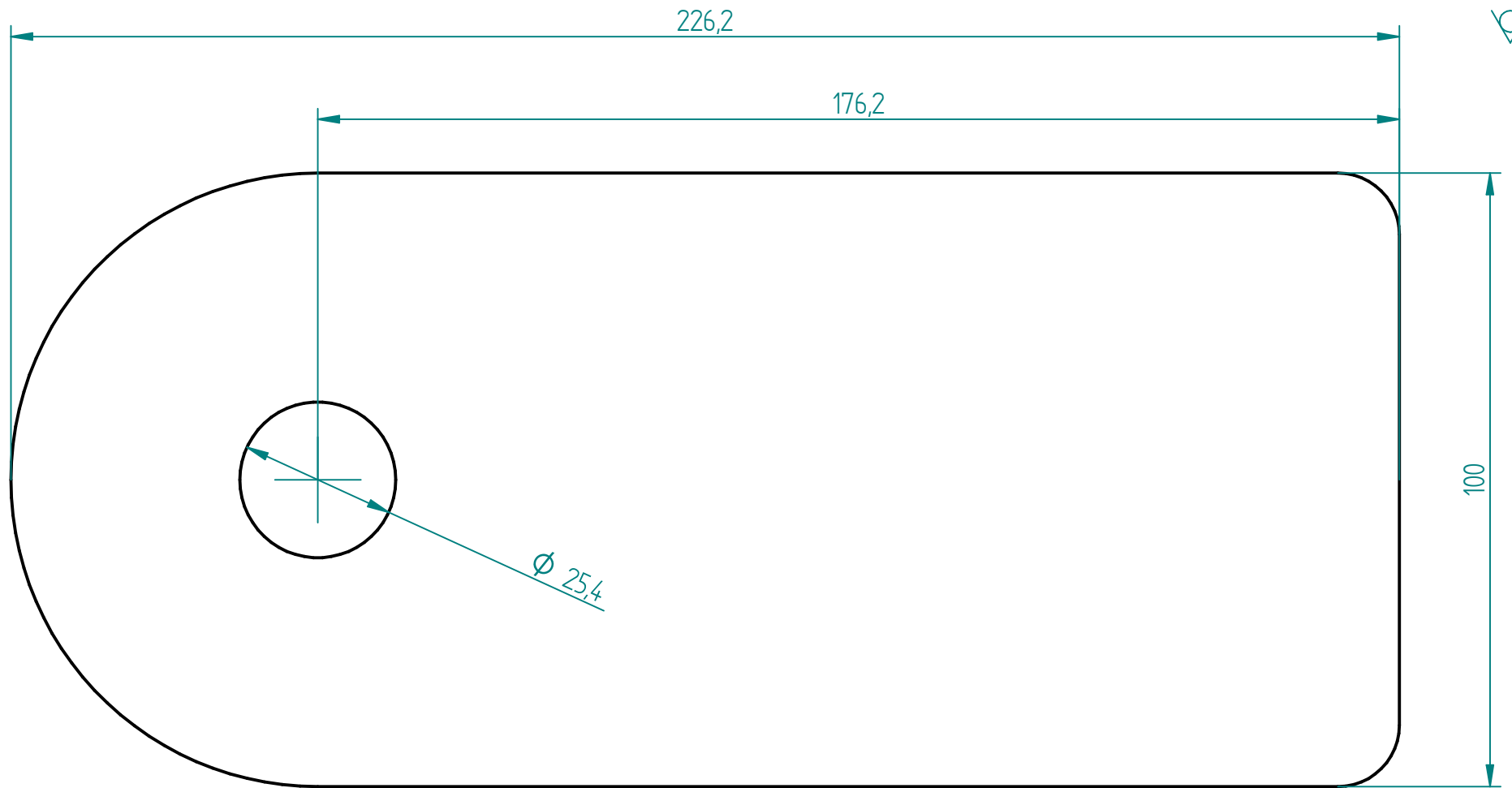


Chapa desarrollada
1:3



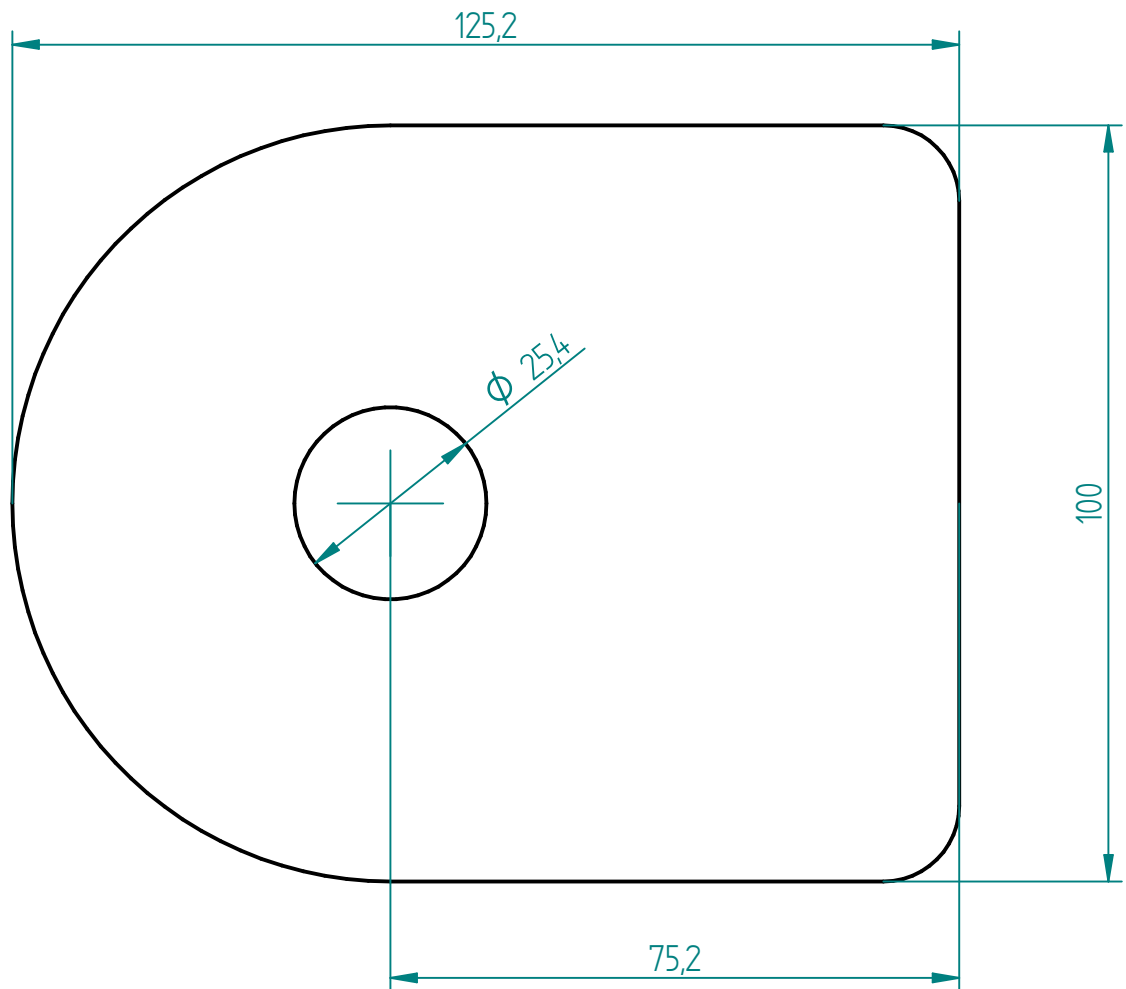
RADIO DE PLEGADO 5 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Lateral lanza	IRAM F24	Chapa 3/16"	2
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Lateral lanza	ISO E	DISEÑO: Hernández, J. L.
		Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		Ibarra, E. I.
				ESCALAS: 1:2 - 1:3
				FECHA: 11/4/2023
				CÓDIGO: FA-04-03



