



Banco de Pruebas para Fertilizadora de Sólido al Voleo

Genaro Pasquali

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
Año 2022

Banco de Pruebas para Fertilizadora de Sólido al Voleo

Genaro Pasquali

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

Ingeniero Mecánico

Directores:

Guillermo Rodríguez

Juan Sismondi

Pedro Sismondi

Universidad Nacional de Rosario

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Escuela de Ingeniería Mecánica

Rosario, Argentina

Año 2022

Resumen

En este trabajo se realizó el desarrollo del diseño de un banco de pruebas para fertilizadoras de sólido al voleo.

El principal objetivo del banco de pruebas es el de hallar problemas provenientes de la fabricación de la máquina, a modo de asegurar la calidad buscada por las políticas de calidad de la empresa.

Su construcción se realizará en la planta fabril de las máquinas, al igual que su utilización.

Tras el diseño, pudimos constatar que los objetivos planteados fueron cumplidos, al igual que las condiciones impuestas, como fueron que el banco sea compacto y desmontable.

Palabras clave: Máquina – Fertilizadora – Banco – Ensayo – Fabricación

Abstract

In this work, the development of the design of a test bench for broadcast solid fertilizers was carried out.

The main objective of the test bench is to find problems arising from the manufacture of the machine, in order to ensure the quality sought by the company's quality policies.

Its construction will be carried out in the manufacturing plant of the machines, as well as its use.

After the design, we were able to verify that the objectives set were met, as well as the conditions imposed, such as the bench being compact and removable.

Keywords: Machine – Fertilizer – Bench – Test – Manufacturing

Contenido

Resumen	III
Abstract	IV
Contenido	V
Introducción	1
Diagnóstico	1
Variables	1
Condición Límite	3
Objetivos	3
Capítulo 1 - Fertilización y la Máquina Fertilizadora	5
Fertilización	5
Fertilizantes sólidos	6
Técnicas de aplicación	7
Máquinas fertilizadoras	8
Tipos de máquinas fertilizadoras	10
Fertilizadora de sólido al voleo	10
Capítulo 2 – Análisis de la Situación Problemática y Elección de la Solución	12
Análisis de la situación	12
Propósitos	13
Propuestas de solución	13
Propuesta 1	13
Propuesta 2	15
Elección de la solución	16
Capítulo 3 – Desarrollo Banco de Pruebas	17
Pesos, dimensiones y cálculos	17
Cálculo RPM necesarias	17
Plataforma de rodillos	18
Diseño de los rodillos	19
Diseño del cajón	25
Cálculo de potencia necesaria	27
Potencia accionamiento ruedas	27
Plataforma enganche y toma de fuerza	29
Fuerza de tiro	29
Diseño plataforma enganche y toma de fuerza	31
Circuito hidráulico	39
Capítulo 4 – Ensayo de la Máquina Fertilizadora	40
Diagrama de flujo de ensayo	40
Descripción del ensayo	41
5 - Conclusiones y Recomendaciones	48
Conclusiones	48
Recomendaciones	48
Bibliografía	49

Anexos	50
Anexo A: Trefilado seleccionado para eje rodillos	50
Anexo B: Características mecánicas materiales seleccionados	51
Anexo C: Tubos seleccionados	52
Anexo D: Alambre seleccionada para la soldadura	53
Anexo E: Caja porta rodamientos rodillos seleccionada.....	54
Anexo F: Motor hidráulico seleccionado	55
Anexo G: Válvula proporcional reguladora de caudal.....	55
Anexo H: Cilindros hidráulicos seleccionados.....	56
Anexo I: Válvula compensadora de presión.....	56
Anexo J: Caja porta rodamientos toma de fuerza seleccionada.....	57

Introducción

Diagnóstico

La problemática se situará en la fabricación de fertilizadoras de sólido al voleo en la empresa Invezta S.A.

La fabricación de maquinaria agrícola está sujeta a irregularidades. El ensamble de las máquinas no es perfecto. Estas imperfecciones pueden pasar desapercibidas hasta tanto la máquina no comience a trabajar en el destino que le dé su dueño. En el caso de las fertilizadoras de sólido al voleo de arrastre, el comienzo del trabajo viene acompañado de las regulaciones que se deben realizar sobre la máquina a fin de garantizar la dosis de material aplicada tal como lo haya indicado el Ingeniero Agrónomo a cargo. Estas regulaciones pueden ser, la velocidad de avance de la cinta o la altura de la compuerta previa a la caída del material sobre los platos distribuidores, cuyas paletas serán las encargadas de distribuir el material fertilizante. Es práctica común, además de trabajar sobre la regulación de la fertilizadora, el tener que corregir errores propios del proceso productivo según el cual se realizó la fabricación del equipo. Estos errores problemas en componentes hidráulicos, desvío en la cinta transportadora, mal funcionamiento de la compuerta trasera, etc. Es entonces necesario el poder identificar estos problemas como parte del proceso de fabricación mismo, pudiéndose lograr esto con la realización de un ensayo completo, a fin de garantizar confiabilidad y calidad en la fertilizadora. Encargados, quienes deberán estar capacitados, deberán realizar esta tarea, de manera segura, siguiendo un procedimiento previamente acordado, a modo de garantizar la efectividad en la aplicación de este ensayo, además de su seguridad.

Variables

- Capacidad de la máquina: Las capacidades, determinadas por el tamaño de las tolvas, pueden oscilar entre 2500 y 9000 kilogramos.
- Altura de la máquina: Dependiendo de la capacidad de la misma, su altura será distinta producto del tamaño de la tolva. El alto del modelo más chico es 2660 mm y el de la más grande es 3270 mm.
- Largo de la máquina: El largo del chasis varía según lo hace el largo de la tolva. El largo de la máquina más pequeña es 6200 mm y el de la más grande es 7875 mm.

- **Peso de la máquina:** Cuanto mayor sea su capacidad, mayor será el tamaño de la tolva y del chasis, por lo tanto mayor será su peso. El peso de la máquina más pequeña es 2500 kg y el de la más grande es 3900 kg.
- **Trocha de la máquina:** La trocha de la máquina puede tomar dos valores. Puede ser de 2100 o 2550 mm.
- **Caudal circuito hidráulico:** Caudal de fluido hidráulico que circula por los componentes hidráulicos de la máquina más el que necesario para el funcionamiento de los componentes hidráulicos del banco de pruebas. Éstos son válvulas y, dependiendo el modelo, uno o más motores hidráulicos. Al ser del tipo de arrastre, el fluido será provisto por el circuito hidráulico del tractor.
- **Presión circuito hidráulico:** La presión para una aplicación típica en la industria agrícola puede variar de 60 a 250 bar.
- **Corriente en actuador lineal de compuerta:** La compuerta trasera, sobre la cinta transportadora, regula la altura de material que pasa por ella. Su altura se encuentra regulada por un actuador lineal eléctrico. La energía eléctrica que lo alimentará será provista por el tractor. La corriente sin la obstrucción de la compuerta es de 25 A, pero en caso de desperfecto esta podría variar, aumentando.
- **Altura de la compuerta trasera:** La misma se regula para permitir, o no, el paso de material hacia los platos distribuidores. La altura varía de 0 a 300 mm.
- **Velocidad de giro de cinta transportadora:** La velocidad de giro se selecciona de acuerdo a la dosis de material que se desea aplicar. Puede variarse por velocidad de avance del tractor o hidráulicamente, si se alimenta a través de un motor hidráulico.
- **Velocidad de giro de mando cardánico:** El mando cardánico alimentará la distribución trasera según el tipo de máquina. Ésta, también puede ser accionada hidráulicamente a través de un motor hidráulico.
- **Velocidad de avance del tractor:** Será la velocidad de trabajo, y estará en directa relación con la superficie cubierta por unidad de tiempo. Esta puede variar entre 6 Km/h y 10 Km/h.
- **Número de personas que participarán:** En la actualidad, un operario es el encargado de darle un “último vistazo” a la máquina. En ensayo debería poder realizarse con tan solo una persona, aunque dos operarios también podrían adecuarse a la tarea.
- **Velocidad de giro de mando cardánico en el banco de pruebas:** El mando se conectará directamente al de la máquina y éste alimentará la distribución de la misma. La velocidad de trabajo es 540 RPM.

- Velocidad de giro de la rueda del tractor: La velocidad de avance del tractor puede ser en trabajo de hasta 10 km/h. Considerando un rodado correspondiente tendremos la velocidad angular necesaria. Establecemos un rango de velocidades de 140 a 230 RPM.

Condición Límite

El principal condicionante que nos encontramos de cara a la búsqueda de una solución, será el espacio disponible. La planta en donde se fabrican las máquinas se encuentra ocupada casi en su totalidad, lo que no nos deja mucho espacio disponible para la instalación del banco de pruebas. Es por ello, que se decidió que el mismo sea pequeño y, sobre todo, que pueda ser desmontado.

Al mes, la producción de máquinas es de 12 unidades, siendo despachadas todas las semanas nuevas fertilizadoras, las cuales pueden transportarse siendo arrastradas o con la utilización de un remolque.

El área de ensamblaje tiene lugar para un total de 5 máquinas, con lo que el ensayo debería realizarse en el momento previo al despacho de la máquina. Es por ello, que se designará un sector, justo a la salida de la planta fabril donde se ubicará el banco de pruebas, el cual como se comentó, se buscará que pueda ser desmontado tras el ensayo de las máquinas.

A su vez, el desarrollo del banco de pruebas será realizado, al igual que su uso, según lo establecido por la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo LEY N°29783.

Objetivos

- El objetivo principal será realizar un completo análisis de la máquina para asegurar su confiabilidad y calidad, previo a la entrega al cliente. Optimizar el tiempo del servicio técnico en la entrega de la máquina, para ser aprovechado por el cliente en asuntos concernientes a la puesta a punto de la misma, trabajando sobre la dosis que se va a aplicar y como determinarla, considerando tipo de fertilizante y otras variables.
- Garantizar el correcto funcionamiento de la compuerta trasera. Queremos verificar que la misma realice la apertura y el cerrado, sin inconvenientes, sin obstaculizarse ni engranarse por una posible mala alineación u otro problema existente.
- Asegurar el correcto posicionamiento de los sensores ubicados en la rueda de mando de la máquina y en el reductor que da movimiento a los platos. Se buscará verificar que la distancia a la que se ubica el sensor sea una distancia óptima de modo que se produzcan las lecturas necesarias para el correcto funcionamiento de la distribución.

- Realizar un análisis de las vibraciones existentes en la bandeja trasera, a fin de detectar inconvenientes y poder corregirlos. De lo contrario, producto de la fatiga producida, uno o varios bulones se verían severamente afectados. Las fuentes de vibraciones pueden ser el mando cardánico principal o los platos de distribución.
- Asegurar la correcta alineación de la cinta transportadora. En caso contrario, un desajuste podría provocar un desgaste excesivo en uno de los lados de la cinta, pudiendo provocar un desgarro y su consiguiente ruptura, quedando así inutilizable uno de los componentes más costosos de la máquina.
- Verificar el correcto funcionamiento de los motores hidráulicos presentes en la distribución de la máquina (si corresponde) y en mando de la cinta transportadora.
- Verificar el correcto funcionamiento de la válvula que regula el caudal entregado al motor hidráulico presente en la distribución (si correspondiese), la cual es una válvula proporcional simple de 18 L/min.
- Verificar el correcto funcionamiento de la válvula que regula el caudal entregado al motor hidráulico que acciona la cinta transportadora, la cual es una válvula proporcional 2/3 vías 32 L/min.
- Generar para los operarios, que realizarán el testeo de la máquina, un entorno agradable, con indicaciones claras, con especial énfasis en lo que respecta a ergonomía, seguridad y cuidado del medioambiente.

Capítulo 1 - Fertilización y la Máquina Fertilizadora

Fertilización

Los fertilizantes son compuestos químicos que se transforman en nutrientes para las plantas. Cuando son de origen natural, generalmente se los denomina “abonos” por ejemplo el estiércol, el abono verde (incorporar un cultivo), o enmiendas, o también llamados “correctores”, por ejemplo el yeso (sulfato de calcio). La fertilización es una práctica muy usada en los cultivos intensivos y cada día tiene mayor importancia en los cultivos extensivos.

Un cultivo requiere energía y nutrientes. La energía la provee el sol y los nutrientes pueden ser naturales, devenidos de la descomposición química de la materia orgánica o químicos de síntesis.

Estrictamente hablando, la fertilización es una técnica que se emplea para nutrir tanto a la planta como al suelo que la sustenta. En el ámbito agrícola, la fertilidad es una medida de la riqueza nutricional del suelo.

Los fertilizantes aportan al suelo o a las plantas una gran variedad de nutrientes, como pueden ser nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, fósforo, azufre, cloro, hierro, boro, manganeso, zinc, cobre, etc.

Los nutrientes pueden ser aplicados al suelo o vía foliar por medio de fertilizantes, los que de acuerdo a su forma física pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos (como el amoníaco anhidro NH_3), pero en nuestro país los utilizados más comúnmente son los sólidos y en segundo término los líquidos.

Las propiedades físicas de un fertilizante influyen en el transporte, el almacenamiento y la aplicación. Por ejemplo, la urea es higroscópica, es decir se hidrata cuando se abre la bolsa, en contacto con el ambiente. Así también el tamaño y la forma de las partículas, formas esféricas “corren” fácilmente, en relación a formas angulares. Por lo tanto es fundamental tener en cuenta qué tipo de fertilizantes estamos manipulando y en qué ambiente se encuentran para su almacenamiento.

Fertilizantes sólidos

Existen diversas clasificaciones para los abonos sólidos. Las fuentes de fertilizantes sólidas incluyen fertilizantes simples y compuestos. Los fertilizantes simples constituyen los productos que contienen un nutriente y los fertilizantes compuestos aquellos que contienen al menos dos nutrientes. Los compuestos pueden resultar de mezclas químicas o mezclas físicas. Las mezclas químicas son fertilizantes con contenido idéntico de nutrientes en cada gránulo, que se forman combinando en el mismo al menos dos nutrientes en el proceso de elaboración. Las mezclas físicas son directas de dos o más productos en los cuales cada gránulo o perla conserva la composición del producto original.

Se consideran fertilizantes granulados aquellos en los cuales el material sólido se forma en partículas de un tamaño medio predeterminado.

Los fertilizantes perlados son aquellos en los cuales la perla se obtiene por solidificación de gotas de fertilizantes o por cristalización en condiciones especiales.

Las dosis pueden variar entre 50 y 1500 kg/ha. Ésta dependerá de las condiciones específicas del suelo, clima, cultivo y de la aplicación.

Dado que el producto se distribuirá en dosis relativamente bajas, equivalentes a unos gramos por metro cuadrado, una característica muy importante de los abonos sólidos es que posean facilidad de distribución. Cuanto menor sea el tamaño de las partículas, mayor dificultad presentará para su distribución. A continuación se adjunta una tabla con algunas de las características más importantes a la hora de analizar las cualidades de un fertilizante sólido.

Tabla 1-1: Características principales fertilizantes sólidos

			Estado físico	Densidad (kg/l)	Higroscopicidad
Nitrogenados	Amoniacales	Sulfato amónico	Cristalizado	1,08	Débil
		Cianamida cálcica	Polvo o granulado	1,00 - 1,05	Nula
		Fosfato amónico	Cristalizado	1,00	Nula
		Urea	Granulado	0,71	Nula
	Nítricos	Nitrato de cal	Triturado	1,00	Elevada
		Nitrato sódico	Cristalizado	1,25	Débil
		Nitrato potásico	Cristalizado	1,00	Débil
	Nítrico-amoniacales	Nitrato amoniaco	Granulado	1,25	Alta
Fosfatados		Superfosfato	Polvo	1,00	Débil
		Escorias	Polvo	2,00	Débil
		Fosfatos naturales	Polvo	1,28	Nula
Potásicos		Cloruro potásico	Cristalizado	1,00	Débil
		Sulfato potásico	Cristalizado	0,90	Débil

Los abonos granulados se componen de gránulos entre 2,5 y 4 mm de diámetro y los abonos pulverizados de partículas de 0,001 a 0,1 mm. Los de tipo cristalizado son partículas comprendidas entre 0,2 y 1 mm.

Es importante además, para una correcta distribución, particularmente para una correcta penetración a través del aire, la esfericidad de los fertilizantes sólidos. Otros factores que influyen son la higroscopicidad del abono, con el consiguiente contenido de humedad, la dureza o friabilidad de los gránulos y la densidad, planteando especiales exigencias a los equipos, que se verán obligados a utilizar materiales anticorrosivos en los elementos de la distribución y almacenaje del material.

Las partículas de mayor densidad podrán obtener anchos de trabajo mayores. Para los fertilizantes simples la densidad recomendada será de 0,85 a 1,05 kg/lts y para los compuestos será de 0,90 a 1,20 kg/lts.

Técnicas de aplicación

Tenemos tres tipos principales de técnicas de aplicación, que pueden ser superficial, incorporada o foliar.

Superficial es cuando se aplica sobre la superficie del suelo, pudiendo ser en cobertura total (al voleo) o en línea. Al voleo es cuando la distribución se realiza sobre todo el terreno y en línea cuando se concentra en una franja de superficie estrecha a intervalos regulares.

Incorporada es cuando se deposita debajo de la superficie del suelo; para ello se utiliza una máquina agrícola que posee una púa o un doble disco. Cuando la aplicación es previa o posterior a la siembra, la incorporación es a intervalos regulares. Cuando la aplicación es simultánea a la siembra, se habla de incorporación localizada, por ejemplo al costado y por debajo de la semilla. O al costado de la misma, y en nuestro país se realiza con la propia máquina sembradora.

Foliar es cuando se aplica un líquido sobre las plantas, o sea, sobre las hojas. Generalmente se realiza con una máquina pulverizadora.

Máquinas fertilizadoras

Para la descripción del funcionamiento de la máquina fertilizadora, nos centraremos principalmente en aquellas utilizadas para la distribución superficial del material, la cual será de nuestro interés para el desarrollo de este trabajo.

La distribución superficial de cualquier producto sólido se basa en la dosificación en un caudal constante, regulable, en términos de masa / unidad de tiempo (kg/min o kg/h). Cuando se multiplica este caudal volumétrico por la densidad del material se obtiene lo que se denomina “gasto”.

$$G_r = \frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{\Delta V}{\Delta t} \cdot \gamma \quad (1.1)$$

Siendo:

G_r = caudal o “gasto”, (kg/s, kg/min, kg/h, g/s, g/min)

ΔV = volumen distribuido, (m³, lts, cm³)

Δt = unidad de tiempo, (s, min, h)

Δm = masa distribuida, (kg, g)

γ = densidad del producto, (kg/m³, kg/lts, g/cm³)

La dosificación se realiza de manera generalizada por medio de dosificadores de compuerta o trampilla.

La medida del volumen unitario se basa en la superficie abierta a la salida del material de una compuerta, la cual es regulable. En el caso más simple, la trampilla es rectangular y se regula su altura de apertura. Esta altura puede ser regulada de manera manual o a través de un actuador eléctrico. La forma de la trampilla también suele ser de tipo trapecial o redonda. La superficie de la trampilla es entonces la regulación de este tipo de dispositivo dosificador, con lo cual se da la siguiente relación:

$$C_r = S \cdot v_{ar} \cdot \gamma \cdot \eta_v \quad (1.2)$$

Siendo:

S = superficie de apertura de la trampilla

v_{ar} = velocidad de salida (o de arrastre) del abono. Esta velocidad es la de arrastre del material por parte de una de una cinta de alimentación (cuando esta existe).

η_v = coeficiente de rendimiento volumétrico, que es adimensional, y se establece empíricamente, para cada tipo de compuerta y de producto.

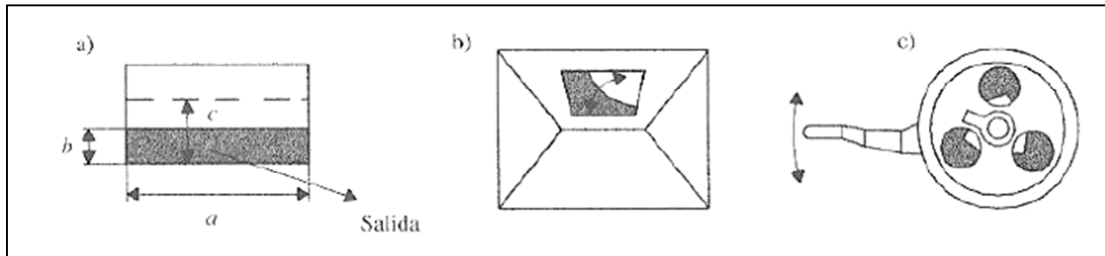


Imagen 1-1: Trampillas dosificadoras a) rectangular b) trapecial c) curva

Queda así establecida la dosis superficial, como la relación entre el producto distribuido por unidad de tiempo y la superficie cubierta en la misma unidad de tiempo:

$$D = \frac{G_r}{S_t} = \frac{G_r \cdot 10}{v \cdot a_u}, (\text{kg/ha}) \quad (1.3)$$

De aquí resulta que las regulaciones principales de la dosis de una abonadora y, con toda generalidad, de cualquier máquina móvil continua que distribuye productos sólidos, son las siguientes:

- Posición de la trampilla de alimentación (G_r).
- Velocidad de avance del tractor (v).
- Anchura útil (a_u).

Para una posición del dosificador fija, cualquier variación en la velocidad de avance o en la anchura de trabajo afectará la dosis superficial, de formas proporcional por falta de uniformidad de la aplicación.

Tipos de máquinas fertilizadoras

Según el sistema de descarga de las partículas al suelo se distinguen diversos tipos de abonadoras:

- a) De anchura de distribución fija, correspondiente al ancho de la máquina. Estas pueden ser:
 - Por gravedad.
 - Neumáticas.
 - En líneas o localizadoras.
- b) De anchura de distribución variable. La principal variante de este tipo son las siguientes:
 - Centrifugas o de proyección (distribución al voleo). Una vez dosificado, el material cae sobre unos elementos dotados de movimiento giratorio u oscilante, siendo proyectados a gran distancia, por efecto de la fuerza centrífuga. Resultan adecuadas para abonos granulados de granulometría constante, como puede ser Urea. La anchura de aplicación es mucho mayor a la de la máquina.

Fertilizadora de sólido al voleo

La máquina en la cual centraremos nuestra atención será en las fertilizadoras de sólido al voleo, de arrastre, que son los tipos de máquinas producidas por la empresa y sobre las cuales realizaremos los ensayos pertinentes para lograr los objetivos planteados en la introducción.

Las fertilizadoras poseen una tolva, en cuyo fondo se encuentra una cinta, que alimentará de material a los platos, o discos, distribuidores. Luego de la cinta, el material es enviado hacia unos conos, a través de los cuales se deslizará hasta caer sobre los discos. Recordemos que el caudal de material se encontrará regulado por una compuerta en altura, variando su sección y así el volumen de material que es alimentado.

Las capacidades de la tolva variarán de acuerdo al tamaño de la máquina, según la cual se clasifican. Tendremos tolvas con una capacidad de 3000 kilogramos a tolvas de 9000 kilogramos.

El caudal de abono cae sobre el disco, en una posición descentrada respecto de su eje. La distancia al centro del eje influye en la anchura máxima de distribución de las partículas, variable desde 8 hasta 40 metros.

Las partículas de material fertilizante salen proyectadas a lo largo de unos nervios o “paletas”, que en número de a cuatro van montadas sobre los discos, en una zona en forma circular. La longitud, y la posición de estas paletas respecto al radio del disco, así como su forma, influyen, junto con la velocidad de giro de los discos, y el punto de descarga del abono sobre los mismos, en la velocidad de salida y por lo tanto en la distancia de proyección de las partículas. Finalmente, la altura de los discos sobre el suelo afecta a la anchura de la distribución.

Las fertilizadoras de sólido al voleo no son adecuadas para productos pulverulentos, utilizándose solo productos granulados. En este caso, la granulometría afecta a la anchura de distribución y por lo tanto a la ancho de trabajo. Es por este motivo que para cada material, se realizan ensayos para determinar las dosis adecuadas para cada tipo de cultivo.

Componentes de la máquina

- Tolva: Allí se almacenará el material, estará posicionada sobre la cinta y soportada por el chasis. Las capacidades pueden variar, de 3000 a 9000 Kg.
- Cinta alimentadora: Accionada mecánicamente o hidráulicamente, posee un movimiento que alimenta de material a la distribución, el cual desciende desde la tolva siendo antes filtrado por un sistema de rejillas que evitan el paso hacia los platos de objetos contundentes que podrían dañarlos.
- Cinta alimentadora: Accionada mecánicamente o hidráulicamente, posee un movimiento que alimenta de material a la distribución, el cual desciende desde la tolva siendo antes filtrado por un sistema de rejillas que evitan el paso hacia los platos de objetos contundentes que podrían dañarlos.
- Platos distribuidores: Conjunto de dos platos, al igual que la cinta pueden encontrarse accionados mecánicamente, a través de la toma de fuerza de la máquina, o hidráulicamente. Serán los encargados de arrojar el material hacia los costados logrando el ancho de labor deseado. Construidos en acero inoxidable, cuentan con un juego de paletas que serán las que impactarán el material.
- Compuerta trasera: Accionada manualmente o con la utilización de un actuador eléctrico, la misma será la encargada de, regulando su altura, controlar la cantidad de material que es alimentado a los platos. Dicho de otra manera, será nuestra principal herramienta para controlar la dosis de material que queremos aplicar, siendo nuestra otra herramienta la velocidad de avance de la máquina.

Capítulo 2 – Análisis de la Situación Problemática y Elección de la Solución

Análisis de la situación

Tal como se desarrolló en la introducción, en la fabricación de maquinaria agrícola, podemos hallar problemas en el armado de las máquinas.

Para el desarrollo del presente proyecto, nos centraremos en los problemas que pueden hallarse en una fertilizadora de sólido al boleó, de arrastre, como identificar estos problemas y como solucionarlos.

El hecho de que la máquina presente problemas luego de su fabricación tiene un impacto en dos cuestiones que son claves.

- La primera, es que los miembros del servicio técnico, ocuparán su tiempo, y recursos de la empresa, para corregir errores que debieron ser detectados durante el armado de la fertilizadora, en lugar de ocuparlo, como se comentó, en la calibración y puesta a punto del equipo según lo solicitado por el productor.
- Lo segundo, es la imagen de la empresa. Estas máquinas, sin importar el modelo, poseen un precio elevado y es el productor quien deposita su confianza y su dinero en la marca. Es crucial que el funcionamiento del equipo sea el correcto una vez entregado al cliente.

Para evitar esta situación, lo que conlleva las complicaciones mencionadas, lo que se propone es realizar un ensayo de las máquinas una vez finalizado su armado, para asegurar la calidad buscada en las mismas.

Para esto, lo que se propone es el diseño y construcción de un banco de pruebas, en el cual se ubicará la máquina. A su vez, se propone la confección de un detallado instructivo, con técnicas y maniobras precisas para determinar el estado de la máquina, que nos permita identificar errores y que detalle a su vez el modo en que se deben corregir estos.

Propósitos

A continuación, se listarán en detalle los propósitos del banco de pruebas. Es decir, que necesidades deberá satisfacer de manera que nos permita cumplir con los objetivos propuestos.

- Dar movimiento rotativo a las ruedas de la máquina. También será fundamental variar esta velocidad, a modo de poder evaluar el estado de la máquina en distintas dosis, ya que en uno de los modelos, a través de un mando cardánico es la rueda la que comanda a velocidad de giro de la cinta transportadora.
- Dar movimiento rotativo al mando cardánico de la máquina. Mando el cual, dependiendo el modelo, alimentará a los platos distribuidores.
- Alimentar hidráulicamente a la válvula proporcional que da paso al fluido hidráulico que alimentará el motor hidráulico de la cinta transportadora.
- Alimentar hidráulicamente a la válvula proporcional que da paso al fluido hidráulico que alimentará el motor hidráulico de los platos distribuidores (si correspondiese).
- Suministrar energía eléctrica al actuador presente en la compuerta trasera, el cual regula su altura y sumado al giro de la cinta se encarga de regular la dosis.
- Suministrar energía eléctrica a las válvulas proporcionales presentes en la máquina, el cual regula su altura y sumado al giro de la cinta se encarga de regular la dosis.
- Suministrar energía eléctrica a las celdas de carga presentes debajo de la tolva, el cual regula su altura y sumado al giro de la cinta se encarga de regular la dosis.
- Montaje y desmontaje de banco de pruebas rápido y ágil.
- Montaje compacto. Debido a la falta de espacio, el banco de pruebas no deberá ocupar una porción considerable de la instalación.

Propuestas de solución

Propuesta 1

Se monta cada rueda de la máquina fertilizadora sobre una plataforma. Esta plataforma estará compuesta por rodillos tipo “jaula de ardilla”, de los cuales uno de ellos a través de su eje estará alimentado de movimiento rotacional por acción de un motor hidráulico. La plataforma contará con una rampa para facilitar el montaje.

El mando cardánico, el cual alimenta el sistema de distribución de la máquina, estará conectado a un eje estriado que será accionado por un motor hidráulico.

El circuito hidráulico estará compuesto por una bomba de piones, una válvula direccional y dos válvulas proporcionales para regular la velocidad de los motores. Una de las válvulas proporcionales será para el motor del mando cardánico y otra para los motores de las ruedas. Esto es necesario para poder regular su velocidad, y así simular de manera adecuada lo que ocurre en el campo cuando se desea variar la dosis o el ancho de labor.

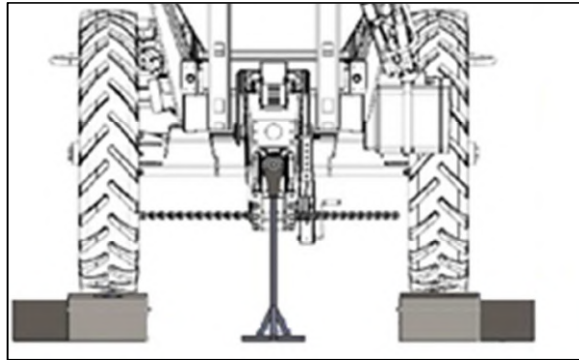


Imagen 2-1: Vista frontal propuesta 1

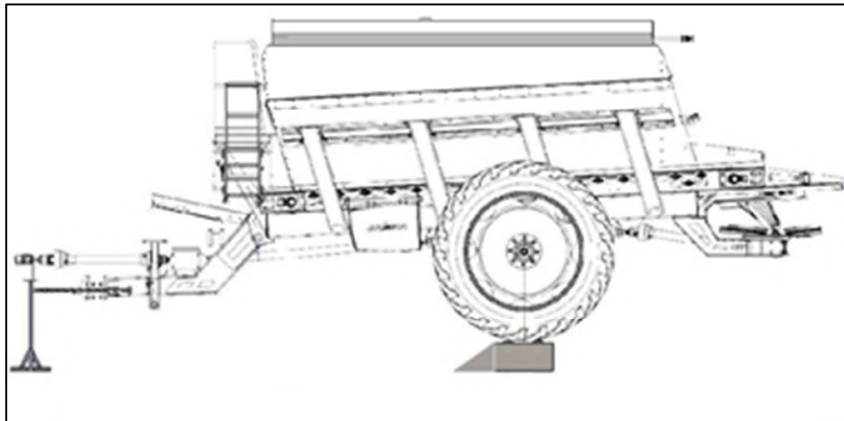


Imagen 2-2: Vista lateral propuesta 1

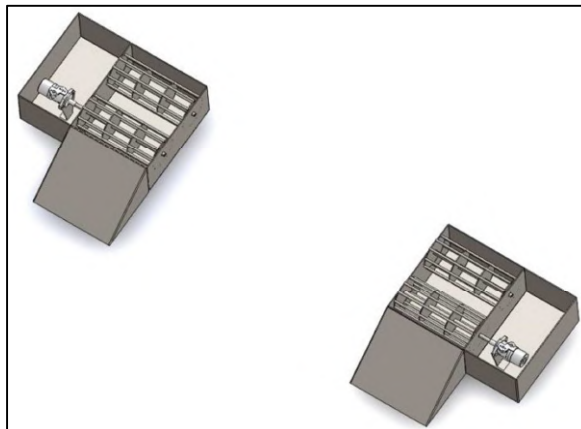


Imagen 2-3: Vista isométrica plataformas propuesta 1

Propuesta 2

Se colocan cuatro apoyos debajo de la máquina y accionados por un cilindro hidráulico cada uno elevan la máquina generando la pérdida de contacto de las ruedas de la fertilizadora con el suelo.

Las ruedas serán giradas, en vacío, por la acción de dos motores hidráulicos que estarán montados sobre un apoyo debidamente sujetado.

El circuito hidráulico estará compuesto por una bomba, una válvula direccional, una válvula direccional para los cilindros y dos válvulas proporcionales para regular la velocidad de los motores. Una de las válvulas proporcionales será para el motor del mando cardánico y otra para los motores de las ruedas. Esto es necesario para poder regular su velocidad, y así simular de manera adecuada lo que ocurre en el campo cuando se desea variar la dosis o el ancho de labor.

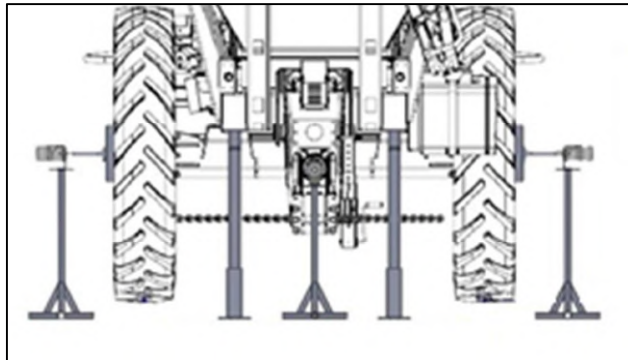


Imagen 2-4: Vista frontal propuesta 2

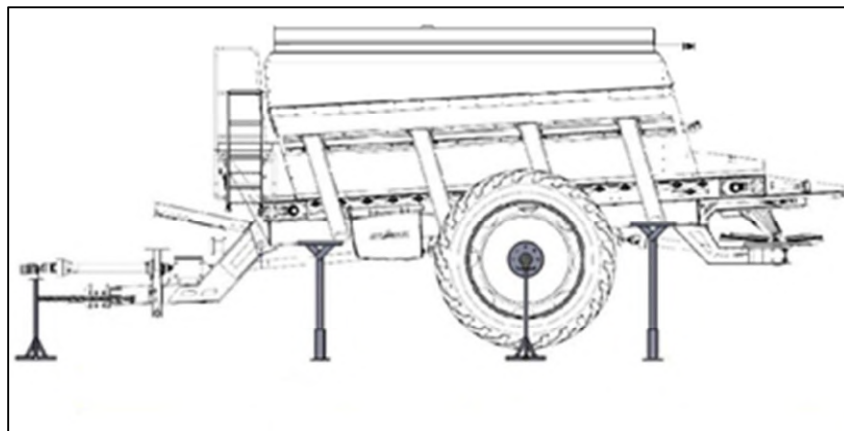


Imagen 2-5: Vista lateral propuesta 2

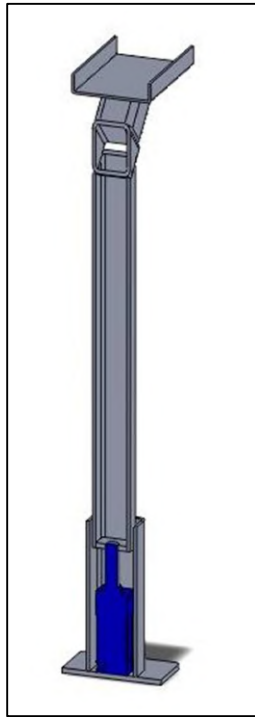


Imagen 2-6: Vista de corte cilindros propuesta 2

Elección de la solución

Ambas propuestas de solución abordan los propósitos de manera satisfactoria, sin embargo, existe un inconveniente con una de las propuestas que hará decantarnos por una de las dos opciones.

