



FACULTAD
REGIONAL
VILLA MARIA
UTN

***“Trabajo Final de Proyecto de
Máquinas”***

***Pulverizador de arrastre
“BELCO”***

Alumno: Colmano Ignacio

Carrera: Ingeniería Mecánica

Cátedra: Proyecto de Maquinas

Profesores: Dicola Américo, Costamagna Marcelo



Villa María, 3 de diciembre de 2020

En la mesa de examen del día de la fecha, el alumno Colmano, Ignacio Javier, presentó el trabajo de grado correspondiente a la carrera de Ingeniería Mecánica en la UTN Facultad Regional Villa María. El tribunal examinador estuvo compuesto por el docente Titular de la Cátedra Proyecto Final Ing. Di Cola Américo, el docente Jefe de Trabajos Prácticos, Ing. Costamagna Marcelo, y por el Director de Departamento de Ingeniería Mecánica, Ing. Fernández Huber.

El tribunal determinó que el alumno aprobó el examen con la siguiente calificación:

.....

Ing. Costamagna Marcelo
JTP de la Cátedra

Ing. Di Cola Américo
Titular de la Cátedra

Ing. Fernández Huber
Director Dpto. Ing. Mecánica



Agradecimientos

A mis padres, que con mucho esfuerzo me dieron los medios y el apoyo para lograr este valioso título.



Índice

UNIDAD N°1 – “Introducción”	Pág. 5
1 - 1 – Abstract	Pág. 6
1 - 2 – Antecedentes	Pág. 7
1 - 3 - Justificación	Pág. 10
1 - 4 - Descripción del equipo	Pág. 11
1 - 5 - Sistema de codificación	Pág. 12
UNIDAD N°2 – “Cálculos”	Pág. 14
2 - 1 - Cálculo de la potencia necesaria para remolcar el equipo	Pág. 15
2 - 2 - Cálculo del eje de rueda	Pág. 18
2 - 2 - 1 - Verificación con Solid Works Simulation	Pág. 24
2 - 3 - Selección de los rodamientos de rueda	Pág. 34
2 - 4 - Cálculo de los bulones de rueda	Pág. 37
2 - 5 – Elección de los pulmones de suspensión neumática	Pág. 39
2 - 6 - Cálculo de los brazos de suspensión	Pág. 41
2 - 6 - 1 - Verificación con Solid Works Simulation	Pág. 43
2 - 7 - Cálculo del chasis	Pág. 52
2 - 7 - 1 – Verificación con Solid works Simulation	Pág. 55
2 - 8 - Cálculo del circuito de pulverización	Pág. 71
UNIDAD N°3 – “Apéndice, bibliografía y conclusión”	Pág. 82
3 - 1 – Apéndice	Pág. 83
3 - 2 - Bibliografía	Pág.91
3 - 3 - Conclusión	Pág.92
UNIDAD N°4 – “Planos”	Pág.93
4 - 1 – Planos de piezas, subconjuntos y conjunto completo	Pág.94



Unidad 1

INTRODUCCIÓN



1 - 1 - Abstract

In the following work it has been made the design and calculation of an agricultural equipment. It's sprayer by trailed that has 3000 lts. of capacity and a wide of work of 22 mts. that allows it to satisfy necessities of little and medium agriculturals producers.

In relation with the design, it's centered in the pivoting system of the robb. It has been designed to mantein a constantly parallelism between robb – ground able to afford any ground request.

In relation with the calculation, it seems that throw specific software, it has been made the calculation of each piece that compose the sprayer where it shows that each of them is capable of resist to the efforts that it will be request, determining at the end the kind of material that it should be used for the following manufacturing.

Resumen

En el siguiente trabajo se ha realizado el diseño y cálculo de un equipo agrícola.

El mismo se trata de un pulverizador de arrastre que posee 3000 litros de capacidad y un ancho de labor de 22 metros que lo hace apto para las satisfacer necesidades de pequeños y medianos productores agrícolas.

En lo que se refiere a diseño, el pulverizador, está centrado en el sistema basculante del botalón y fue diseñado para mantener una horizontabilidad constante entre botalón-suelo ante cualquier exigencia del terreno.

En lo que concierne a la parte del cálculo, se observará que, mediante la utilización de un software específico se ha realizado el cálculo de cada una de las piezas que lo componen. Allí, se demuestra que cada una de ellas es capaz de resistir a los esfuerzos a las que estarán exigidas, determinándose por último el tipo de material que se deberá utilizar para su posterior fabricación.



1 - 2 – Antecedentes

En estos últimos tiempos, el sector agrícola de nuestro país, se enfrenta a una fuerte expansión en relación con la fabricación de maquinaria agrícola y ese resurgimiento, está haciendo nacer a la industria argentina. Históricamente, la expresión “trabajar la tierra” comprendía significados amplios.

Décadas pasadas, sembrar un campo que comprendía cien hectáreas, suponía semanas de arduo trabajo en el que animales eran utilizados como elementos motrices para remolcar las pequeñas máquinas para roturar y sembrar, pero cuya característica eran su sencillez, pero también su gran peso.

En lo que refiere al control de las malezas, el sector carecía de los elementos con los que se cuentan en este presente. Inicialmente, en clave histórica, el trabajo consistía en el recorrido que hacían las personas que trabajaban la tierra surco por surco, con una azada para eliminar aquellas que eran perjudiciales para el crecimiento del cultivo.

Tiempo después, se comenzó a fumigar con una mochila que se calzaba en los hombros de la persona en la cual se utilizaba un líquido altamente tóxico para la salud humana.

En la década del 50, aparecen los primeros tractores y maquinarias agrícolas, y allí se redefine en parte el significado respecto a la concepción tradicional de “trabajar la tierra”.

Los avances, permitieron superar poco a poco el trabajo manual y aportaron sendas optimizaciones, a saber: los tiempos de trabajo situados se redujeron, la eficiencia comenzó a crecer con lo cual, el trabajo del hombre se alivió en gran medida. A esta época se remonta la creación de pulverizadores de arrastre rígidos que fueron un elemento de muy baja eficacia para la labor del sector.

Hoy, todos estos procesos y recursos son parte del pasado, aunque no sea muy lejano.

En la actualidad, la complejidad de máquinas existentes demanda a personas calificadas para su manejo. La tecnología avanzó y lo sigue haciendo a pasos agigantados. En este período nos encontramos entonces con términos tales como “siembra directa”, “semillas transgénicas”, semillas de primera, de segunda, agroquímicos, entre otros. Estos nuevos elementos, desarrollados por las nuevas tecnologías impusieron también un nuevo significado en relación con el sentido de trabajar la tierra.

Las estadísticas demuestran que, la República Argentina, experimentó una evolución en la producción de granos en los últimos diez años pasando de treinta y cinco a sesenta y cinco millones de toneladas y esto se debe no sólo a que el área a sembrar sea mayor, sino que este crecimiento va de la mano con la mejora de la productividad (rendimiento).

Hoy, asistimos a la utilización de nuevos mecanismos de sembrado tales como la siembra directa. El fin de la siembra directa¹ consiste en dejar sobre la tierra desperdicios –rastros- de la cosecha anterior y no agredir en la siembra posterior físicamente el suelo.

¹ La siembra directa se define como la operación de siembra de los cultivos en suelos no preparados mecánicamente, en los que se abre un surco que solamente tiene el ancho y la profundidad suficiente para obtener una buena cobertura de la semilla, sin ninguna otra preparación mecánica.



Al dejar aproximadamente un 30% de residuos de cosecha en la superficie, la erosión² del suelo se reduce un 50%. Los residuos vegetales protegen al suelo de los efectos producidos por el sol, el agua y el viento, por lo que la erosión también se reduce, a su vez el material vegetal que se descompone campaña tras campaña ayuda a incrementar el material orgánico del mismo.

El inconveniente que genera este proceso de siembra directa es que, el rastrojo, al descomponerse, actúa como abono para la tierra, pero colabora con el incremento en el crecimiento de malezas. Ante esto, la respuesta de los complejos agroindustriales fue el uso generalizado de agroquímicos.

El agroquímico comúnmente utilizado es el glifosato, el cual aplicado en pre y pos siembra mata todo material vegetal y animal vivo que se encuentre en el suelo.

Es aquí donde aparece un nuevo elemento y, por consiguiente, un nuevo término: las semillas transgénicas. Estas semillas, genéticamente alteradas y capaces de resistir los efectos nocivos del glifosato, fueron obtenidas a partir del desarrollo de la biotecnología.

Por tanto, estos desarrollos hacen que, trabajar la tierra, englobe un paquete tecnológico de medios e insumos que convierten al campo en un negocio de tecnología moderna.

Lo expuesto hasta aquí permite observar que todo lo que esté relacionado con la pulverización de agroquímicos sea de suma importancia en la industria de la maquinaria agrícola y que por ello se evidencia un notable crecimiento de fábricas de pulverizadores tanto sean de arrastre como autopropulsados que hoy dominan el 90 % del mercado de nuestro país.

Las grandes fábricas de equipos pulverizador destinan parte de sus presupuestos a la investigación y nuevos desarrollos para obtener así cada día mayores eficiencias en la aplicación de agroquímicos.

La tendencia y o demanda de hoy es fabricar equipos más grandes para lograr un mayor ancho de labor, con una mayor autonomía y una mayor eficiencia. Los mayores cambios tecnológicos se ven, por ejemplo, en los trenes de rodadura, donde prácticamente se han suplantado los sistemas de suspensión mecánica por sistemas de suspensión neumática con grandes rodados para poder copiar las imperfecciones del terreno con la menor repercusión posible en el resto de la estructura y por ende evitar roturas mecánicas y lograr una mejor estabilidad del equipo.

El sistema de botalón basculante es otra pieza muy importante para poder lograr una continua horizontalidad entre el botalón y el suelo y así obtener una pulverización más homogénea.

Dentro de estas mejoras y avances tecnológicos es posible encontrar en equipos muy modernos sensores de ultrasonido ubicados en los extremos de las alas que miden la altura entre botalón-suelo, los cuales al detectar una variación en la altura prefijada proceden a la corrección de la misma mediante actuadores eléctricos. También se utilizan sistemas de navegación satelital (GPS) aplicados a estos equipos para un mejor aprovechamiento de la eficiencia de aplicación.

² Desgaste de la superficie terrestre por agentes externos como el sol, el agua o el viento.



Debido a las fuertes características corrosivas de los agroquímicos la mayoría de los equipos cuentan ya con un sistema de tanque auxiliar de unos 200 litros de agua con la finalidad de efectuar el lavado del circuito de pulverización aumentando así la vida útil del mismo.

Gracias a los novedosos diseños de boquillas que producen gotas de tamaño prefijado y más homogéneas, se han reducido los caudales de mezcla por hectárea y la presión utilizada provocando una mejor cobertura sobre el follaje con menos deriva y optimizando de esta manera la aplicación de los agroquímicos.

Respecto de los aspectos de seguridad se observan que los equipos de arrastre son prácticamente comandados en su totalidad desde el tractor, contando además con tarimas, escalera, barandas y otros elementos que hacen a la seguridad del operario.

Otra innovación será la construcción de equipos pulverizadores que toleren la corrosión de metales blandos en todo el circuito de la bomba, cañería y equipamiento de control para utilizarlas como fertilizadoras en aplicaciones de pre siembra o fertilización de trigo.