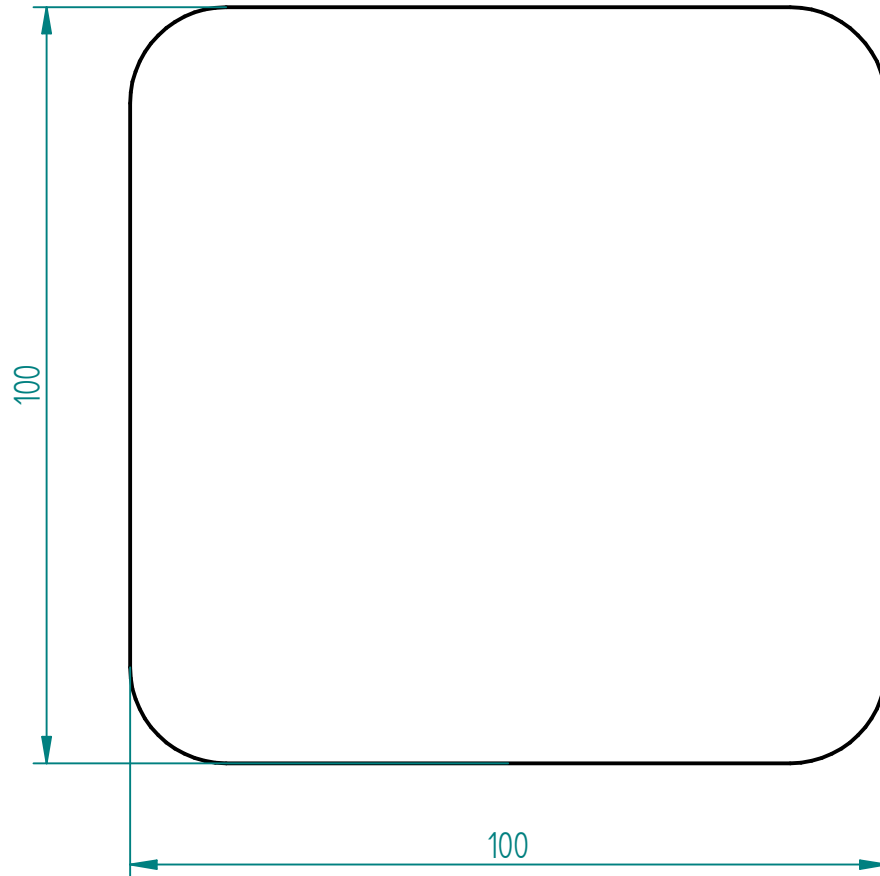
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Oreja chasis	IRAM F24	Chapa 1/2"	2	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Oreja chasis			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:1
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-04-04



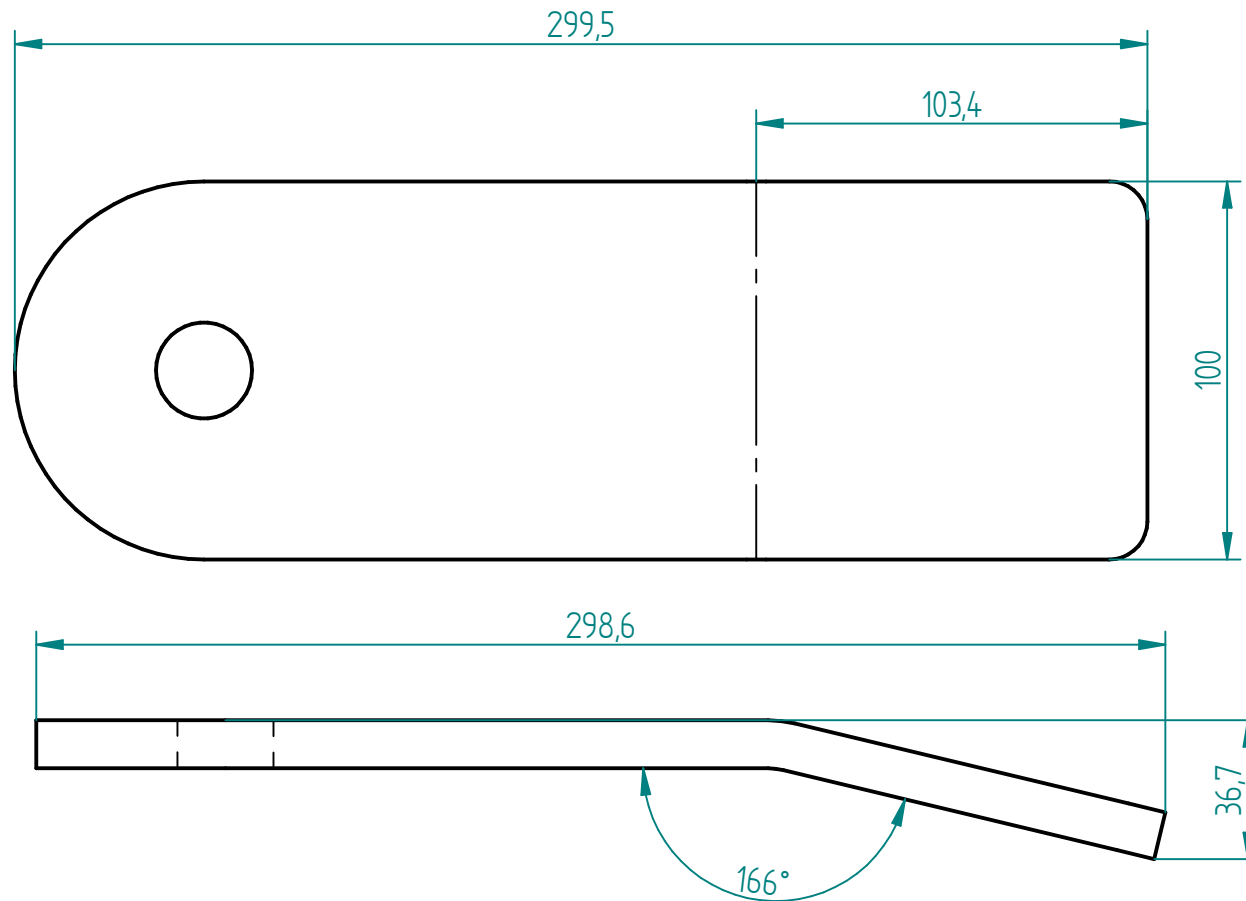
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Oreja chasis corta	IRAM F24	Chapa 1/2"	2	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Oreja chasis corta			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:1
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-04-05