La propuesta 2 posee una ventaja muy interesante, y es que el banco de pruebas mismo podría actuar como una cuna para el chasis de la máquina, con lo que podría realizarse el armado de la máquina sobre el banco de pruebas mismo, solo deberíamos colocar los accionamientos una vez completado el armado y ya estaríamos en condiciones de ensayar la máquina fertilizadora. Sin embargo, el principal inconveniente con esta propuesta de solución, es que las ruedas de la máquina serían accionadas en vacío, con lo que a la alineación de las campanas, vibraciones, entre otros factores que queremos estudiar respecta, estaríamos evaluando condiciones muy alejadas de la realidad, las cuales podríamos encontrarnos en el campo mientras la máquina se encuentra realizando su labor. Es por ello que la opción seleccionada será la PROPUESTA 1.

Capítulo 3 – Desarrollo Banco de Pruebas

Pesos, dimensiones y cálculos

En la siguiente tabla se detalla el peso, las dimensiones y capacidad de la máquina elegida para el desarrollo del banco de pruebas. Se trata de la fertilizadora denominada “TERRAM 9000” el cual es el equipo de mayor tamaño producido por la empresa. Se tomará en consideración este modelo ya que para dimensionar los distintos componentes del banco, en el caso en que satisfagan las exigencias de la máquina de mayor porte, deberían hacerlo sin problemas para las máquinas restantes, las cuales son de un peso menor.

Qm =	9000	[Kg]	Capacidad de la máquina
Hm =	3700	[mm]	Altura de la máquina
Lm =	7850	[mm]	Largo de la máquina
Pm =	3900	[Kg]	Peso de la máquina
TRm =	2100	[mm]	Trocha de la máquina

Tabla 3-1: Peso, dimensiones y capacidad de la máquina

Cálculo RPM necesarias

La velocidad de avance de la máquina, también denominada también velocidad de trabajo, es aquella a la que se traslada el equipo durante el período de tiempo en que se encuentra realizando la labor para la cual fue diseñado.

En el caso de las fertilizadoras de sólido al voleo, esta velocidad de avance estará comprendida, en el mayor de los casos, entre $8 \frac{Km}{h}$ y $10 \frac{Km}{h}$. Es por ello que la velocidad elegida, para realizar los cálculos es de $9 \frac{Km}{h}$.

Otros datos que serán muy importantes para los cálculos, no solo de la velocidad de los accionamientos sino además para los cálculos de energía, son los datos de las ruedas de la máquina.

mr =	150,7	[Kg]	Masa de la rueda
Ør =	1455	[mm]	Diámetro de la rueda
Lxx =	328210	[Kg.cm ²]	Momento de inercia (Obtenido por CAD)

Tabla 3-2: Datos ruedas de la máquina

Otro valor de entrada necesario, será el diámetro de los rodillos tipo “jula de ardilla”. El diámetro seleccionado para éstos será de 200 *mm*. Se selecciona este valor, previendo, en base a la velocidad de avance de la máquina, una velocidad de giro adecuada para el diseño de estos dispositivos, y así facilitar la selección de los componentes del accionamiento. En nuestro caso serán motores hidráulicos de engranajes con dentado exterior.

El cálculo de las RPM de las ruedas de la máquina es el siguiente.

$$\omega_{rm} = \frac{\frac{V_{am}}{3.6}}{\frac{\varnothing_{ruedas}}{2000}} \cdot 60 \quad (3.1)$$

$$\omega_{rm} = 206 \text{ RPM}$$

Así, con el diámetro para los rodillos propuesto y la velocidad definida de avance de la máquina obtenemos la velocidad requerida para el accionamiento.

$$\omega_a = \frac{\frac{V_{am}}{3.6}}{\frac{\varnothing_{rodillos}}{2000}} \cdot 60 \quad (3.2)$$

$$\omega_a = 1500 \text{ RPM}$$

Plataforma de rodillos

Tendremos dos plataformas, una debajo de cada rueda de la máquina. Estarán formadas por los siguientes componentes.

- Rodillos tipo “jaula de ardilla”: Conjunto soldado que irá montado sobre el cajón utilizando cuatro cajas porta rodamiento, un par por cada rodillo. Uno de ellos estará accionado por un motor hidráulico debidamente dimensionado en función de la energía necesaria que se debe entrar.
- Cajón: Será la base de la plataforma. Sobre este irán montados los rodillos, los cuales serán los encargados de transmitir el giro a la rueda de la máquina. Además se dispondrán de tubos, ubicados axialmente, los cuales actuarán como rampa para el ascenso de la máquina sobre la plataforma y darán rigidez a la misma.
- Motor hidráulico: Motor de engranajes con dentado exterior.
- Base de motor hidráulico: Conjunto soldado que irá atornillado al cajón de la plataforma. Deberá soportar el peso del motor y el torque del mismo, de modo que este se transmita a los rodillos y no produzca una deformación en la base.

- Caja porta rodamientos: Cuentan con una carcasa, que actúa de soporte para el rodamiento y los respectivos sellos, que serán necesarios por la posible suciedad del lugar. El rodamiento deberá ser capaz de soportar las cargas verticales y longitudinales, las cuales se calcularán más adelante.

Lo descrito puede observarse en la siguiente imagen.

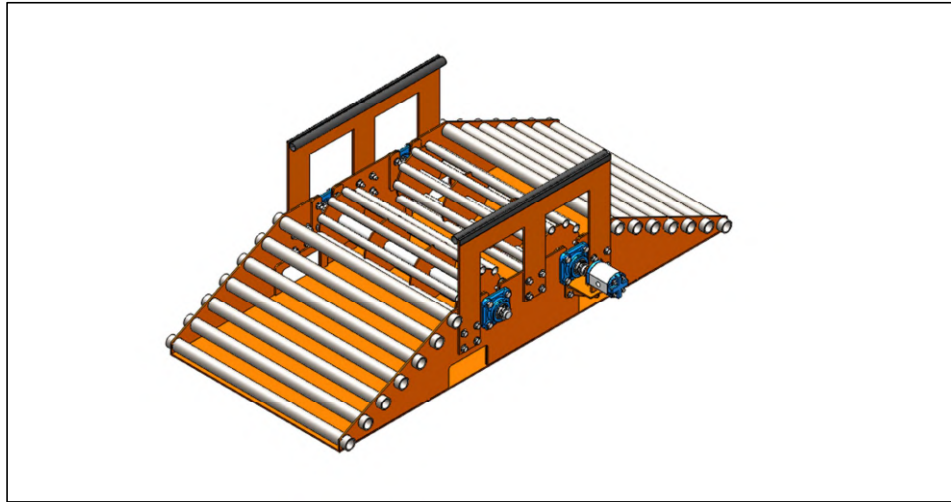


Imagen 3-0: Plataforma de rodillos

Diseño de los rodillos

Los rodillos estarán contruidos utilizando un eje central, al cual se soldarán cuatro discos, con muescas donde se ubicarán pre montados unos tubos, los cuales irán soldados a los discos.

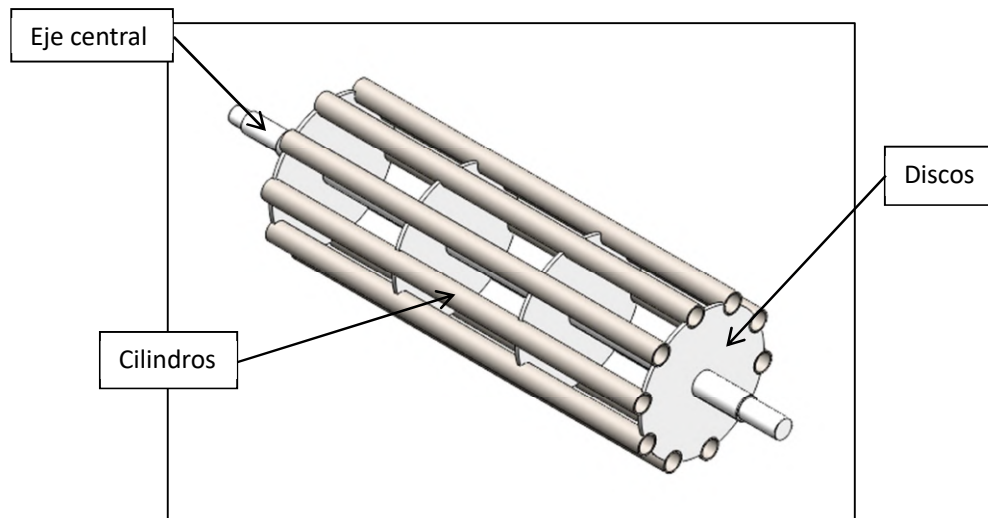


Imagen 4-1: Rodillo tipo "jaula de ardilla"

La principal función de los rodillos será transmitir el torque desde el motor hidráulico a la rueda. Además, deberán ser capaces de soportar la carga producto del peso la máquina. Los tubos ubicados paralelos al eje, no solo soportarán a la máquina, sino que además serán los encargados de dar rigidez al conjunto, evitando el pandeo del eje ante la acción de la carga vertical.

Tendremos dos tipos de rodillos, uno simétrico desde el plano central, y uno en el cual uno de sus extremos tendrá un agujero con la presencia de un chavetero, dentro del cual irá el eje del motor hidráulico junto con la chaveta que será la encargada de transmitir el torque.

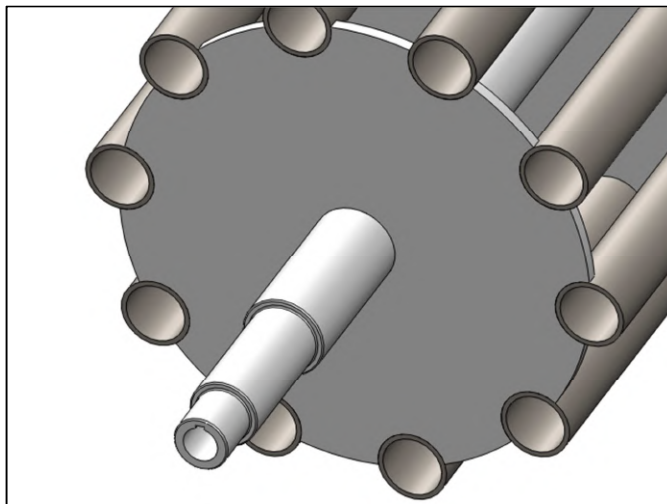


Imagen 3-2: Extremo rodillo con chavetero

Cálculo de reacciones y cargas sobre los rodillos

Con la utilización de un programa de diseño asistido, podemos obtener la posición precisa del centro de masa de la máquina.

(Imagen máquina con centro de masa R_a y R_b)

Siendo.

- P_m : Peso de la máquina.
- R_a : Reacción en apoyo delantero.
- R_b : Reacción en apoyo trasero.

- Z_a : Distancia CM a apoyo delantero.
- Z_b : Distancia CM a apoyo trasero.

Sumatoria de fuerzas y momentos.

$$\sum F_y = R_a + R_b - P_m = 0 \quad (3.3)$$

$$\sum M_a = R_b \cdot L_m - P_m \cdot z_a = 0 \quad (3.4)$$

De (3.4) tenemos que:

$$R_b = \frac{P_m \cdot Z_a}{L_m} \quad (3.5)$$

En (3.3) queda:

$$R_a = P_m - \frac{P_m \cdot Z_a}{L_m} \quad (3.6)$$

Si la distancia desde el apoyo delantero al CM es la siguiente:

$$Z_a = 3000 \text{ mm}$$

Obtenemos ambas reacciones.

$$R_a = 10,9 \text{ KN}$$

$$R_b = 27,3 \text{ KN}$$

A su vez, la carga en el apoyo trasero estará dividida en las dos ruedas, con lo que la reacción por rueda será:

$$R_{b_{rueda}} = \frac{R_b}{2} \quad (3.7)$$

Entonces, esta será la carga que deberá soportar cada plataforma.

Analizaremos a continuación el contacto de la rueda de la máquina con los rodillos.

El diámetro propuesto para los rodillos será de 200 mm y la distancia entre los ejes de los mismos será de 300 mm.

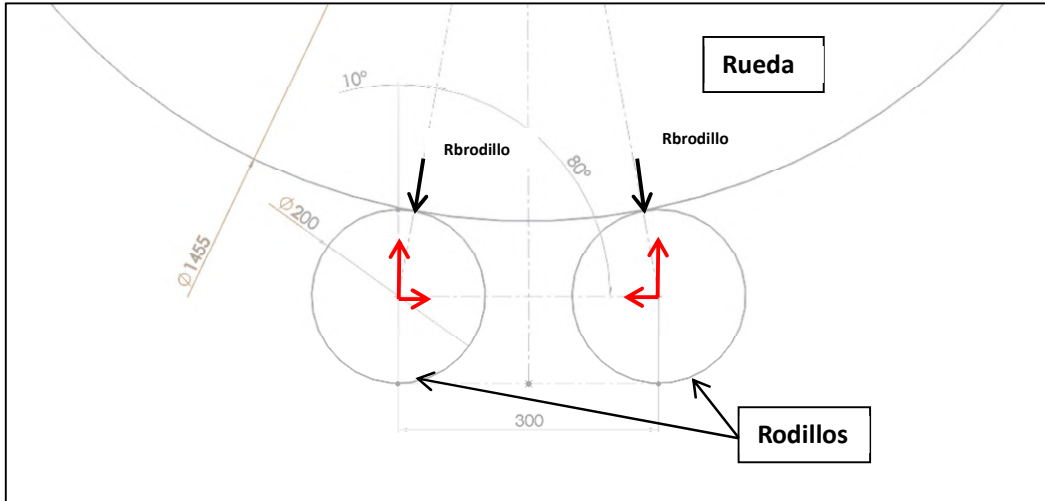


Imagen 3-3: Situación de contacto rueda - rodillos

Realizo la suposición de que la carga proveniente de las ruedas, se distribuye de manera equitativa en los dos rodillos, tal como se observa en la imagen 3.3. La carga sobre cada rodillo es entonces:

$$R_{b_{rodillo}} = \frac{R_{b_{rueda}}}{2} \quad (3.8)$$

$$R_{b_{rodillo}} = 6,825 \text{ KN}$$

De este modo, obtenemos dos reacciones, por rodillo, una en dirección del eje z y la vertical en dirección del eje y.

$$R_{b_z} = R_{b_{rodillo}} \cdot \cos(\beta) \quad (3.9)$$

$$R_{b_y} = R_{b_{rodillo}} \cdot \cos(\alpha) \quad (3.10)$$

Siendo:

$$\beta = 10^\circ$$

$$\alpha = 80^\circ$$

Queda:

$$R_{b_z} = 1.225 \text{ KN}$$

$$R_{b_y} = 6.715 \text{ KN}$$

De este modo, obtenemos las cargas que deberán soportar los rodamientos, y que se transmitirán sobre las caras laterales de nuestro cajón, cuyo diseño desarrollaremos más adelante.

Una aclaración que se debe hacer, es que se despreciarán las cargas que puedan aparecer en la dirección axial, es decir, en dirección al eje x, ya que consideraremos al parche de contacto entre la rueda y los rodillos totalmente plano, transmitiendo las cargas únicamente de manera vertical y longitudinal.

Construcción de los rodillos

El material seleccionado para el eje es un acero SAE 1026 (ANEXO A). Se eligió este material, debido a la soldadura que se debe realizar de los discos sobre este. Si se tratase de un acero de mayor contenido de carbono, como puede ser un SAE 1045, podríamos tener problemas de aparición de martensita. Para evitar esto, deberíamos precalentar la pieza, una práctica poco común en la agroindustria, por lo que buscaremos evitarlo seleccionando un material con un menor contenido de carbono, ya que como sabemos, la templabilidad del acero aumenta con el aumento del contenido de aleantes, como el carbono en este caso.

Por otra parte, los discos serán fabricados en chapa negra de SAE 1010 (ANEXO B) de un espesor de 3/16 pulgadas y los tubos, serán del tipo denominado de “uso general” y las dimensiones serán de 1 pulgada de diámetro y el espesor de los mismos de 1.8 mm (ANEXO C).

La soldadura se realizará utilizando MIG y los detalles del posicionamiento de la misma podrán observarse en los planos de los rodillos, al igual que el orden en que deberán realizarse las soldaduras. El aporte utilizado será un alambre adecuado para la soldadura de acero al carbono y será de 1 mm (ANEXO D) para soldar con una corriente de un rango 80 - 300 A con una tasa de deposición de 1,0 - 5,5 Kg/h.

Análisis de solicitaciones

Analizaremos los extremos del eje central de los rodillos, en el caso estático, es decir, en el instante posterior a la cargas de la máquina sobre los rodillos de la plataforma. Analizaremos los extremos, ya que dentro de la “jaula de ardilla” la parte del eje contenida dentro de esta se encuentra completamente empotrada. Es así que nuestro interés, sobre la sollicitación del eje, estará centrado en los extremos del mismo.

El análisis se realizará utilizando un programa de diseño CAD. A continuación se adjuntan las sollicitaciones y sujeciones sobre nuestra pieza seguido de los resultados obtenidos en materia de deformaciones y tensiones.

El primer diámetro de eje propuesto fue de 25 mm considerando una reducción de 5 mm de este para la colocación y contacto del rodamiento en dicha zona. La carga utilizada para el ensayo fue $R_{b_{rodillo}}/2$ ya que el rodillo se encuentra soportado en dos puntos, y ésta será la reacción en cada uno de los puntos de apoyo.

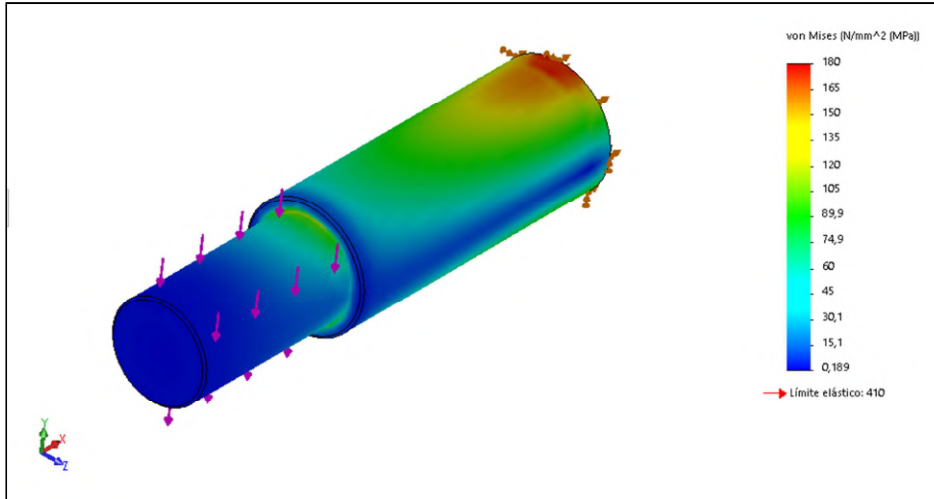


Imagen 3-4: Tensiones equivalentes eje 25 mm

Como vemos, las tensiones presentes en el extremo del eje son elevadas, del orden de los 180 MPa. Es por ello que se tomó la decisión de aumentar el diámetro del eje de 25 mm a 30 mm. De este modo, se logran disminuir las tensiones equivalentes de nuestro eje, al igual que los desplazamientos máximos.

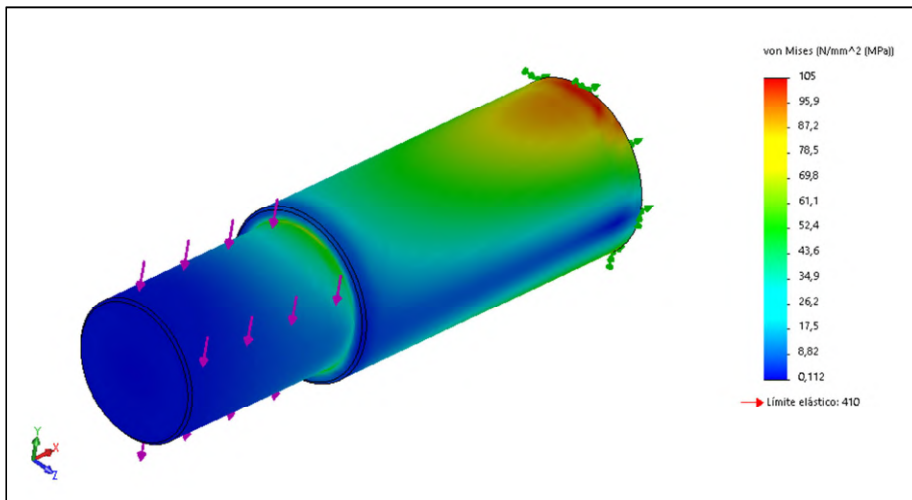


Imagen 3-5: Tensiones equivalentes eje 30 mm

Con el nuevo diámetro, las nuevas solicitaciones son pequeñas, próximas al 25% del límite elástico de nuestro material, con lo cual estamos más cubiertos considerando las solicitaciones a las que se expondrá nuestro eje.

Diseño del cajón

El cajón deberá ser capaz de soportar las cargas verticales y longitudinales provenientes del peso de la máquina, además, al momento de traccionar las ruedas por acción de los rodillos, aparecerán también cargas latitudinales que deberán ser también soportadas.

El cajón deberá además actuar como rampa para la máquina, dado que para su posicionamiento sobre los rodillos deberemos elevar a la misma del nivel del suelo. Con la tracción de la máquina, con la inclusión de una rampa con la debida pendiente podremos subirla. Éste constará a su vez con una chapa inferior y dos chapas laterales, las cuales estarán unidas por caños. Con esto se busca brindar una superficie de apoyo para la máquina, actuando de rampa permitiendo a la misma ubicarse sobre los rodillos una vez que es traccionada y subida sobre la plataforma.

En las caras laterales se hallarán dos pares de ranuras, simétricas entre sí. Con las ranuras ubicadas en la parte superior se buscará facilitar el montaje de los rodillos y los rodamientos que sostendrán a estos. Se agregará, además, un refuerzo ya que en la zona de los bulones de los rodamientos, es donde se concentrará la carga que transmitirán los rodillos, los cuales sostendrán a la máquina.

En la parte inferior se ubicarán ranuras, también reforzadas, que permitirán el paso de las palas el auto elevador y con esto, ubicar con mayor facilidad a la plataforma donde sea requerida su utilización.

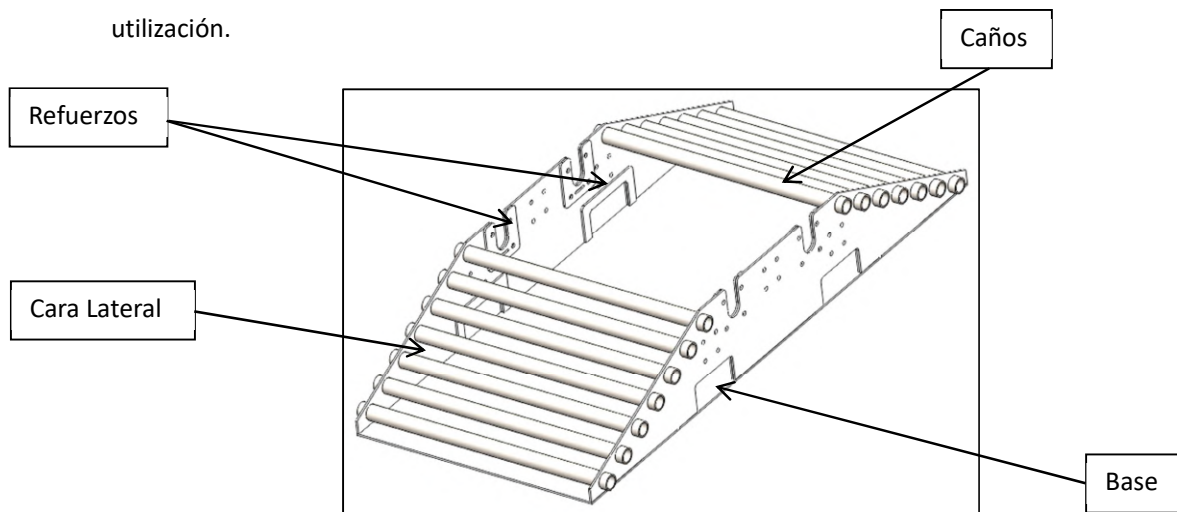


Imagen 3-6: Vista isométrica de conjunto soldado del cajón

Construcción del cajón

Las caras y la base serán fabricados en chapa negra de SAE 1010 (ANEXO B) de un espesor de 3/16 pulgadas y los tubos, serán del tipo denominado de “uso general” y las dimensiones serán de 1 ½” de diámetro (ANEXO C).

La soldadura se realizará utilizando MIG y los detalles del posicionamiento de la misma podrán observarse en los planos de los rodillos, al igual que el orden en que deberán realizarse las soldaduras. El aporte utilizado será un alambre adecuado para la soldadura de acero al carbono y será de 1 mm (ANEXO C) para soldar con una corriente de un rango 80 - 300 A con una tasa de deposición de 1,0 - 5,5 Kg/h.

Análisis de solicitaciones

Considerando las cargas obtenidas en (3.9) y (3.10), y teniendo en cuenta que las mismas se distribuyen en los cuatro orificios a través de los cuales están abulonados cada uno de los rodamientos a la plataforma, podemos de manera intuitiva suponer cuáles serán los puntos con mayor solicitación, esto es justo debajo de los mismos. Utilizando un programa de diseño CAD podemos rápidamente dar cuenta de las magnitudes de los esfuerzos presentes en esas zonas.

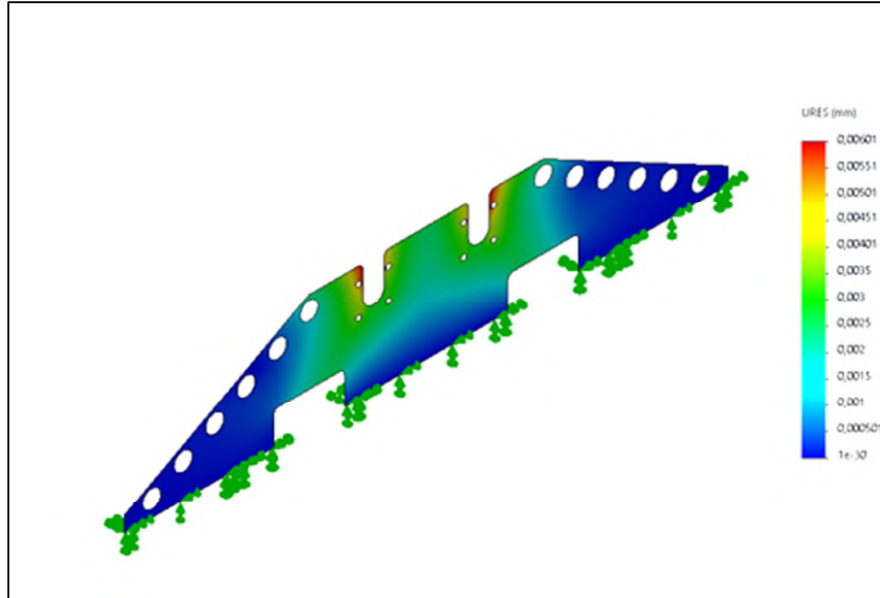


Imagen 3-7: Desplazamientos cara lateral

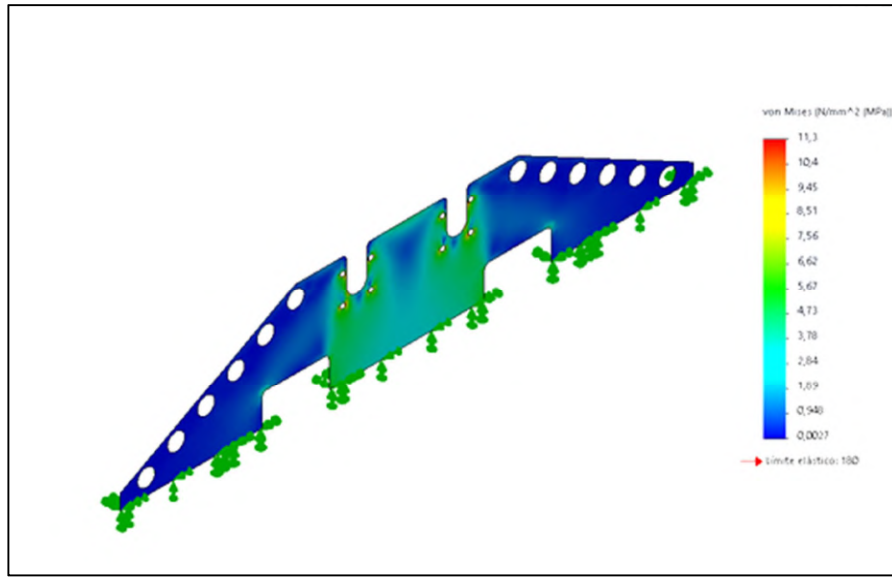


Imagen 3-8: Tensiones cara lateral

Como observamos en las imágenes, las tensiones son muy pequeñas, al igual que los desplazamientos, sin embargo, las zonas de sollicitación están distribuidas y los agujeros son pequeños, con lo cual se decidió agregar un refuerzo en esta zona, la zona de unión con la caja porta rodamientos.

Cálculo de potencia necesaria

Potencia accionamiento ruedas

El cálculo de la potencia necesaria, para el accionamiento de las ruedas es un dato clave, ya que junto con las RPM requeridas, podremos finalmente seleccionar el motor hidráulico que pondrá nuestros mecanismos en movimiento para poder realizar el ensayo requerido.

En este caso, el motor hidráulico deberá ser capaz de dar movimiento al eje de accionamiento (rodillo), a la rueda y al otro rodillo, el cual al encontrarse en contacto con la rueda, comenzará a girar con ésta sirviendo de apoyo. Recordemos que por plataforma, tendremos una rueda y dos rodillos que alimentar. Finalmente, dependiendo el modelo de la máquina, tal como se mencionó anteriormente, la rueda de la máquina puede o no accionar la cinta transportadora que alimenta material al sistema de distribución.

El cálculo a realizar es el de la energía rotacional requerida para girar los rodillos y la rueda a la velocidad prevista para la velocidad de avance de la máquina determinada.

La energía cinética rotacional es calculada de la siguiente manera.

$$E_r = \frac{1}{2} \cdot I_r \cdot \omega^2 \quad (3.3)$$

Así, para la rueda de la máquina la expresión (3.3) de la energía requerida es la siguiente.

$$E_{rot_{rueda}} = \frac{\left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{L_{xx}}{10^3} \right) \cdot \left(\omega_{rm} \cdot \left(\frac{\pi}{30} \right) \right)^2 \right)}{1000} \quad (3.4)$$

$$E_{rot_{rueda}} = \frac{\left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{3280210}{10^3} \right) \cdot \left(\frac{210\pi}{30} \right)^2 \right)}{1000}$$

$$E_{rot_{rueda}} = 7,9 \text{ KJ}$$

El momento de inercia, se detalla junto con la masa y el diámetro de los rodillos en la siguiente tabla.

mrod =	11,5	[Kg]	Masa del rodillo tipo "jaula de ardilla"
Ørod =	200	[mm]	Diámetro del rodillo tipo "jaula de ardilla"
Lxx =	544,63	[Kg.cm ²]	Momento de inercia

Tabla 3-3: Datos rodillo tipo "jaula de ardilla"

Para cada uno de los rodillos, los valores de energía rotacional es el siguiente.

$$E_{rot_{rodillo}} = \frac{\left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{L_{xx}}{10^3} \right) \cdot \left(\omega_a \cdot \left(\frac{\pi}{30} \right) \right)^2 \right)}{1000} \quad (3.5)$$

$$E_{rot_{rodillo}} = \frac{\left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{544.63}{10^3} \right) \cdot \left(\frac{1500\pi}{30} \right)^2 \right)}{1000}$$

$$E_{rot_{rodillo}} = 0,7 \text{ KJ}$$

La energía rotacional total sería la siguiente.

$$E_{rot_{total}} = E_{rot_{rueda}} + 2 \cdot E_{rot_{rodillo}} \quad (3.6)$$

$$E_{rot_{total}} = 9.3 \text{ KJ}$$

Si planteamos un tiempo de aceleración $\Delta t = 12 \text{ s}$ podemos calcular la potencia necesaria para accionar la plataforma de nuestro banco de pruebas.

$$Pot = \frac{E_{rot_{total}}}{\Delta t} \quad (3.7)$$

$$Pot = 0.77 \text{ KW}$$

Parámetros de funcionamiento del motor hidráulico de las plataformas

Teniendo una diferencia de presión a la entrada y la salida del motor de:

$$\Delta p = 100 \text{ bar}$$

Un volumen desplazado por bombeo de (ANEXO E):

$$V_g = 7.1 \text{ cm}^3$$

Y recordando que nuestro requerimiento calculado en (3.2) será de una velocidad de salida de:

$$n = 1500 \text{ rpm}$$

Tenemos así un caudal requerido a entregar al motor bajo estas condiciones de presión de:

$$q_v = \frac{V_g \times n}{1000} \quad (3.8)$$

$$q_v = 10,6 \text{ lts/min}$$

Éste parámetro será regulado a través de una válvula de tipo proporcional (ANEXO F), reguladora de caudal, que nos permitirá al variar el caudal, variar el avance de la máquina para su ensayo.

Además, también se incorporará una válvula compensadora (ANEXO G), de modo que los dos rodillos, uno por plataforma, actúen bajo las mismas condiciones evitando que una de las ruedas gire a una velocidad distinta de la otra.

Plataforma enganche y toma de fuerza.

Fuerza de tiro

Las dimensiones de la plataforma que deberá subir la máquina son las siguientes.

$l = 395 \text{ mm} \rightarrow$ Largo base de la rampa.

$h = 210 \text{ mm} \rightarrow$ Alto de la rampa.

$\Delta x = 450 \text{ mm} \rightarrow$ Largo rampa plataforma.

El ángulo de la pendiente de la rampa podemos calcularlo de la siguiente manera.

$$\varphi = \arccos \left(\frac{l}{\Delta x} \right) \quad (3.9)$$

$$\varphi = 28^\circ$$

Si consideramos un tiempo determinado de subida.

$$\Delta t_1 = 10 \text{ s}$$

En este tiempo, el ángulo que gira la rueda se calcula utilizando la siguiente expresión.

$$\rho = 2\pi \times \left(\frac{\Delta x}{\frac{\phi_r}{2}} \right) \quad (3.10)$$

$$\rho = 221^\circ$$

Así, calculo la velocidad de giro como:

$$\omega = \frac{\rho}{\Delta t_1} \quad (3.11)$$

$$\omega = 0,4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Y la velocidad de avance de la máquina como:

$$v = \Delta x / \Delta t_1 \quad (3.12)$$

$$v = 0,045 \text{ m/s}$$

Si propongo, a su vez, un tiempo de aceleración de:

$$\Delta t_2 = 2 \text{ s}$$

Puedo calcular de este modo la aceleración angular de la rueda.

$$\alpha = \omega / \Delta t_2 \quad (3.13)$$

$$\alpha = 0,2 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

Si realizamos un balance de energía, considerando energía cinética de las ruedas, la energía cinética de la máquina y la energía potencial adquirida al subir la plataforma, obtenemos la siguiente expresión:

$$T = \frac{\left(\frac{1}{2} \times P_m \times v + \frac{1}{2} \times L_{xx} \times \omega^2 + P_m \times g \times h\right)}{l} \quad (3.13)$$

Dónde:

- Pm: Peso de la máquina.
- Lxx: Momento de inercia de las ruedas de la máquina.
- g: Aceleración de la gravedad.