Si bien hoy la tendencia está basada en la optimización de tiempos y las estadísticas muestran una gran inclinación en adquirir pulverizadores autopropulsados debido a que los contratistas de campo necesitan abarcar grandes cantidades de hectáreas, mejores rendimientos y traslados rápidos de los equipos de un lugar a otro, los equipos de arrastre seguirán vigentes en la industria por varias razones.

En primer término, tanto en nuestro país como en el extranjero hay y seguirá habiendo pequeños productores a quienes adquirir un pulverizador autopropulsado, les demande una inversión muy por sobre el costo que posee un pulverizador de arrastre a sabiendas que ambos pueden cubrir las demandas.

Por otra parte, la puesta en funcionamiento del equipo de arrastre es sencilla, de fácil reparación y mantenimiento y no necesita tanta potencia para ser remolcado.



1 - 3 – Justificación

La decisión de realizar como trabajo final un pulverizador de arrastre se debe a dos razones fundamentales:

- 1- La zona geográfica para la cual está pensada el pulverizador basa su economía en la producción de cereales. En este contexto entonces, son cada vez más numerosas, las empresas dedicadas a la fabricación de maquinarias para el campo.
- 2- Proyecto Final articula los saberes obtenidos en la carrera de Ingeniería Mecánica por lo que se espera que, aplicando esos conocimientos, pueda lograr el diseño de un proyecto completo en sus diferentes etapas: inicio, desarrollo y final. En este sentido, el pulverizador de arrastre es un equipo de relativa sencillez en el que se encuentran incluidos diferentes tipos de sistemas: hidráulicos, neumáticos, automatismos, cálculos de elementos de máquinas que conforman la especificidad de la carrera.

Análisis histórico:

La evolución histórica en relación con desarrollo de los pulverizadores de arrastre desde el principio de la aparición de esta herramienta, muestra que los mayores cambios se encuentran reflejados en dos sistemas principales: uno de ellos es el de suspensión del chasis y el otro, el sistema de estabilidad de botalones, además de los cambios y mejoras que se operaron sobre el sistema de apertura y posicionamiento de alas (sistemas hidráulicos), sistemas de pulverización, entre otros.

En lo que concierne al sistema de suspensión, los primeros equipos de arrastre, eran totalmente rígidos, luego, aparecen las suspensiones mecánicas, mecánicas hidráulicas y las actuales suspensiones neumáticas hidráulicas.

Con respecto a la estabilidad de botalones también se observan grandes avances, desde un simple sistema con resortes, hasta sistemas muy complejos que pueden contar con amortiguadores, suspensión neumática, etc.

Todas las innovaciones que fueron sufriendo los equipos con el transcurso del tiempo tienen una sola finalidad y es mantener un constante paralelismo entre el botalón y el suelo para lograr una aplicación de agroquímicos lo más homogénea posible.



1 - 4 - Descripción del equipo

El equipo que se ha diseñado y calculado es un pulverizador de arrastre de 3000 litros de capacidad que posee un ancho de labor de 22 metros.

El tanque es de 3200 litros de capacidad y está fabricado por rotomoldeo con polietileno de alta densidad, el mismo se apoya sobre un chasis que está construido de tubos de acero de grandes dimensiones lo que garantiza una gran resistencia a la flexotorsión. El mismo es soportado por un sistema de suspensión neumática independiente y con amortiguadores de carga pesada.

El rodado es para neumáticos de 12,4 x 36 y con una trocha fija de 2,10 metros.

La altura de trabajo se comanda hidráulicamente desde 0,6 a 1,5 metros.

La estructura del botalón es de acero estructural en forma de reticulado, posee tres tramos por botalón en donde sus últimos tramos poseen dispositivos de zafes de seguridad de retorno automático para evitar roturas en caso de choque. El cierre y apertura de botalón se realiza mediante comandos hidráulicos y levante individual a 45°.

La estructura del botalón posee un sistema basculante a doble bieleta autonivelado por resortes precargados.

El ramal es de acero inoxidable, con 60 picos a 35 mm.

Cuenta con una bomba tipo pistón membrana de 80 lts/min., accionada por mando cardánico indirecto (540 rpm).

El comando de pulverización es de tres vías c/ retorno con control volumétrico, válvula para accionamiento de mixer, corte general y reguladora de presión con manómetro en baño de glicerina.

Posee picos triples giratorio tipo estrella con válvula antigoteo, con boquillas de cerámica.

El filtrado es doble, uno de succión con válvula autolimpiante y el otro es individual de línea con cartuchos desmontables para su limpieza.

El sistema de carga es por inyector tipo venturi, en un mezclador químico tipo mixer de 30 litros de capacidad.

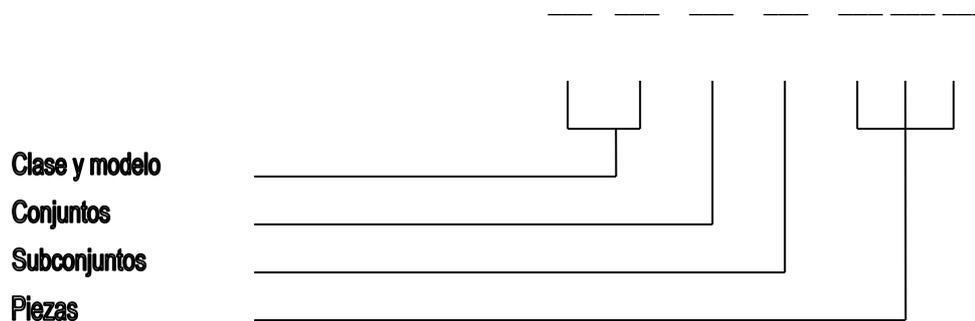
Además, cuenta con escalera y plataforma que permite trabajar con gran comodidad.



1 - 5 - Sistema de codificación de Conjuntos, Subconjuntos y piezas

El sistema de codificación consiste en dar un código específico a cada una de las piezas, subconjuntos y conjuntos del equipo como si fuera un DNI, o sea un documento de identidad para identificarlas en todo momento, ya sea dentro de la empresa, como así también fuera de la misma como por ejemplo la venta de repuestos.

Este sistema de codificación se analiza de la siguiente manera:



Clase y modelo: El primer dígito identifica la clase de pulverizador. Como esta empresa solo se dedica a la fabricación de pulverizadores de arrastre, toda la codificación siempre estará encabezada por una letra “A” que significa arrastre.

Con respecto al segundo dígito referido al modelo de pulverizador, este se indicará mediante números del “1” al “9”, siendo así el 1 para un pulverizador de 1000 litros de capacidad, 2 para uno de 2000 litros, 3 para uno de 3000 litros, etc.

Para este caso corresponderá el número “3”.

Conjuntos: El tercer dígito corresponde a la codificación de conjuntos, los cuales serán identificados con letras de la “A” a la “Z” de la siguiente manera:

- A – Alas-botalón
- B – Botalón (sistema basculante)
- C – Chasis
- H – Circuito hidráulico
- P – Circuito de pulverización
- S – Suspensión
- T – Tren de rodadura



Subconjuntos: El cuarto dígito corresponde a los subconjuntos que forman parte de los conjuntos mencionados en el ítem anterior. Los mismos serán identificados con letra de la “A” a la “Z” como en el caso anterior.

Piezas: El quinto, sexto y séptimo dígito corresponden a cada una de las piezas que componen el pulverizador de los diferentes subconjuntos, identificándose con números del “0” al “9”.

A modo de ejemplo:

A 3 – T – D – 008 corresponde a la masa – lado derecho - tren de rodadura – pulverizador de arrastre de 3000 litros de capacidad.



Unidad 2

Cálculos



2 - 1 - Cálculo de la potencia necesaria para remolcar el equipo

Para la realización del cálculo de la potencia teórica para remolcar el equipo, se tendrán en cuenta formulas y coeficientes aportados por el estudio de la mecánica del suelo.

La potencia necesaria que requerirá el equipo para ser remolcado se obtendrá mediante la sumatoria de tres potencias las cuales se mencionan a continuación:

- Potencia consumida para deformar el suelo (N_s).
- Potencia consumida para deformar el neumático (N_n).
- Potencia consumida para vencer la resistencia de rozamiento de los rodamientos (N_r).

La potencia total que se calculará será la potencia necesaria encargada de vencer la resistencia a la rodadura del neumático. La resistencia a la rodadura es una fuerza que actúa en dirección opuesta a la fuerza que produce el avance del neumático, y a la relación entre esta fuerza y la carga que soportara el neumático se la denomina coeficiente de rodadura el cual se utilizara en los cálculos que se realizaran a continuación.

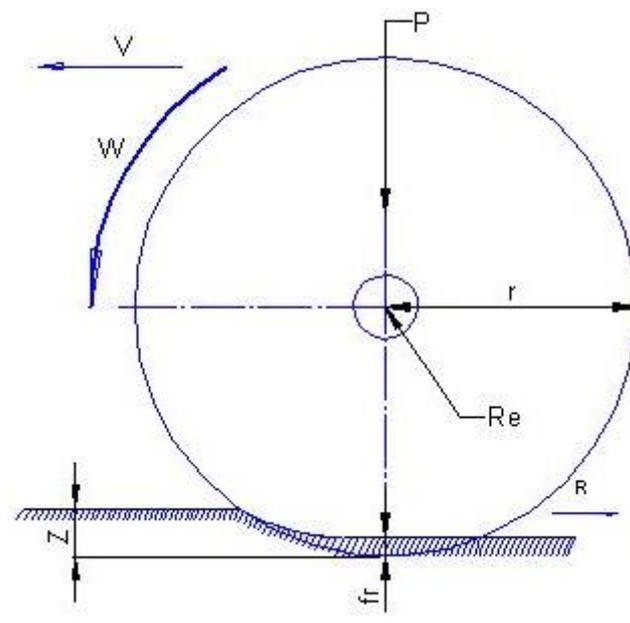


Fig. N° 1 – Variables que intervienen sobre el neumático en movimiento.

En la figura N° 1 se muestran todas las variables que actúan sobre el neumático bajo la acción de una carga y en movimiento. Estas variables son:



- R – Resistencia a la rodadura.
- P – Carga soportada por el neumático.
- fr – Deflexión del neumático bajo la carga.
- Z – deformación del suelo.
- r – Radio del neumático.
- Re – Radio de los rodamientos.
- V – Velocidad de avance.
- Po – Presión de inflado de los neumáticos.
- W – Velocidad angular del neumático.
- PsZ – Presión del suelo sobre el neumático normal a este.
- F – Coeficiente de rozamiento en el eje de la rueda.

Potencia consumida para deformar el suelo (Ns):

$$N_s = 0.851 * \frac{(V)}{Kb} * \sqrt{P * (Po)^3}$$

$$Z = \frac{Ps_z}{Kb} \Rightarrow Kb = \frac{Ps_z}{Z} \text{ Pero como } Ps_z = 1.1 * Po \Rightarrow$$

$$Kb = \frac{1.1 * Po}{Z} = \frac{1.1 * 1.6Kg / cm^2}{2.3cm} = 0.765kg / cm^3 \text{ (Coeficiente de balastro)}$$

Se define como coeficiente de balastro a la presión ejercida sobre el suelo por unidad de deformación del suelo.