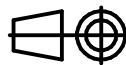


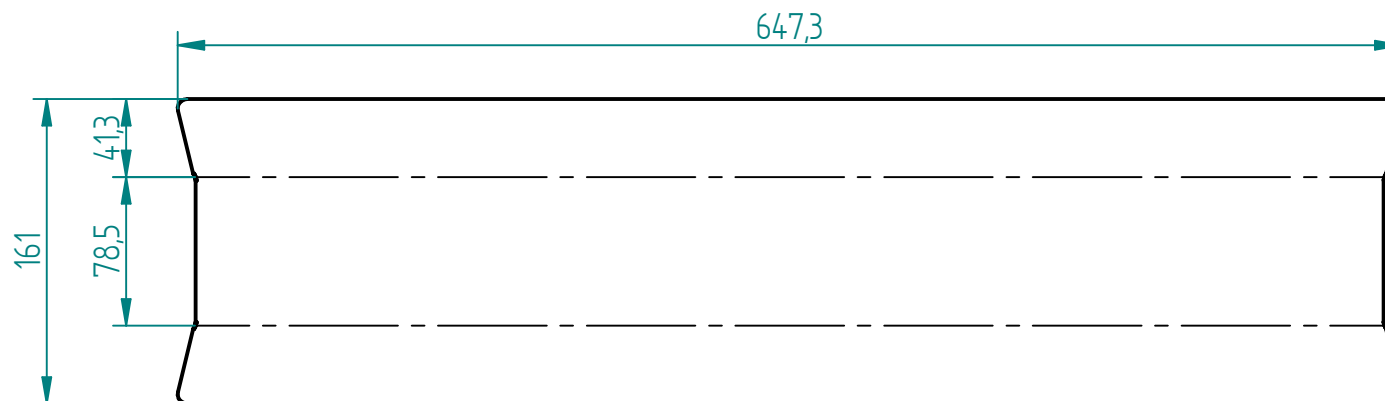
TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Tapa caño lanza	IRAM F24	Chapa 3/16"	2
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Tapa caño lanza		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		DISEÑO:	Hernández, J. L.
				Ibarra, E. I.
			ESCALAS:	1:1
			FECHA:	11/4/2023
			CÓDIGO:	FA-04-06

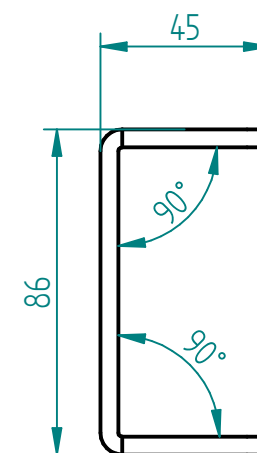
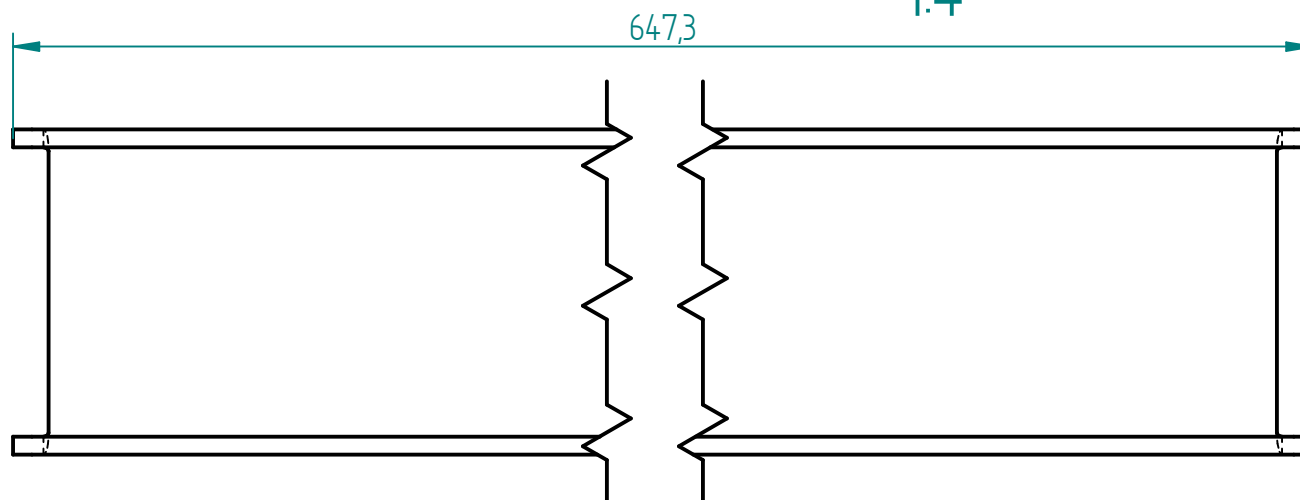


RADIO DE PLEGADO 17.5 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Oreja de enganche	IRAM F24	Chapa 1/2"	2	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Oreja de enganche			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:2
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-04-07