Entonces, la fuerza que deberá realizar para subir la máquina será de:

$$T = 1832,2 \text{ Kgf}$$

Diseño plataforma enganche y toma de fuerza

Para subir la máquina a las plataformas, utilizaremos dos cilindros hidráulicos. Uno será el encargado de realizar la fuerza de tracción, la deberá ser necesariamente mayor a la calculada en (3.13), y un segundo cilindro hidráulico el cual deberá en todo momento compensar la altura del enganche de modo de que al elevarse la máquina, por subir sobre las plataformas, la posición del enganche se mantenga paralela al suelo y se evite la inclinación de la máquina, lo que la colocaría en una posición antinatural, la cual no será propia de las circunstancias de trabajo, las cuales buscamos recrear para su correcto ensayo.

A su vez, sobre la bancada estará ubicado un eje estriado, igual a los existentes en las toma de fuerza de los tractores, que nos permitirá conectar el mando cardánico de la máquina y ensayar de este modo la distribución de la misma.

La plataforma estará formada por los siguientes componentes:

- Una bancada, la cual será un cagón soldado, que deberá soportar los distintos componentes móviles presentes en la plataforma.
- Una plataforma superior, la cual podrá pivotar por acción de uno de los cilindros hidráulicos.
- Un carro móvil, el cual deslizará por unas guías las cuales estarán soportadas por la plataforma mencionada, sobre éste estará ubicado el enganche, que se conectará al extremo de la máquina, permitiendo traccionarla sobre la plataforma.
- Un motor hidráulico conectado a un eje, con un extremo estriado, en el cual se conectará el mando cardánico de la máquina. Todo esto podrá observarse en la siguiente imagen. El eje, a su vez, estará montado sobre dos cajas porta rodamientos, las cuales estarán abulonadas a la bancada.
- Cilindro hidráulico de 800 mm de carrera, que será el responsable de traccionar la máquina (ANEXO H).
- Cilindro hidráulico de 400 mm de carrera, que será el responsable de nivelar la altura del enganche de la máquina (ANEXO H).

Lo descrito puede observarse en la siguiente imagen.

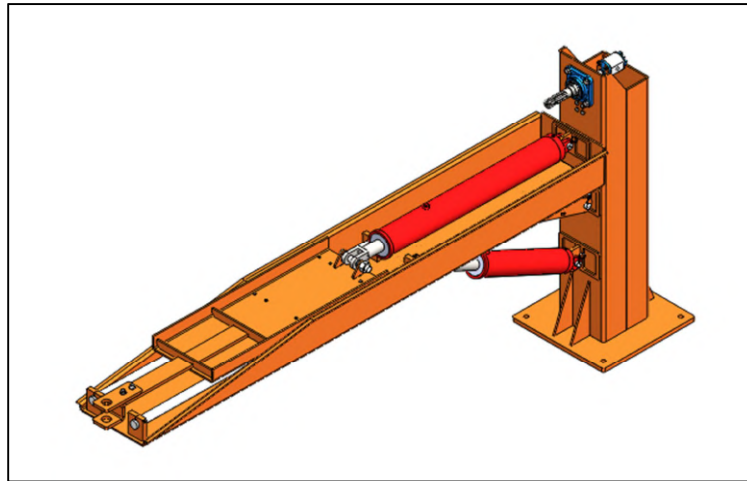


Imagen 3-9: Plataforma enganche y toma de fuerza

Diseño y construcción de la bancada

La bancada, que será un cajón soldado, deberá ser capaz de soportar las cargas supuestas por la máquina, particularmente las correspondientes a la reacción en el apoyo delantero, calculadas en (3.6).

Conectado en dos puntos, se colocarán refuerzos en las zonas de anclaje del cilindro hidráulico inferior, de carrera de 400 mm y en la zona de anclaje del pivote de la plataforma del carro móvil. Esto, ya que en estos puntos será donde se concentrarán las mayores tensiones, lo que podría provocar la deformación del material, a pesar de haberse seleccionado una chapa de un espesor importante, buscando darle rigidez a la estructura.

Por otra parte, en la parte superior, se apreciarán agujeros, para la colocación de las cajas porta rodamientos que serán los soportes de nuestra toma de fuerza. A su vez, la cuña que se aprecia, será para la correcta conexión del motor hidráulico con el circuito, permitiendo el paso de las mangueras hacia los conectores de $\frac{1}{2}$ " del mismo.

El cajón estará soldado sobre una base, la cual estará amurada al piso, a través de bulones que asegurarán su posicionamiento, sin movimiento relativo entre la plataforma y la superficie de apoyo. Se aprecian además cuatro nervios, los cuales actuarán como refuerzo ante las cargas que aparecerán sobre el cajón durante la tracción de la máquina a través del enganche.

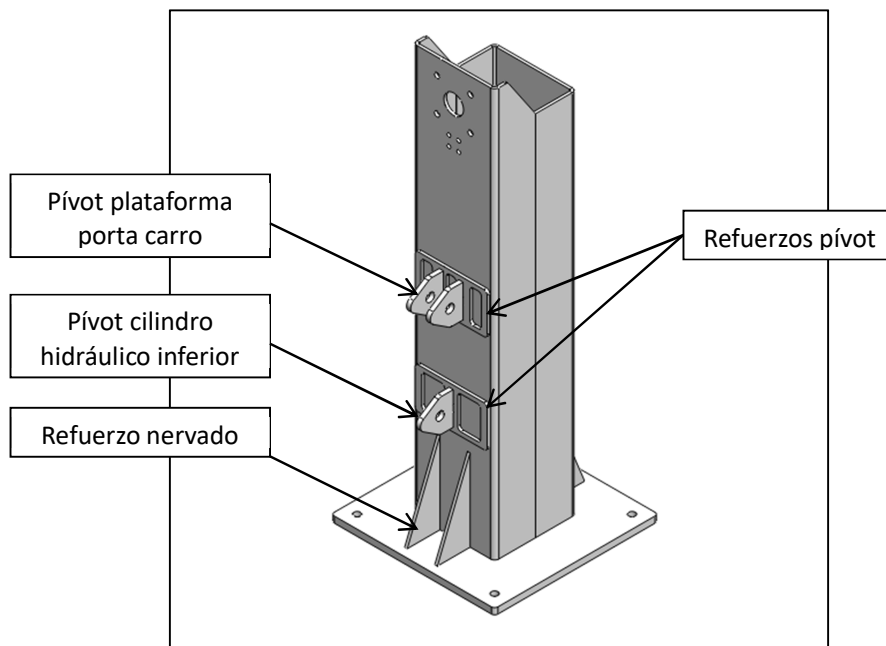


Imagen 3-10: Vista isométrica cajón soldado

En cuanto a la construcción del cajón, la base será de chapa SAE 1010 de $\frac{3}{4}$ " de espesor, con agujeros de diámetro de 20 mm. Las caras del cajón serán de chapa SAE 1010 de $\frac{5}{16}$ " de espesor, al igual que los refuerzos y los nervios. Los métodos a utilizar para su fabricación serán el corte laser y el plegado, pudiéndose obtener las piezas con un grado de precisión adecuados para la aplicación.

La soldadura del cajón se realizará utilizando MIG y los detalles del posicionamiento del mismo podrán observarse en los planos. El aporte utilizado será un alambre adecuado para la soldadura de acero al carbono y será de 1 mm (ANEXO C) para soldar con una corriente de un rango 80 - 300 A con una tasa de deposición de 1,0 - 5,5 Kg/h.

Diseño y construcción de la plataforma porta carro de enganche

El principal objetivo de esta plataforma es la soportar la carga vertical, calculada en (3.6), de modo que el cilindro superior, quien traccione al enganche y con él a la máquina, únicamente realice ese esfuerzo y lo sufra cargas verticales sobre el vástago, lo que podría provocar un daño en este, causando posiblemente su inutilización.

La plataforma está compuesta por una bancada, la cual pivotará por acción del cilindro hidráulico inferior, un carro, el cual tendrá a el enganche soldado, dos guías, a través de las cuales correrá el carro, y un cilindro superior, de carrera 800 mm a través del cual se realizarán los esfuerzos necesarios para subir la máquina, los cuales fueron calculados en (3.11).

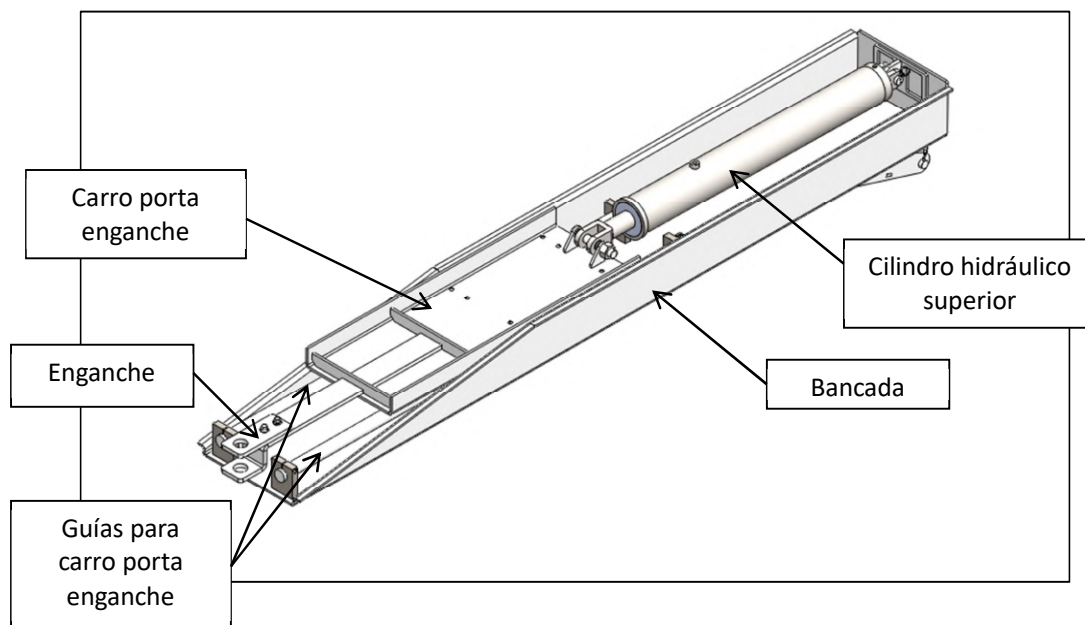


Imagen 3-11: Vista isométrica plataforma porta carro enganche

A su vez, en la parte inferior, hallamos al pivót de la plataforma y al enganche del cilindro hidráulico inferior, que como mencionamos anteriormente, será responsable de nivelar la altura del enganche durante el ascenso de la máquina a la plataforma de rodillos.

Todos los anclajes, tanto en los enganches de los cilindros como en el pivót de la plataforma, se realizarán con pernos, y se restringirá el movimiento lateral con la presencia de bujes plásticos.

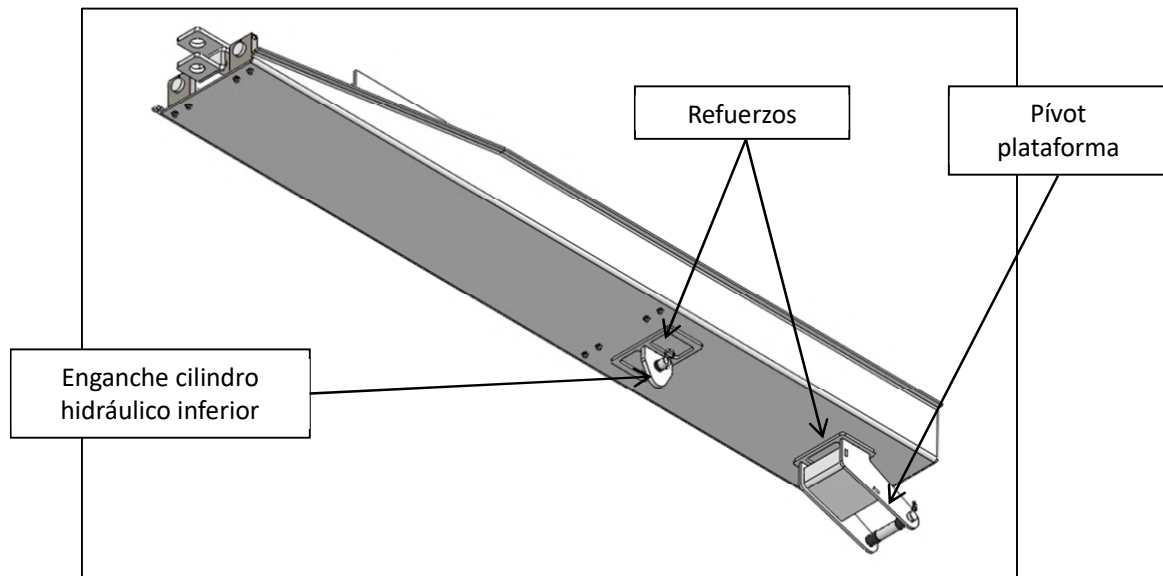


Imagen 3-12: Vista inferior plataforma porta carro enganche

Al igual que como ocurrió con el cajón, se colocaron refuerzos en las zonas de anclaje de los cilindros y del pivót, ya que allí irán a concentrarse la mayor parte de los esfuerzos, y para evitar la aparición de deformaciones en nuestra plataforma cuando ésta se encuentre cargada, con acción de los refuerzos distribuimos estas cargas en áreas más grandes, lo que coloca a nuestra pieza plegada en una mejor condición a modo que no se superen, por concentraciones de tensiones, los límites de resistencia de nuestro material.

El carro estará compuesto por una bancada, que será una pieza plegada, con dos nervaduras soldadas que actuarán como anclaje para el enganche, que también estará soldado a la bancada del carro. En la parte inferior, irán abulonados cuatro apoyos, pasantes, los cuales se deslizarán por las guías. Se eligieron cuatro apoyos en lugar de dos, con el objetivo de dificultar que el carro se cruce y se engrane, deteniendo su avance.

Las guías estarán soportadas sobre cuatro piezas, las cuales las fijarán a la bancada de la plataforma porta carro de enganche.

A su vez, para el deslizamiento del carro, dentro de los apoyos del carro se ubicarán bujes de vesconite, que es un material con excelentes propiedades para el deslizamiento sobre el metal, además de contar con buena maquinabilidad, permitiendo fabricar los bujes con un grado de tolerancia adecuado a modo de evitar un juego excesivo con las guías lo que podría causar que el carro se cruce y detenga su avance.

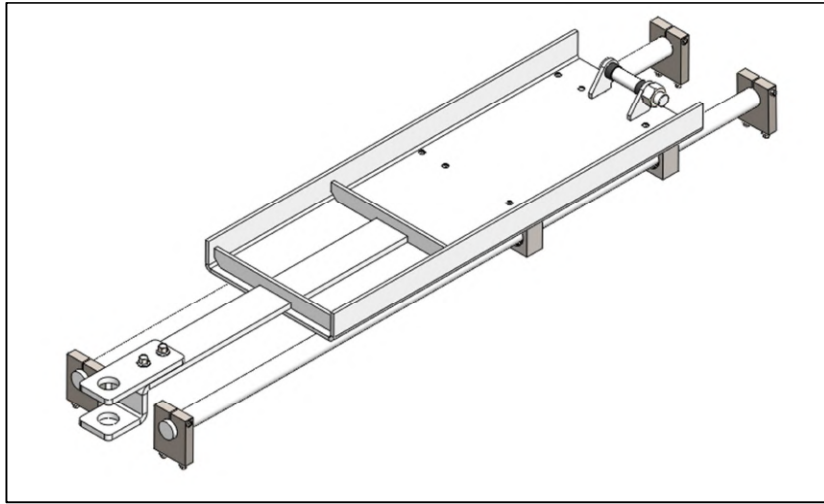


Imagen 3-13: Vista isométrica superior carro y guías

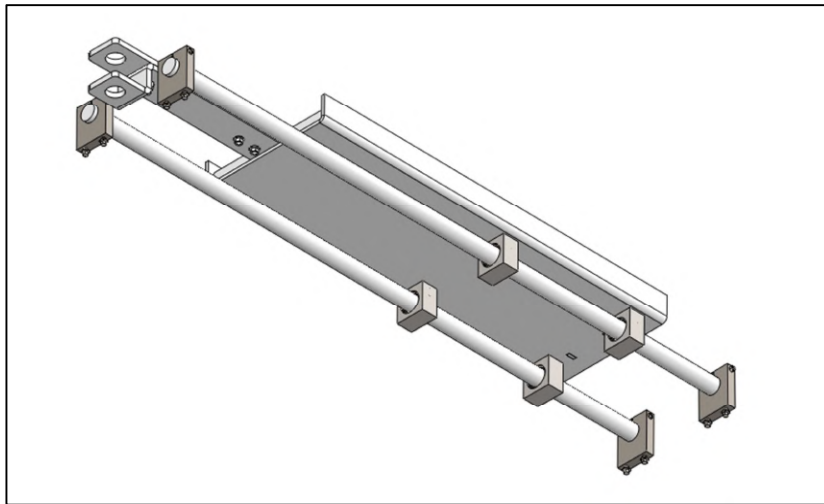


Imagen 3-14: Vista isométrica inferior carro y guías

Los bloques de los bujes que irán abulonados al carro, y los anclajes de las guías a la bancada, estarán fabricados en acero SAE 1045, partiendo de una barra cuadrada, cortando el largo necesario, y luego mecanizando el macizo a modo de obtener las piezas requeridas. El detalle podrá observarse en los planos de las mismas.

Por otro lado las guías estarán fabricadas en acero SAE 1026, siendo estas barras trefiladas de 1 ½". Se le realizará un cilindrado a éstas, logrando así el diámetro final de 38 mm.

Las piezas plegadas, y cortadas por láser, serán de chapa SAE 1010 de 5/16". Con la excepción del enganche, el cual será de ½".

La soldadura del carro y de la bancada de la plataforma se realizará utilizando MIG y los detalles del posicionamiento de las mismas podrán observarse en los planos. El aporte utilizado será un alambre adecuado para la soldadura de acero al carbono y será de 1 mm (ANEXO C) para soldar con una corriente de un rango 80 - 300 A con una tasa de deposición de 1,0 - 5,5 Kg/h.

Diseño toma de fuerza

La velocidad requerida de salida será de:

$$n_m = 540 \text{ RPM}$$

Esta velocidad es la que se suele utilizar, para un ancho de trabajo corriente, ajustando la dosis de material aplicado con la velocidad de avance de la máquina.

Teniendo una diferencia de presión a la entrada y la salida del motor de:

$$\Delta p = 100 \text{ bar}$$

Un volumen desplazado por bombeo de (ANEXO F):

$$V_g = 7.1 \text{ cm}^3$$

Tenemos así un caudal requerido a entregar al motor bajo esta condición de presión de:

$$q_v = \frac{V_g \times n_m}{1000} \quad (3.8)$$

$$q_v = 3,8 \text{ lts/min}$$

Éste parámetro será regulado a través de una válvula de tipo proporcional (ANEXO G), reguladora de caudal, que nos permitirá al variar el caudal, y variar así la velocidad de giro de los platos, aunque como se comentó, ésta suele ser fija y de 540 RPM.

El montaje del eje estriado se realizará, como se comentó, sobre el cajón soldado, utilizando dos cajas porta rodamientos, una del lado del eje estriado (ANEXO J) y otra del lado de la conexión con el motor. A su vez, el motor estará soportado por un conjunto soldado, cuya función será absorber

el torque producido por el motor, manteniéndolo fijo y permitiendo que el torque se transmita hacia el eje y hacia el cardan conectado en el extremo estriado.

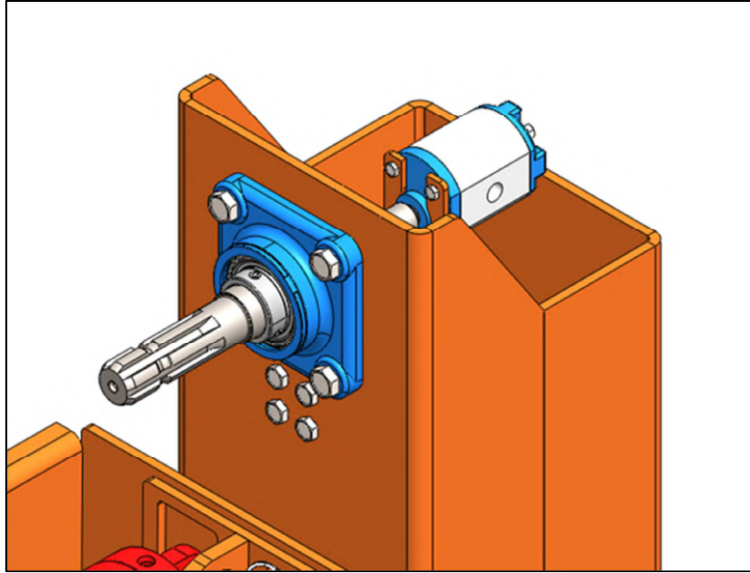


Imagen 3-15: Vista isométrica frontal toma de fuerza

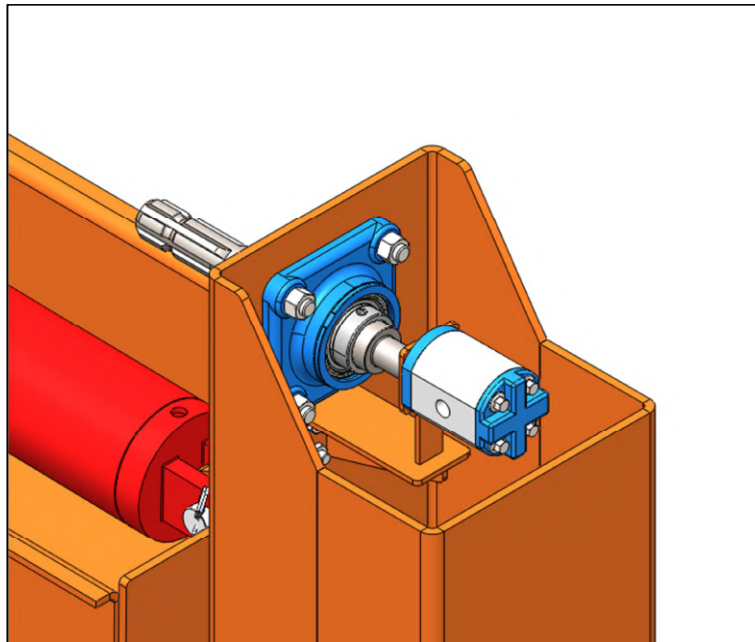


Imagen 5-16: Vista isométrica posterior toma de fuerza

Circuito hidráulico

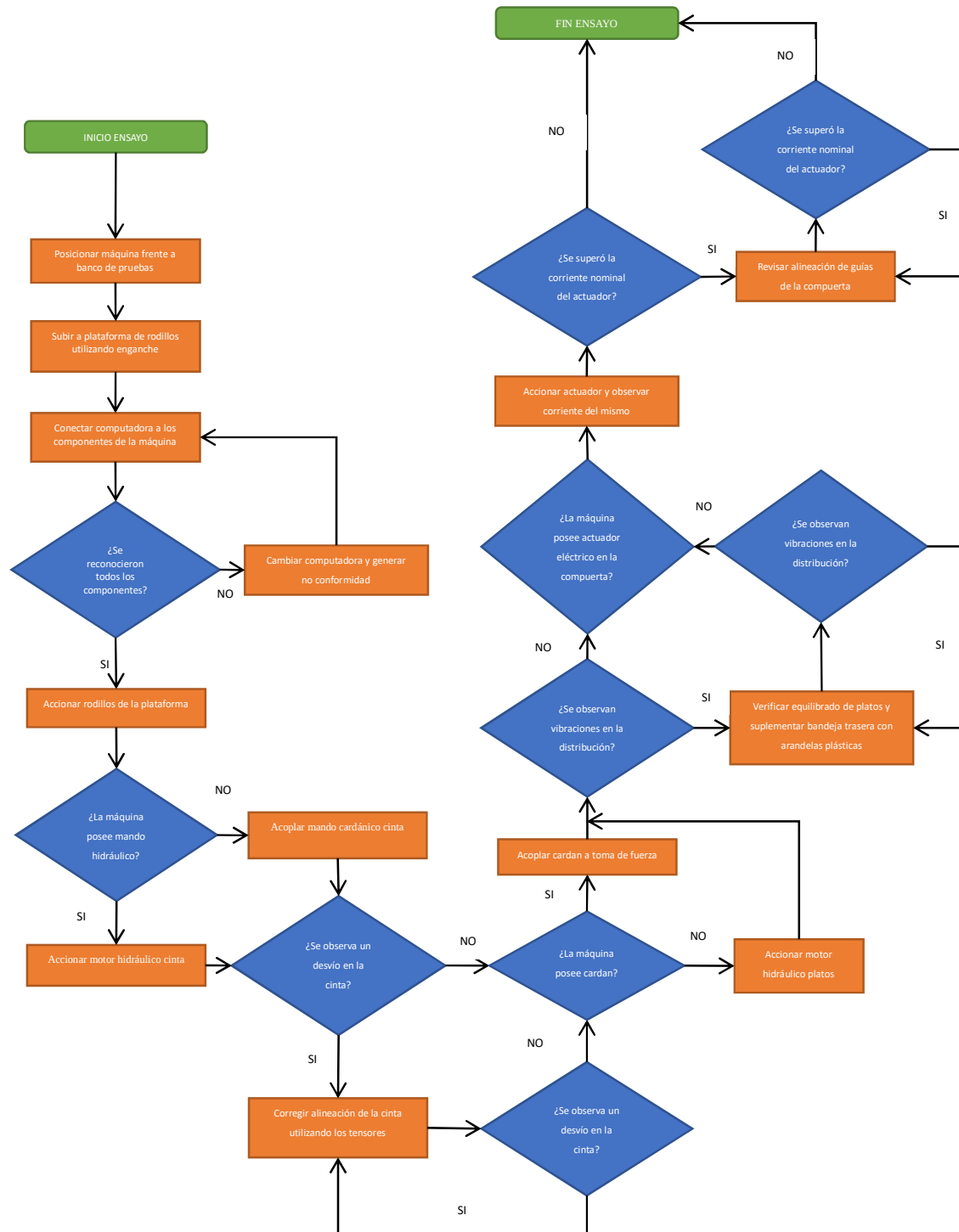
Finalmente, una vez descritos los componentes de nuestro banco de pruebas, es momento de comentar como quedó conformado nuestro circuito hidráulico.

Los componentes finales de nuestro circuito serán los siguientes:

- Motor eléctrico de 1500 rpm.
- Bomba de caudal constante de 50 lts, presión nominal de 120 bar y torque de 120 Nm.
- Depósito de aceite de 100 lts.
- Dos motores hidráulicos de engranajes de 7,1 lts de cilindrada.
- Un cilindro hidráulico de 800 mm de carrera.
- Un cilindro hidráulico de 400 mm de carrera.
- Una válvula compensadora de presión.
- Dos válvulas proporcionales reguladoras de caudal.
- Una válvula direccional de tres vías y dos posiciones.

Capítulo 4 – Ensayo de la Máquina Fertilizadora

Diagrama de flujo de ensayo



Descripción del ensayo

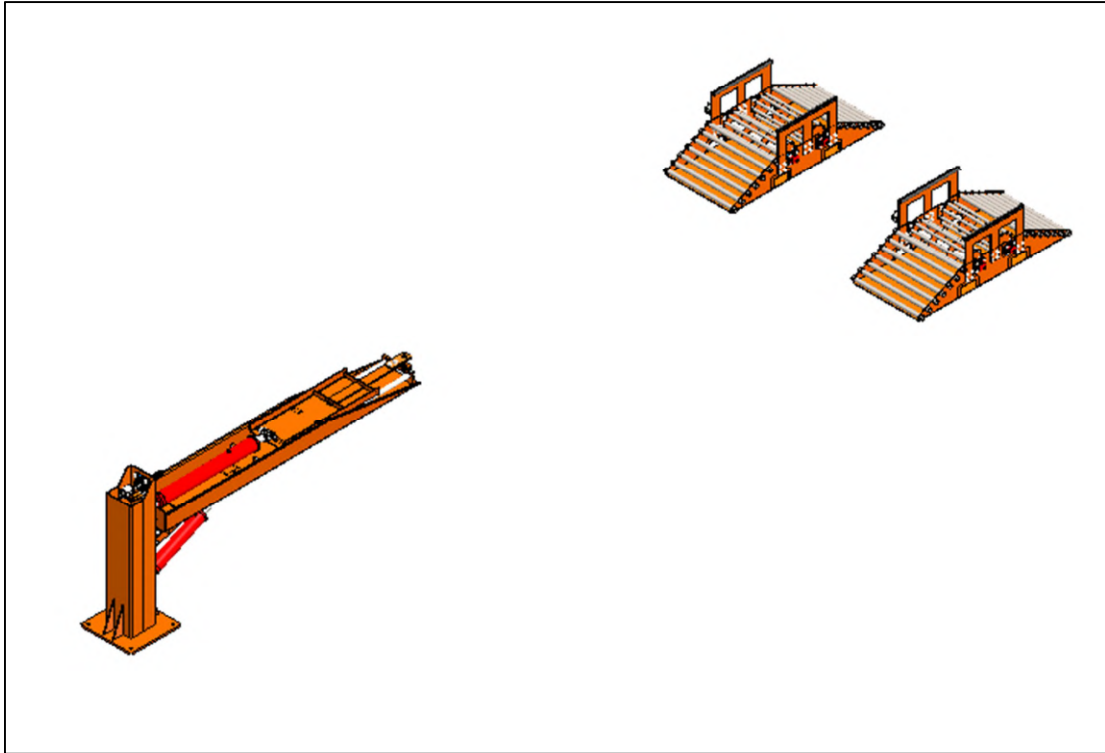


Imagen 4-1: Vista isométrica banco de pruebas

El ensayo comienza una vez finalizado el armado de la máquina. Ésta es llevada, utilizando el auto elevador, al cual se le coloca un accesorio que permite manipular la máquina desde su enganche, hacia el sector de la planta donde se realizará el ensayo. En este sector, se encontrará la plataforma de enganche y toma de fuerza atornillada al suelo, asegurada con tornillos directamente al cemento. Una vez ubicada la máquina frente a la plataforma mencionada, se colocarán debajo de esta, nuevamente utilizando el auto elevador, las plataformas de rodillos, que irán ubicadas una por rueda.

Una vez dispuesta la máquina y las plataformas del ensayo, accionado el cilindro hidráulico superior, traccionearemos la máquina, regulando la altura del enganche, dejando la lanza de la máquina paralela en todo momento con acción del cilindro hidráulico inferior, subiéndola a la plataforma de rodillos.

Una vez subida la máquina a los rodillos es momento de comenzar con las evaluaciones. En primera instancia, conectaremos, según la configuración de la máquina, los componentes a la computadora elegida por el cliente, pudiendo esta variar en prestaciones y en costo. Lo primero que evaluaremos será que la computadora detecte de manera correcta el total de elementos, siendo estos motores hidráulicos, un actuador eléctrico y las balanzas. Esto será muy necesario, ya que desde la computadora podremos regular el funcionamiento de estos elementos y así regular la dosis que aplicaremos desde la máquina fertilizadora. En caso de que alguno de los elementos no sea detectado, se deberá informar al responsable de producción al respecto, quien deberá generar una no conformidad, que es un documento que deja constancia de que la computadora no cumple con las condiciones mínimas para equipar la máquina.



Imagen 4-2: Enganche con rótula de la máquina fertilizadora

Tras evaluar el correcto funcionamiento de la computadora, evaluaremos el posicionamiento de la cinta alimentadora. Para ello, primero deberemos poner en funcionamiento a la máquina, con lo cual deberemos poner en marcha los motores hidráulicos de las plataformas, acción que se realizará desde la central hidráulica destinada para realizar el ensayo. La velocidad de giro de estos fue calculada en (3.2) y la controlaremos, como se mencionó en el capítulo 3, regulando el caudal que llega a los motores utilizando una válvula limitadora de caudal. La velocidad teórica de avance de la máquina seleccionada fue de 9 Km/h. Una vez que las ruedas de las máquinas comienzan a girar, para el caso de las máquinas con cinta de accionamiento mecánico, bastará con acoplar el engranaje a la campana de la rueda, con lo que un cardan accionará la cinta a través de una caja reductora, como se puede observar en la imagen 4-3.



Imagen 4-3: Vista mando cardánico de cinta

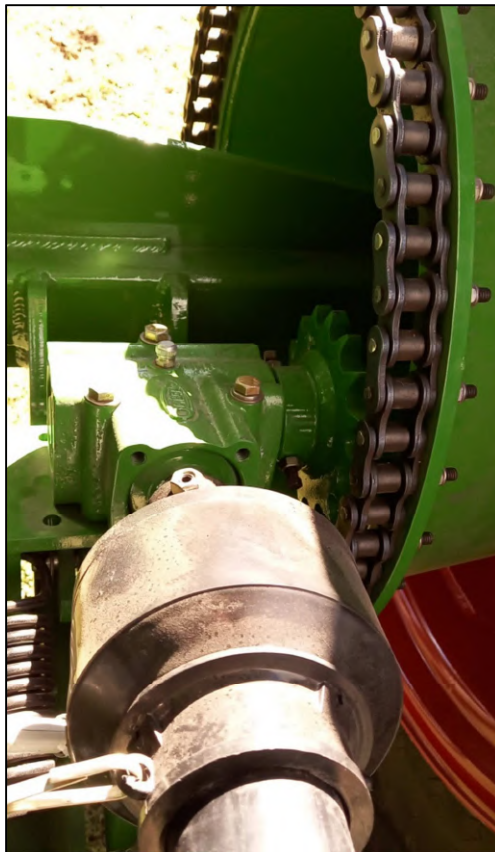


Imagen 4-4: Vista acople engranaje - campana

Para el caso de las máquinas con mando de cinta hidráulico, desde la computadora, se especifica la velocidad del motor hidráulico de la cinta, la cual será regulada por una de las válvulas proporcionales reguladoras de caudal presentes en la máquina. Allí, podremos comenzar, de manera visual, a verificar la alineación de las cintas.



Imagen 4-5: Accionamiento hidráulico de cinta alimentadora

En caso de la que la alineación lo sea la correcta, es decir, en caso de con el giro de los rodillos de que la accionen, ésta presente un movimiento lateral, deberemos ajustar la posición de estos rodillos, utilizando unos tensores. De lo contrario, si no lo realizamos, esta desviación en la cinta solo podrá empeorar, lo que provocará que la misma entre en contacto con los laterales de la misma, produciendo su desgaste y consiguiente ruptura.



Imagen 4-6: Caja tensora de cinta alimentadora

El procedimiento sería el siguiente. Se deberá, con la cinta en marcha, regular la posición del tensor, que se trata de una varilla roscada con una tuerca soldada en uno de sus extremos, como se puede observar en la imagen 4-5. El extremo del tensor se encuentra solidario a una caja porta rodamientos, la cual sostiene uno de los extremos del rodillo que acciona la cinta.