Para el cálculo de potencia se adopta una velocidad de trabajo del equipo de 18 km/hs, que es igual a 500 cm/seg. \Rightarrow

$$N_s = 0.851 * \frac{(500cm / seg)}{0.765} * \sqrt{2400kg * (1.6kg / cm^2)^3} = 55148kg.cm / seg. = 551.48kg.m / seg.$$

$$1CV = 75kg.m/seg. \Rightarrow 551.48kg.m/seg. = 7.35 CV$$

Potencia consumida para deformar el neumático (Nn):

$$N_n = \frac{Po * b * V * Fr}{2} \Rightarrow$$

$$N_n = \frac{1.6kg / cm^2 * 25cm * 500cm / seg. * 2.5cm}{2} = 25000Kg.cm/seg. = 250kg.m/seg.$$



$$1\text{CV} = 75\text{kg.m/seg.} \Rightarrow 250\text{kg.m/seg.} = 3.33 \text{ CV}$$

Potencia consumida para vencer la resistencia de rozamiento de los rodamientos (N_r):

$$N_r = U_f * W * V * \frac{R_e}{r - F_r}$$

De donde:

U_f = Coeficiente de fricción del par de rodamientos.

W = Peso soportado por el neumático.

V = Velocidad de trabajo del equipo.

R_e = Radio de los rodamientos.

r = Radio de la rueda

F_r = Deflexión del neumático.

$$N_r = 0.018 * 2100\text{kg} * 500\text{cm/seg.} * \frac{3\text{cm}}{45.72 - 2.5} = 1312 \text{ kg.cm/seg.} = 131.2\text{kg.m/seg.}$$

$$1\text{CV} = 75\text{kg.m/seg.} \Rightarrow 131.2\text{kg.m/seg.} = 1.75 \text{ CV}$$

Por lo que la potencia total por rueda será:

$$N_t = N_n + N_s + N_r \Rightarrow N_t = 7.35\text{CV} + 3.33\text{CV} + 1.75\text{CV} = 12.43\text{CV}$$

Entonces la potencia total que requerirá el equipo será:

$$N_t(2\text{ruedas}) = N_t * 2 = 12.43\text{CV} * 2 = 24.86\text{CV.}$$

La potencia necesaria para remolcar el equipo en condiciones normales de trabajo y a una velocidad de 18 km/h será de: 24.86 CV, o sea aproximadamente: 25 CV.



2 - 2 - Cálculo del eje de rueda

Para realizar el cálculo del eje de rueda comenzaremos por obtener el centro de gravedad del equipo completo.

Datos:

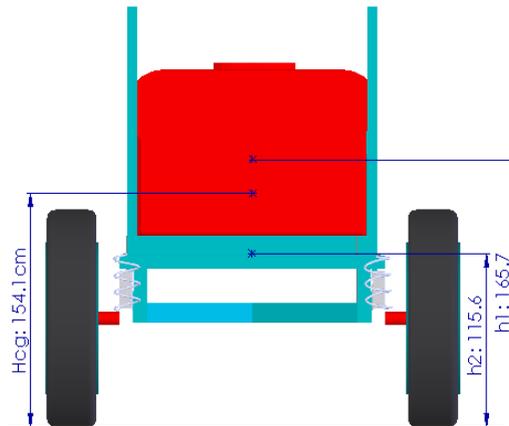
(M1) Peso del tanque lleno = 3000 kg

(M2) Peso chasis-suspensión-botalón = 900 kg

(d1) Altura del baricentro de la carga = 165.7 cm

(d2) Altura del baricentro de las masas suspendidas = 115.6 cm

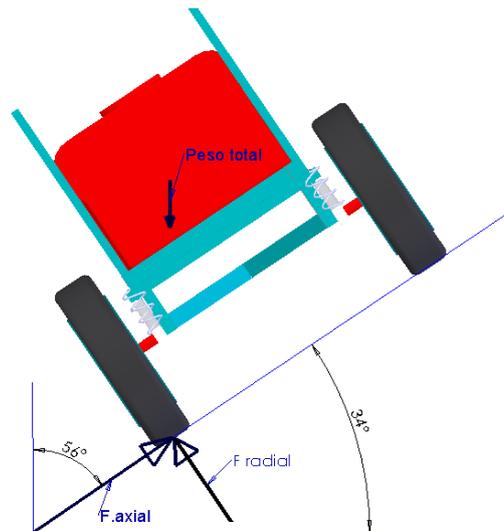
$$H_{cg} = \frac{(M1 * d1 + M2 * d2)}{\sum M} = \frac{3000kg * 165.7cm + 900kg * 115.6cm}{3900kg} = 154.1cm$$



Ahora vamos a calcular cual va a ser la situación de esfuerzo más desfavorable para el cálculo del eje, para ello consideraremos las fuerzas ejercidas en el momento del vuelco, situación donde todo el peso del equipo se considerará sobre un solo eje.

Cálculo del momento de vuelco:

$$Tg\alpha = \frac{H_{cg}}{X_g} = \frac{154.1cm}{105cm} = 1.47 \Rightarrow \alpha = \arctg 1.47 \Rightarrow \alpha = 56^\circ$$



Entonces tendremos las siguientes fuerzas:

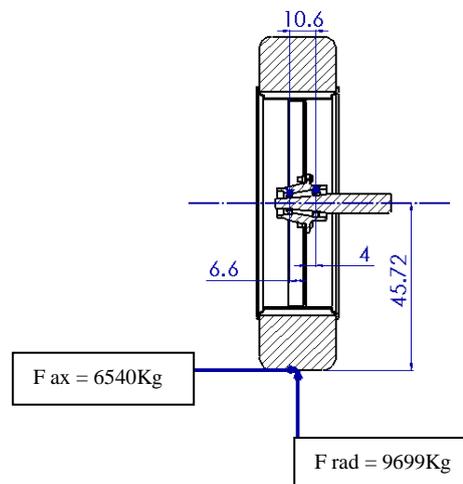
$$F_{radial} = 3900kg * \text{sen } 56^\circ \Rightarrow F_{radial} = 3233kg$$

$$F_{axial} = 3900kg * \text{cos } 56^\circ \Rightarrow F_{axial} = 2180kg$$

Estas fuerzas las multiplicamos por un factor de impacto = 3, debido a las cargas de impacto a las que pudiera llegar a estar solicitado durante su funcionamiento, entonces:

$$F_{radial} = 3233kg * 3 \Rightarrow F_{radial} = 9699kg$$

$$F_{axial} = 2180kg * 3 \Rightarrow F_{axial} = 6540kg$$

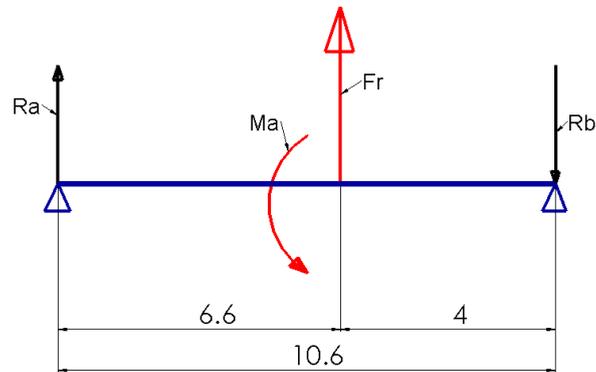




El momento producido por la fuerza axial va a ser igual a:

$$Ma = Faxial * h1 \Rightarrow 6540kg * 45.72 = 299000 kg * cm$$

El esquema de fuerzas será el siguiente:



Calculo de las reacciones, que en este caso serán los rodamientos cónicos

$$\sum M = 0 \Rightarrow -Fr * 6.6cm + Rb * 10.6cm + Ma$$

$$\Rightarrow Rb = \frac{9699kg * 6.6cm - 299000kg * cm}{10.6cm} \Rightarrow Rb = -22169kg$$

$$\sum Fy = 0 \Rightarrow -Rb + Fr + Ra \Rightarrow Ra = Rb - Fr \Rightarrow Ra = 22169kg - 9699kg \Rightarrow Ra = 12470kg$$

Ahora propongo dos diámetros, un diámetro mayor (donde ira alojado el rodamiento mayor) y un diámetro menor (donde ira alojado el rodamiento de menores dimensiones) y luego procederé a calcular si las secciones elegidas soportaran los esfuerzos solicitados.

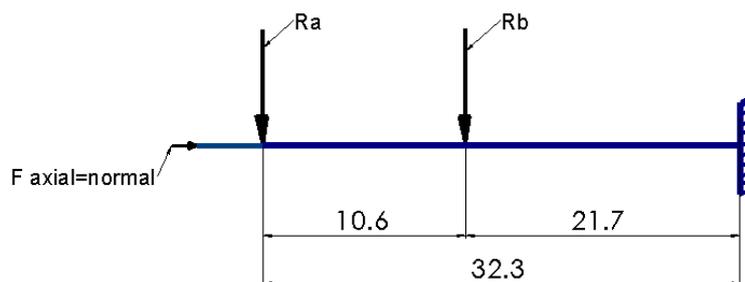
Los diámetros propuestos son:

Diámetro mayor propuesto, donde se calculó $Rb = 50mm$

Diámetro menor propuesto, donde se calculó $Ra = 40mm$



El diagrama de esfuerzos es el siguiente:



El cálculo se realiza por la teoría de esfuerzo cortante octaédrico, donde S_{ys} se sustituye por $S_{ys} = S_y \cdot \sqrt{3}$, o sea $S_{ys} = S_y \cdot 0.577$.

* El material elegido para el eje es un acero AISI 4140, donde $S_y = 16943 \text{ kg/cm}^2$

Y por ende el $S_{ys} = 16943 \text{ kg/cm}^2 \cdot 0.577 \Rightarrow S_{ys} = 9776 \text{ kg/cm}^2$

Entonces por esta teoría tenemos que:



$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{S1}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{S_s}{S_{ys}}\right)^2} \quad (1.1)$$

- Verificación del diámetro mayor del eje:

Los esfuerzos que estará solicitado el rodamiento cónico de mayores dimensiones será:

$$S1 = \frac{Mfc}{W} + \frac{Fnormal}{A} \quad \text{y} \quad S_s = \frac{Q}{A}$$

De donde:

$$M \text{ flector } c = Ra * 32.3cm - Rb * 21.7cm \Rightarrow$$

$$M \text{ flector } c = 12470kg * 32.3cm - 22169kg * 21.7cm \Rightarrow M \text{ flector } c = -78286 \text{ kg.cm}$$

$$Q = -Ra + Rb = -12470kg + 22169kg \Rightarrow Q = 9699kg$$

Ahora reemplazamos en la formula y comprobamos si con el diámetro elegido obtenemos un N (coeficiente de seguridad) razonable.

$$S1 = \frac{Mfc}{\frac{\pi * d^3}{32}} + \frac{Fnormal}{\frac{\pi * d^2}{4}} \Rightarrow$$

$$S1 = \frac{78286 \text{ kg.cm} * 32}{\pi * (5)^3} + \frac{6540kg * 4}{\pi * (5)^2} \Rightarrow S1 = 6226 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_s = \frac{Q}{\frac{\pi * d^2}{4}} \quad S_s = \frac{9699kg}{\frac{\pi * (5cm)^2}{4}} \Rightarrow S_s = 495 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces reemplazando todos estos valores en la ec. (1.1) tenemos:



$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{6226 \text{ kg/cm}^2}{16943 \text{ kg/cm}^2}\right)^2 + \left(\frac{495 \text{ kg/cm}^2}{9776 \text{ kg/cm}^2}\right)^2}$$

$$\frac{1}{N} = 0,37 \Rightarrow N = 2,7 \text{ da menor a } 3$$

Coefficiente de seguridad que parece ser bastante correcto para este tipo de esfuerzos.