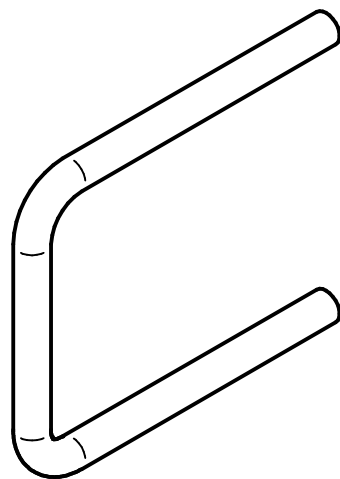


Chapa desarrollada
1:4

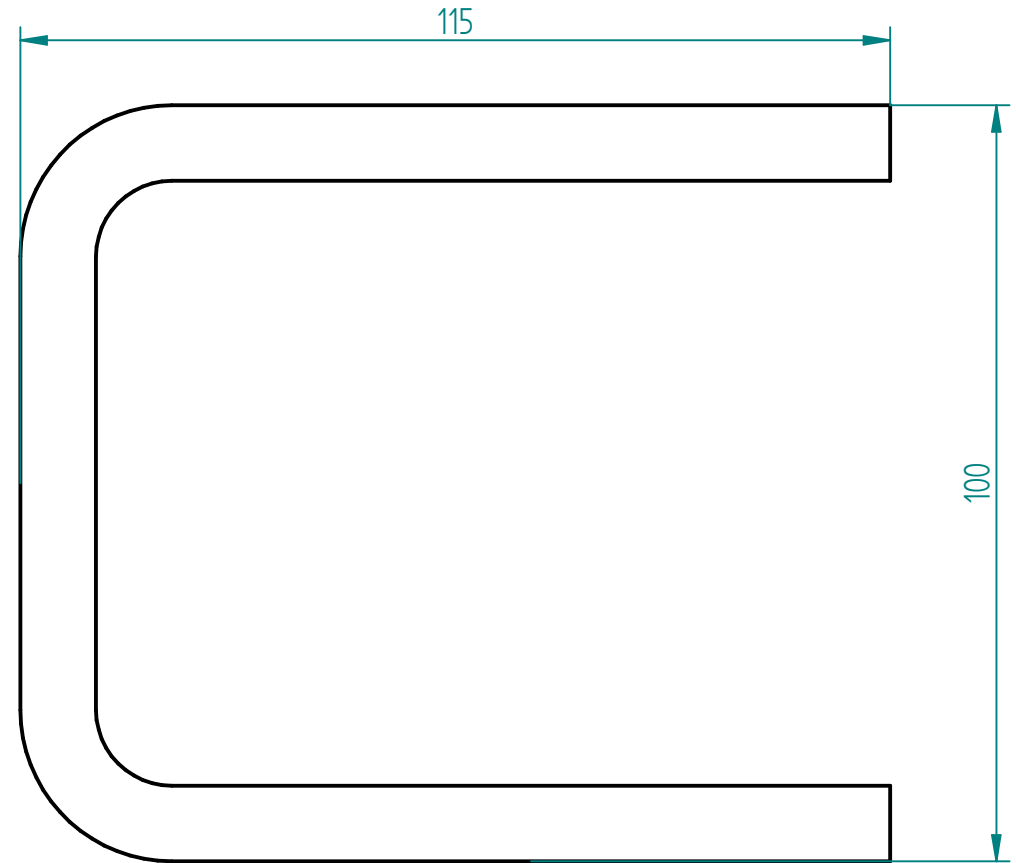
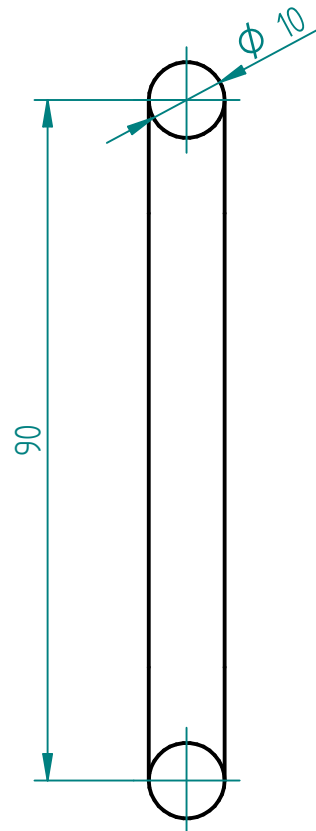


RADIO DE PLEGADO 1 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Crucero lanza	IRAM F24	Chapa 3/16"	1		
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.		
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Crucero lanza				
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario			ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.	
				ESCALAS:	1:2 - 1:4	
				FECHA:	11/4/2023	
				CÓDIGO:	FA-04-08	

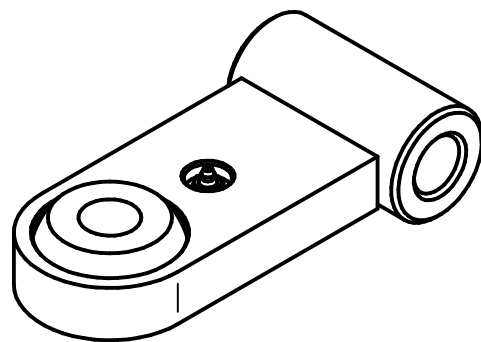


Vista Isometrica
1:2

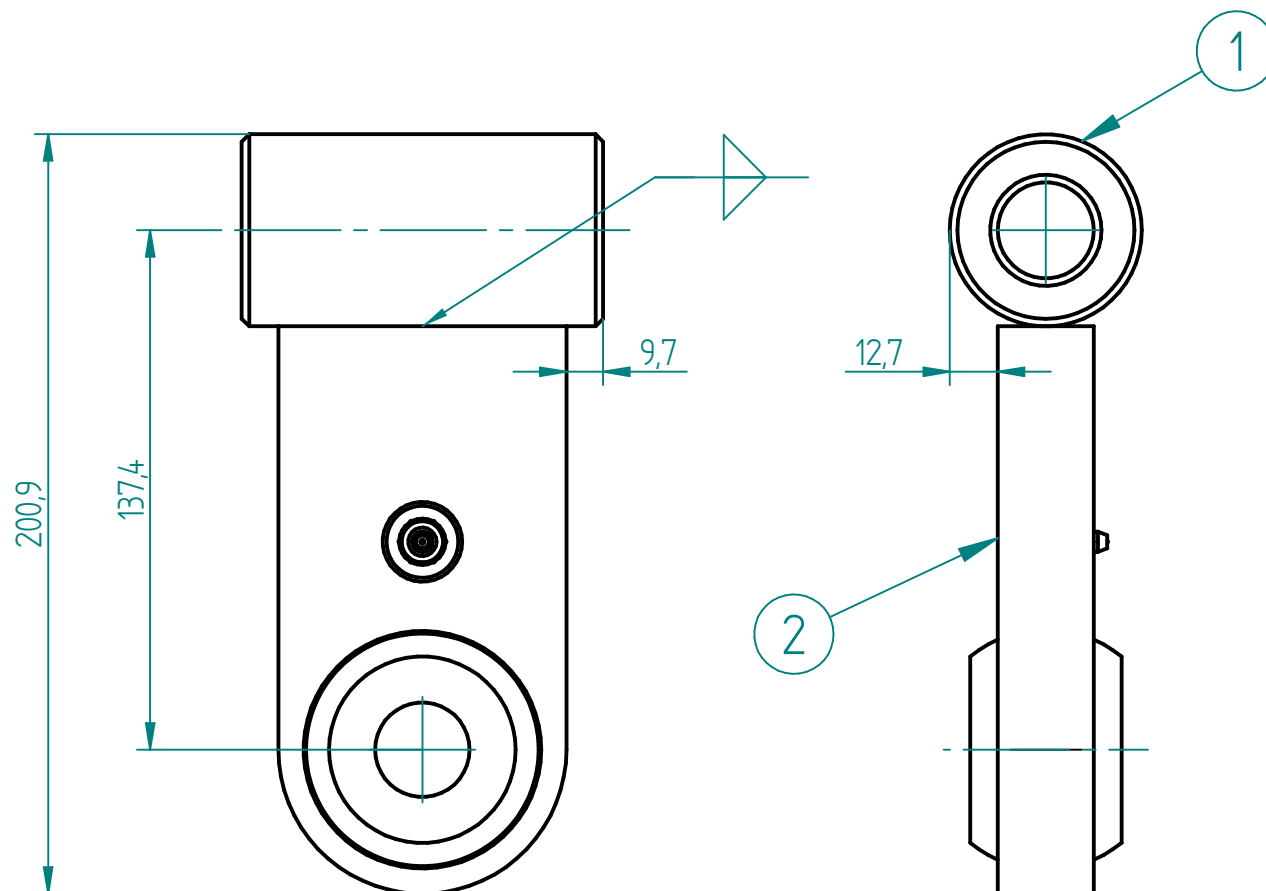


RADIO DE PLEGADO 10 mm -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	Trefilado $\phi 10 \times 300$	SAE 1010			3
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES		CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECANICO		Pasaje mangueras		ISO E 	
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		DISEÑO:		Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
			ESCALAS:		1:1 - 1:2
			FECHA:	11/4/2023	
			CÓDIGO:	FA-04-09	