En cada máquina podremos encontrar cuatro tensores, uno en cada extremo, de modo de lograr un posicionamiento más preciso. Con esto, deberíamos observar como el trayecto de la cinta comienza a tornarse uniforme, sin desviarse lateralmente con el giro de los rodillos.

La próxima etapa de nuestro ensayo consiste en evaluar el estado de vibraciones en la bandeja trasera de nuestra máquina, producto del giro de los platos de paletas, que serán quienes distribuyan el material el ancho deseado.

Para ello, al igual que con la cinta, tendremos dos tipos de accionamientos posibles, mecánico e hidráulico. En caso de que el accionamiento sea mecánico, deberemos conectar el mando cardánico de la máquina a nuestra toma de fuerza de la plataforma de enganche justo delante. Allí, accionaremos el motor hidráulico conectado al eje estriado, y regularemos su velocidad, al igual que con los rodillos de las plataformas, con una válvula reguladora de caudal.

Una vez que los platos se encuentren girando, a la velocidad deseada, podremos observar el estado de vibraciones en la bandeja trasera. Éstas vibraciones tienen su origen en el equilibrado de los platos, que puede no ser el correcto, producto de un estampado defectuoso en el mayor número de los casos.



Imagen 4-7: Bandeja trasera y platos distribuidores de paletas

En primera instancia, para atenuar el ruido producto de las elevadas vibraciones, se suplementa con arandelas plásticas en los tornillos con los que está montada la bandeja y los platos. Con esto evitamos roce metal – metal, reducimos el ruido y evitamos que los tornillos puedan cortarse con poco tiempo de uso.

Luego, a modo de hallar una solución permanente a este problema, se suelen practicar agujeros en los contrapesos de los platos, lo que dependerá en gran medida de la experiencia del responsable del ensayo. Con esto, deberíamos lograr un mejor equilibrado, y reducir así las vibraciones que se originan en los platos.

Por último, para finalizar con el ensayo, analizaremos el estado de la compuerta trasera. Como se explicó, su altura será la principal reguladora de material que será dosificado hacia los platos. Esta compuerta puede o no, estar accionada por un actuador eléctrico, caso que suele ser el más común, ya que podemos regular su apertura desde la computadora de la máquina, pudiendo fácilmente regular la dosis desde la cabina del tractor, lo cual es muy cómodo y ahorra tiempo al productor.



Imagen 4-8: Actuador eléctrico y compuerta trasera

El gran problema que suele aparecer es que las guías de la compuerta no se encuentran posicionadas paralelamente, lo que produce una apertura y cierre de la misma incorrectos, pudiendo producir incluso el engrane de esta.

Podremos detectar este problema muy fácilmente. Para ello, deberemos observar la corriente del actuador, la cual puede observarse desde la computadora.

Si la corriente que arroja su lectura, supera a la corriente nominal, podremos estar en un caso de falla, por ello, deberemos verificar, si se produce el aumento o no de la corriente, que la altura de la compuerta coincida con la seteada, y además de esto, si la corriente aumentó, deberemos verificar que las guías se encuentren paralelas entre sí, tarea que podremos realizar sin problemas utilizando una indicación visual, como puede ser un nivel físico, o un nivel láser.

Una vez cumplida esta última etapa del ensayo, podemos proceder a detener los motores de los rodillos, y a accionar nuevamente el cilindro hidráulico superior de la plataforma de enganche, esta vez en sentido contrario, permitiendo el descenso de la máquina de la plataforma de rodillos.

Damos de este modo, finalizado el ensayo de la máquina fertilizadora de sólido al voleo, de arrastre.

5 - Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Tras la realización de todas las etapas del ensayo, podemos observar que los objetivos propuestos en el inicio de este escrito han sido cumplidos.

Si se siguen las etapas propuestas para el ensayo de la máquina, podemos asegurar que el cliente recibirá una máquina que cumplirá con los estándares de calidad propuestos por la empresa, la cual estará lista para su calibración y posterior utilización por parte del productor para la fertilización del suelo.

La fabricación del banco de pruebas no supondrá un reto para la empresa. Esto, desde un punto de vista técnico, ya que se trata de conjuntos armados, soldados, y elementos comerciales con los cuales la empresa se encuentra habituada a trabajar, y además desde el punto de vista práctico y económico, ya que no demandará mucho tiempo su construcción y puesta a punto, pudiéndose conseguir las piezas para su fabricación directamente desde los proveedores de piezas y elementos comerciales utilizados para la fabricación de las máquinas.

Finalmente, mencionar que se logró ocupar una pequeña porción del espacio de la planta, ya que únicamente la plataforma de enganche y toma de fuerza permanecerá fija, siendo las plataformas de rodillos trasladables hacia un lugar de la planta donde no ocupen espacio útil cuando no sean necesarias.

Recomendaciones

La principal recomendación para emprender un trabajo de este tipo, sería tener bien claro con que herramientas cuenta la empresa, es decir, determinar que procesos de fabricación (mecanizado, corte láser, plegado, fundición, etc.) se suelen utilizar para la fabricación de las máquinas que se estén produciendo o cualquiera sea el producto que se fabrique, y utilizar esos mismos procesos, ya que facilitará mucho la fabricación de un banco de pruebas o de cualquier dispositivo que se desee fabricar para optimizar la fabricación y mejorar las formas.

Bibliografía

Trabajos citados

[1] UNR, C. D. (2018). FERTILIZACIÓN. ROSARIO.

[2] Mario De Simone, Laura Draghi, Jorge Hilbert y Daniel Jorajuria Collazo. (2018) EL TRACTOR AGRÍCOLA FUNDAMENTOS PARA SU SELECCIÓN Y USO.

[3] J. Ortiz - Cañavate. (2003). LAS MÁQUINAS AGRICOLAS Y SU APLICACIÓN. 6ª. EDICIÓN. EDICIONES MUNDI - PRENSA.

[5] Dr. Ing. A. Bucciarelli. (1979). NUEVO CURSO DE OLEODINÁMICA. PUBLICACIONES ANTAR S.R.L.

[6] Mott, Robert L. (1992). DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS. P.E. 2ª. EDICION PRENTICE HALL.

Anexos

Anexo A: Trefilado seleccionado para eje rodillos

Barras laminadas uso mecánico

Estas barras poseen características que las hacen aptas para su empleo en aplicaciones como la trefilación, el mecanizado y forjas de menor exigencia.

Los derivados de estos productos se emplean en las principales industrias como la automotriz, la agroindustria y la metalmecánica.

Características metalúrgicas

Tamaño de grano austenítico	S/ ASTM E 112 5 a 8 Método: Mc Quaid Ehn Método: Oxidación							
Microinclusiones	S/ ASTM E 45 Método A Valores máximos							
Serie Fina				Serie Gruesa				
A	B	C	D	A	B	C	D	
2.5	2.0	2.0	2.0	2.5	2.0	2.0	2.0	

Secciones

Barras redondas

Barras hexagonales

Medidas nominales

Barras redondas

Dn (Diámetro nominal)					
(mm)	(pulgadas)	(mm)	(pulgadas)	(mm)	(pulgadas)
15.9	5/8	46.0	1 - 13/16	81.0	3 - 3/16
17.5	11/16	47.6	1 - 7/8	82.5	3 - 1/4
19.1	3/4	49.2	1 - 15/16	84.1	3 - 5/16
20.6	13/16	50.8	2	87.3	3 - 7/16
22.2	7/8	52.4	2 - 1/16	88.9	3 - 1/2
23.8	15/16	54.0	2 - 1/8		
25.4	1	55.6	2 - 3/16		
27.0	1 - 1/16	57.1	2 - 1/4		
28.6	1 - 1/8	58.7	2 - 5/16		
30.2	1 - 3/16	60.3	2 - 3/8		
31.8	1 - 1/4	61.9	2 - 7/16		
33.3	1 - 5/16	63.5	2 - 1/2		
34.9	1 - 3/8	66.5	2 - 5/8		
36.5	1 - 7/16	69.8	2 - 3/4		
38.1	1 - 1/2	71.4	2 - 13/16		
39.7	1 - 9/16	73.0	2 - 7/8		
41.3	1 - 5/8	74.6	2 - 15/16		
42.8	1 - 11/16	76.2	3		
44.4	1 - 3/4	77.8	3 - 1/16		

Aceros disponibles en este producto

Aceros al carbono

1010X - 1020X - 1026X - 1040X - 1045X

Composición química según Tabla 1

Consulte la posibilidad de producción de otros aceros.

Rectitud

Rectitud máxima (acumulable): 4 mm/m

Tolerancias en medida

Diámetro / Entre cara (mm)	Tolerancia estándar (mm)	Ovalización/Dif. entre caras Máxima (mm)
15.9<Dn≤18.0	+/- 0.35	0.52
18.0<Dn≤30.0	+/- 0.42	0.63
30.0<Dn≤50.0	+/- 0.50	0.75
50.0<Dn≤80.0	+/- 0.60	0.90
80.0<Dn≤88.9	+/- 1.10	1.65

Tipos de corte

Corte de cizalla de fraccionamiento en caliente.

Observaciones: consultar por otros tipos de corte.

Largos y tolerancias

Sección	Dn (mm)	Largo estándar (mm)	Tolerancia (mm)
	Dn ≤ 63.50	6000 (a)	0/+200
Redondos	63.5<Dn ≤ 88.9	5000 a 7000	-
Hexágonos	EC ≤ 42.80	6000 (a)	0/+200

(a) Paquetes con barras cortas hasta 10% en largos mayores a 4.0 m

Observaciones: otros largos entre 6.0 y 12.0 m pueden ser fabricados por consulta previa.

Largos fijos distintos de 6.0 m, paquetes con 10% de barras cortas con largo mínimo del 75% del fijo.

Acondicionado e identificación

Peso: paquetes de 2.000 kg, aproximadamente

(Otros pesos de paquetes pueden ser acordados)

Identificación: 2 chapas con etiqueta

Anexo B: Características mecánicas materiales seleccionados

Características mecánicas en barras de acero laminadas en caliente y en barras trelladas (valores orientativos)

Según norma SAE J11397

SAE / AISI	Estado	Resistencia a la tracción (MPa)	Límite de fluencia MPa	Alargamiento A (2") (%)	Elongación Z (N) (%)	Carácter final (H)	Máxima ductilidad (1212 a 1000°C)
------------	--------	---------------------------------	------------------------	-------------------------	----------------------	--------------------	-----------------------------------

Aceros al carbono (Máx. 1.00% Mn, sin resulfurar)

1006	Laminado	300	170	30	55	86	
	Treflado	330	280	20	45	95	50
1008	Laminado	303	170	30	55	86	
	Treflado	340	290	20	45	95	55
1010	Laminado	320	180	28	50	95	
	Treflado	370	300	20	40	105	55
1012	Laminado	330	180	28	50	95	
	Treflado	370	310	19	40	105	55
1015	Laminado	340	190	28	50	101	
	Treflado	390	320	18	40	111	60
1016	Laminado	380	210	25	50	111	
	Treflado	420	350	18	40	121	70
1017	Laminado	370	200	26	50	105	
	Treflado	410	340	18	40	116	65
1018	Laminado	400	220	25	50	116	
	Treflado	440	370	15	40	125	70
1019	Laminado	410	220	25	50	116	
	Treflado	460	380	15	40	131	70
1020	Laminado	380	210	25	50	111	
	Treflado	420	350	15	40	121	65
1021	Laminado	420	230	24	48	116	
	Treflado	470	390	15	40	131	70
1022	Laminado	430	230	23	47	121	
	Treflado	480	400	15	40	137	70
1023	Laminado	370	210	25	50	111	
	Treflado	430	360	15	40	121	65
1025	Laminado	400	220	25	50	116	
	Treflado	440	370	15	40	126	65
1026	Laminado	440	240	24	49	126	
	Treflado	490	410	15	40	143	75
1030	Laminado	470	260	20	42	137	
	Treflado	520	440	12	35	149	70
1035	Laminado	500	270	18	40	143	
	Treflado	550	460	12	35	163	65
1037	Laminado	510	280	18	40	143	
	Treflado	570	480	12	35	167	65
1038	Laminado	520	280	18	40	149	
	Treflado	570	480	12	35	163	65
1039	Laminado	540	300	16	40	156	
	Treflado	610	510	12	35	179	60
1040	Laminado	520	290	18	40	149	
	Treflado	590	490	12	35	170	60
1042	Laminado	550	300	16	40	163	
	Treflado	610	520	12	35	179	60
1043	Laminado	570	310	16	40	163	
	Treflado	630	530	12	35	179	60
1044	Laminado	550	300	16	40	163	
	Treflado	630	530	12	35	179	55
1046	Laminado	590	320	15	40	170	
	Treflado	650	540	12	35	187	55
1049	Laminado	600	330	15	35	179	
	Treflado	670	560	10	30	197	45
1050	Laminado	620	340	15	35	179	
	Treflado	690	580	10	30	197	45
1055	Laminado	650	360	12	30	92	55 (a)
1060	Laminado	680	370	12	30	201	60 (c)
1064	Laminado	670	370	12	30	201	60 (c)

Según norma SAE J11397

SAE / AISI	Estado	Resistencia a la tracción (MPa)	Límite de fluencia MPa	Alargamiento A (2") (%)	Elongación Z (N) (%)	Carácter final (H)	Máxima ductilidad (1212 a 1000°C)
------------	--------	---------------------------------	------------------------	-------------------------	----------------------	--------------------	-----------------------------------

Aceros de corte libre (resulfurados y refosforados; resulfurados)

1108	Laminado	340	190	30	50	101	80
	Treflado	390	320	20	40	121	
1117	Laminado	430	230	23	47	121	90
	Treflado	480	400	15	40	137	
1132	Laminado	570	310	16	40	167	75
	Treflado	630	530	12	35	183	
1137	Laminado	610	330	15	35	179	70
	Treflado	680	570	10	30	197	
1140	Laminado	540	300	16	40	156	70
	Treflado	610	510	12	35	170	
1141	Laminado	650	360	15	35	187	70
	Treflado	720	610	10	30	212	
1144	Laminado	670	370	15	35	197	80
	Treflado	740	620	10	30	217	
1146	Laminado	590	320	15	40	170	70
	Treflado	650	550	12	35	187	
1151	Laminado	630	340	15	35	187	65
	Treflado	700	590	10	30	207	
1211	Laminado	380	230	25	45	121	95
	Treflado	520	400	10	35	163	
1212	Laminado	390	230	25	45	121	100
	Treflado	540	410	10	35	167	
1213	Laminado	390	230	25	45	121	135
	Treflado	540	410	10	35	167	
12L14	Laminado	390	230	22	45	121	160
	Treflado	540	410	10	35	163	

Aceros al carbono (1.00 a 1.65% de Mn)

1524	Laminado	510	280	20	42	149	60
	Treflado	570	480	12	35	163	
1527	Laminado	520	280	18	40	149	65
	Treflado	570	480	12	35	163	
1536	Laminado	570	310	16	40	163	55
	Treflado	630	530	12	35	187	45
1541	Laminado	630	350	15	40	187	45
	Treflado	710	600	10	30	207	60 (a)
1548	Laminado	660	370	14	33	197	45
	Treflado	730	620	10	28	217	50 (a)
1552	Laminado	740	410	12	30	217	50 (a)

Valores aproximados (orientativos)

a - Recocido y treflado

c - Globulizado y treflado

Anexo C: Tubos seleccionados

TUBOS PARA USO GENERAL

Tabla de peso por unidad de longitud (Kg/m)

Familia	Redondo	Cuadr.	Rect.	Livianos - Espesor (mm)				Semipesados - Espesor (mm)					
				Laminado en frío				Laminado en caliente, sin decapar					
(Pulg)	(mm)	(mm)	(mm)	0,80	0,90	1,25	1,60	1,60	2,00	2,50	3,20	3,60	4,00
1/2	12.7			0.235	0.262	0.353							
		10x10		0.235	0.262	0.353							
5/8	15.88			0.297	0.332	0.451	0.563		0.684				
		12.5x12.5		0.297	0.332	0.451	0.563		0.684				
3/4	19.05			0.360	0.403	0.549	0.689		0.841				
		15x15		0.360	0.403	0.549	0.689		0.841				
			10x20	0.360	0.403	0.549	0.689		0.841				
7/8	22.23			0.423	0.473	0.647	0.814		0.998				
			15x20	0.423	0.473	0.647	0.814		0.998				
1	25.4			0.485	0.544	0.744	0.939		1.154				
		20x20		0.485	0.544	0.744	0.939		1.154				
			10x30	0.485	0.544	0.744	0.939		1.154				
			15x25	0.485	0.544	0.744	0.939		1.154				
			14x30	0.485	0.544	0.744	0.939		1.154				
1 1/8	28.58			0.548	0.614	0.842	1.064		1.311				
			15x30	0.548	0.614	0.842	1.064		1.311				
1 1/4	31.75			0.611	0.685	0.940	1.190		1.467				
		25x25		0.611	0.685	0.940	1.190		1.467				
			10x40	0.611	0.685	0.940			1.467				
			20x30	0.611	0.685	0.940	1.190		1.467				
1 3/8	34.93			0.673	0.755	1.038	1.315		1.624				
1 1/2	38.10			0.736	0.826	1.136	1.440		1.781	2.195			
		30x30		0.736	0.826	1.136	1.440		1.781	2.195			
			20x40	0.736	0.826	1.136	1.440		1.781	2.195			
1 5/8	41.28			0.799	0.896	1.234	1.566		1.937				
		25x40		0.799	0.896	1.234	1.566		1.937				
1 3/4	44.45				0.967	1.332	1.691		2.094				
		35x35			0.967	1.332	1.691		2.094				
			20x50		0.967	1.332	1.691		2.094				
			30x40		0.967	1.332	1.691		2.094				
			25x53			1.332	1.691						
1 7/8	47.63				1.037	1.430	1.816		2.250				
			25x50		1.037	1.430	1.816		2.250				
2	50.80				1.108	1.527	1.941		2.407	2.978	3.756		
		40x40			1.108	1.527	1.941		2.407	2.978	3.756		4.617
			20x60		1.108	1.527	1.941		2.407	2.978	3.756		
			30x50		1.108	1.527	1.941		2.407	2.978	3.756		
2 1/4	57.15				1.248	1.723		2.192	2.720				

Anexo D: Alambre seleccionada para la soldadura

ALAMBRES SÓLIDOS

ACERO CARBONO

ESAB

OK Aristorod 12.50

Alambre sólido, no cobreado, de muy baja emisión de humo apto para la soldadura aceros al carbono. Indicado Soldadura de construcción en general. Calderías, Industria Naval, Industria automotriz, etc. Su especial fabricación da un excelente rendimiento y gran estabilidad del arco con niveles muy bajos de salpicaduras, incluso cuando utilizando altas corrientes de soldadura. al no tener capa de cobre disminuyen los problemas de alimentación y hace de este alambre la aplicación más adecuada para soldadura automatizada y robotizada. Este alambre de última tecnología brinda una protección contra la corrosión superficial evitando la oxidación.

Alambre clasificación	EN ISO 14341-A : G 38 3 C1 3Si1 EN ISO 14341-A : G 42 4 M20 3Si1 EN ISO 14341-A : G 42 4 M21 3Si1
Alambre clasificación	SFA/AWS A5.18 : E70G-6 EN ISO 14341-A : G 3Si1 CSA W48 : B-G 49A 3 C1 S6 JIS Z 3312 : YGW 12 (C1)
Aprobaciones	ABS 3Y SA BV SA3YM CE EN 13479 DB 42.039.29 DNV-GL III YMS LR 3YS H15 NAKS/HAKC 1.0-1.6 mm PRS 3YS (C1) PRS 3YS (M21) RS 3YMS VdTUV 10052 CWB B-G 49A 3 C1 S6 JIS YGW 12 (C1) NAKS/HAKC 1.2-1.6 mm RINA 3Y S RINA 3Y S RINA 3Y S RINA 3Y S

Las aprobaciones se basan en la ubicación de la planta de fabricación. Por favor, contáctese con ESAB para obtener más información.

tipo de aleación	Carbon-manganese steel (Mn/Si-alloyed)
Gas de protección	M20, M21, C1 (EN ISO 14175)

Propiedades típicas de Tensión

Condición	Límite de flujo	Resistencia a la tracción	Alargamiento
AWS CO2 (C1)			
As Welded	430 MPa	530 MPa	30 %
EN 80Ar/20CO2 (M21)			
As Welded	470 MPa	560 MPa	26 %
Stress Relieved 15hr 620°C	370 MPa	496 MPa	28 %
EN CO2 (C1)			
As Welded	440 MPa	540 MPa	25 %

Anexo E: Caja porta rodamientos rodillos seleccionada

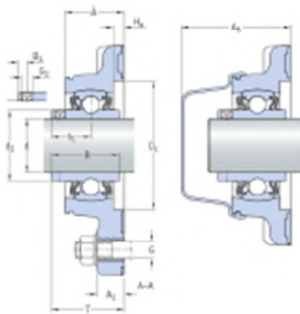


F4BC 25M-TPSS

Unidades de rodamientos de bolas con
pestaña cuadrada

Especificación técnica

Cumplimiento con el estándar	No estandarizados
Purpose specific	Para aplicaciones de alimentos y bebidas
Material del soporte	Material compuesto para la línea de procesamiento de alimentos SKF
Sealing solution	Gutter seals and flingers



DIMENSIONES

d	25 mm	Diámetro del agujero
d ₁	≈ 33.74 mm	Diámetro exterior del aro interior
A	29 mm	Ancho total
A ₃	15 mm	Ancho de la pestaña
A ₅	55.6 mm	Parte que sobresale de la tapa lateral
B	34.1 mm	Ancho total del rodamiento
B ₄	5 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro de la rosca
D _c	62 mm	Diámetro de ranura para sello posterior
H _a	6 mm	Altura de ranura para sello posterior
J	70 mm	Distancia entre los tornillos de fijación
L	99 mm	Longitud total

Anexo F: Motor hidráulico seleccionado

Descripción de la configuración

AZMB-22-7.1RQR01MB

Los siguientes datos se han configurado de forma específica para el cliente:

Identificación de producto	AZ	Unidad de rueda dentada exterior
Función	M	Motor
Serie	B	2,5 ... 7,1 cm³/vuelta
Estado de la serie	2	Eje Ø 12 mm
Versión	2	protegido contra corrosión, enclavijado
Tamaño nominal	7.1	7,1 cm³/vuelta
Sentido de rotación	R	Rotación a la derecha
Eje de accionamiento	Q	cilíndrico SAE J744 13-1
Tapa frontal	R	SAE J744 50-2 (A-A)
Conexión de tubería	01	Rosca para tubos según ISO 228/1
Junta	M	NBR
Tapa posterior	B	estándar

Anexo G: Válvula proporcional reguladora de caudal



XDP.3.A... / XDP.3.C ...

PROPORTIONAL DIRECTIONAL VALVES OPEN LOOP

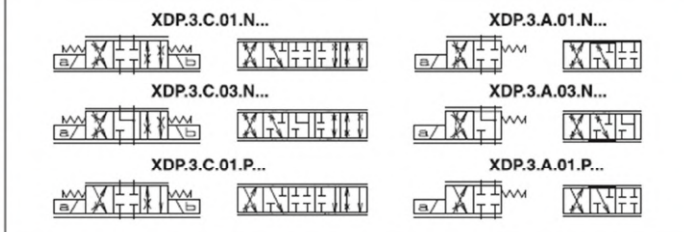


The open loop valves of series XDP... control the direction and the volume of the flow according to the feeding current to the proportional solenoid. By using a valve body equipped with increased passage channels it is possible to reach the highest capacity of its dimensions at a parity of pressure drops, (40 l/min with Δp of 10 bar).

Each Δp variation on the valve leads to the variation of the capacity which has been set, anyway the valve guarantees an high inner compensation grade and limits the adjustment capacity.

Performances shown in this catalogue are guaranteed only using 2 or 3 way modular assembly hydrostats type AM.3.H. ... By using the valve with the base for capacity doubling type BC.3.07 (see next page) a greater capacity can be obtained.

XDP.3...	
STANDARD CONNECTORS	CH. I PAGE 20
D15P PROPORTIONAL SOLENOIDS	CH. VIII PAGE 7
REM.S.RA...	CH. IX PAGE 4
REM.D.RA...	CH. IX PAGE 7
SE.3.AN21.00...	CH. IX PAGE 11
AM.3.H...	CH. VIII PAGE 18
AM.5.H...	CH. VIII PAGE 19
BC.3.07...	CH. VII PAGE 12



Anexo H: Cilindros hidráulicos seleccionados

70027	CIL. HCO. PLIEGUE ALERON 88,9 X 300 X 44,45	88,90	300	44,45	560	860	28	7400	1/2" NPT	1/2" NPT
70029	CIL. HCO. PLIEGUE ALERON 88,9 X 400 X 44,45	88,90	400	44,45	660	1060	28	7400	1/2" NPT	1/2" NPT
70030	CIL. HCO. PLIEGUE ALERON 88,9 X 500 X 44,45	88,90	500	44,45	760	1260	28	7400	1/2" NPT	1/2" NPT
70031	CIL. HCO. PLIEGUE ALERON 88,9 X 600 X 44,45	88,90	600	44,45	860	1460	28	7400	1/2" NPT	1/2" NPT
70032	CIL. HCO. PLIEGUE ALERON 88,9 X 700 X 44,45	88,90	700	44,45	980	1680	28	7400	1/2" NPT	1/2" NPT
70034	CIL. HCO. PLIEGUE ALERON 101,6 X 300 X 44,45	101,60	300	44,45	560	860	30	9700	1/2" NPT	1/2" NPT
70035	CIL. HCO. PLIEGUE ALERON 101,6 X 400 X 44,45	101,60	400	44,45	660	1060	30	9700	1/2" NPT	1/2" NPT
70036	CIL. HCO. PLIEGUE ALERON 101,6 X 500 X 44,45	101,60	500	44,45	760	1260	30	9700	1/2" NPT	1/2" NPT
70037	CIL. HCO. PLIEGUE ALERON 101,6 X 600 X 50,8	101,60	600	50,80	860	1460	30	9700	1/2" NPT	1/2" NPT
70038	CIL. HCO. PLIEGUE ALERON 101,6 X 700 X 50,8	101,60	700	50,80	980	1680	30	9700	1/2" NPT	1/2" NPT
70039	CIL. HCO. 101,6 X 800 X 50,8	101,60	800	50,80	1080	1880	30	9700	1/2" NPT	1/2" NPT

Anexo I: Válvula compensadora de presión

Compensador de presión en la alimentación, de mando directo

RS 29231/09.11 1/6

Tipo ZDC

Tamaño nominal 6
Serie 1X
Presión de servicio máxima 250 bar
Caudal máximo 35 l/min



Anexo J: Caja porta rodamientos toma de fuerza seleccionada

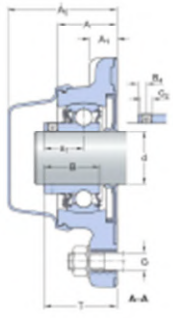


F4BC 35M-CPSS-DFH

Unidades de rodamientos de bolas con pestaña cuadrada

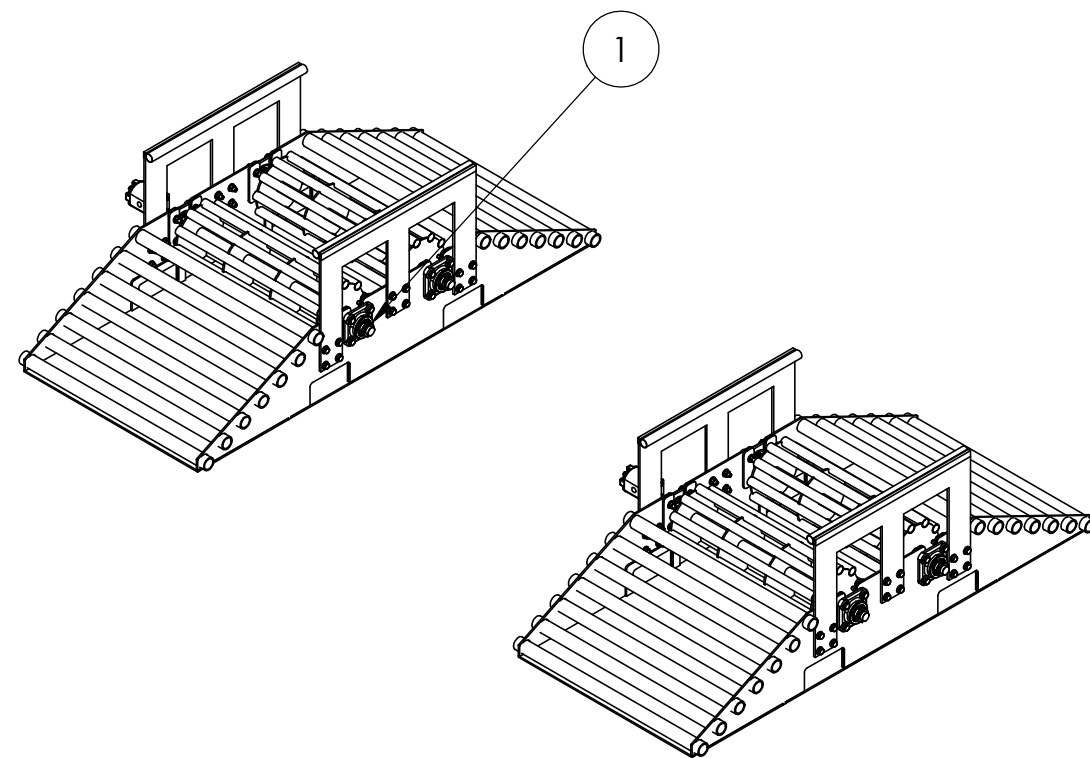
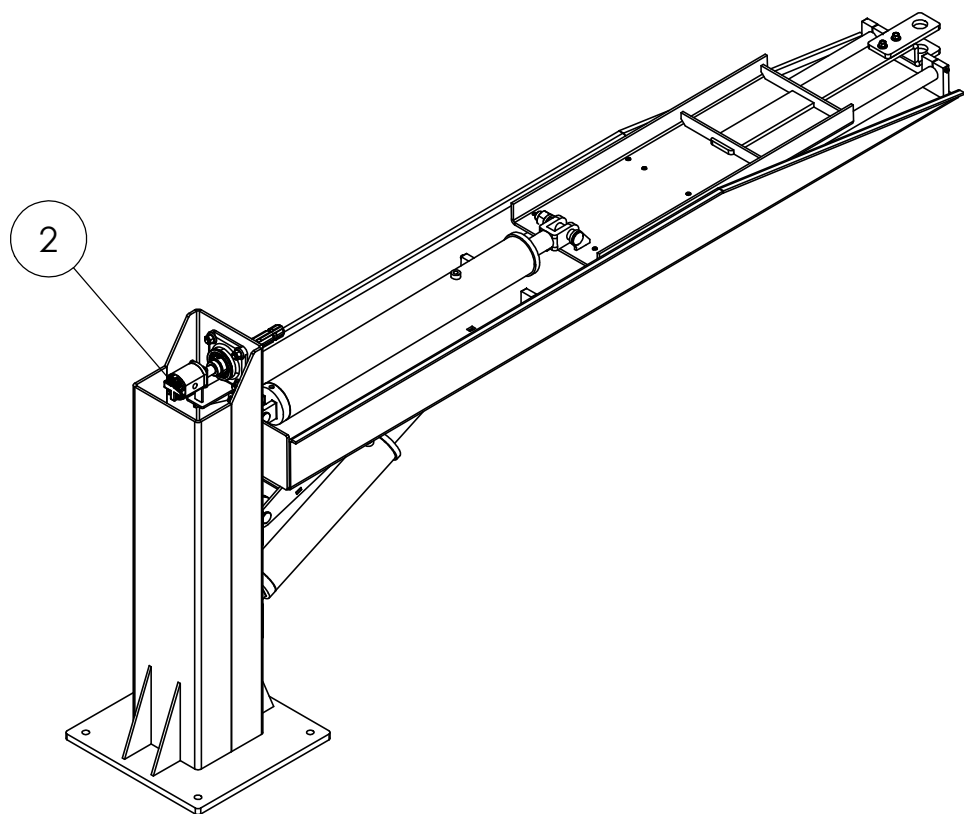
Especificación técnica

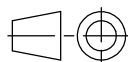
Cumplimiento con el estándar	No estandarizados
Para un propósito específico	Para aplicaciones de alimentos y bebidas
Material del soporte	Material compuesto para la línea de procesamiento de alimentos SKF
Solución de sellado	Sellos de canal y sello posterior

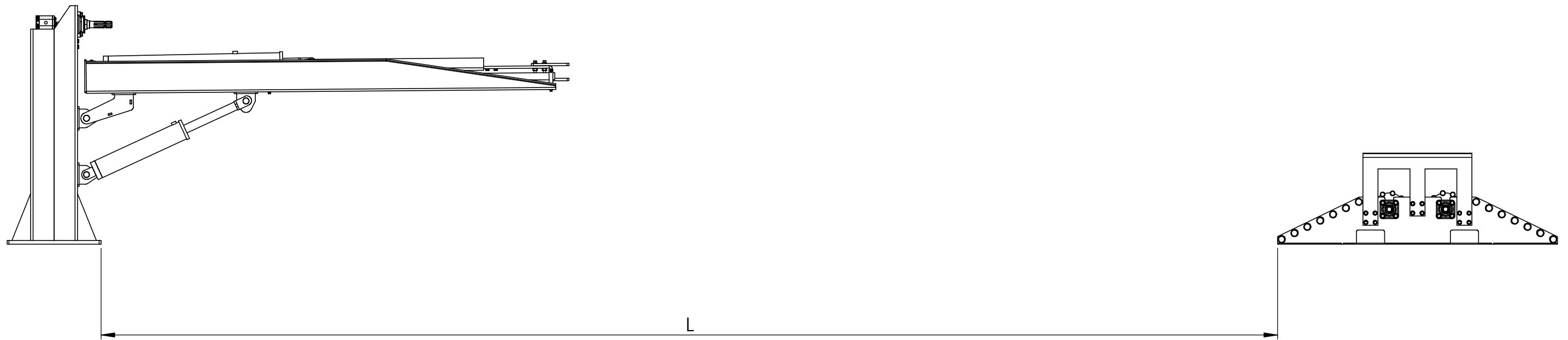


DIMENSIONES

d	35 mm	Diámetro del agujero
A	36 mm	Ancho total
A ₁	17 mm	Ancho de la pestaña
A ₅	64.6 mm	Parte que sobresale de la tapa lateral
B	34.9 mm	Ancho del aro interior
B4	6 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro de la rosca
J	92 mm	Distancia entre los tornillos de fijación
L	125 mm	Longitud total
N	14.2 mm	Diámetro del agujero del tornillo de fijación
s1	25.4 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro del camino de rodadura
T	45.1 mm	Ancho total de la unidad

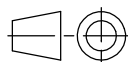


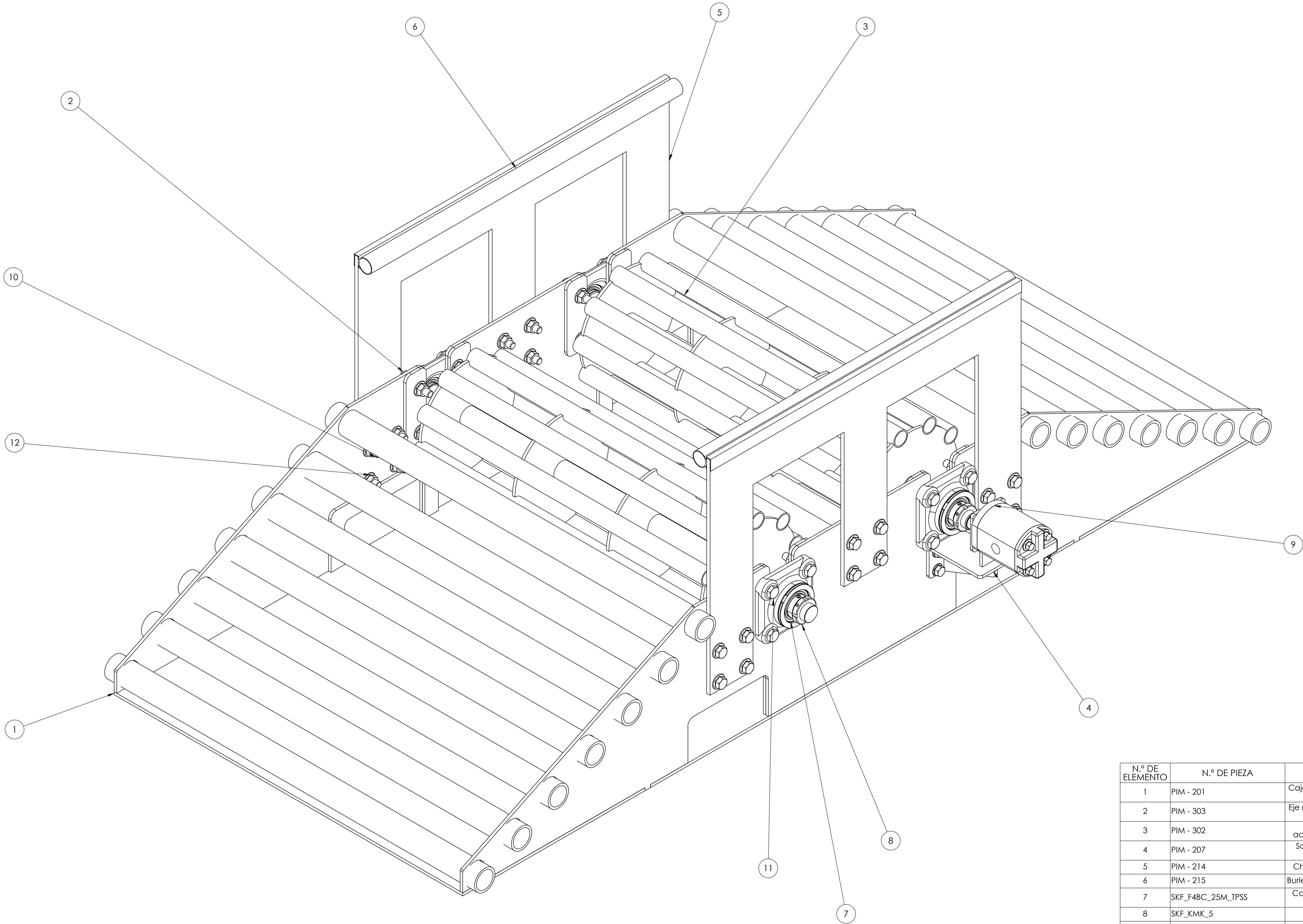
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD		
1	PIM - 200 (a)	Plataforma ARMADA	2		
2	PIM - 400	Plataforma enganche y toma de fuerza ARMADA	1		
 PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		Banco de pruebas para fertilizadora de sólido al voleo			
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS		PIM-100
DIBUJO	29/03/2022	Pasquali, G	1:20		



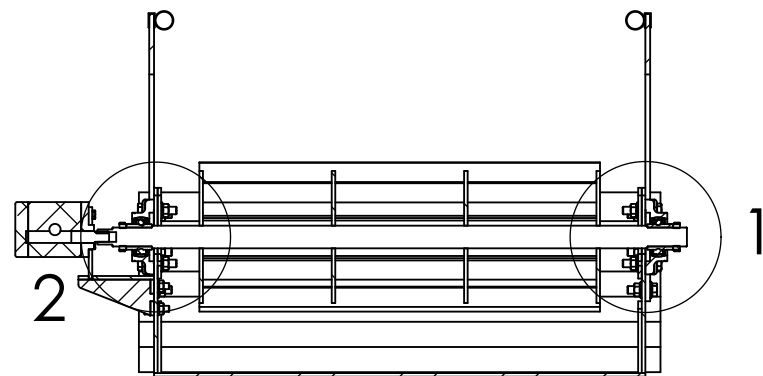
OBSERVACIONES:

- LA DISTANCIA 'L' ESTARÁ EN RELACIÓN AL LARGO DE LA MÁQUINA A ENSAYAR.
- EL LARGO DE LA MÁQUINA VARIARÁ DE 3500 A 6500 mm DEPENDIENDO DE SU CAPACIDAD.

 PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO			Banco de pruebas para fertilizadora de sólido al voleo		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS 1:22		PIM-100
DIBUJO	29/03/2022	Pasquali, G			

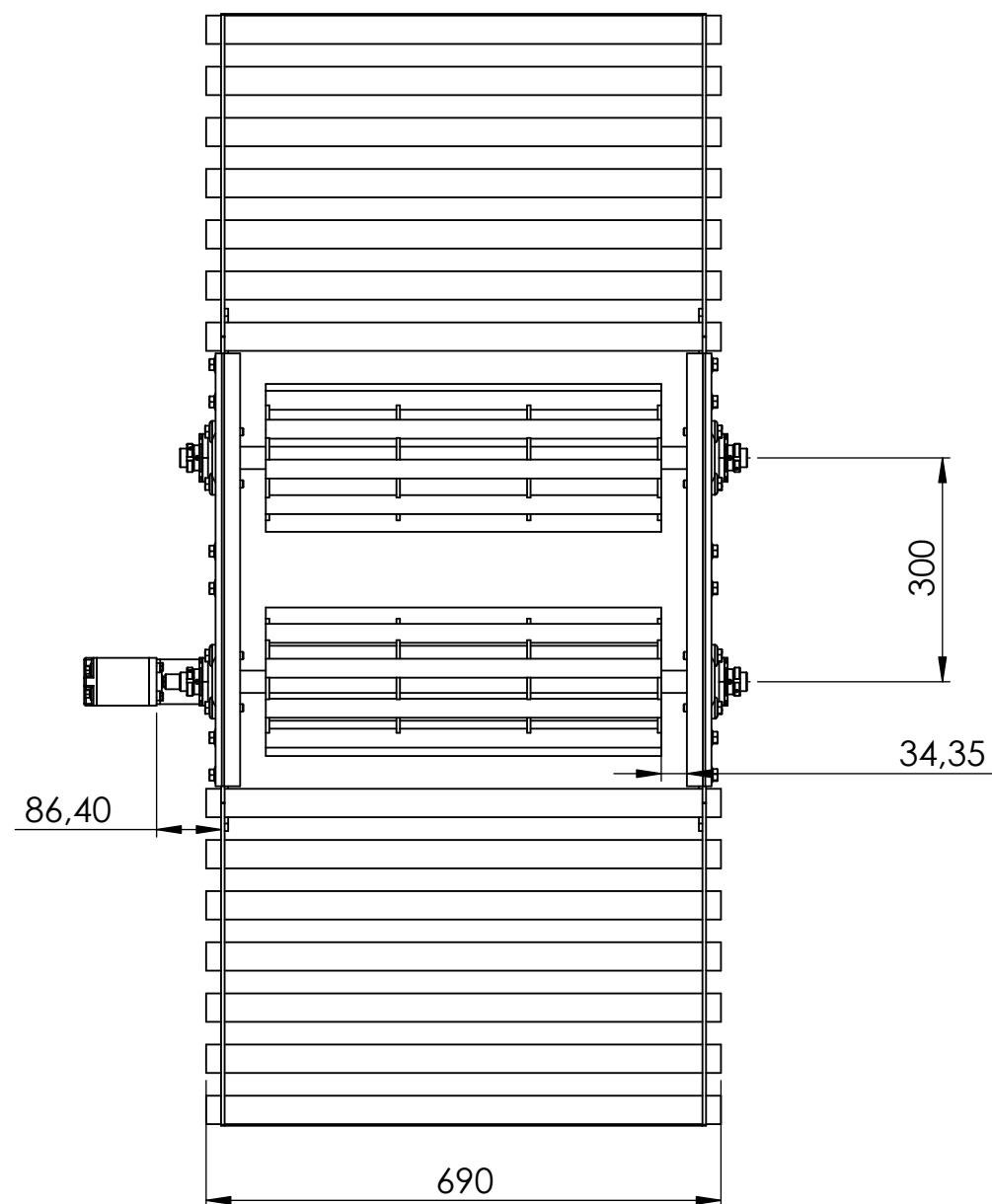


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PIM - 201	Cajón plataforma de rodillos SOLDADO	1
2	PIM - 303	Eje rodillo sin accionamiento SOLDADO	1
3	PIM - 302	Eje rodillo con accionamiento SOLDADO	1
4	PIM - 207	Soporte motor hidráulico SOLDADO	1
5	PIM - 214	Chapa contención lateral	2
6	PIM - 215	Bullete de goma alambrado	2
7	SKF_F4BC_25M_TPSS	Caja portarodamiento de bolas	4
8	SKF_KMK_5	Tuerca de fijación	4
9	AZMB-22-7.1RQR01MB	Motor hidráulico de engranajes	1
10	DIN 6921 - M8 x 25 x 25-N		28
11	DIN EN 24014 - M6 x 30 x 18-N		20
12	Hexagon Flange Nut DIN 6923 - M8 - N		44

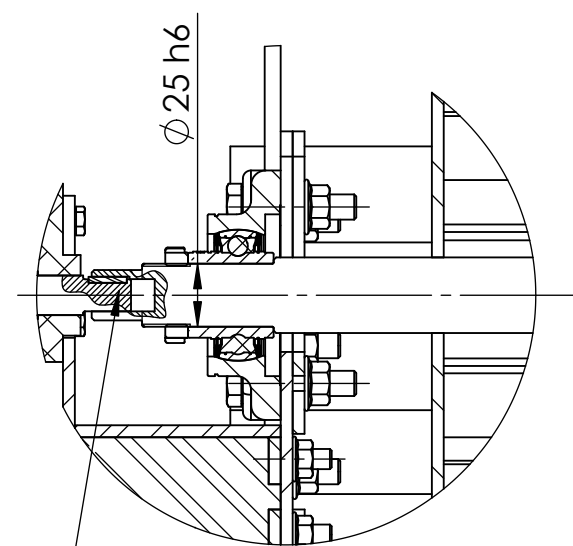
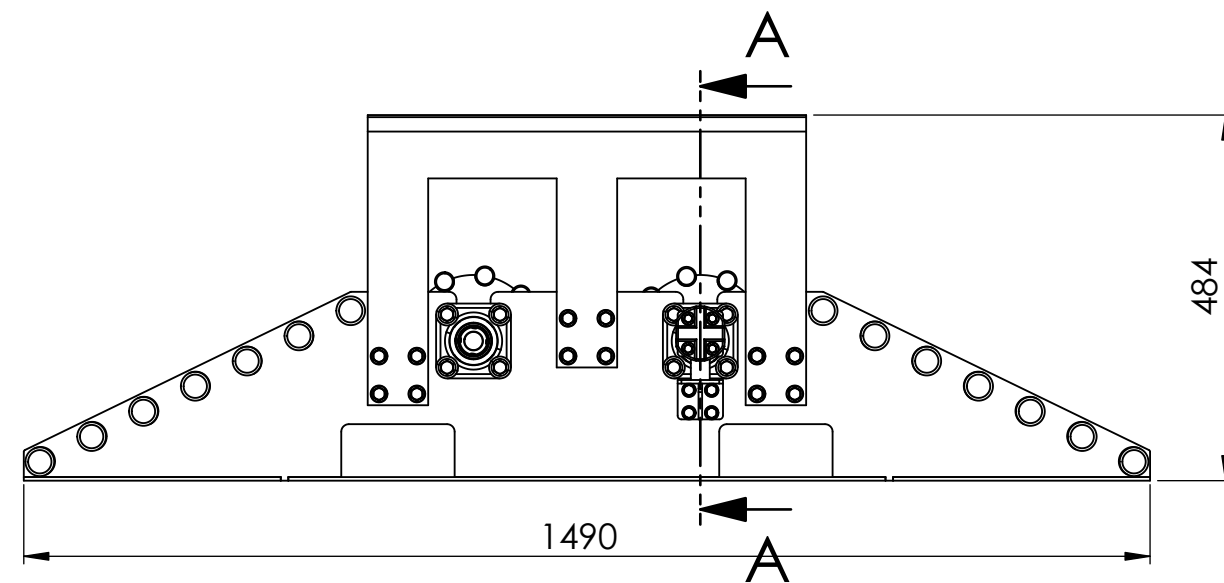


SECCIÓN A-A

ESCALA 1 : 10

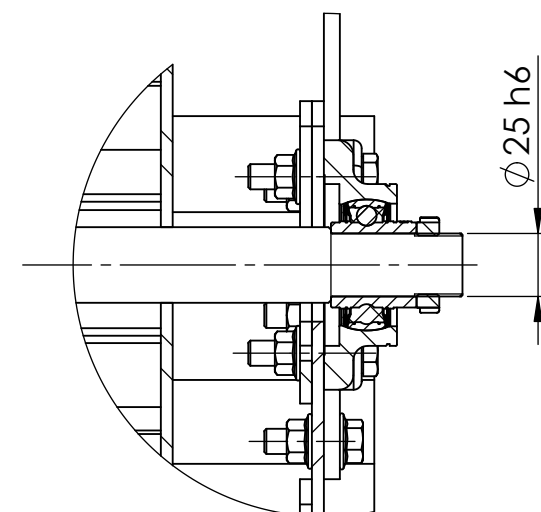


OBSERVACIÓN:
CONEXIÓN MOTOR HIDRÁULICO - EJE SEGÚN DIN J744



DETALLE 2

ESCALA 1 : 3



DETALLE 1

ESCALA 1 : 3



PIM
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

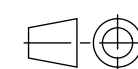
Plataforma de rodillos
ARMADA

DIBUJO

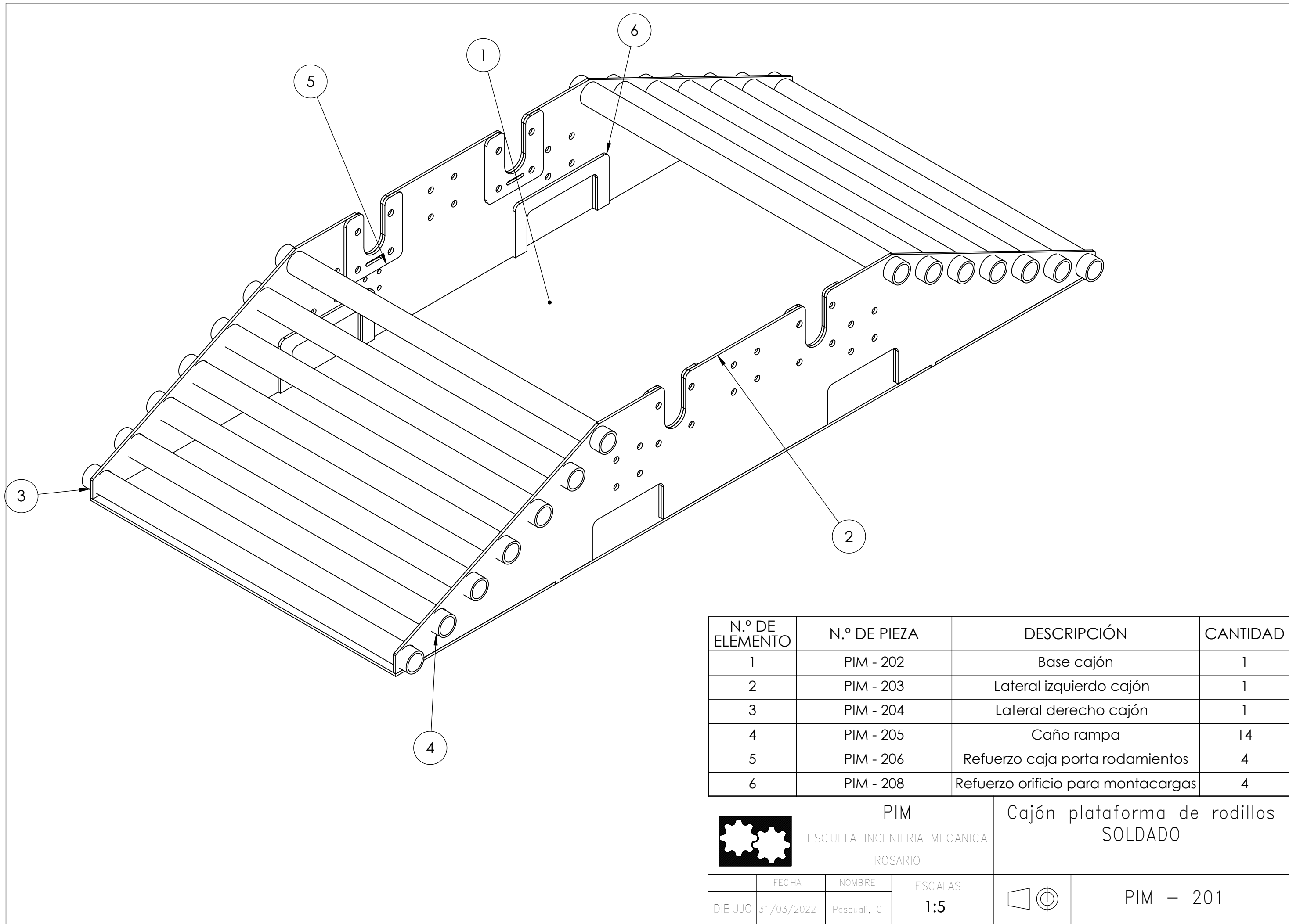
FECHA
31/03/2022

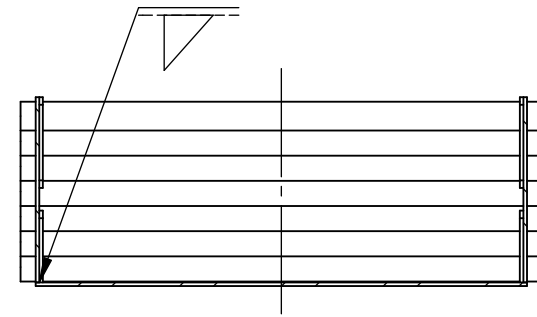
NOMBRE
Pasquali, G

ESCALAS

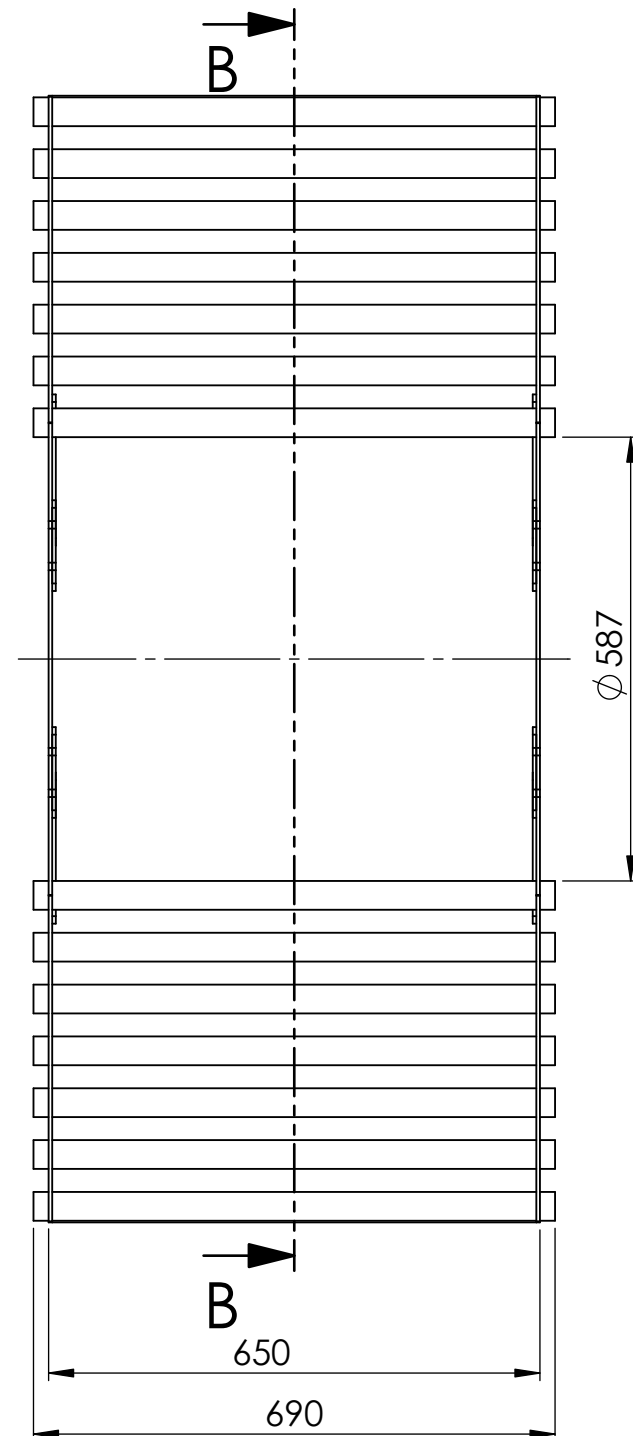


PIM-200



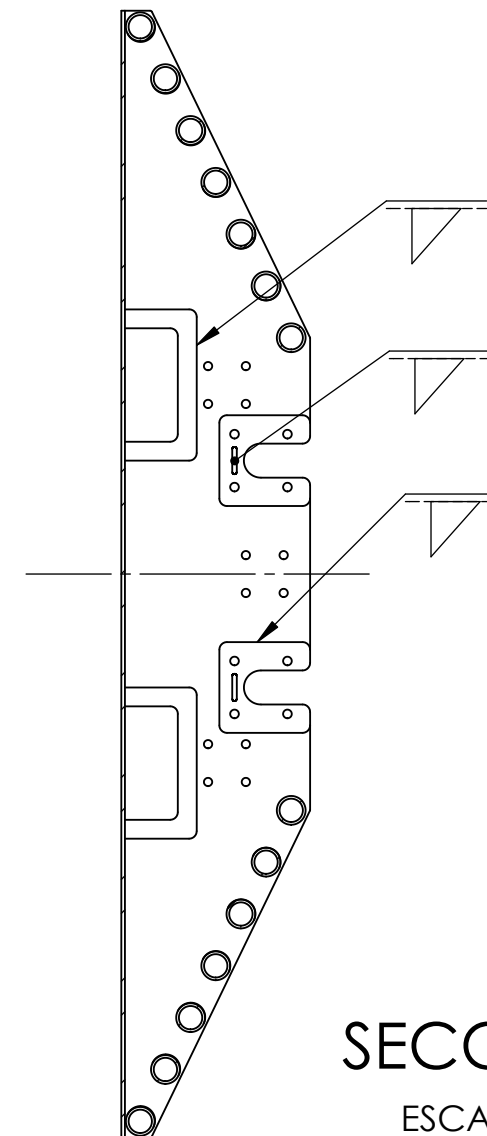
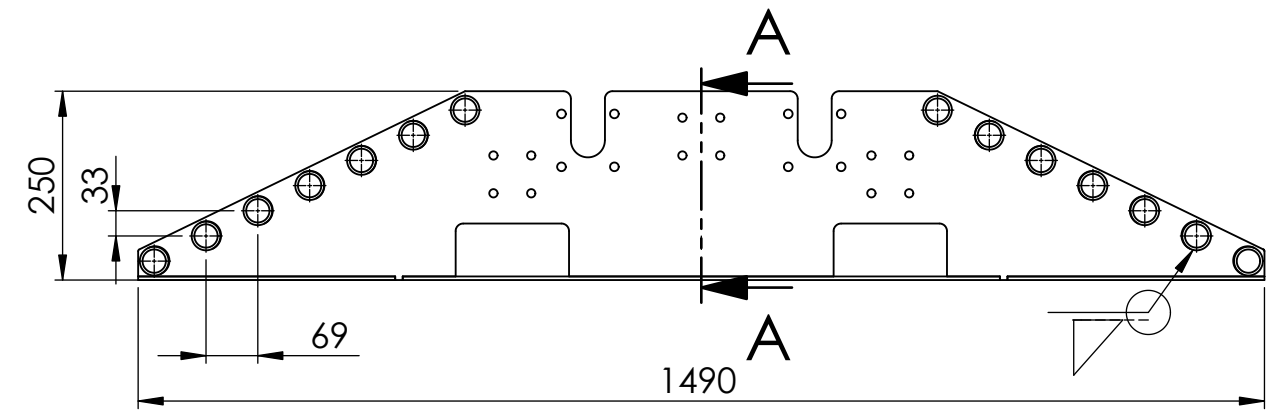


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 10

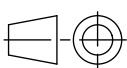


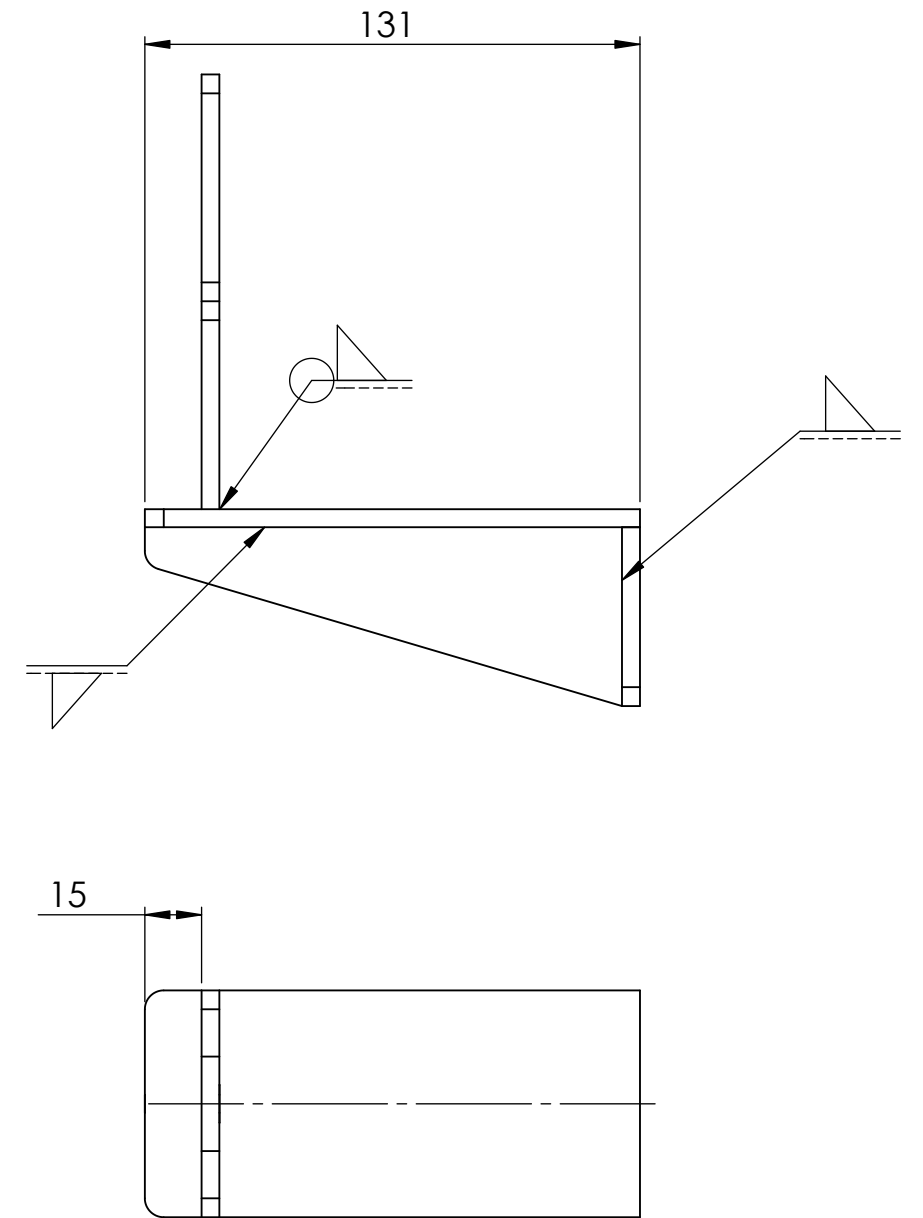
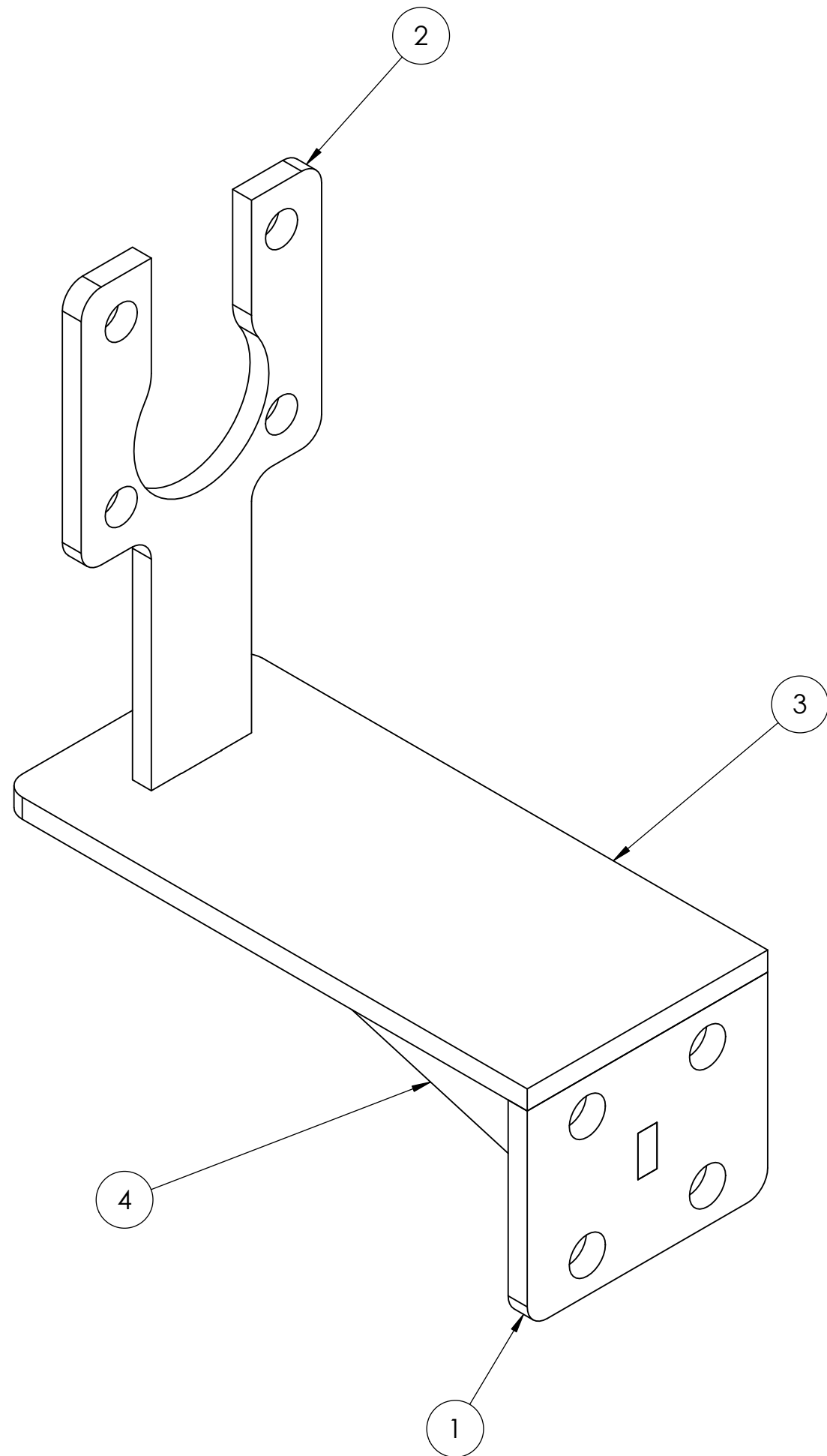
OBSERVACIONES

- MISMA SOLDADURA PARA TODOS LOS CAÑOS

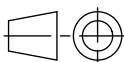


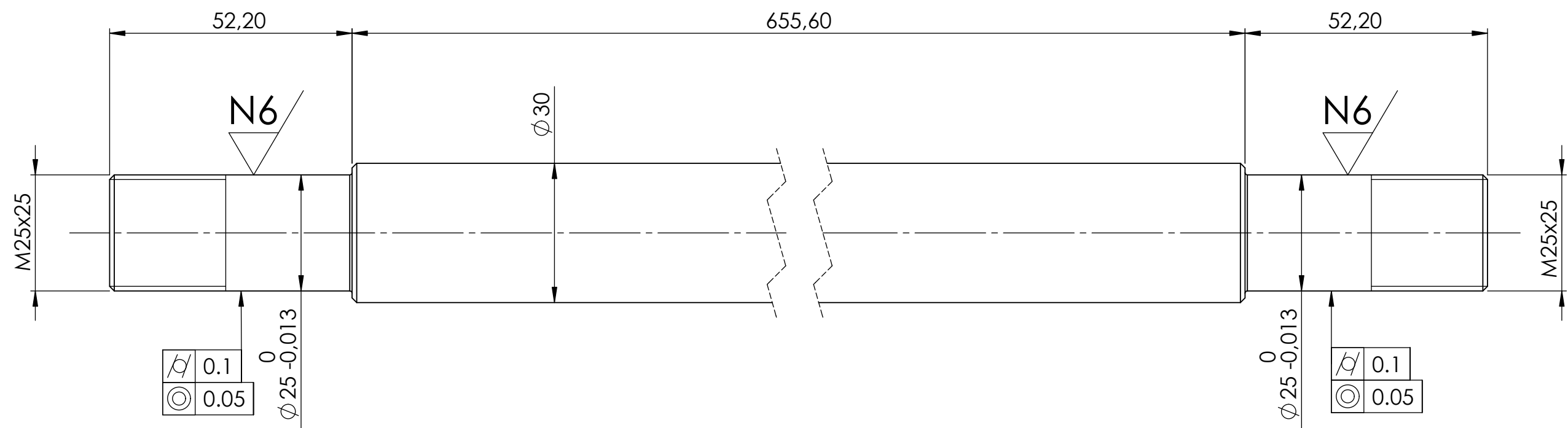
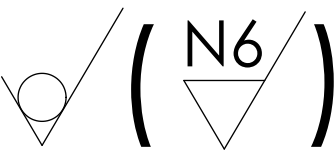
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 10

 PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO				Cajón plataforma de rodillos SOLDADO	
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALAS		PIM – 201
	31/03/2022	Pasquali, G	1:10		



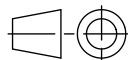
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PIM - 210	Soporte motor hidráulico	1
2	PIM - 438	Brazo soporte motor hidráulico	1
3	PIM - 436	Base soporte motor hidráulico toma de fuerza	1
4	PIM - 437	Refuerzo soporte motor hidráulico toma de fuerza	1

 PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		Soporte motor hidráulico toma de fuerza	
DIBUJO	FECHA 30/03/2022	NOMBRE Pasquali, G	ESCALAS 1:1 1:2  PIM - 435