Verificación del diámetro menor del eje:

Los esfuerzos a los que estará solicitado el rodamiento cónico de menores dimensiones será solo el esfuerzo de corte, entonces:

$$S_s = \frac{Ra}{A} \Rightarrow S_s = \frac{Ra}{\frac{\pi * d^2}{4}} \Rightarrow S_s = \frac{12470 \text{ kg} * 4}{\pi * 4 \text{ cm}^2} \quad S_s = 3971 \text{ kg/cm}^2$$

Reemplazando en la ecuación (1.1), tenemos:

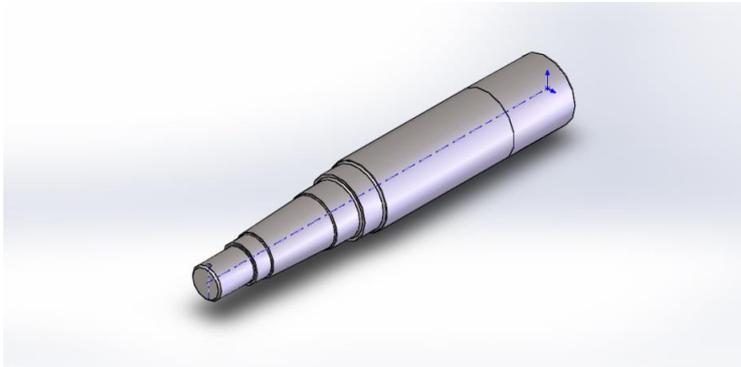
$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{3971 \text{ kg/cm}^2}{9776 \text{ kg/cm}^2}\right)^2}$$

$$\frac{1}{N} = 0,4 \Rightarrow N = 2,5$$

Esto resultado de N nos quiere decir que, esta sección pequeña, del lado de la seguridad está perfectamente seguro.



2 - 2 – 1- Verificación con Solid Works Simulation



Simulación de A3SR004-eje rueda

Fecha: sábado, 18 de julio de 2020

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Estudio 2

Tipo de análisis: Análisis
estático

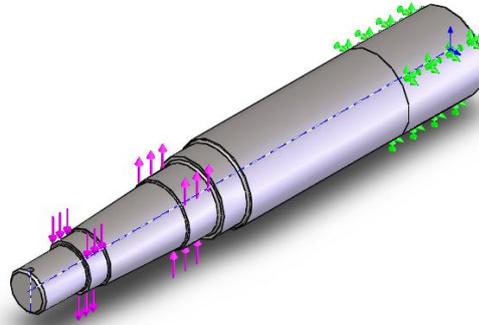
Table of Contents

Descripción	¡Error! Marc
Suposiciones	¡Error! Marc
Información de modelo	
Propiedades del estudio	
Unidades	
Propiedades de material	¡Error! Ma
Cargas y sujeciones	
Definiciones de conector	
Información de contacto	¡Error! Ma
Información de malla	
Detalles del sensor	¡Error! Marc
Fuerzas resultantes	
Vigas	¡Error! Marc
Resultados del estudio	
Conclusión	¡Error! Marc



Información de modelo

Nombre del modelo: A3SR004-eje rueda



Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

<L_MdInf_SldBd_Nm/>	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Línea de partición8 	Sólido	Masa:12.4217 kg Volumen:0.00158239 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:121.733 N	E:\tesis\pulverizador de arrestre\piezas en solid simulation\A3SR004-eje rueda.SLDPRT Jul 18 23:23:26 2020
<L_MdInf_ShIBd_Nm/>	<L_MdIn_ShIBd_Fr/>	<L_MdInf_ShIBd_Vol Prop/>	<L_MdIn_ShIBd_DtM d/>
<L_MdInf_CpBd_Nm/>		<L_MdIn_CompBd_Props/>	
<L_MdInf_BmBd_Nm />	<L_MdIn_BmBd_Fr/>	<L_MdInf_BmBd_Vol Prop/>	<L_MdIn_BmBd_DtM d/>



Propiedades del estudio

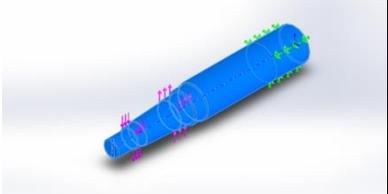
Nombre de estudio	Estudio 2
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Más precisa (más lenta)
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SolidWorks (E:\tesis\pulverizador de arrestre\piezas en solid simulation)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

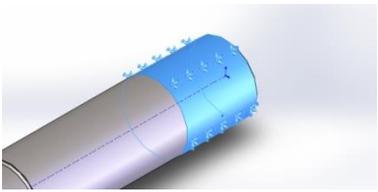


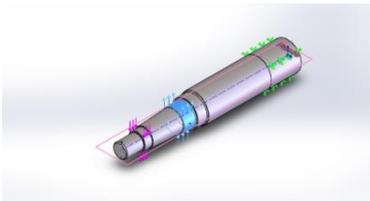
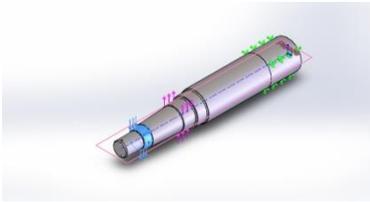
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 4130 Acero recocido a 865C</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises</p> <p>Límite elástico: 4.6e+008 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 5.6e+008 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.05e+011 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.285</p> <p>Densidad: 7850 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 8e+010 N/m²</p>	Sólido 1(Línea de partición8)(A3SR00 4-eje rueda)
Datos de curva:N/A		



Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Sujeción-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.147766	453.201	-0.0353488	453.201
Momento de reacción(N·m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza/Torsión-1		Entidades: 1 cara(s), 1 plano(s) Referencia: Planta Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 582 N
Fuerza/Torsión-2		Entidades: 1 cara(s), 1 plano(s) Referencia: Planta Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -1035 N



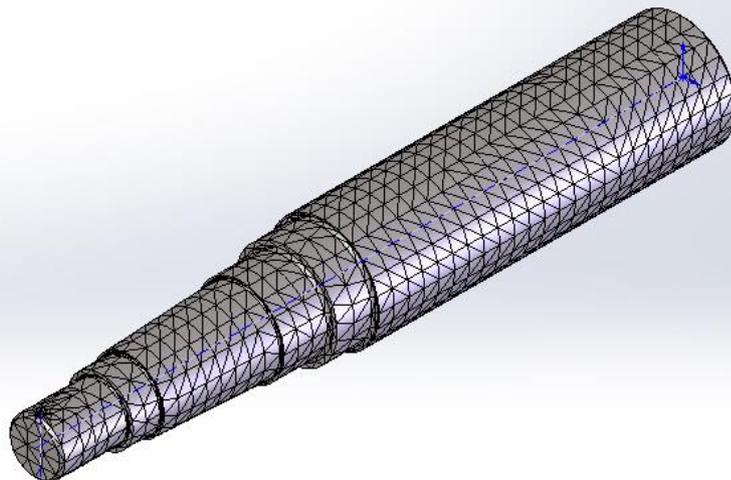
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	0 mm
Tamaño mínimo del elemento	0 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	18149
Número total de elementos	11708
Cociente máximo de aspecto	14.538
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	90.1
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.547
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:03
Nombre de computadora:	USER-PC

Nombre de modelo: A3SR004-eje.rueda
Nombre de estudio: Estudio 2
Tipo de malla: Malla de sólido





Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

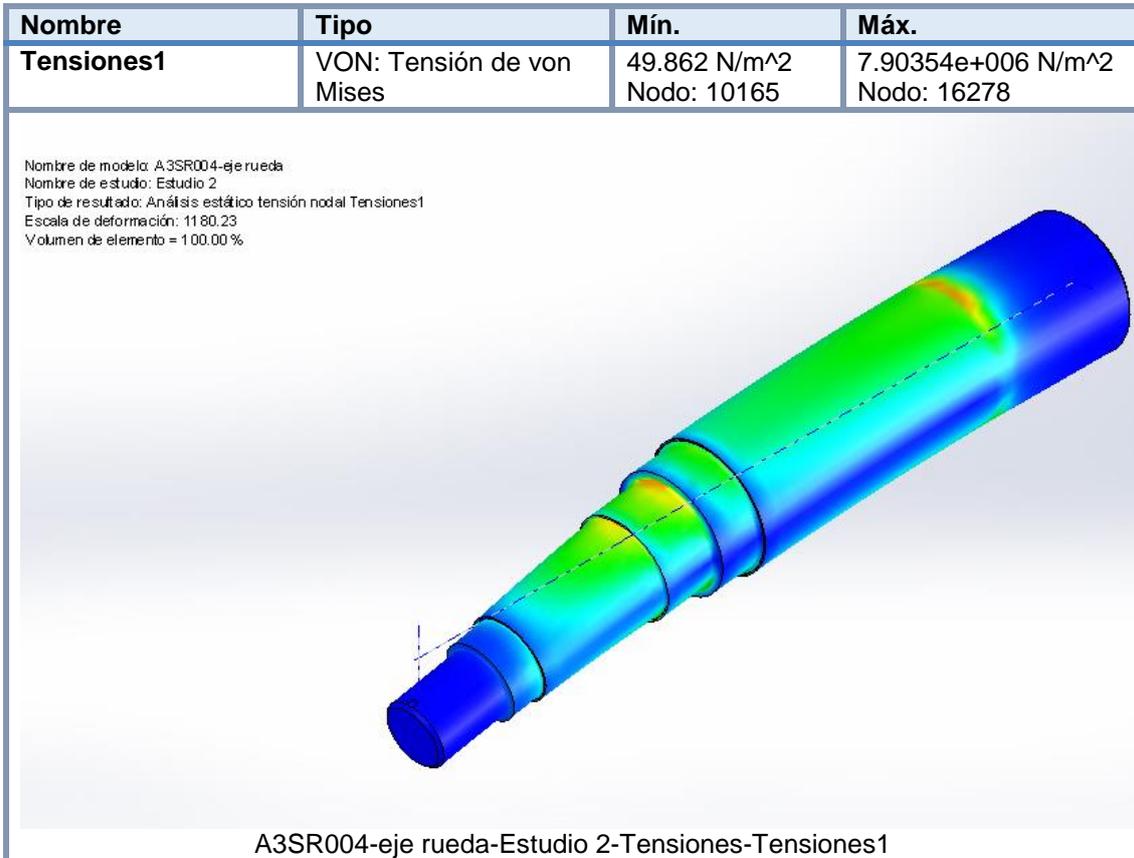
Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	0.147766	453.201	-0.0353488	453.201