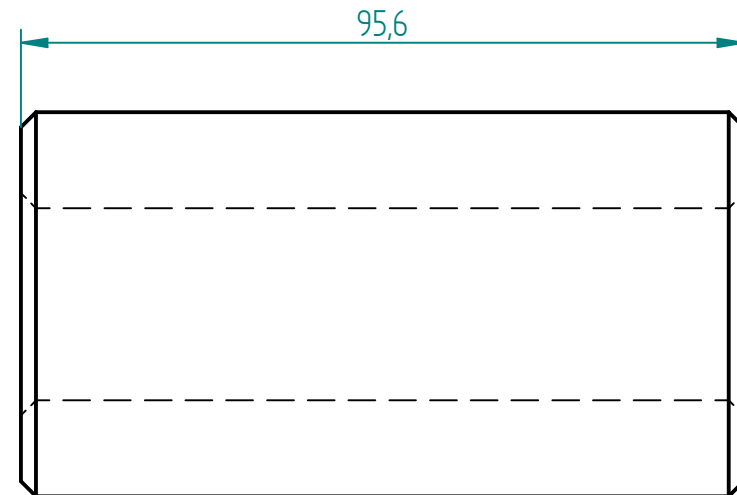
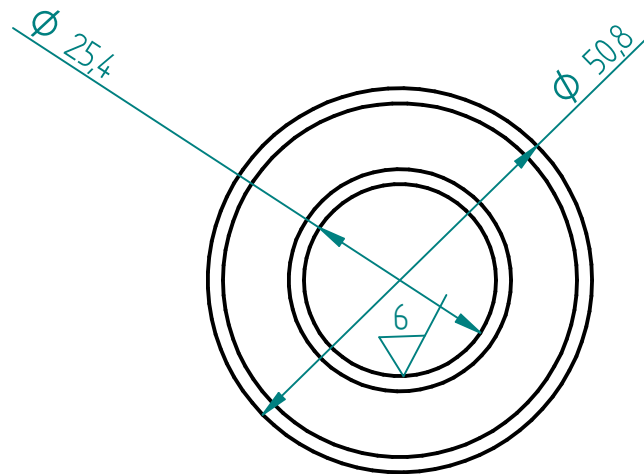


Vista Isometrica
1:3



SOLDADURAS: LOS CORDONES DE SOLDADURA SERÁN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE $a=0.7$ DEL ESPESOR MÍNIMO A SOLDAR SEGUN NORMA AWS D1.1

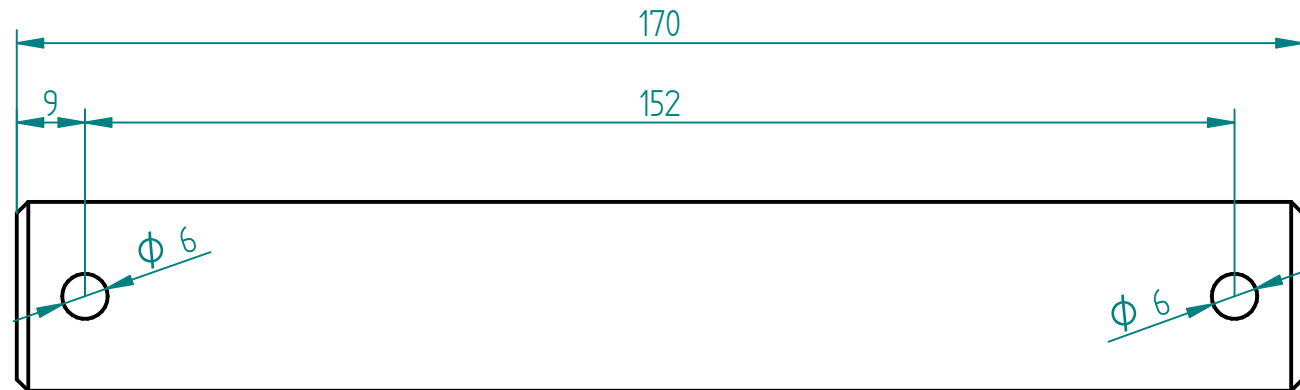
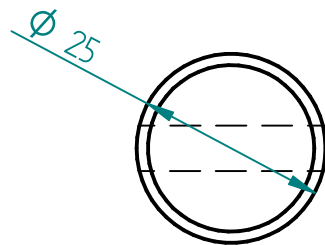
2	Rotula con placa $\varnothing 25$ mm	COMERCIAL	PRAT. 253/15040	1
1	Buje enganche	-	VER PLANO FA-04-10	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Punta de lanza		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E	DISEÑO: Hernández, J. L.
				Ibarra, E. I.
				ESCALAS: 1:2 - 1:3
				FECHA: 12/4/2023
				CÓDIGO: CJ-04-04



MATAR CANTOS VIVOS – TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	REDONDO Ø2" X 100	SAE 1045	LAMINADO EN CALIENTE	1
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Buje enganche		
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario	ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
			ESCALAS:	1:1
			FECHA:	11/4/2023
			CÓDIGO:	FA-04-10

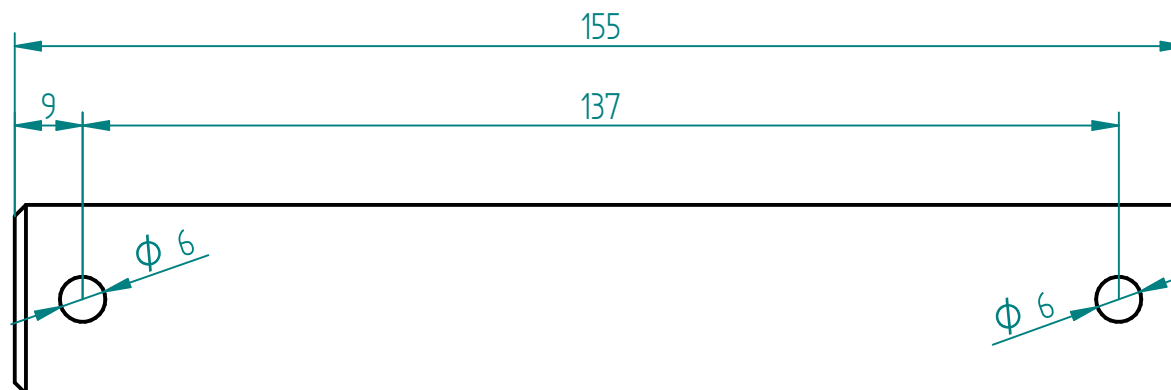
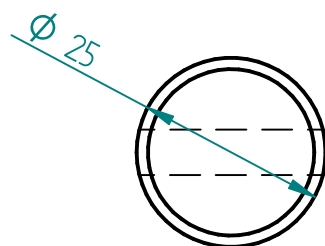
REALIZAR TEMPLE Y REVENIDO