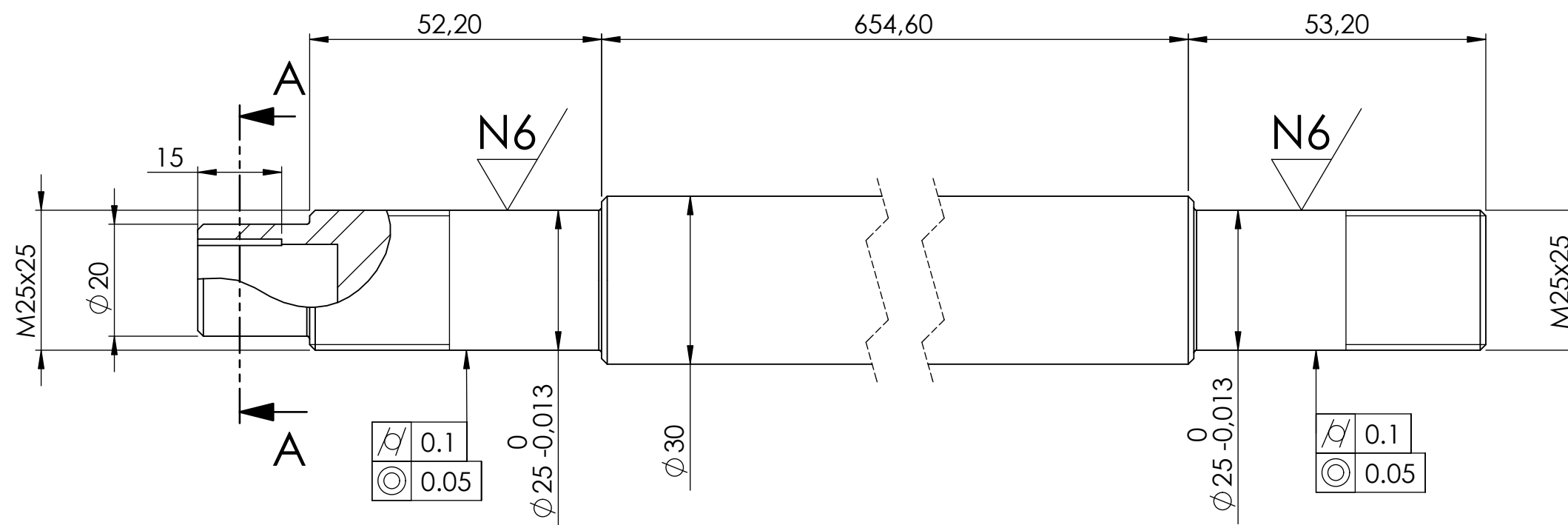
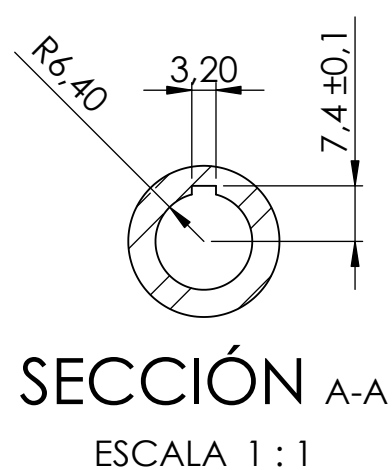


MATAR CANTOS VIVOS

TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN DIN 7168

REDONDO D30			AISI 1026 trefilado		2		4049.14	
DENOMINACIÓN			MATERIAL		CANTIDAD		PESO [g]	
 PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO				Eje rodillo sin accionamiento				
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS 1:1		PIM – 300			
DIBUJO	04/04/2022	Pasquali, G						

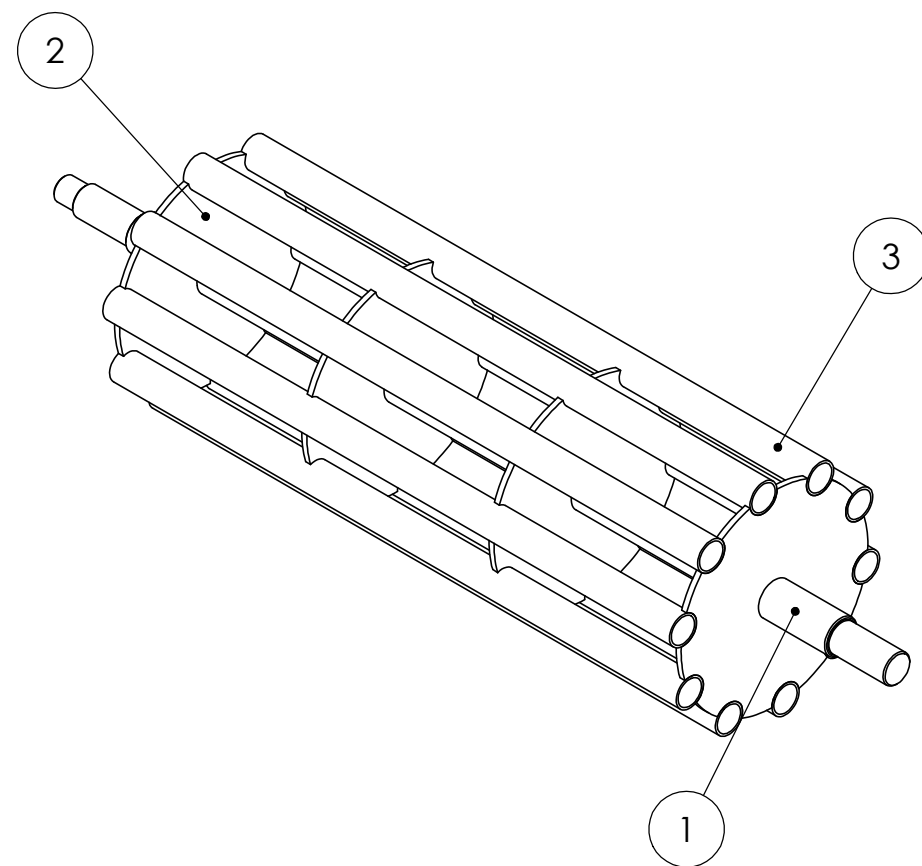
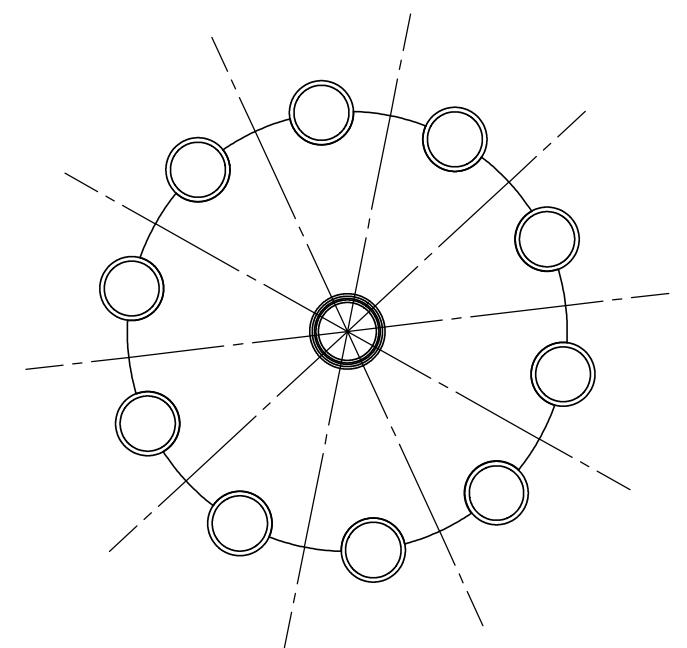
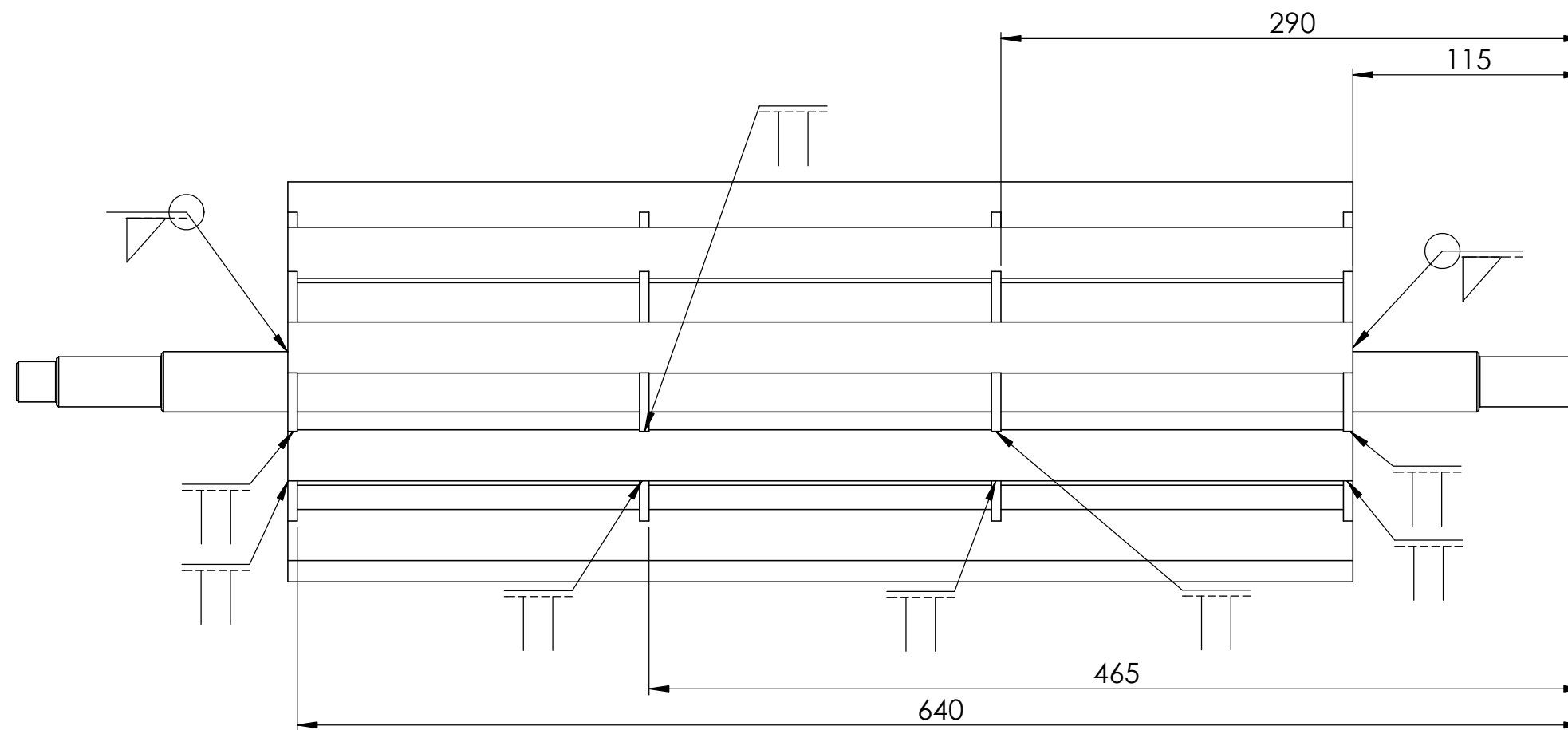
✓ (N6)



MATAR CANTOS VIVOS

TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN DIN 7168

REDONDO D30	ALSI 1026 trefilado	2	4072.68
DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	PESO [g]
PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		Eje rodillo con accionamiento	
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
04/04/2022	Pasquali, G	1:1	PIM - 301



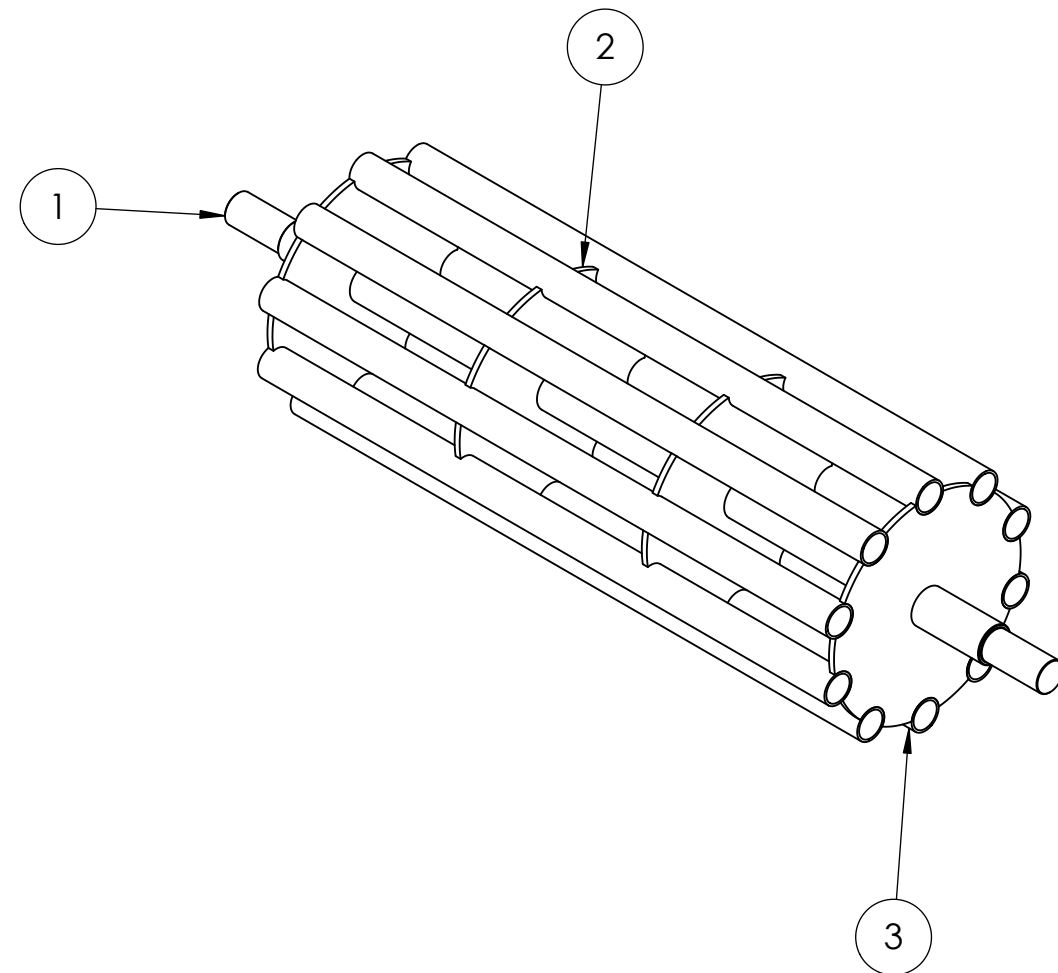
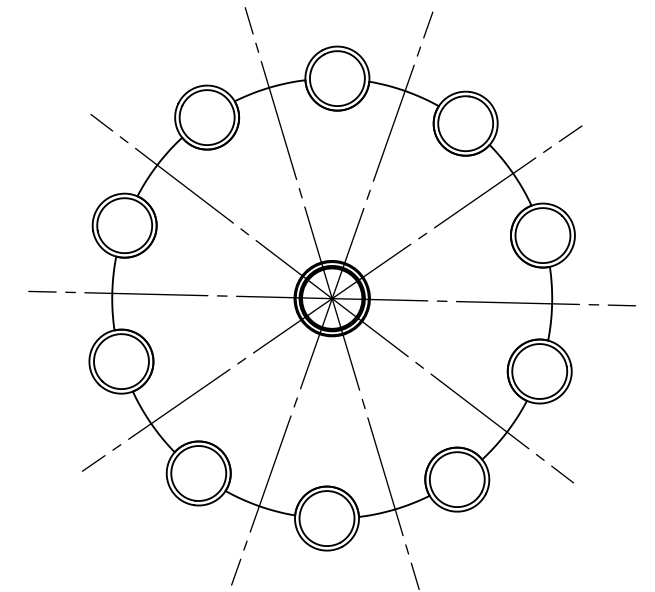
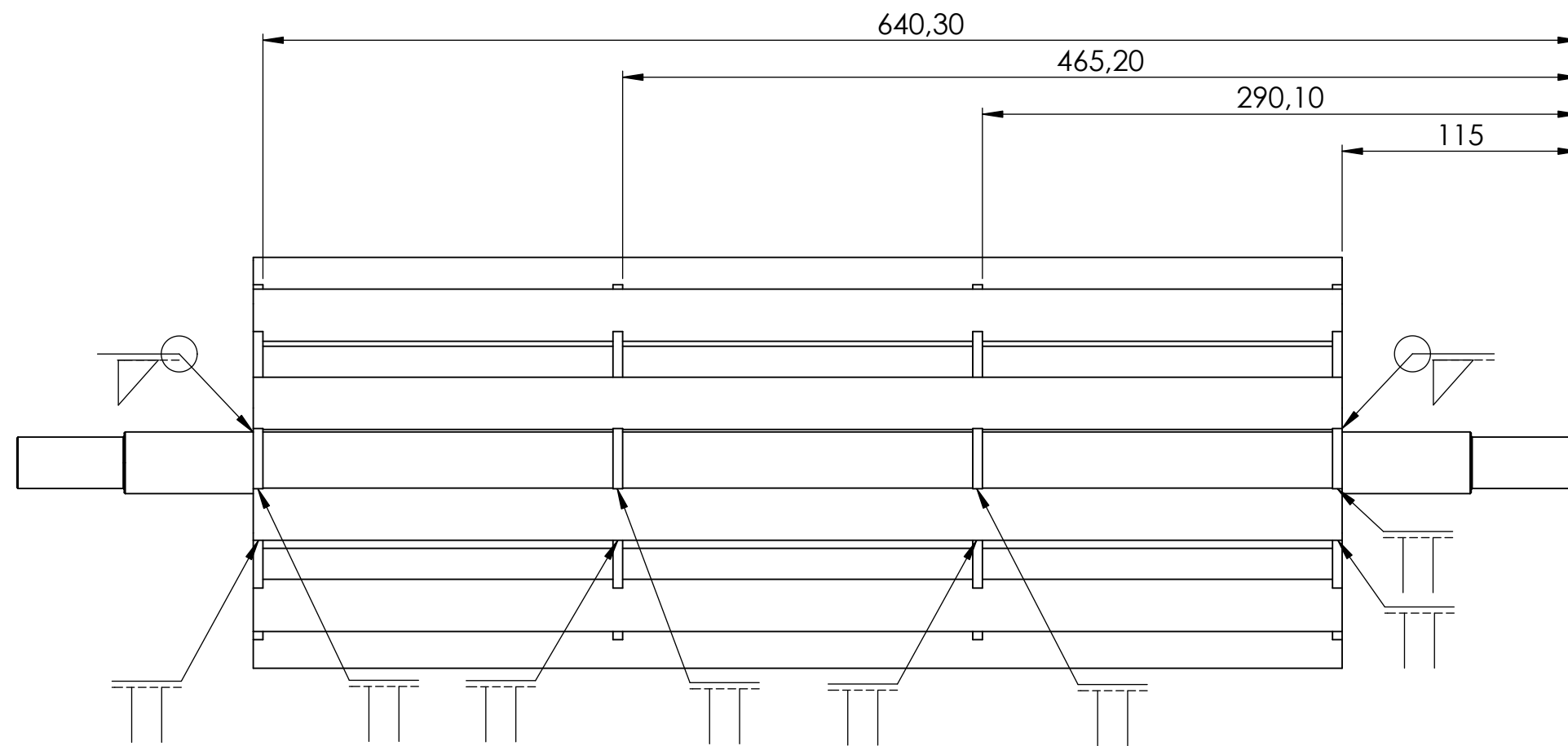
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PIM - 301	Eje rodillo con accionamiento	1
2	PIM - 304	Placa jaula rodillos	4
3	PIM - 305	Caño jaula rodillos	10

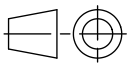


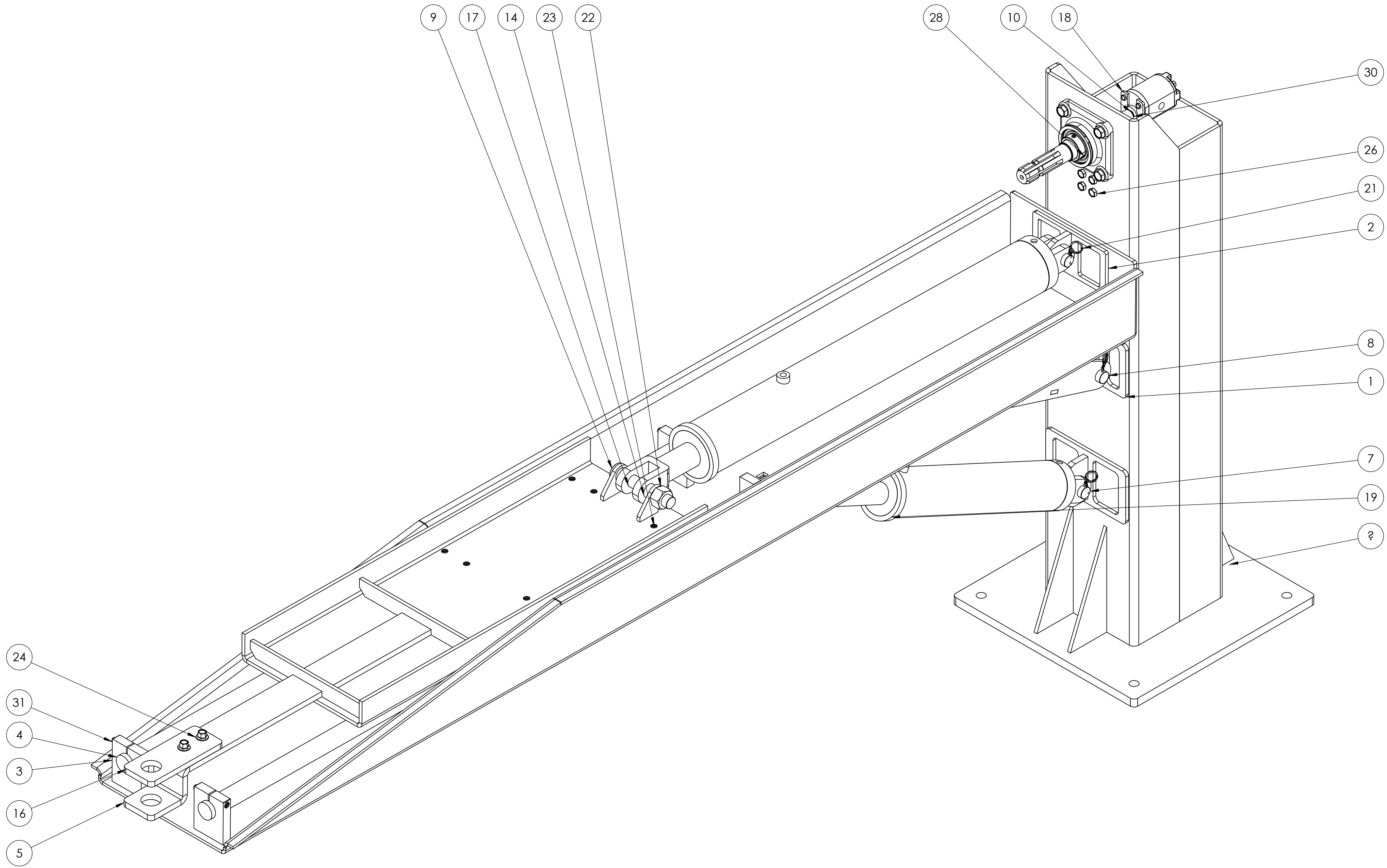
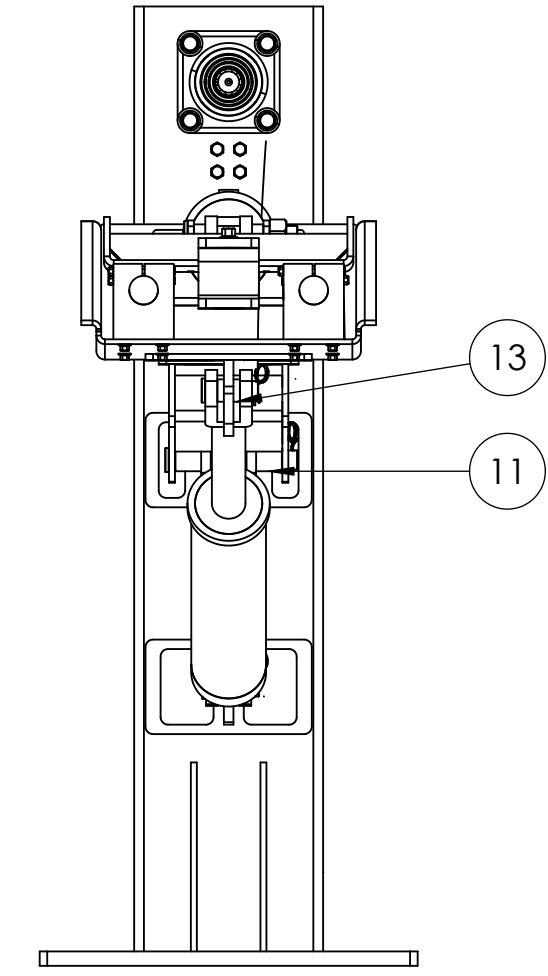
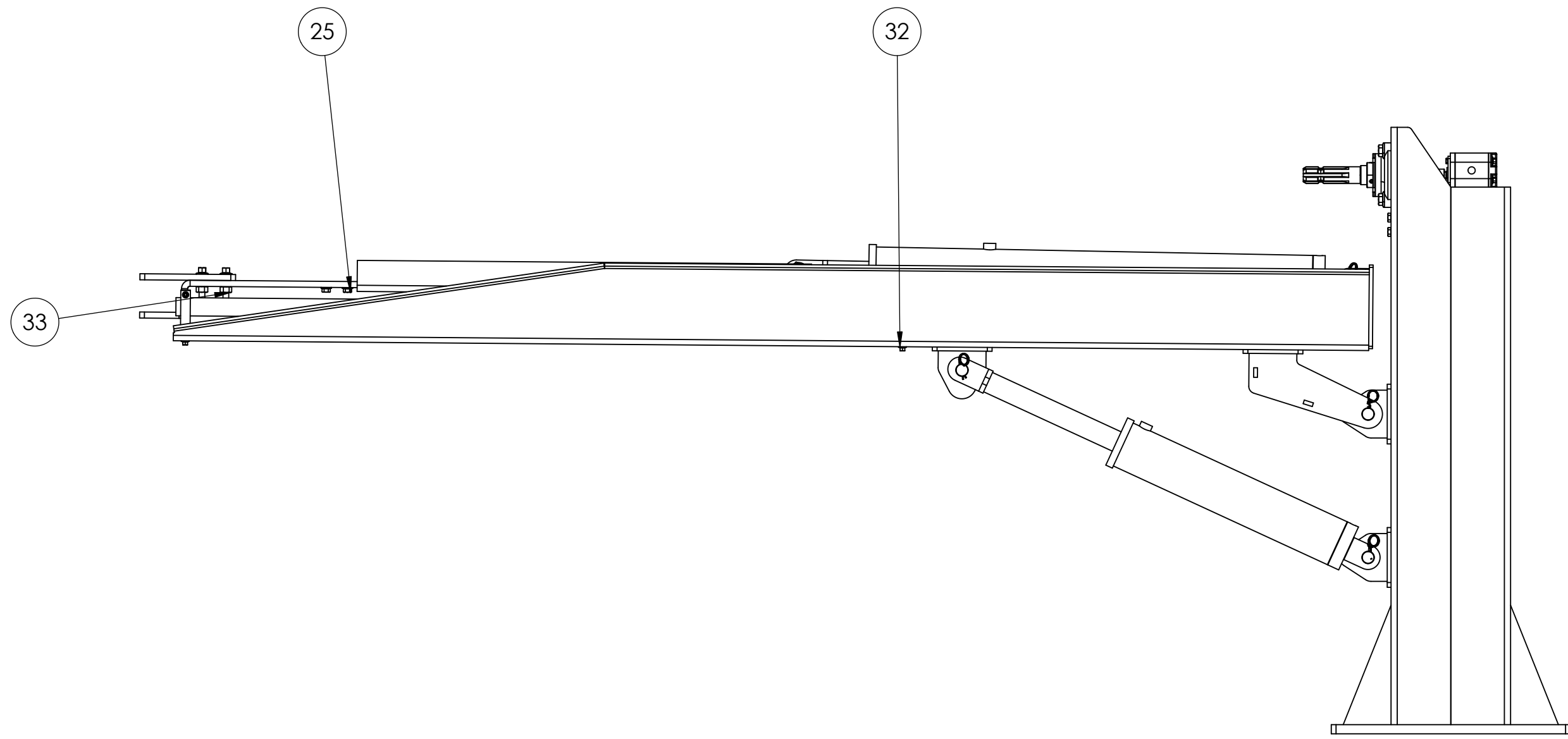
PIM
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

Eje rodillo con accionamiento
SOLDADO

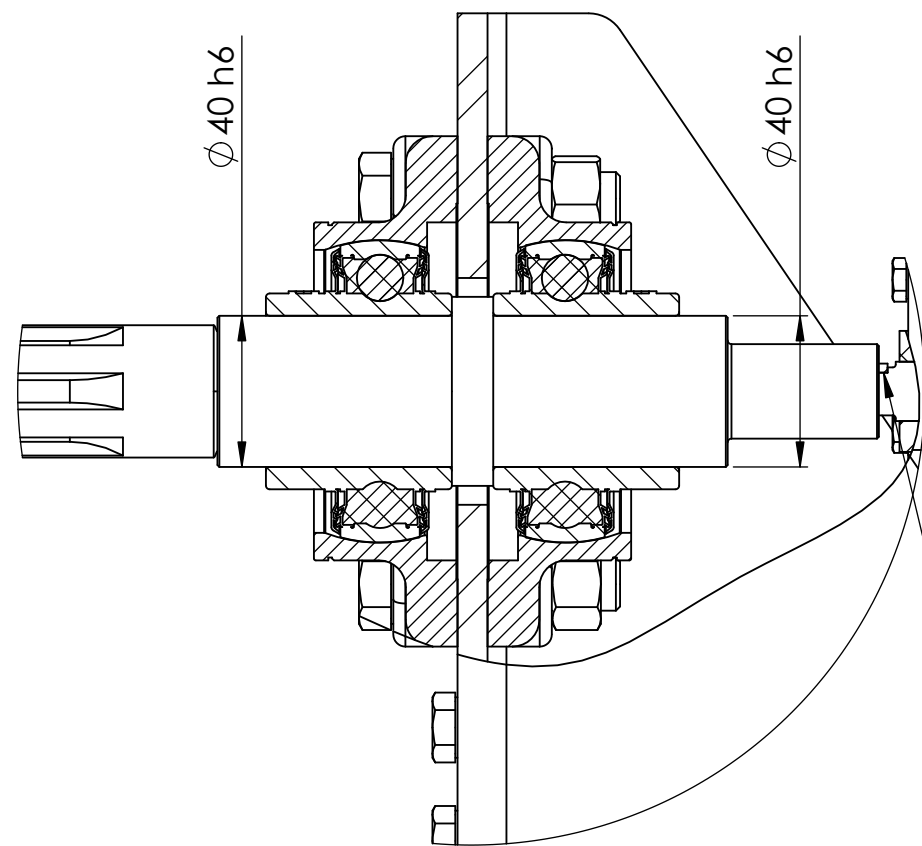
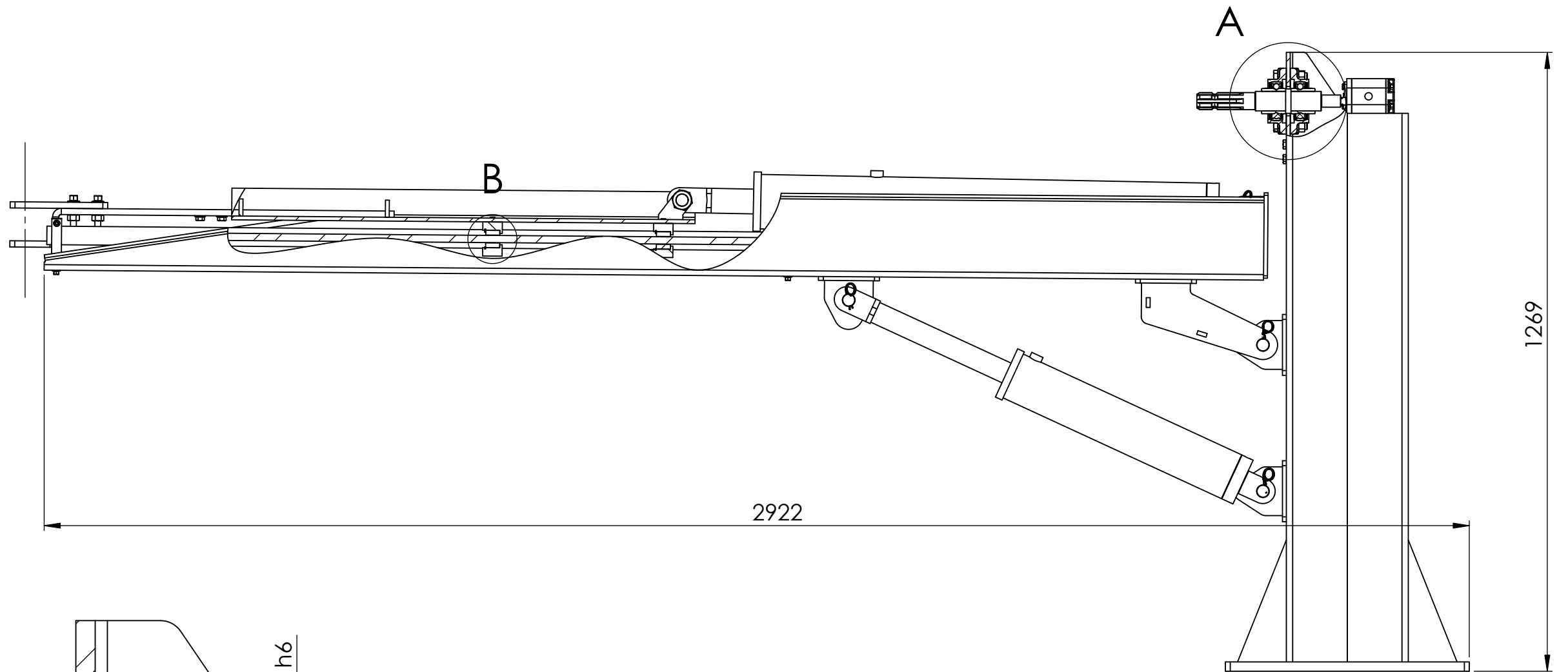
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALAS		PIM - 302
	04/04/2022	Pasquali, G			



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PIM - 300	Eje rodillo sin accionamiento	1
2	PIM - 304	Placa jaula rodillos	4
3	PIM - 305	Caño jaula rodillos	10
		Eje rodillo sin accionamiento SOLDADO	
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
	04/04/2022	Pasquali, G	1:5 1:3
			PIM - 303