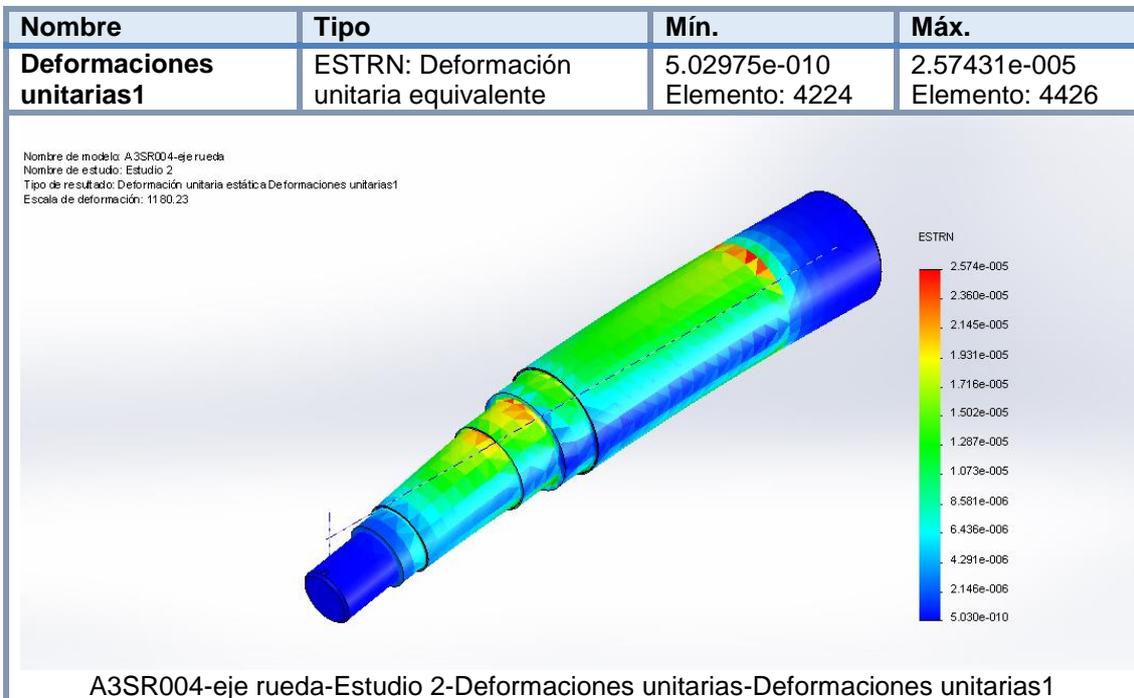
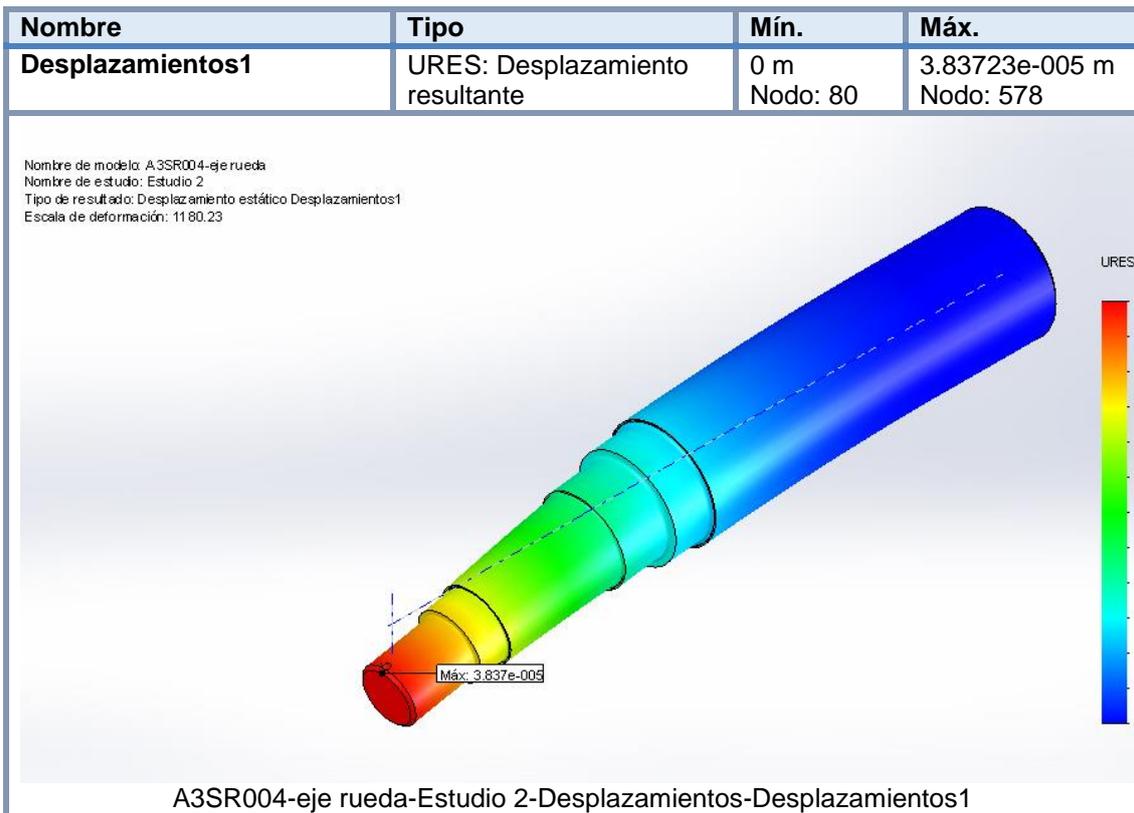
Momentos de reacción

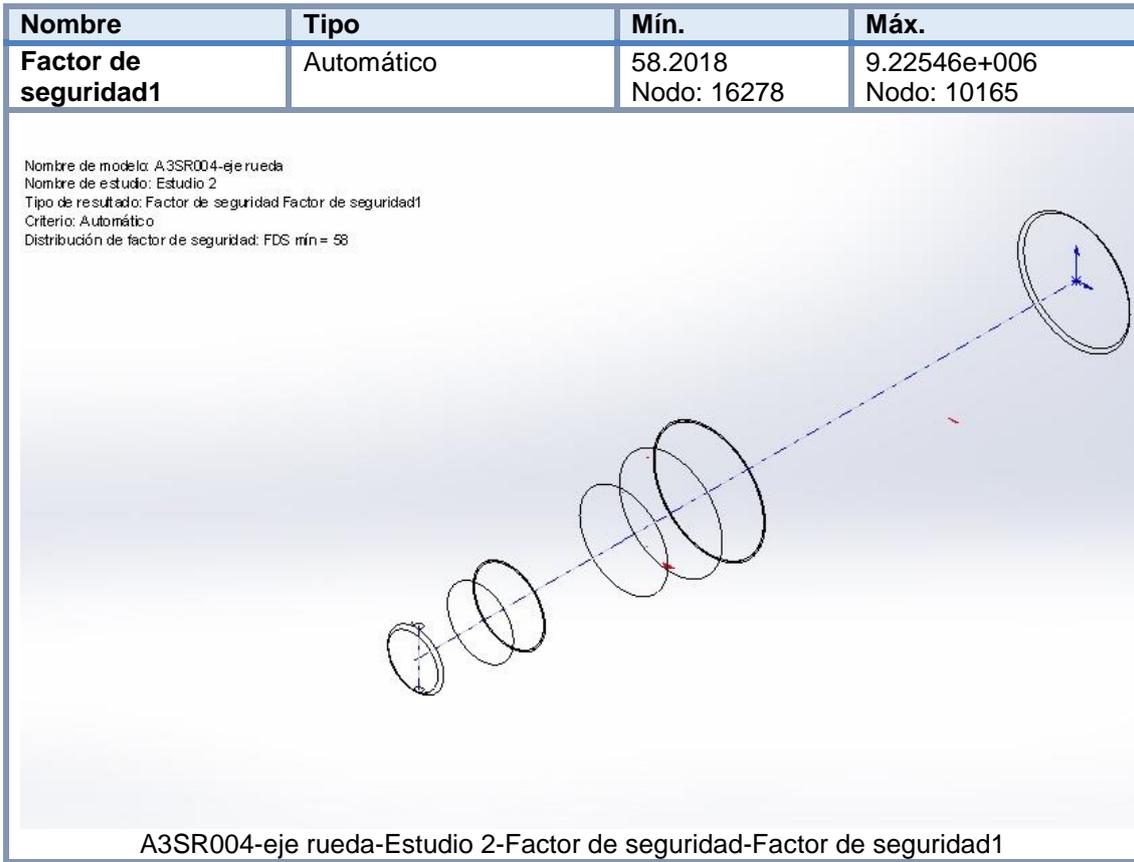
Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N·m	0	0	0	0



Resultados del estudio









2 - 3 - Selección de los rodamientos de rueda

La elección de los rodamientos de rueda se hará basándose en el manual de selección de rodamientos SKF.

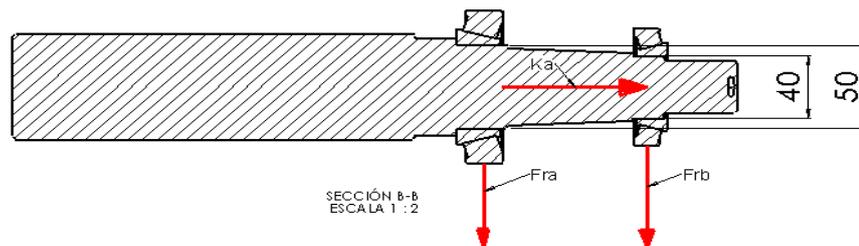
Datos:

$F_{ra} = 156.64$ KN (fuerza radial en rodamiento A)

$F_{rb} = 112.24$ KN (fuerza radial en rodamiento B)

$K_a = 29.9$ KN (fuerza axial)

Diagrama de cargas:



En base a estas cargas dinámicas ingresamos en el catalogo y elegimos los rodamientos aptos para estas cargas.

Para F_{ra} elegimos A= (rodamiento cónico de una hilera denominación: 30310 j2/q), cuyos coeficientes son:

$C = 143$ KN

$Y_a = 1.7$

$e = 0.35$

Para F_{rb} elegimos B= (rodamiento cónico de una hilera, denominación: 32308 j2/Q), cuyos coeficientes son:

$C = 117$ KN

$Y_b = 1.7$

$e = 0.35$

(Ver apéndice tabla n°1 y n° 2)



Los rodamientos están colocados espalda con espalda, comprobamos que el tipo de carga es del tipo:

$$\frac{F_{ra}}{Y_a} > \frac{F_{rb}}{Y_b} \quad , \quad \frac{156.64Kn}{1.7} > \frac{112.24Kn}{1.7} \Rightarrow 92.14 > 66 KN$$

Y además que:

$$K_a \geq 0.5 \left(\frac{F_{ra}}{Y_a} > \frac{F_{rb}}{Y_b} \right) \quad , \quad 29.9 > 0.5 \left(\frac{156.64Kn}{1.7} > \frac{112.24Kn}{1.7} \right) \Rightarrow 29.9 > 13.07$$

Donde las fuerzas axiales que se generan en estos rodamientos cónicos son:

$$F_{aB} = \frac{0.5 * F_{rB}}{Y_b} \Rightarrow F_{aB} = \frac{0.5 * 112.24Kn}{1.7} = 33 KN$$

$$F_{aA} = F_{aB} + K_a \Rightarrow F_{aA} = 33KN + 29.9KN = 62.9KN$$

Con estas fuerzas y las fuerzas radiales a las que están solicitados los rodamientos, calculamos un coeficiente e para ver cómo influye la carga axial en cada rodamiento.

Rodamiento B:

$$\frac{F_{aB}}{F_B} = \frac{33KN}{112.24KN} = 0.29 \Rightarrow 0.29 < 0.35 \text{ por lo tanto la carga axial no influye en el}$$

rodamiento pequeño B, por lo tanto, $P = F_{rb}$

Rodamiento A:

$$\frac{F_{aA}}{F_A} = \frac{62.9KN}{156.6KN} = 0.4 \Rightarrow 0.4 > 0.35 \text{ por lo tanto debemos calcular la carga dinámica}$$

equivalente que actúa en el rodamiento grande A de la siguiente manera:

$$P = 0.4 * F_{ra} + Y * K_a = 0.4 * 156.64KN + 1.7 * 29.9KN \Rightarrow P = 113.48$$

Ahora calculamos el coeficiente C/P que nos dará la seguridad de carga (millones de revoluciones que soportará el rodamiento).