MATAR CANTOS VIVOS – TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

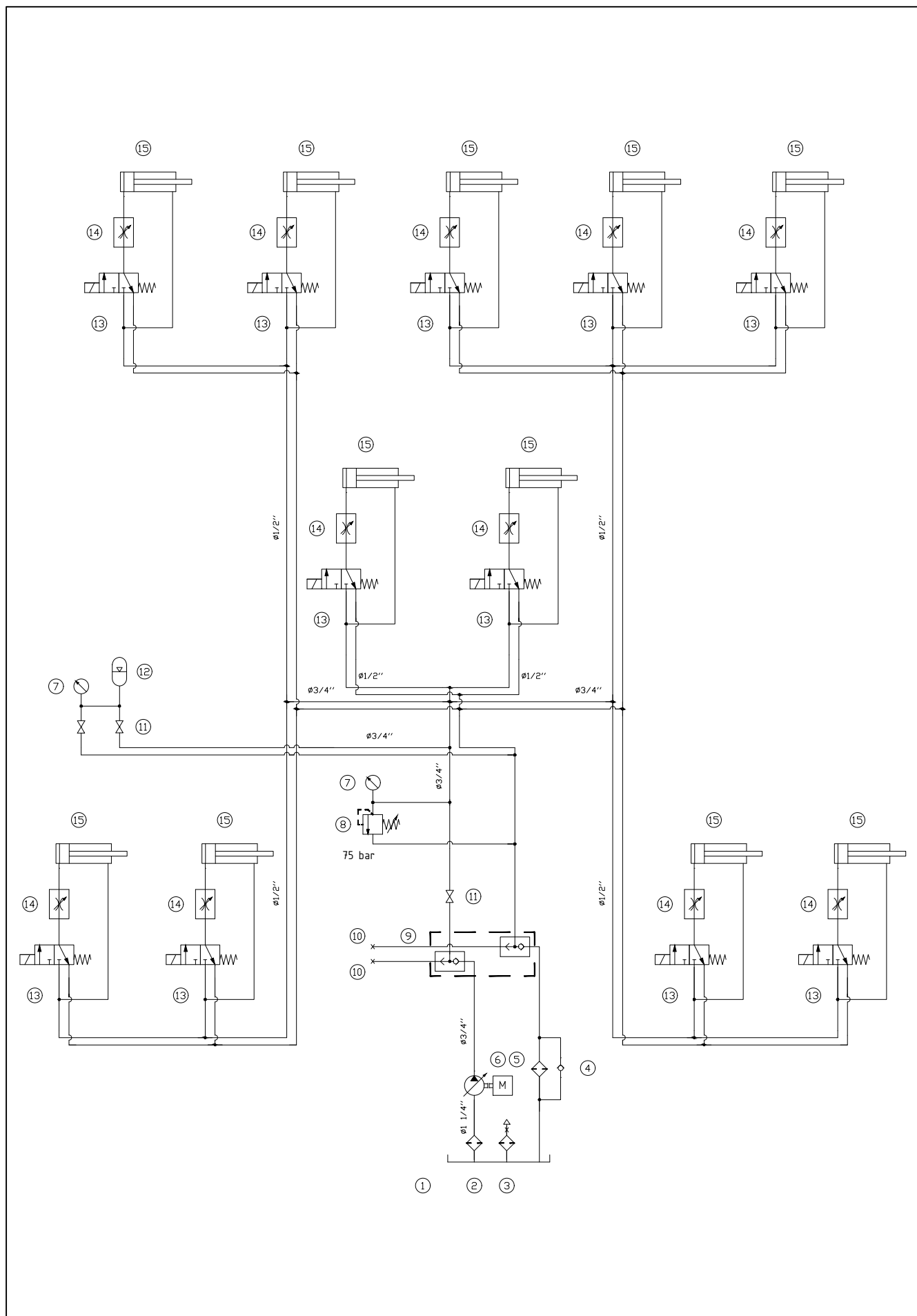
1	REDONDO $\phi 30 \times 175$	SAE 1045	LAMINADO EN CALIENTE	2	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Perno lanza			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E	DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:1
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-04-11

REALIZAR TEMPLE Y REVENIDO

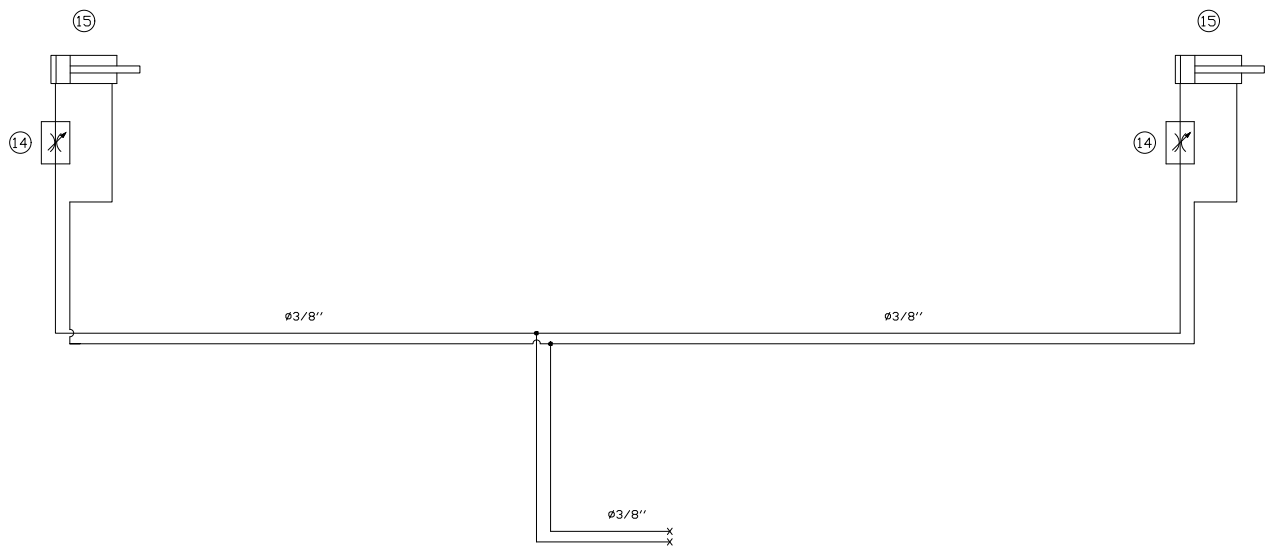


MATAR CANTOS VIVOS – TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768

1	REDONDO $\phi 30$ X 160	SAE 1045	LAMINADO EN CALIENTE	1	
N°	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	
PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		Perno rotula			
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
					Ibarra, E. I.
				ESCALAS:	1:1
				FECHA:	11/4/2023
				CÓDIGO:	FA-04-12



PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		SISTEMA DE CORTE		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario					Ibarra, E. I.
					ESCALAS:	1:1
					FECHA:	05/03/23
					CÓDIGO:	CJ-08-01



PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO

SISTEMA DE LEVANTE

ISO E

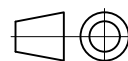
DISEÑO:

Hernández, J. L.