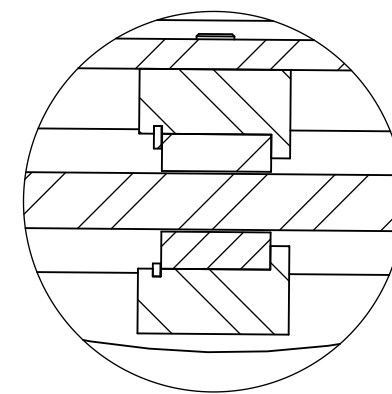


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PIM - 402	Cajón SOLDADO	1
2	PIM - 410	Plataforma enganche SOLDADA	1
3	PIM - 415	Soporte guía carro porta enganche	4
4	PIM - 416	Guía plataforma enganche	2
5	PIM - 417	Carro porta enganche SOLDADO	1
6	PIM - 423 a	Porta buje	4
7	PIM - 429	Perno pivot cilindros hidráulicos	3
8	PIM - 430	Perno enganche pivot plataforma enganche	1
9	PIM - 431	Perno enganche cilindro hidráulico superior	1
10	PIM - 433	Eje toma de fuerza	1
11	PIM - 439	Buje enganche pivot plataforma enganche	2
12	PIM - 441	Buje enganche cilindro hidráulico inferior	2
13	PIM - 442	Buje pivot cilindro hidráulico inferior	2
14	PIM - 443	Buje perno enganche cilindro hidráulico superior	2
15	PIM - 444	Buje guía plataforma enganche	4
16	PIM - 421	Placa superior enganche	1
17	Cilindro hidráulico carrera 800 mm		1
18	PIM - 235	Soporte motor hidráulico toma de fuerza	1
19	Cilindro hidráulico carrera 400 mm		1
20	Circlip DIN 472 - 50 x 2		4
21	4252801		4
22	HNUT 1.0000-8-B-N		1
23	B18.3.1M - 6 x 1.0 x 80 Hex SHCS -- 24NHX		12
24	B18.6.7M - M12 x 1.75 x 50 Indented HFMS -- 50N		2
25	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M10 x 1.5, with 15 WAF --N		2
26	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M6 x 1.0 x 10 --10WN		12
27	B18.2.4.5M - Hex jam nut, M10 x 1.5, with 16mm WAF --D-N		4
28	SKF_F4BC_40M_TPSS		2
29	B18.2.4.1M - Hex nut, Style 1, M14 x 2 --D-N		4
30	AZMB-22-7.1RQR01MB	Motor hidráulico de engranajes	1
31	AM-M6-N		4
32	B18.2.3.4M - Hex flange screw, M8 x 1.25 x 12 --12N		8
33	B18.2.4.6M - Heavy hex nut, M12 x 1.75 --W-N		2

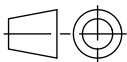


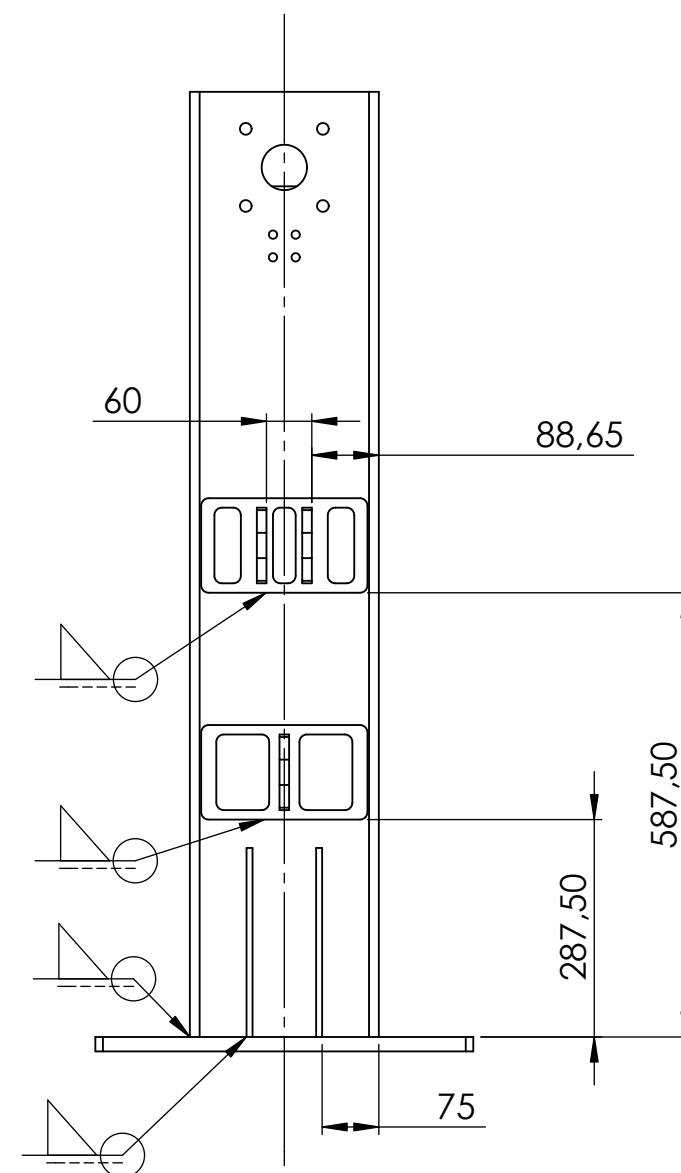
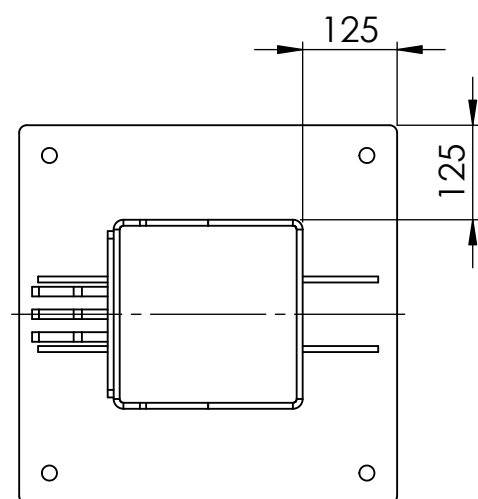
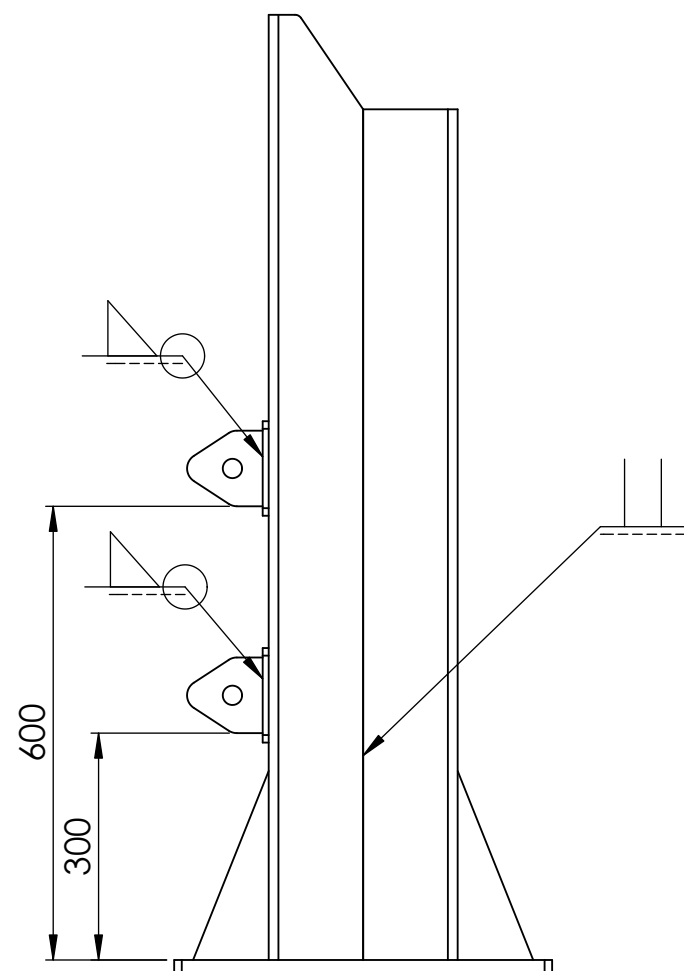
DETALLE A
ESCALA 1 : 2

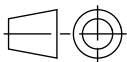
OBSERVACIÓN:
CONEXIÓN MOTOR HIDRÁULICO - EJE SEGÚN DIN J744

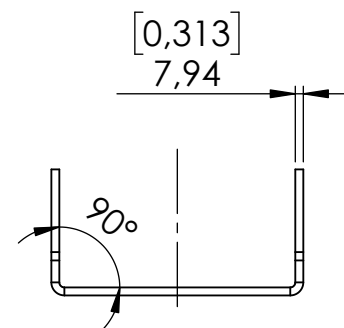
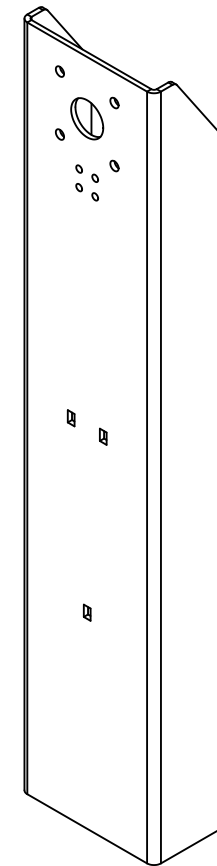
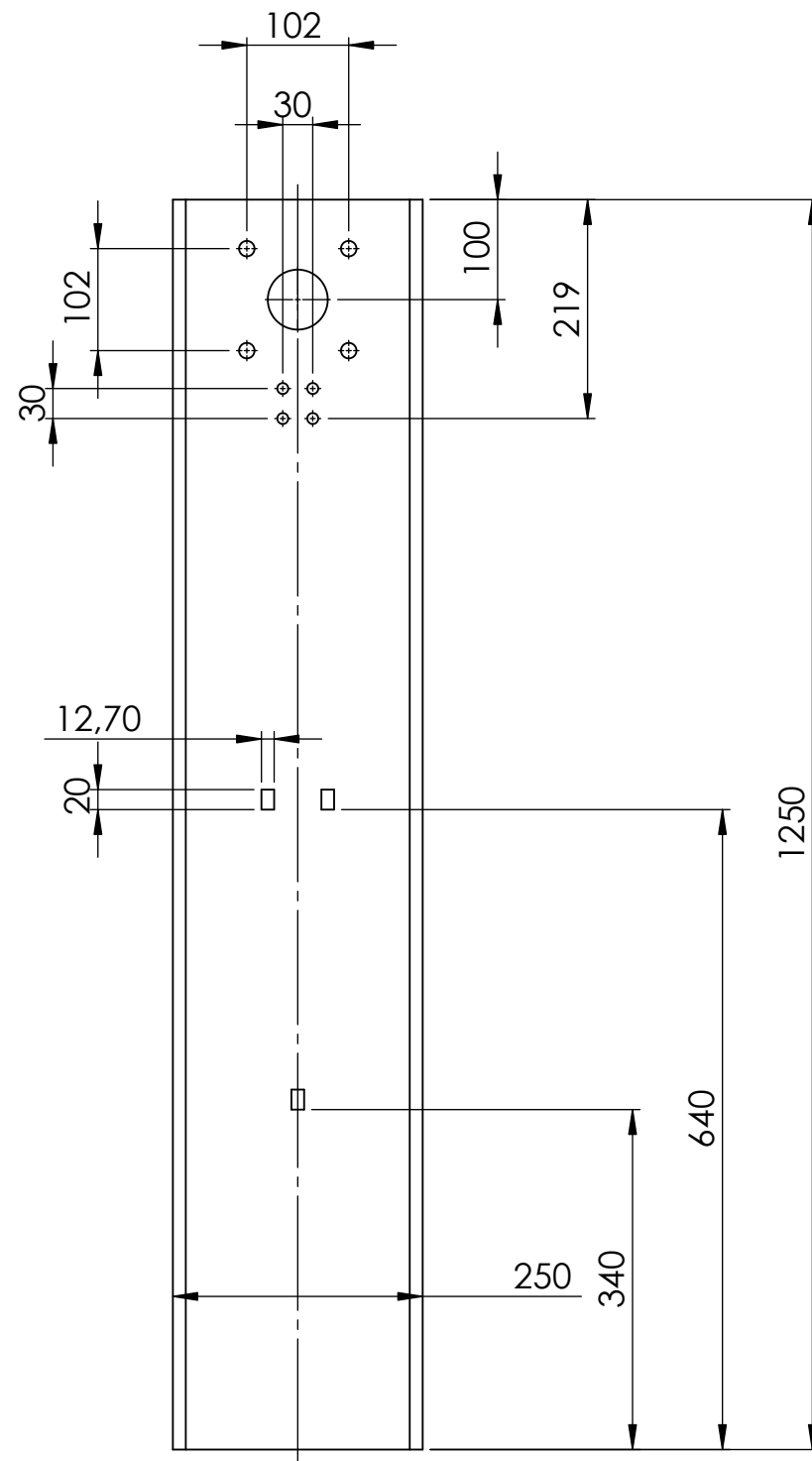
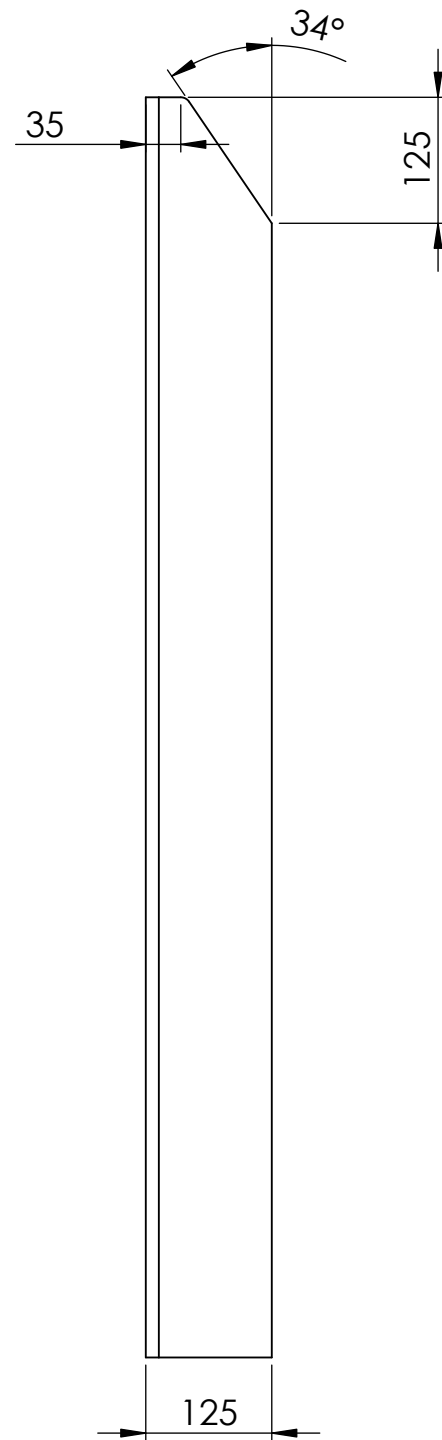


DETALLE B
ESCALA 1 : 2

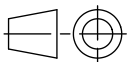
		PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		Plataforma enganche y toma de fuerza ARMADA	
		DIBUJO 31/03/2022	NOMBRE Pasquali, G	ESCALAS 1:10	
				PIM – 400	

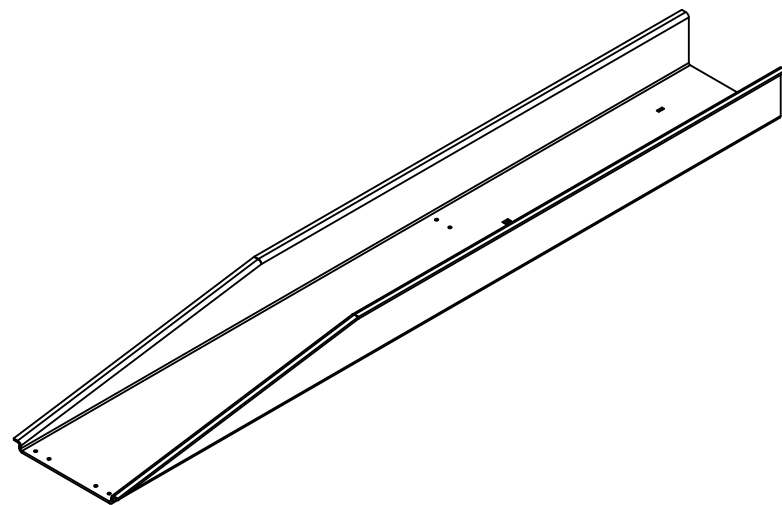
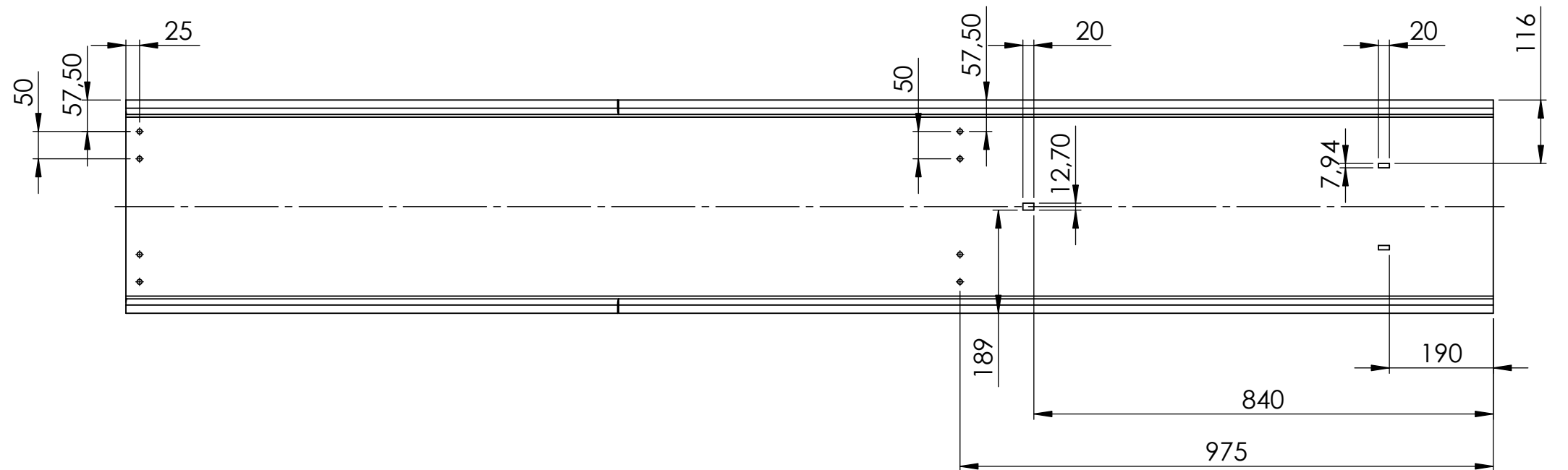
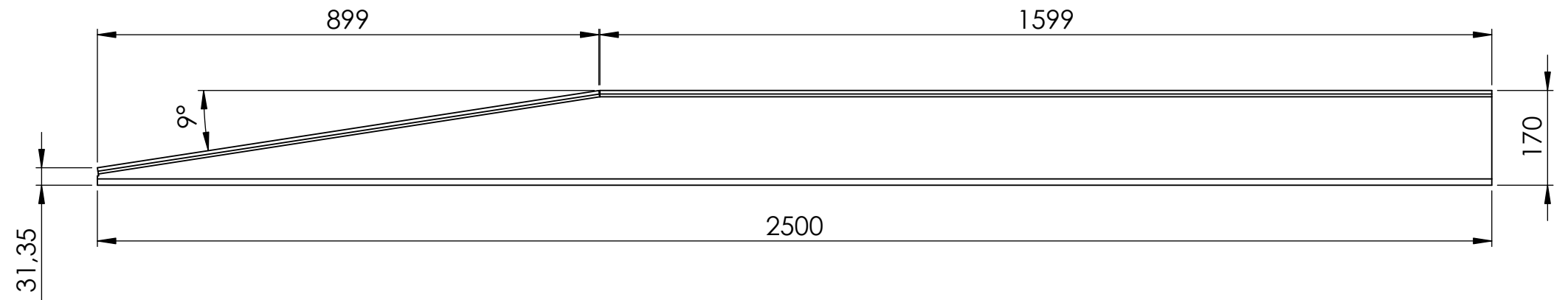
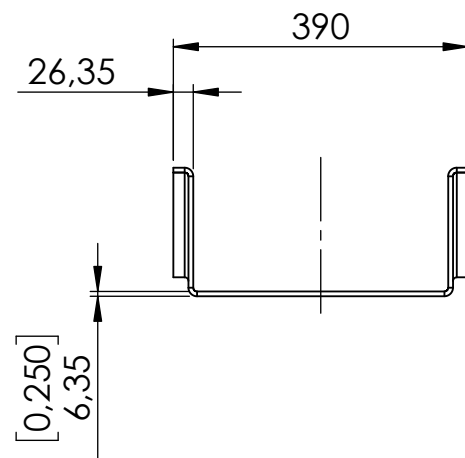


 PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO	Cajón SOLDADO		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	31/03/2022	Pasquali, G	
			PIM-402

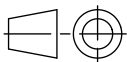


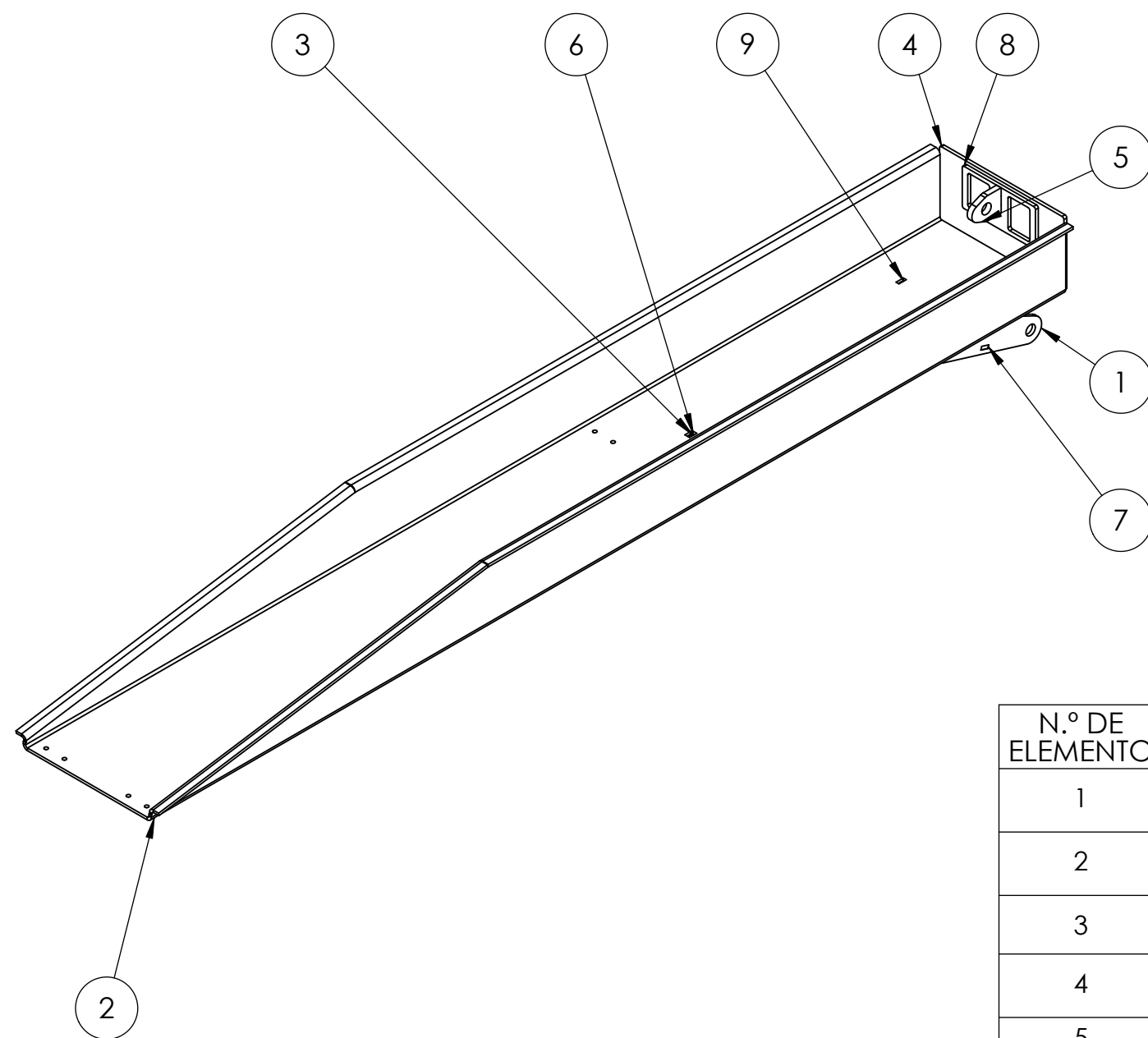
TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN DIN 7168

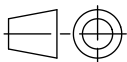
CHAPA 5/16"	AISI 1010 Chapa acero laminada en caliente	1	36242.44
DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	PESO
 PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		Cajón "U" con ranuras	
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
	06/04/2022	Pasquali, G	1:7.5
		 PIM - 404 a	

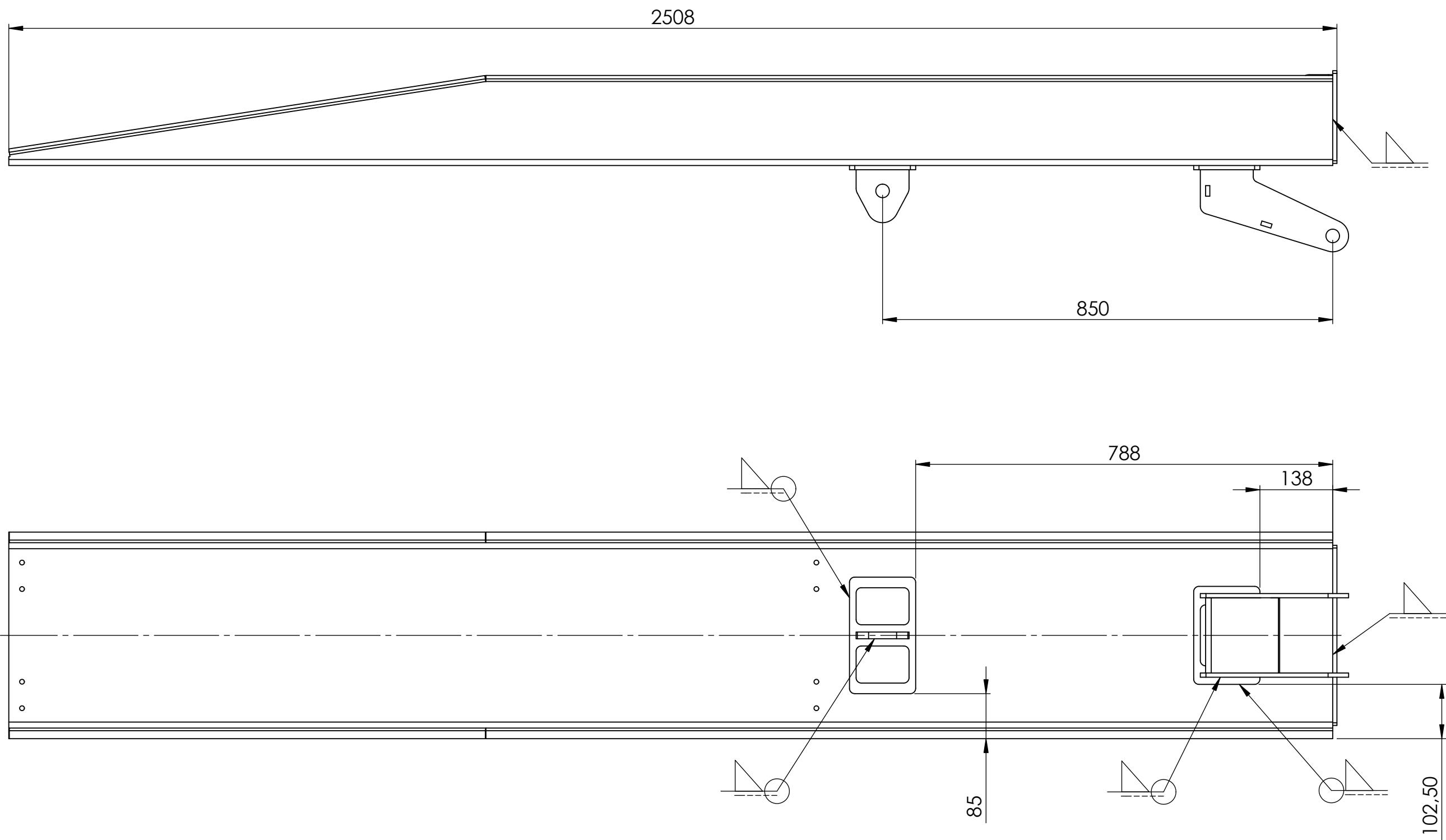


TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN DIN 7168

CHAPA 1/4"		AISI 1010 Chapa acero laminada en caliente	1	81584.74
DENOMINACIÓN		MATERIAL	CANTIDAD	PESO [g]
 PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO			Base plegada plataforma enganche	
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALAS 1:10	 PIM – 408
	06/04/2022	Pasquali, G		



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PIM - 407	Soporte base plegada plataforma enganche	2
2	PIM - 408	Base plegada plataforma enganche	1
3	PIM - 409	Contacto extremo cilindro hidráulico inferior	1
4	PIM - 411	Apoyo trasero cilindro hidráulico superior	1
5	PIM - 412	Soporte cilindro hidráulico superior	1
6	PIM - 426	Refuerzo contacto extremo cilindro hidráulico inferior	1
7	PIM - 427	Refuerzo soporte base plegada plataforma enganche	1
8	PIM - 428	Refuerzo soporte cilindro hidráulico superior	1
9	PIM - 432	Refuerzo soporte base plegada plataforma enganche	1
PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		Plataforma enganche SOLDADA	
DIBUJO	FECHA 30/03/2022	NOMBRE Pasquali, G	ESCALAS 1:12
		PIM - 410	

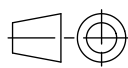


PIM
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

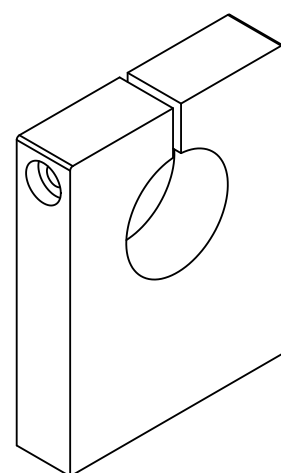
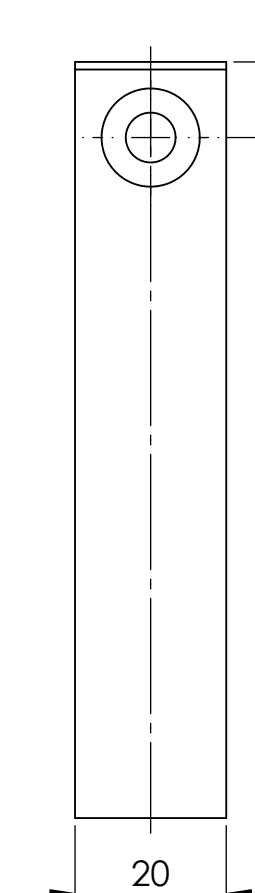
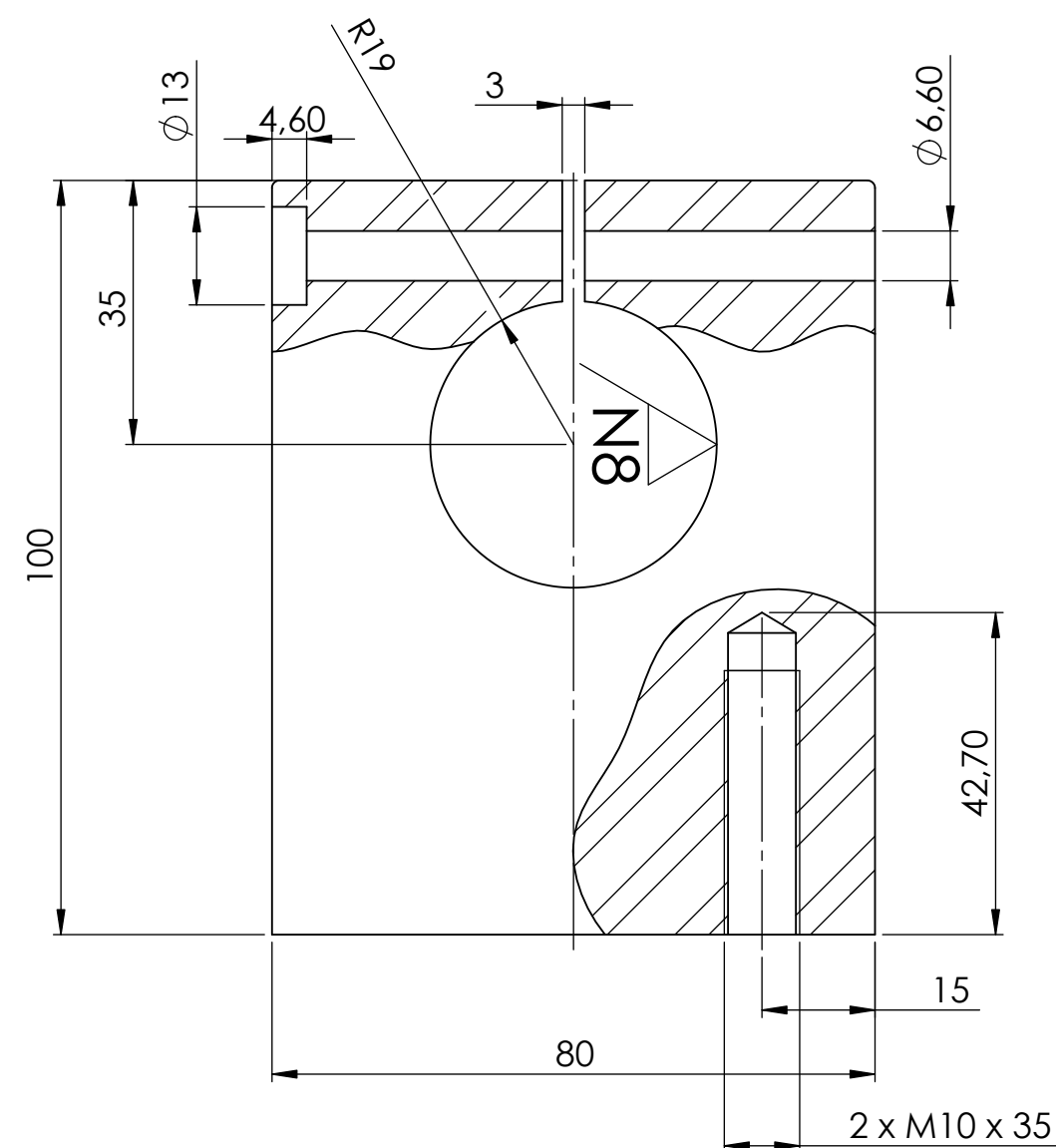
Plataforma enganche
SOLDADA