Rodamiento B:

$C/P = 117 \text{ KN} / 112.24\text{KN} = 1.04$, con este valor ingresamos a la tabla y obtenemos una duración de 1 millón de revoluciones.

Rodamiento A:

$C/P = 143\text{KN} / 113.48\text{KN} = 1.26$, con este valor ingresamos a la tabla y obtenemos una duración de 2 millones de revoluciones.

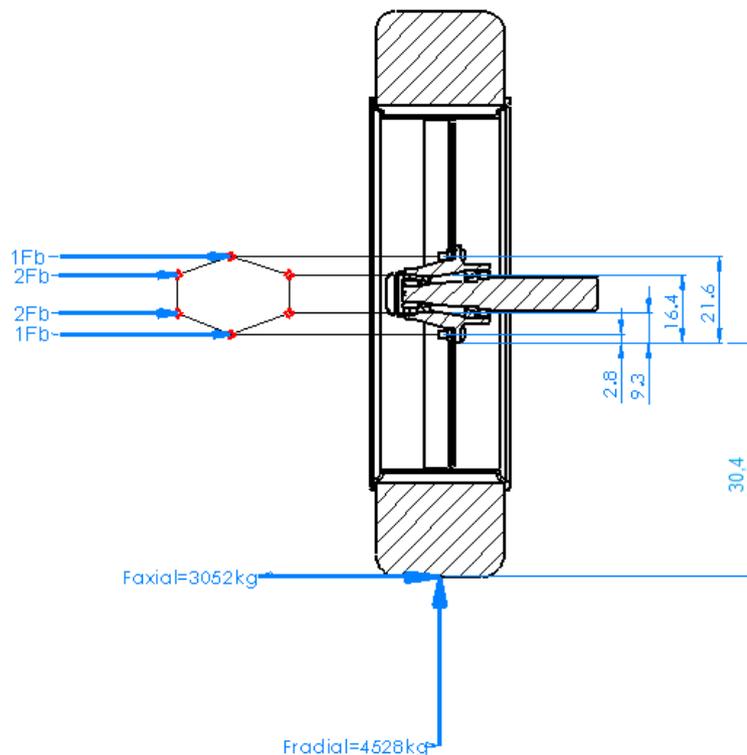
(Ver apéndice tabla n°3)

Con estos valores obtenidos y con el número de revoluciones a los que trabajara el equipo se obtienen de tablas una duración aproximada de mil horas de funcionamiento, valor que se adapta a los valores requeridos para maquinaria agrícola.



2 - 4 - Cálculo de los bulones de rueda

Para el cálculo de los bulones de rueda se considera una disposición como la de la figura, donde son 6 bulones dispuestos en forma de hexágono. En la parte superior se considero un solo bulón, el cual será el más solicitado, los 4 tornillos centrales dispuestos de a pares como se observan en el grafico y por ultimo un solo tornillo inferior. El centro de momentos se encuentra en el extremo inferior de la masa de rueda, lugar donde tiende a pivotear la llanta.



$$\sum Ma = 0 \Rightarrow - Faxial * 30.4cm - Fp1 * 21.6cm - 2 * Fp1 * 16.4cm - 2 * Fp1 * 9.3cm - Fp1 * 2.8cm \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Faxial * 30.4cm - Fp1 (21.6cm + 2 * 16.4cm + 2 * 9.3cm + 2.8cm) \Rightarrow$$

$$Fp1 = \frac{3052kg * 30.4cm}{75.8cm} \Rightarrow Fp1 = 1224 kg$$

Entonces el máximo esfuerzo que deberá soportar el bulón superior serán 1224 kg.

El material elegido para los bulones es:

SAE grado 5 ASTM 325, cuyo sigma de fluencia es de $Sy = 6187 \text{ kg/cm}^2$



(Ver apéndice tabla n° 4)

$$F_e = \frac{S_y}{15.24} * A_s^{3/2} \Rightarrow A_s \sqrt[3]{\left(\frac{1224 \text{ kg} * 15.24}{6187 \text{ kg/cm}^2}\right)} A_s = 2.08 \text{ cm}^2$$

Con esta área de seguridad entro en la tabla y elijo un tornillo que tenga un área igual o cercana a la recién calculada.

Elegimos un tornillo de 3/4" Rosca fina UNC que tiene un área de esfuerzo de 2,4 cm², por lo que este tornillo soportara ampliamente los esfuerzos calculados.

(Ver apéndice tabla n° 5)

Calculo de la fuerza inicial de apriete y torque:

Como las piezas a unir son relativamente rígidas, una regla general dice que la fuerza inicial de apriete debe ser mayor que la carga externa aplicada, entonces tomamos:

$$S_i = 0.85 S_y \quad , \quad S_i = 0.85 * 6187 \text{ kg/cm}^2 \quad , \quad S_i = 5258 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_i = S_i * A_s = 5258 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 2.08 \text{ cm}^2 \Rightarrow F_i = 10938 \text{ kg}$$

La formula de torque es:

$$T = C * D * F_i \quad , \quad \text{entonces:}$$

Para un C= 0.2 (sin lubricar), tendremos:

$$T = 0.2 * 1.9 \text{ cm} * 10938 \text{ kg} \quad \Rightarrow \quad T = 4556 \text{ kg.cm} = 45.56 \text{ kg.m}$$



2 - 5 – Elección de los pulmones para suspensión neumática

Para la elección de qué tipo de pulmones neumáticos voy a utilizar, me he basado en dos variables fundamentales como lo son el peso del equipo y las presiones de trabajo de los sistemas de suspensión neumática existentes en el mercado.

Datos:

Peso del equipo = 4300kg

Calculando con un esfuerzo dinámico con coeficiente 2, el peso será entonces:

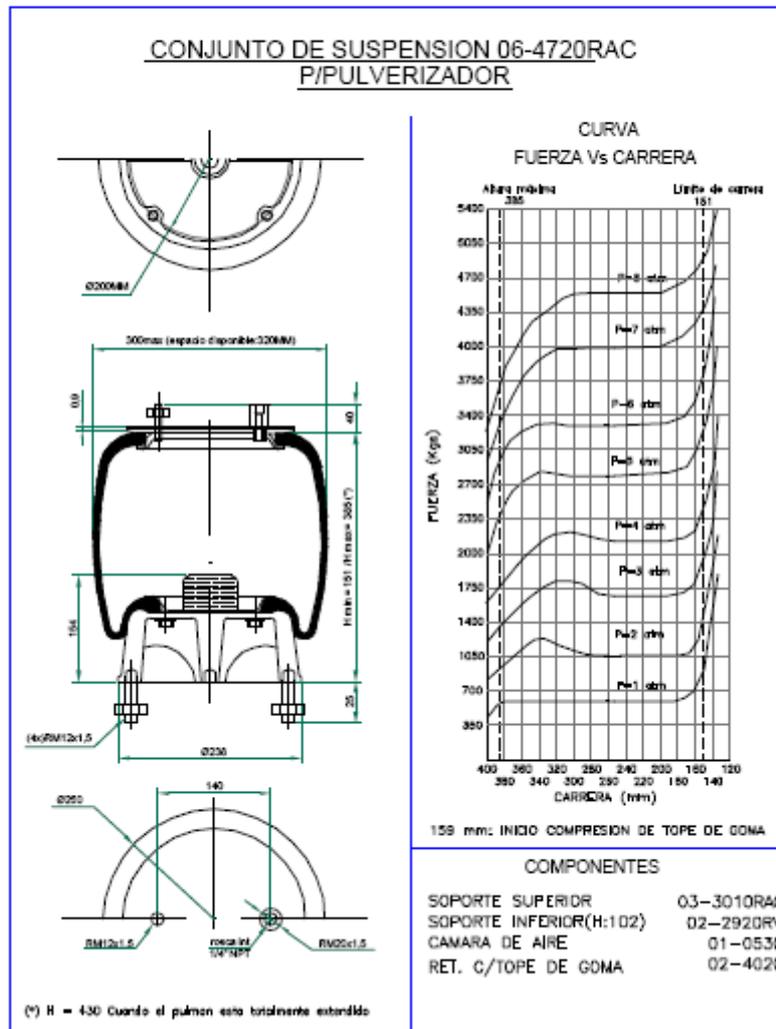
$$P = 2 \times 4300 = 8600 \text{ kg}$$

Debido a que son dos pulmones, el esfuerzo estará distribuido entre ambos, entonces:

$$P = 8600\text{kg} / 2 = 4300 \text{ kg}$$

Esta será la fuerza que deberá soportar cada pulmón neumático.

Para la elección del pulmón consulté los catálogos de productos de la marca ferve air de fabricación nacional, para lo cual elegí un modelo utilizado en estos tipos de equipos de arrastre:



8 - 19

EMBEN 8/07

De la siguiente tabla proporcionado por el fabricante de pulmones neumáticos, tenemos que la presión neumática máxima que soportan los pulmones es de: $P = 8 \text{ atm} = 8,26 \text{ kg/cm}^2$.

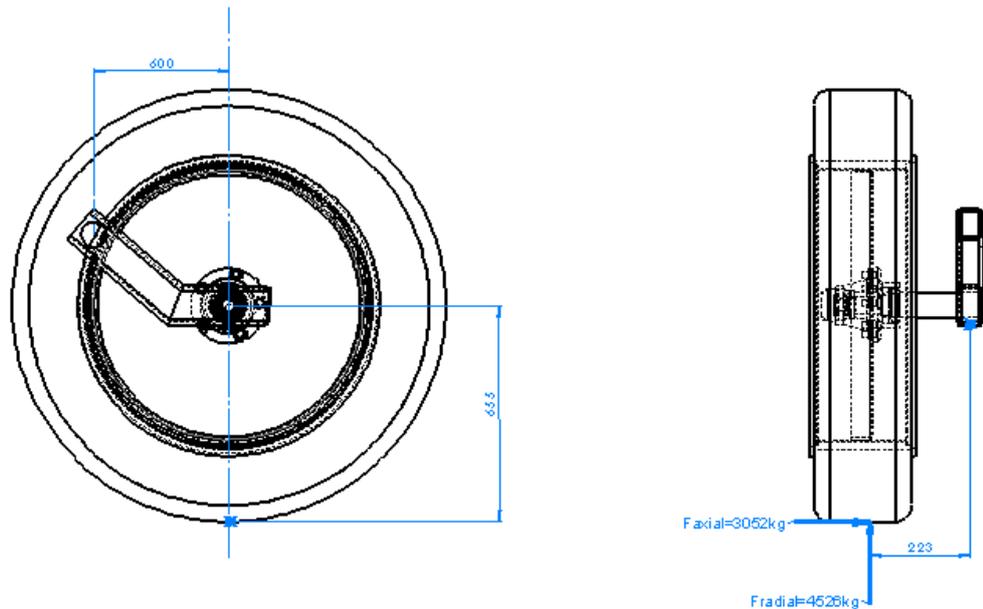
Para lo cual vemos que, en las condiciones más desfavorables, este tipo de pulmones soportaran bien el peso del equipo.



2 - 6 - Cálculo de los brazos de suspensión

El brazo de suspensión estará solicitado a dos fuerzas, fuerzas que ya conocemos y son F radial y F axial.

La Fuerza radial producirá un esfuerzo de torsión al brazo de suspensión y la Fuerza axial un esfuerzo de flexión.



El cálculo no será de dimensionamiento sino de verificación. Entonces veremos si el perfil escogido resistirá a los esfuerzos mencionados anteriormente.