Ibarra, E. I.

eim

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



ESCALAS:

1:1

FECHA:

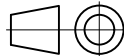
05/03/23

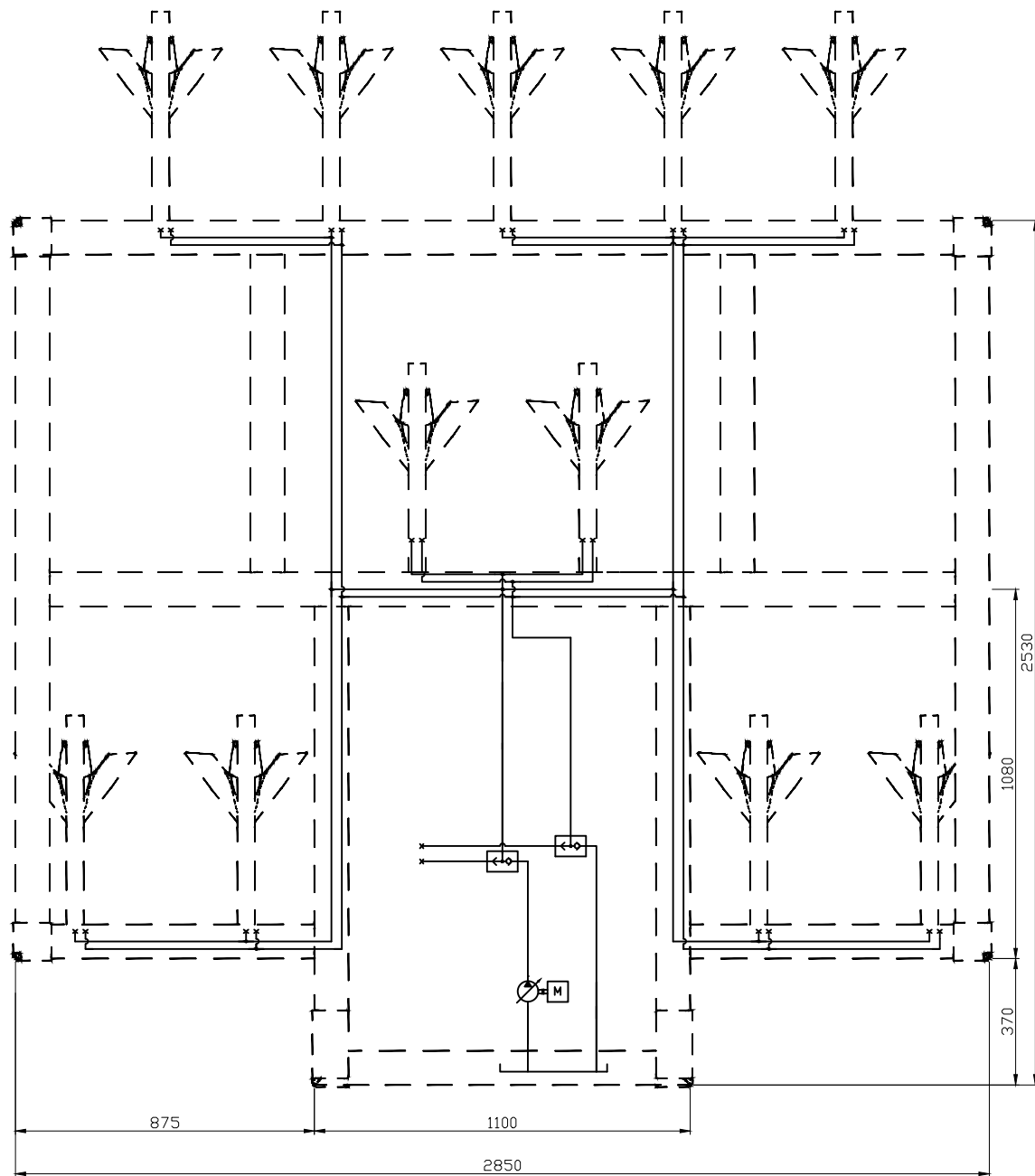
CÓDIGO:

CJ-08-02

LISTA DE COMPONENTES:

1- DEPÓSITO DE ACEITE HIDRÁULICO	10 L	--	--
2- FILTRO DE SUCCIÓN	Pmáx -- bar Qmáx -- L/min -- μm	--	--
3- FILTRO DE RESPIRACIÓN	Pmáx -- bar Qmáx -- L/min -- μm	--	--
4- FILTRO DE RETORNO	Pmáx -- bar Qmáx -- L/min -- μm	--	--
5- MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA ESTACIONARIO	Nmáx 13 HP	HONDA	iGX 390
6- BOMBA DE CAUDAL VARIABLE DE PISTONES AXIALES	Pmáx 350 bar Qmáx 84 L/min	REXROTH	A10VS028DR/31R
7- MANÓMETRO	Pmáx 300 bar	BALFLEX	55.1111.300
8- VÁLVULA DE ALIVIO	Pmáx 400 bar Qmáx 250 L/min	REXROTH	DBDA20G1X/100
9- VÁLVULA SELECTORA DE CIRCUITO	Pmáx -- bar Qmáx -- L/min	--	--
10- ACOPLE RÁPIDO, TOMA DE POTENCIA EXTERNA	Pmáx -- bar Qmáx -- L/min	--	--
11- VÁLVULA DE CIERRE	Pmáx -- bar Qmáx -- L/min	--	--
12- ACUMULADOR HIDRONEUMÁTICO DE DIAFRAGMA	P0 40 bar Pmáx 160 bar V0 3,5 L	REXROTH	HAD3.5-160-2X
13- DISTRIBUIDOR DE CORREDERA 3/2 NA, accionamiento electromagnético y retorno por resorte	Pmáx 350 bar Qmáx 60 L/min	REXROTH	KKDER1CA/HN9V
14- VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL BIDIRECCIONAL	Pmáx 350 bar Qmáx 50 L/min	OFC	FRB90-03
15- CILINDRO HIDRÁULICO DOBLE EFECTO	2 " x 1 1/2 " x 70 mm	--	--

PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		LISTA DE ELEMENTOS		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L.
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario				Ibarra, E. I.	
					ESCALAS:	1:1
					FECHA:	05/03/23
					CÓDIGO:	LE-08-01



PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO

ESQUEMA CAÑERÍA CORTE

ISO E

DISEÑO:

Hernández, J. L.

Ibarra, E. I.

eim

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



ESCALAS:

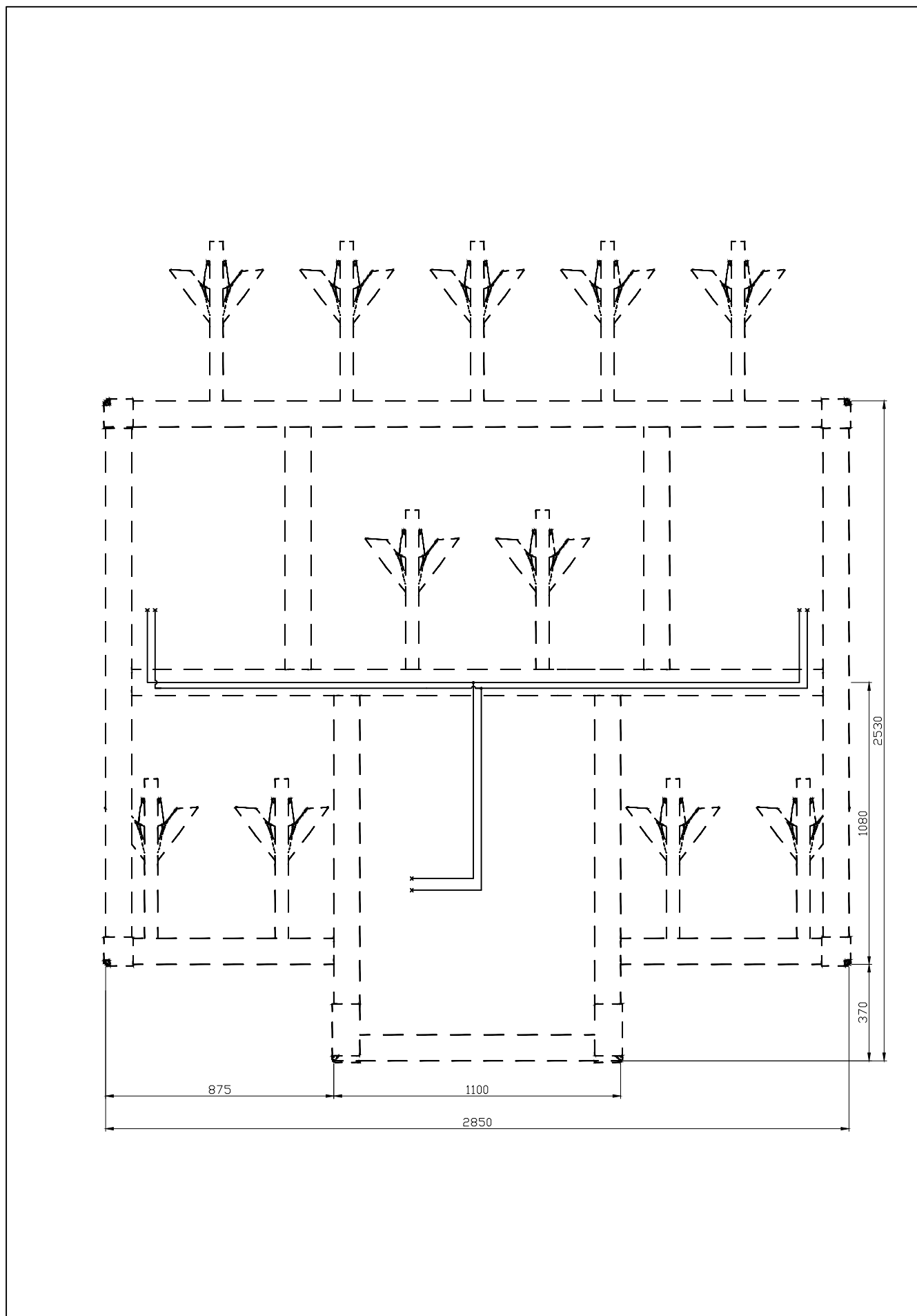
1:1

FECHA:

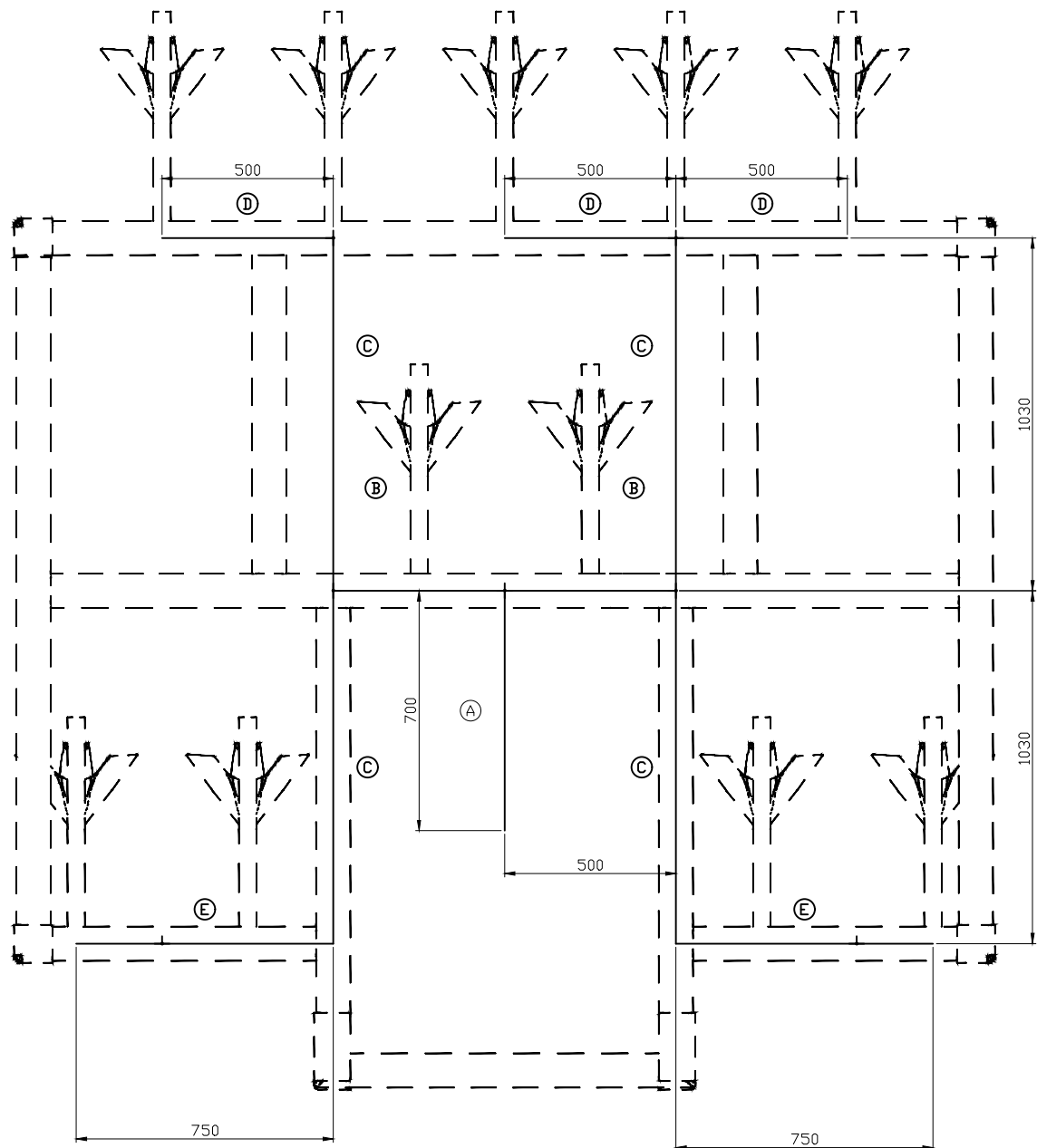
05/03/23

CÓDIGO:

CJ-08-03



PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO		ESQUEMA CAÑERÍA LEVANTE		ISO E 	DISEÑO:	Hernández, J. L. Ibarra, E. I.
	Escuela de Ingeniería Mecánica Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura Universidad Nacional de Rosario				ESCALAS:	1:1
					FECHA:	05/03/23
					CÓDIGO:	CJ-08-04



PROYECTO: DESMALEZADOR MECÁNICO

LARGO CAÑERÍA DE CORTE

ISO E

DISEÑO:

Hernández, J. L.

Ibarra, E. I.

ESCALAS:

1:1

FECHA:

05/03/23

CÓDIGO:

CJ-08-05

eim

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