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	30/03/2022	Pasquali, G

ESCALAS
1:8



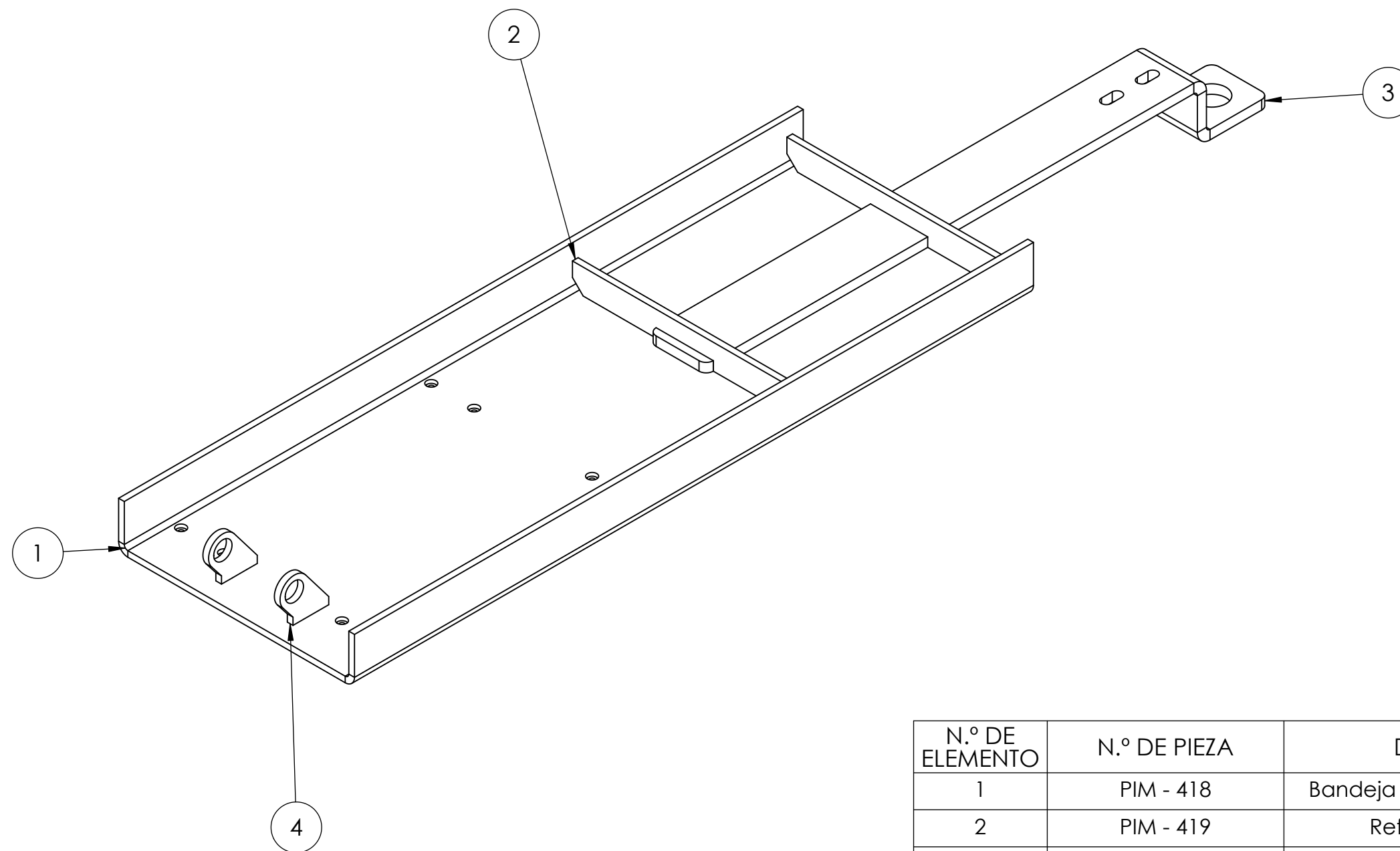
PIM - 410

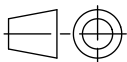


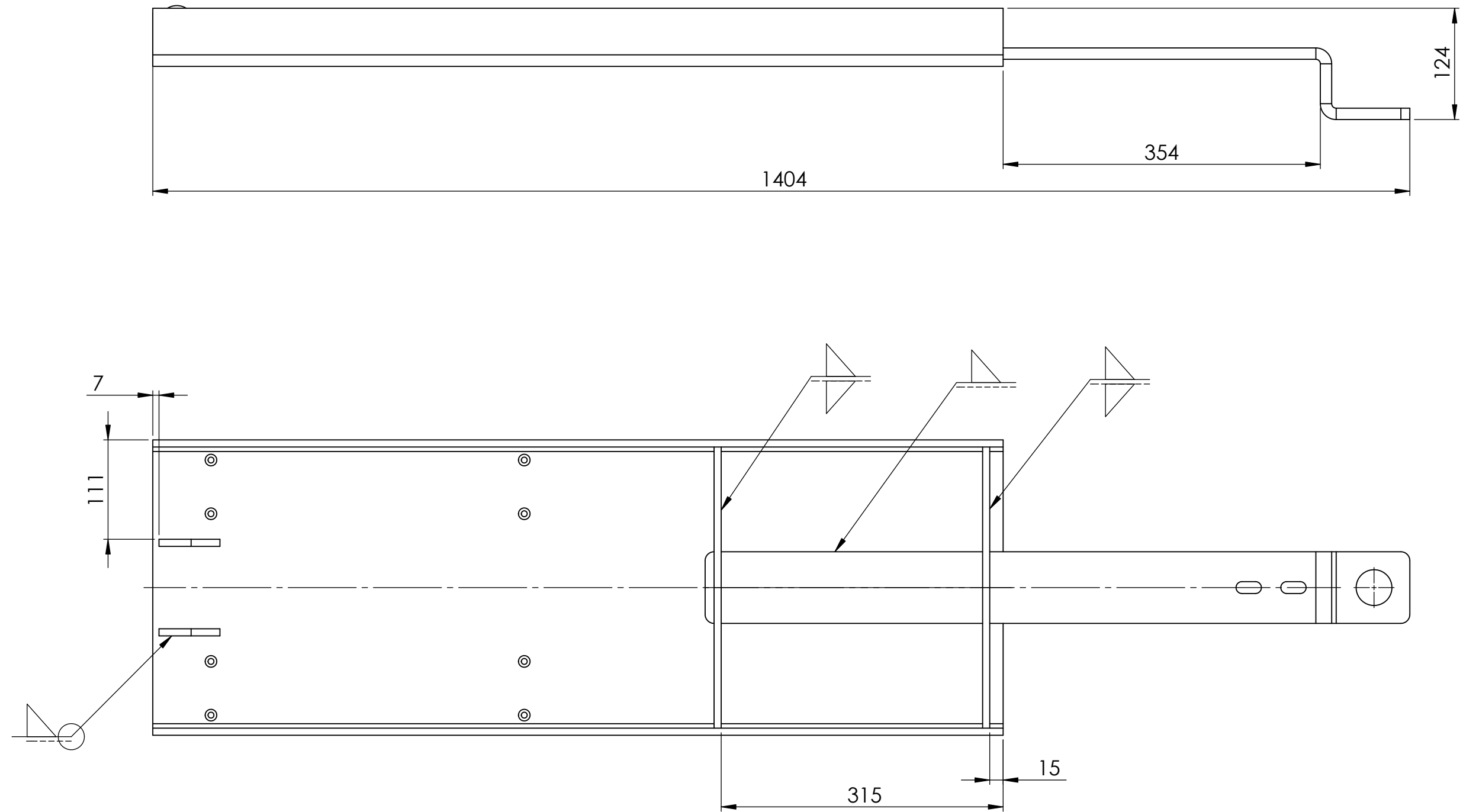
MATAR CANTOS VIVOS

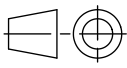
TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN DIN 7168

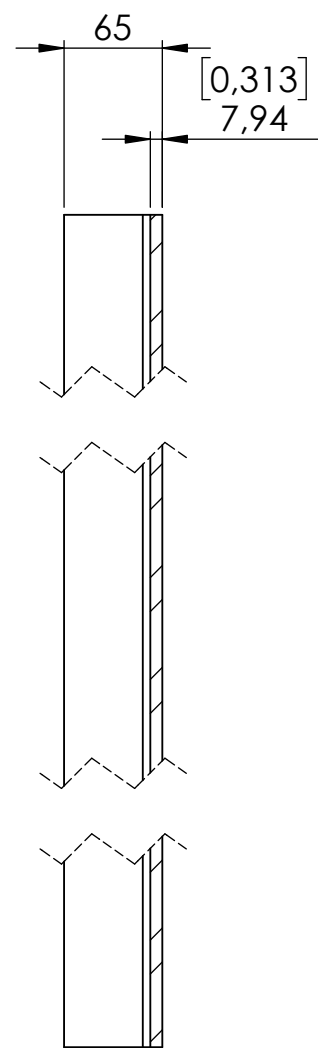
CUADRADO 100 x 100		AISI 1010 Barra de acero laminada en caliente		4	1007.80
DENOMINACIÓN		MATERIAL		CANTIDAD	PESO [g]
 PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO				Soporte guía carro porta enganche	
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS		PIM - 415
DIBUJO	05/04/2022	Pasquali, G			



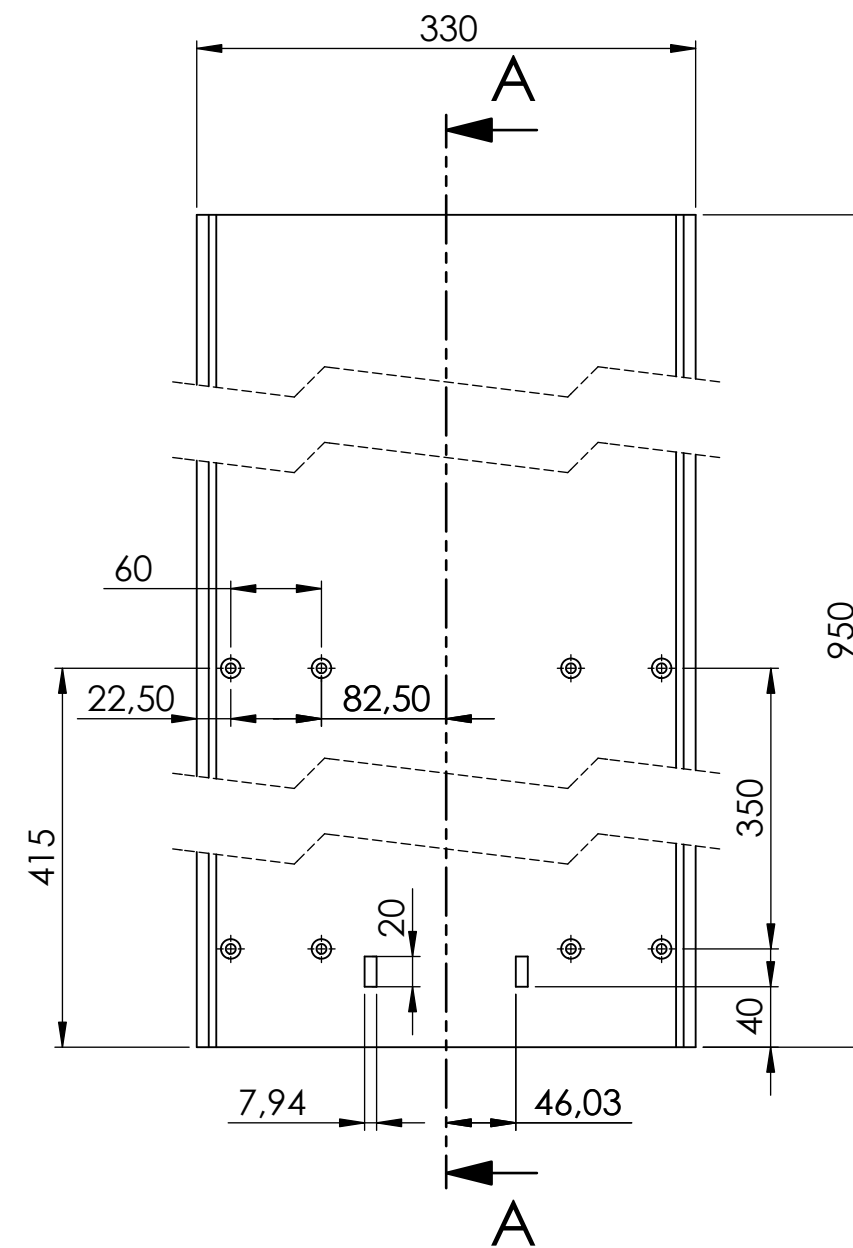
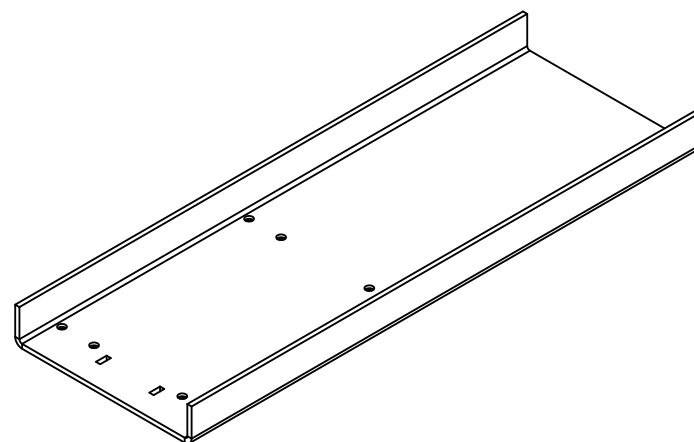
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PIM - 418	Bandeja carro porta enganche	1
2	PIM - 419	Refuerzo enganche	2
3	PIM - 420	Brazo enganche	1
4	PIM - 422	Apoyo cilindro hidráulico superior	2
 PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		Carro porta enganche SOLDADO	
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	30/03/2022	Pasquali, G	
PIM - 417			



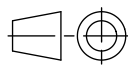
 PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO				Carro porta enganche SOLDADO	
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS		PIM - 417
DIBUJO	30/03/2022	Pasquali, G			

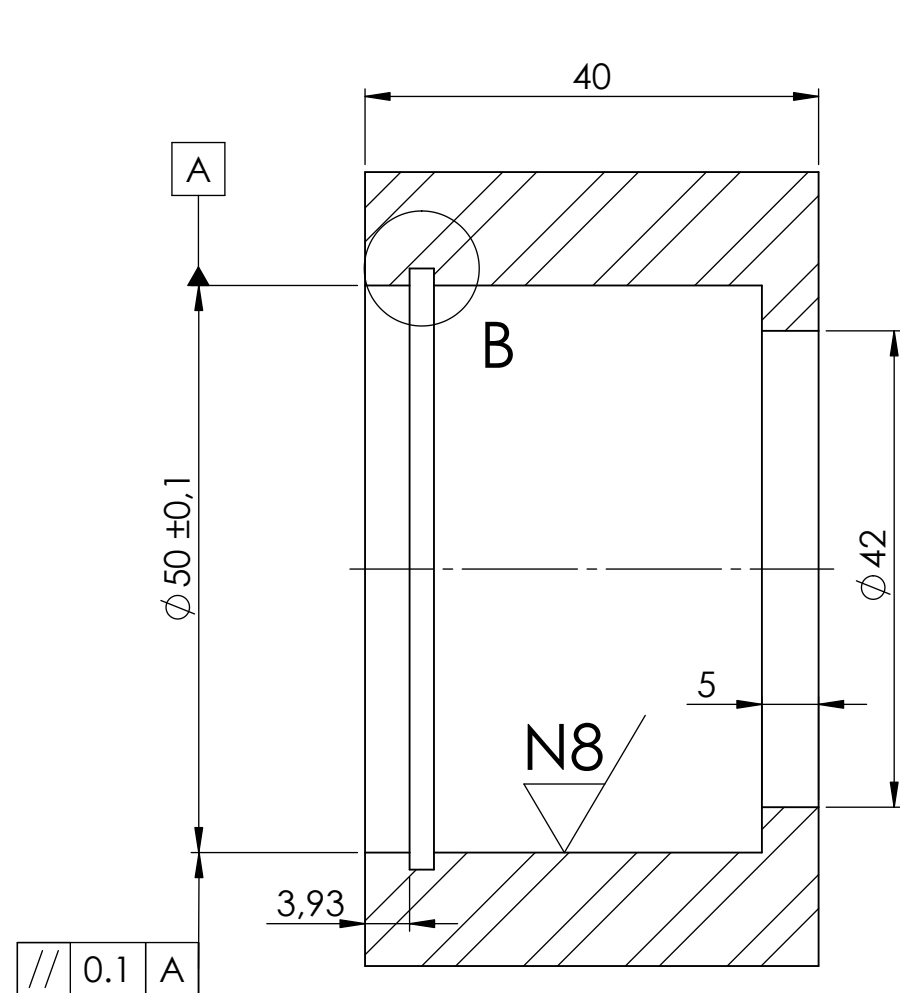
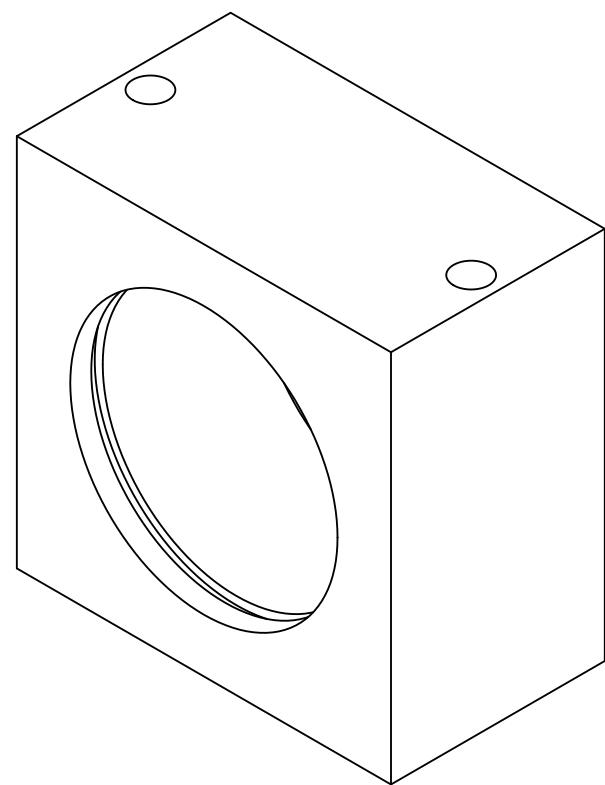


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5

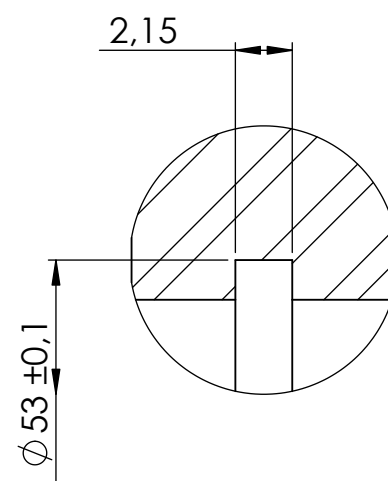


TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN DIN 7168

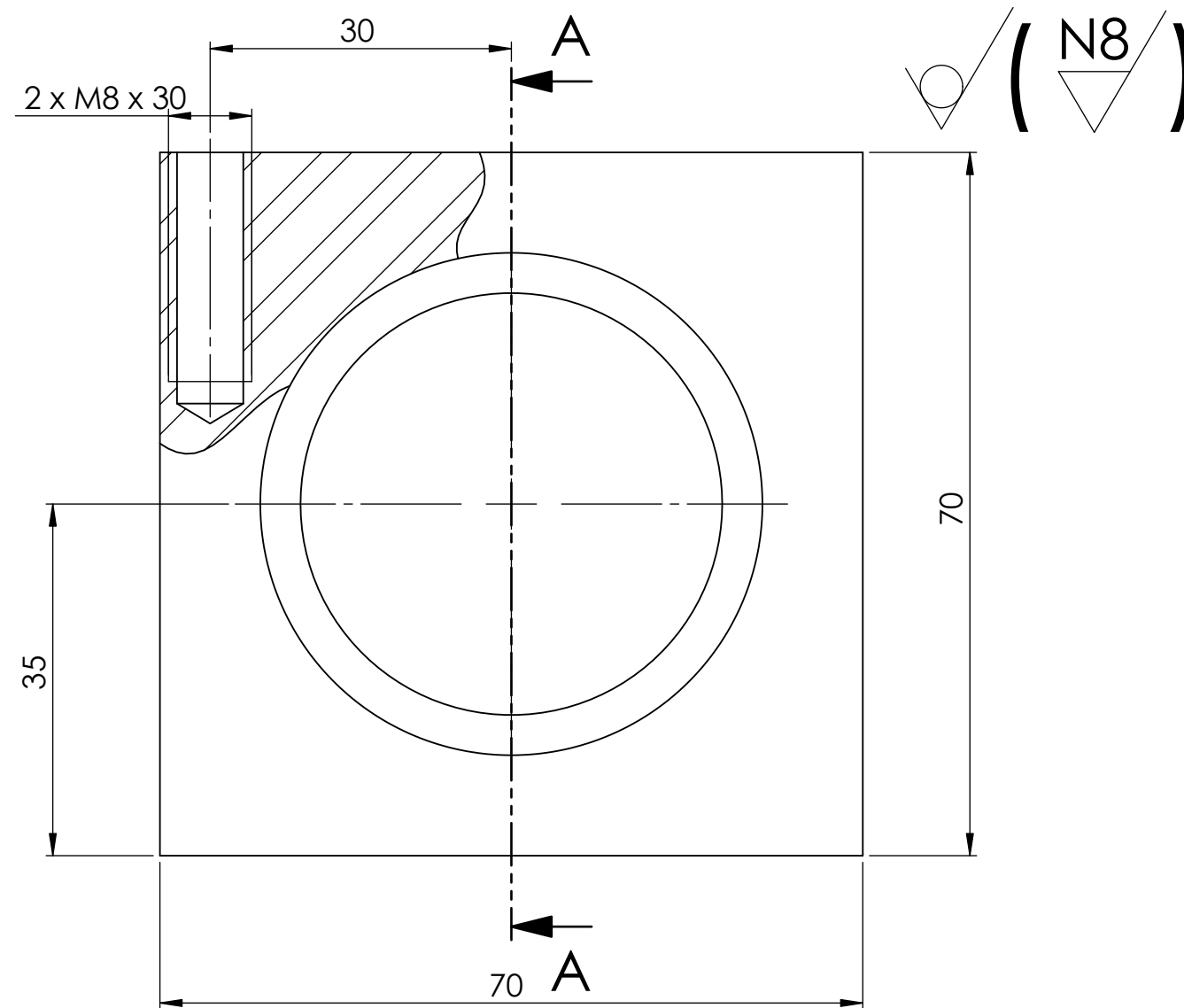
CHAPA 3/16"		AISI 1010 Chapa acero laminada en caliente		1	25834.12
DENOMINACIÓN		MATERIAL		CANTIDAD	PESO [g]
 PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO			Bandeja carro porta enganche		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS 1:5		PIM - 418
DIBUJO	06/04/2022	Pasquali, G			



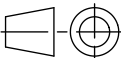
SECCIÓN A-A
ESCALA 1.5 : 1

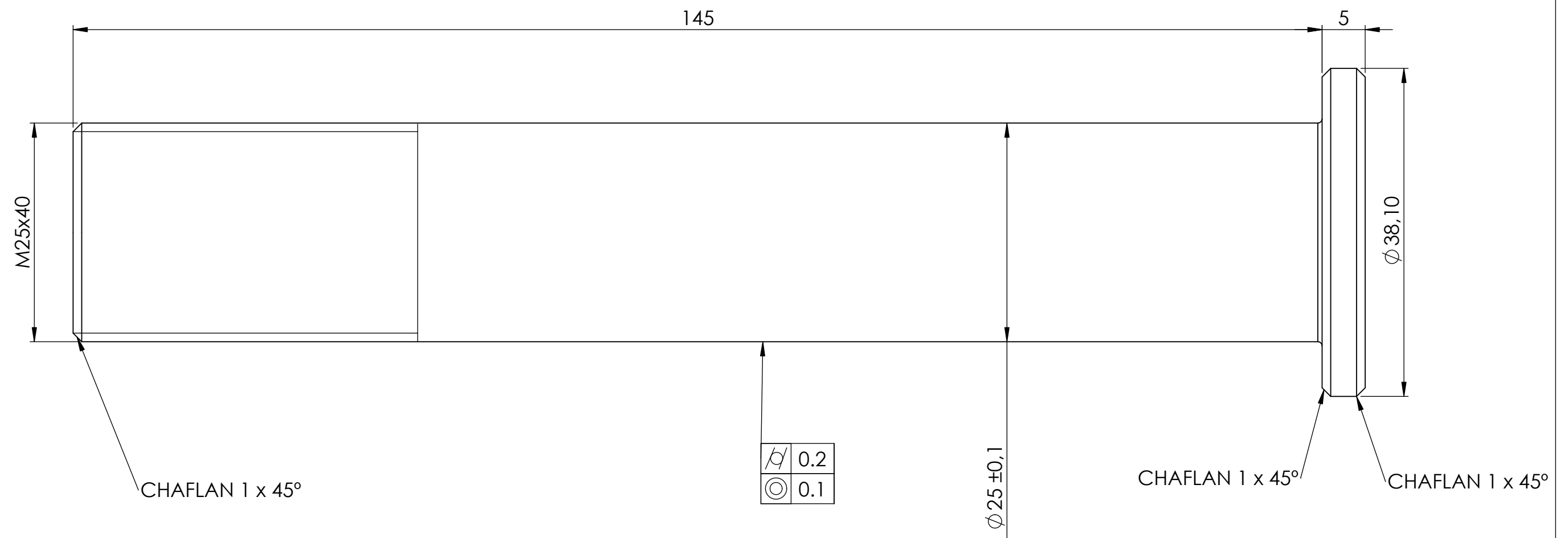


DETALLE B
ESCALA 3.5 : 1



TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN DIN 7168

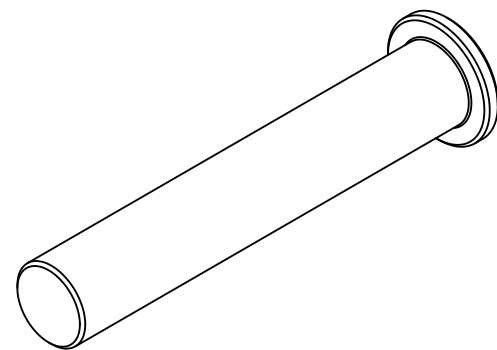
CUADRADO 70 x 70			AISI 1020		4		932.78	
DENOMINACIÓN			MATERIAL		CANTIDAD		PESO [g]	
 PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO					Porta Buje			
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS 1:1.5		PIM – 423			
DIBUJO	05/04/2022	Pasquali, G						



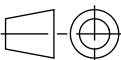
CHAFLAN 1 x 45°

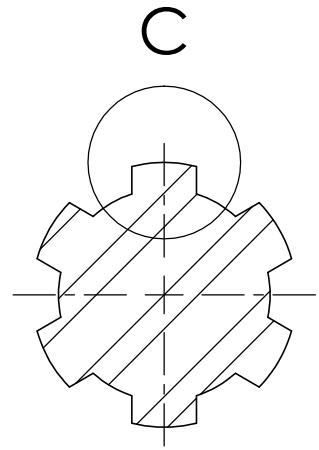
CHAFLAN 1 x 45°

CHAFLAN 1 x 45°



TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN DIN 7168

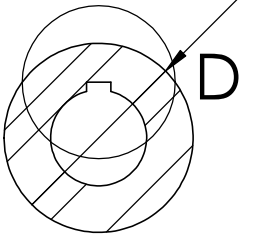
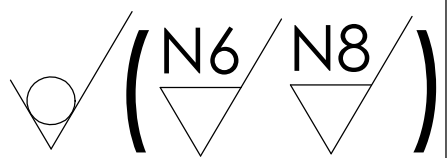
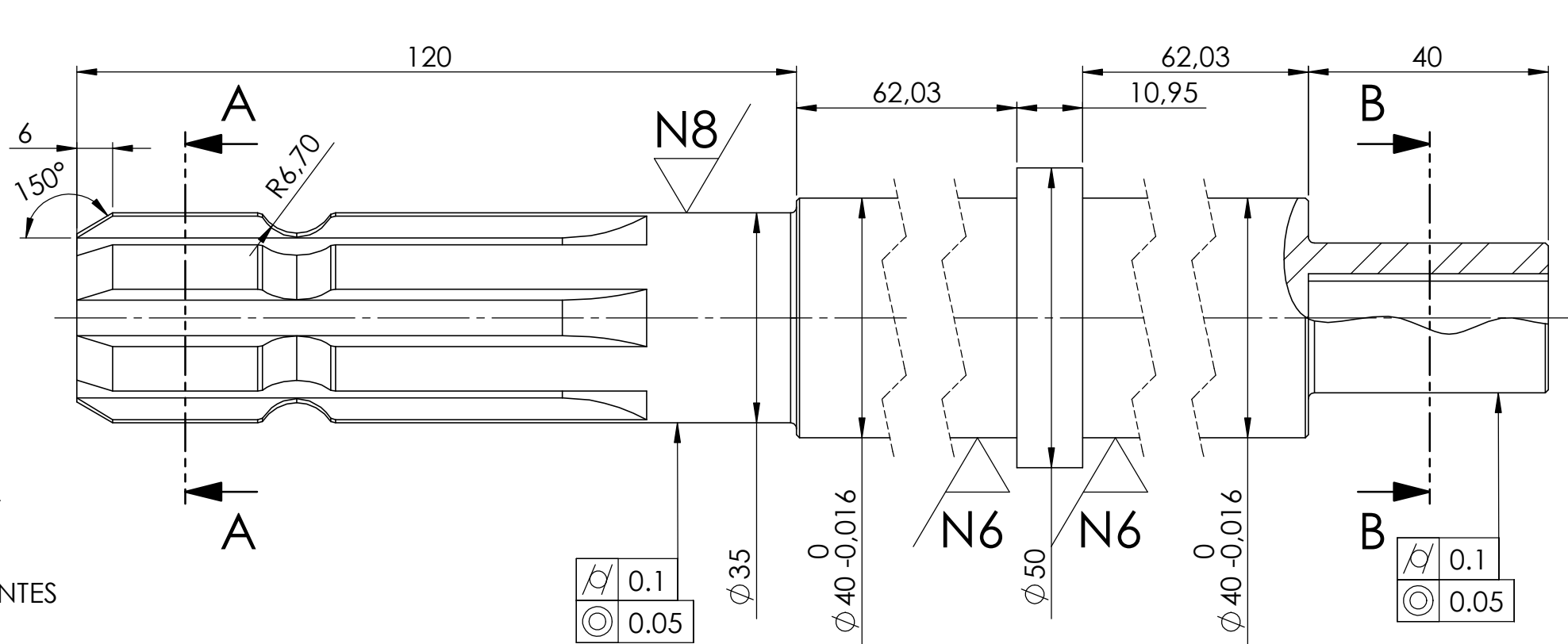
REDONDO 1 1/2"		AISÍ 1026 trefilado		1	621.89
DENOMINACIÓN		MATERIAL		CANTIDAD	PESO
 PIM ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO			Perno enganche cilindro hidráulico superior		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS 2:1		PIM - 431
DIBUJO	06/04/2022	Pasquali, G			



SECCIÓN A-A

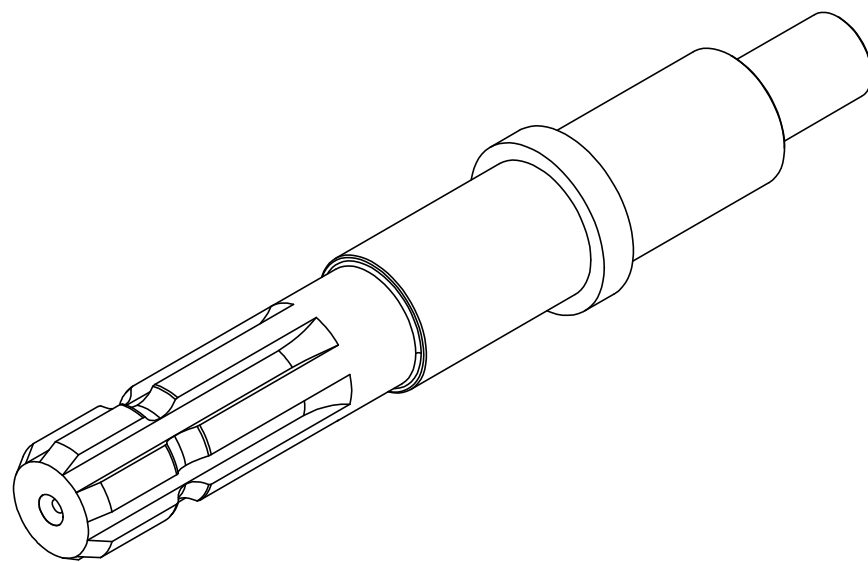
ESCALA 1 : 1

EJE ESTRIADO DE SEIS DIENTES



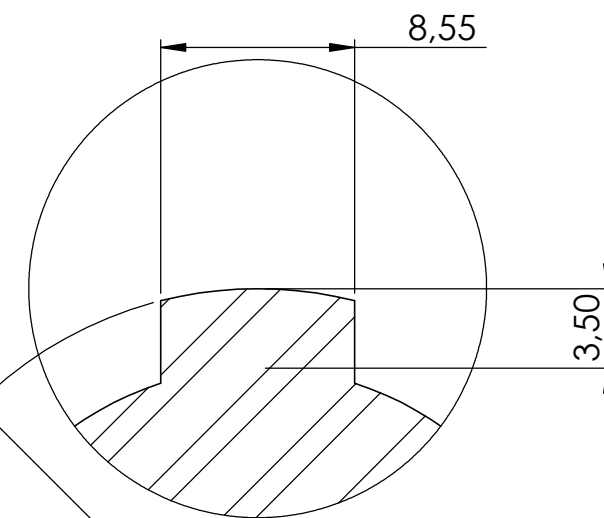
SECCIÓN B-B

ESCALA 1 : 1



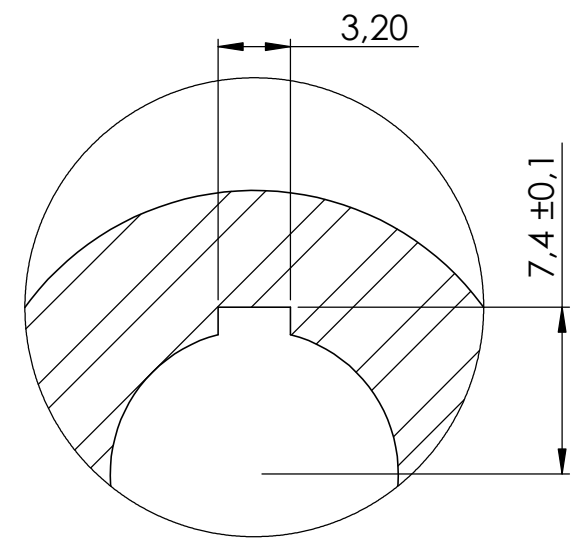
MATAR CANTOS VIVOS

TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN DIN 7168



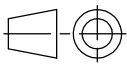
DETALLE C

ESCALA 3 : 1



DETALLE D

ESCALA 3 : 1

REDONDO D50	AISÍ 1045 Acero estirado en frío		1	2276
DENOMINACIÓN	MATERIAL		CANTIDAD	PESO [g]
	PIM		Eje estriado toma de fuerza	
	ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO			
DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALAS	 PIM - 433
	05/04/2022	Pasquali, G	1:1	