El perfil elegido es un perfil cuadrado de 120x120x8mm AISI 1030 acero laminado en frío.

$$S_y = 3586 \text{kg/cm}^2$$

$S_{ys} = 0.5 * S_y$ basado en la teoría del esfuerzo cortante máximo será:

$$S_{ys} = 0.5 * 3586 \text{kg/cm}^2 \rightarrow S_{ys} = 1793 \text{kg/cm}^2$$



El modulo polar del perfil es:

$$Z' = \frac{2 * b^2 * h}{9} = 135 \text{ cm}^3$$

Esfuerzo de torsión producido por la fuerza radial:

El momento torsor es:

$$T = F_{\text{radial}} * 22.3 \text{ cm} \Rightarrow T = 100974 \text{ kg} * \text{cm}$$

El esfuerzo de torsión es igual a:

$$S_s = \frac{T}{Z'} \Rightarrow S_s = \frac{100974 \text{ kg} * \text{cm}}{135 \text{ cm}^3} \Rightarrow S_s = 747 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

Esfuerzo de flexión producido por la fuerza axial:

$$S = \frac{M * Y_y}{I_{yy}} = \frac{F_{\text{axial}} * \text{long brazo} * Y_y}{I_{yy}} = \frac{3052 \text{ kg} * 60 \text{ cm} * 6 \text{ cm}}{753 \text{ cm}^4} \Rightarrow S = 1459 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

Entonces por la teoría del esfuerzo cortante máximo tendremos:

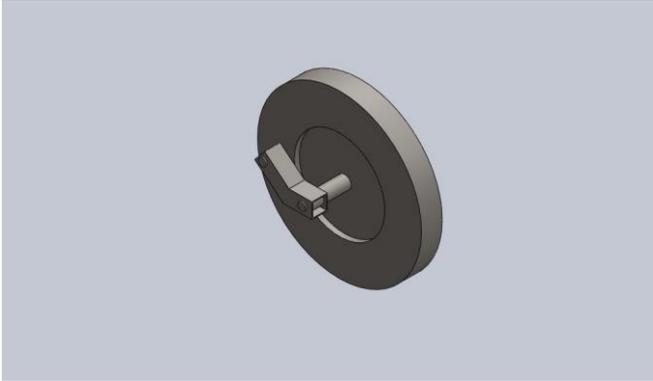
$$\frac{1}{N^2} = \left(\frac{S}{S_y} \right)^2 + \left(\frac{S_s}{S_{ys}} \right)^2 = \left(\frac{1459 \text{ kg} / \text{cm}^2}{3586 \text{ kg} / \text{cm}^2} \right)^2 + \left(\frac{747 \text{ kg} / \text{cm}^2}{1793 \text{ kg} / \text{cm}^2} \right)^2 \Rightarrow$$

$$N = 1,75$$

Coefficiente de seguridad que me parece razonable.



2 - 6 - 1 – Verificación brazo suspensión con solid Works
Simulation



Simulación de Brazo de Suspensión

Fecha: viernes, 25 de marzo de 2016

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Estudio 1

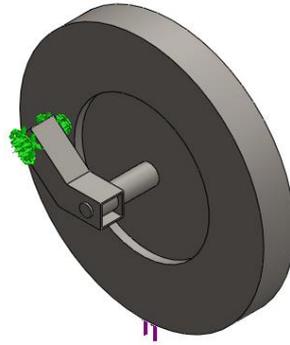
Tipo de análisis: Análisis estático

Table of Contents

Descripción	¡Error! Marcador no defir
Suposiciones	¡Error! Marcador no defir
Información de modelo	
Propiedades del estudio	
Unidades	
Propiedades de material.....	
Cargas y sujeciones.....	
Definiciones de conector.....	
Información de malla	
Detalles del sensor.....	¡Error! Marcador no defir
Fuerzas resultantes.....	¡Error! Marcador no defir
Resultados del estudio.....	
Conclusión	¡Error! Marcador no defir

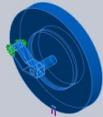


Información de modelo



Nombre del modelo: **BRAZO**
Configuración actual: **Predeterminado**

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Saliente-Extruir6 	Sólido	Masa:1193.13 kg Volumen:0.151991 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:11692.7 N	C:\Users\Gaby\Desktop\tesis nacho\CALCULO BRAZO\BRAZO.SLD PRT Mar 25 11:15:06 2016



Propiedades del estudio

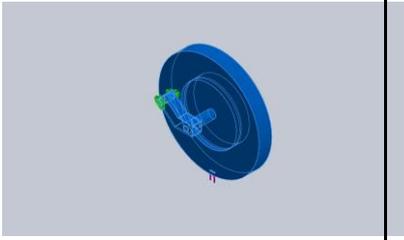
Nombre de estudio	Estudio 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automática
Gran desplazamiento	Activar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SolidWorks (C:\Users\Gaby\Desktop\tesis nacho\CALCULO BRAZO)

Unidades

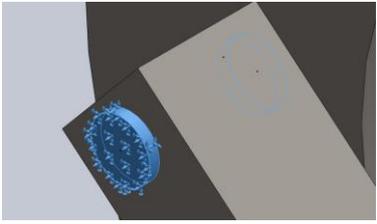
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²



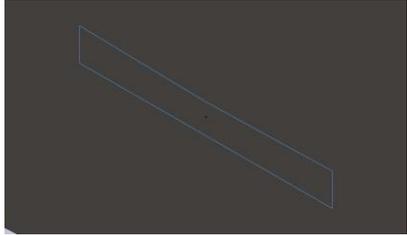
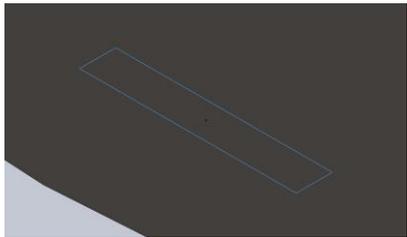
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 1035 Acero (SS)</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 2.82685e+008 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 5.85e+008 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.05e+011 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 7850 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 8e+010 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.1e-005 /Kelvin</p>	Sólido 1(Saliente-Extruir6)(BRAZO)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<p>Entidades: 4 cara(s)</p> <p>Tipo: Geometría fija</p>		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-2.55615	-443850	-298710	535005
Momento de reacción(N-m)	0	0	0	0



Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 30520 kgf
Fuerza-2		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 45260 kgf

Información de malla

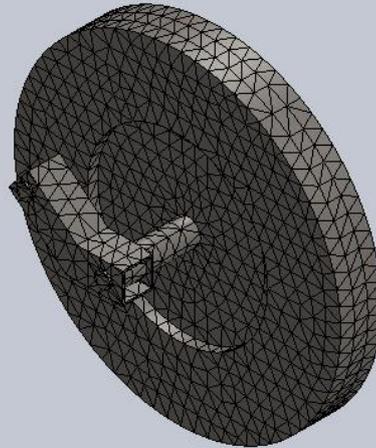
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	53.1891 mm
Tolerancia	2.65946 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla – Detalles

Número total de nodos	14883
Número total de elementos	8698
Cociente máximo de aspecto	34.306
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	87.6
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.322
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:04
Nombre de computadora:	PC



Nombre de modelo: BRAZO
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de malla: Malla de sólido



Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	-2.55615	-443850	-298710	535005

Momentos de reacción

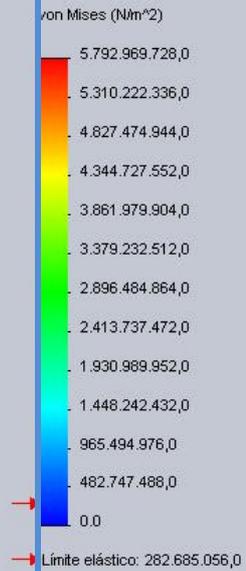
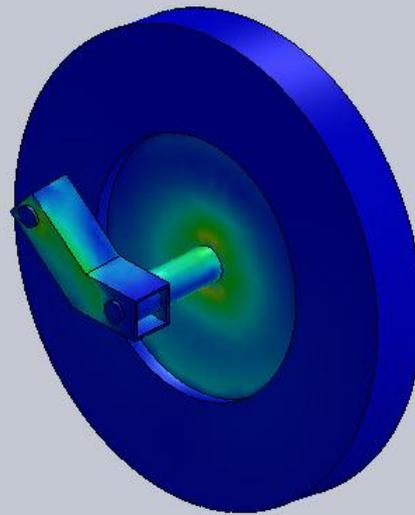
Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N·m	0	0	0	0



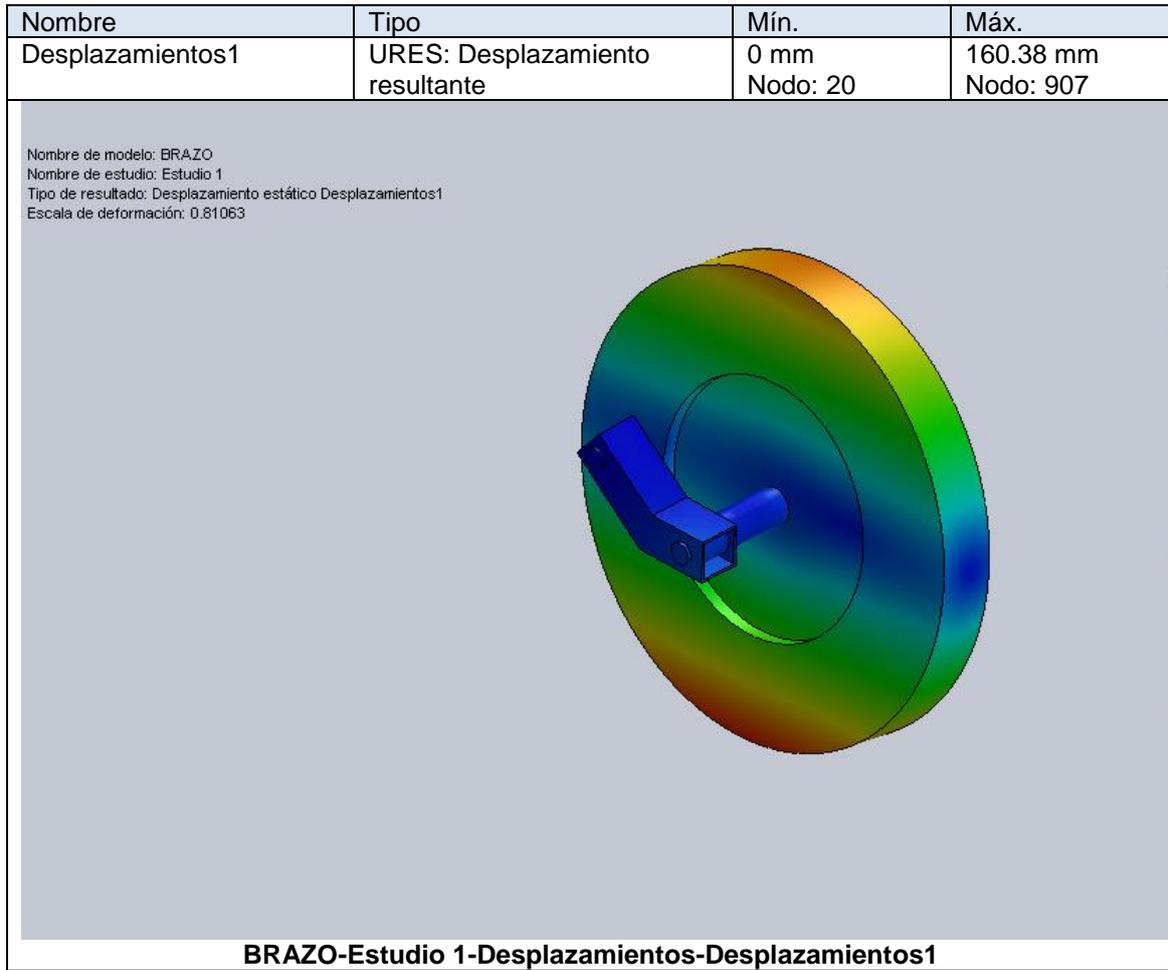
Resultados del estudio

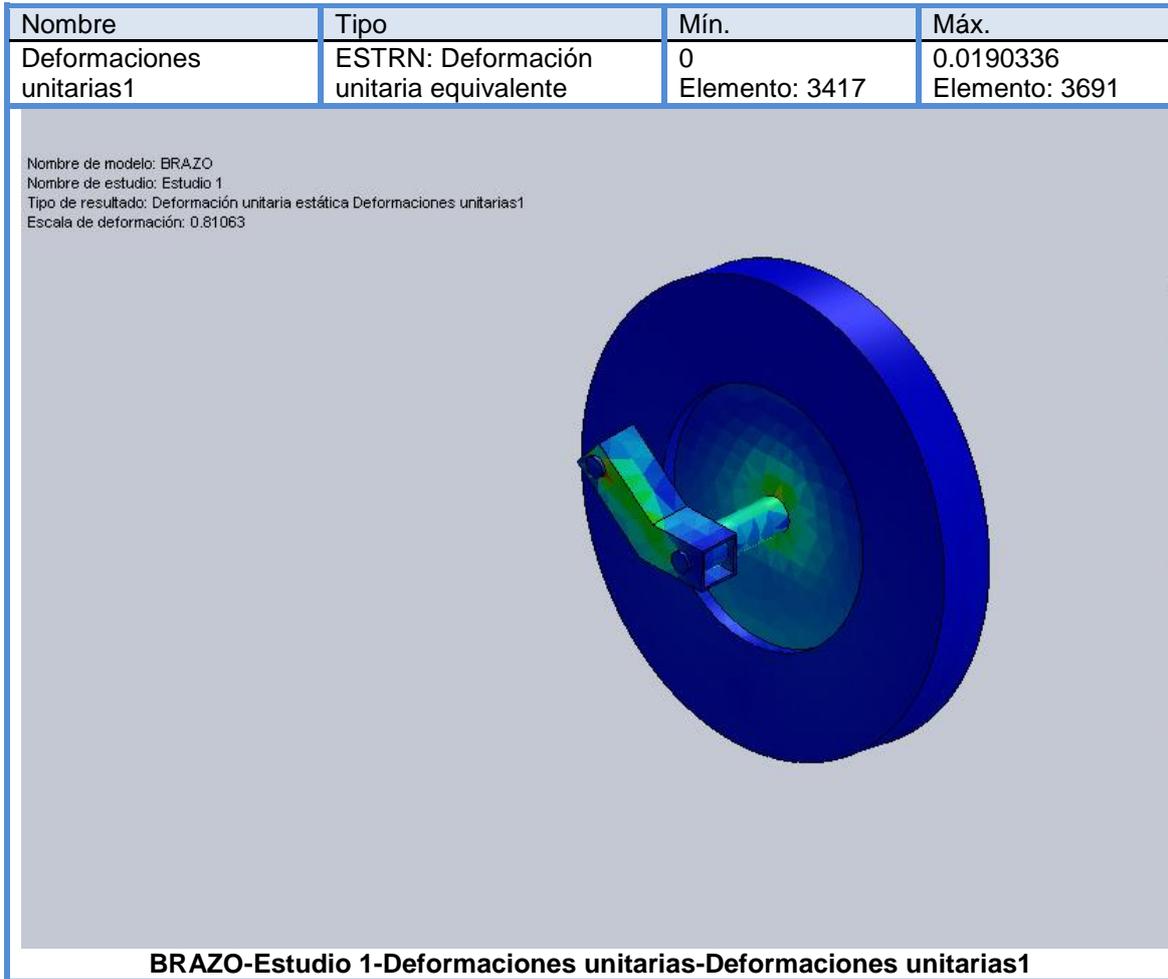
Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0 N/m ² Nodo: 1406	5.79297e+009 N/m ² Nodo: 6333

Nombre de modelo: BRAZO
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 0.81063



BRAZO-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1







2 - 7 - Cálculo del chasis

Para el cálculo del chasis y lanza de tiro se propone un perfil de acero, rectangular de dimensiones 120x80x6.35 mm.

El mismo se verificará mediante cálculos manuales y luego con software específicos para comprobar si el material elegido será capaz de soportar los esfuerzos a los cuales estará solicitado.

La tensión admisible del acero es de 2400kg/cm² y para el cálculo de este chasis se tomará un coeficiente de seguridad de 2.5, obteniéndose así una tensión de:

$$\tau = \frac{(\tau_{adm})}{N} \rightarrow \tau = \frac{(2400 \text{ kg} / \text{cm}^2)}{2.5} = 960 \text{ kg/cm}^2$$

La elección de este tipo de perfil (rectangular, 120x80x6.35 mm.) Se debe a dos razones fundamentales:

- 1º- Es un perfil muy comercial, fácil de conseguir.
- 2º- Es un perfil que hará a la estética del pulverizador, teniendo un mejor acabado que si fuese chapa soldada.

Esquema de fuerzas:

Como prácticamente todos los esfuerzos serán soportados por los dos largueros del chasis, a los fines de simplificar el cálculo estos se suponen como de una sola sección como se muestra en la figura.

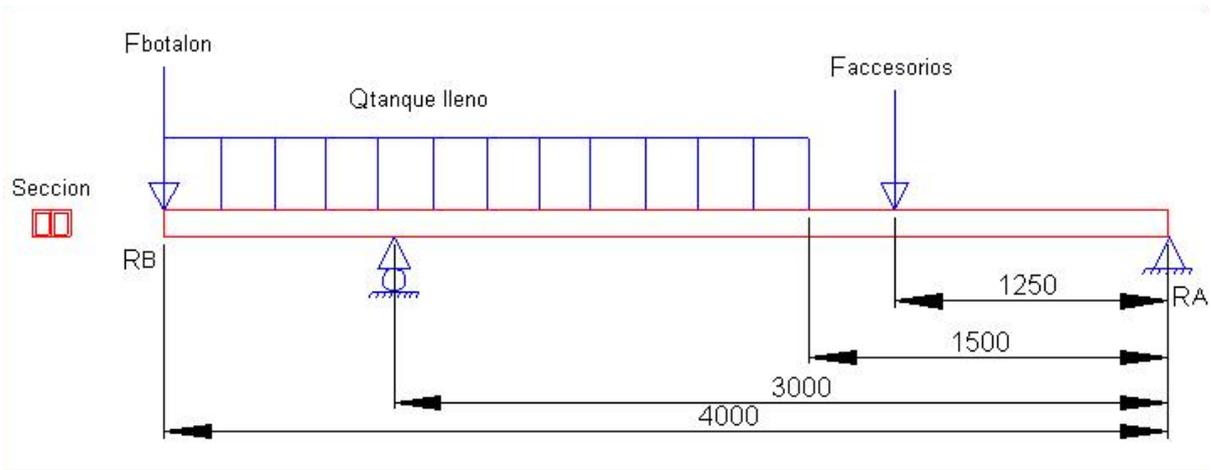
Datos:

F accesorios 250kg

F botalon = 400kg

Q tanque (vacío) = 150kg

Q tanque (lleno) = 3500kg.



Cálculo de las reacciones con tanque vacío:

Reacciones:

$$\sum M_a = 0 \rightarrow (F_{acc} * 125\text{cm}) + \{(Q \text{ tanque vacío} * 250\text{cm}) * 275\text{cm}\} - R_b * 300\text{cm} + F_{bot} * 400\text{cm}$$

$$\sum M_a = 0 \rightarrow (250\text{kg} * 125\text{cm}) + \{(0.6\text{kg/cm} * 250\text{cm}) * 275\text{cm}\} - R_b * 300\text{cm} + 400\text{kg} * 400\text{cm} = 0$$

$$R_b = 775 \text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow R_a + R_b - F_{acc} - F_{bot} - F_{tanq} = 0$$

$$R_a = -775\text{kg} + 250\text{kg} + 400\text{kg} + 150\text{kg}$$

$$R_a = 25 \text{ kg}$$

Este resultado, $R_a = 25 \text{ kg}$, me implica que con el tanque vacío, una sola persona podrá levantar la lanza del pulverizador para engancharlo con el tractor.

Calculo de las reacciones con tanque lleno y verificación del material:

Reacciones:

$$\sum M_a = 0 \rightarrow (250\text{kg} * 125\text{cm}) + \{(14\text{kg/cm} * 250\text{cm}) * 275\text{cm}\} - R_b * 300\text{cm} + 400\text{kg} * 400\text{cm} = 0$$

$$R_b = 3845 \text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow R_a + R_b - F_{acc} - F_{bot} - F_{tanq} = 0$$

$$R_a = -1945,83\text{kg} + 250\text{kg} + 400\text{kg} + 3500\text{kg}$$

$$R_a = 305 \text{ kg}$$

Momento Flector:

$0 < X < 125\text{cm}$:

$$\sum \mu F(0) = 0$$

$$\sum \mu F(125) = R_a * X = (305\text{kg} * 125\text{cm}) = 38125\text{kg.cm}$$



125 < X > 150cm:

$$\sum \mu F(125) = 38125 \text{kg.cm}$$

$$\sum \mu F(150) = (305 \text{kg} * 150 \text{cm}) - (250 \text{kg} * 25 \text{cm}) = 39500 \text{kg.cm}$$

150 < X > 300cm:

$$\sum \mu F(150) = 39500 \text{kg.cm}$$

$$\sum \mu F(300) = (305 \text{kg} * 300 \text{cm}) - (250 \text{kg} * 175 \text{cm}) - \{(14 \text{kg} * 150 \text{cm}) * 75 \text{cm}\} = -109750 \text{kg.cm}$$

150 < X > 300cm:

$$\sum \mu F(150) = 109750 \text{kg.cm}$$

$$\sum \mu F(300) = (305 \text{kg} * 400 \text{cm}) - (250 \text{kg} * 275 \text{cm}) - \{(14 \text{kg} * 250 \text{cm}) * 125 \text{cm}\} + 3845 \text{kg} * 100 \text{cm} \approx 0.$$

Calculo del momento de inercia del perfil rectangular 120x80x6.35 mm:

$$J_x = \left[\frac{(B * h^3)}{12} - \frac{(b * H^3)}{12} + (B * H) - (b * h) * (d)^2 \right] * 2$$

$$J_x = \left[\frac{(8 \text{cm} * 12 \text{cm}^3)}{12} - \frac{(6.73 \text{cm} * 10.73 \text{cm}^3)}{12} + (8 \text{cm} * 12 \text{cm}) - (6.73 \text{cm} * 10.73) * (4 \text{cm})^2 \right] * 2$$

$$J_x = 840 \text{cm}^4$$

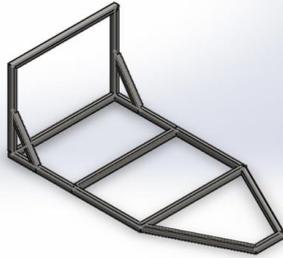
Calculo de la tensión admisible:

$$\tau = \frac{(M * Y)}{J_x} = \frac{(109750 \text{kg / cm} * 6 \text{cm})}{840 \text{cm}^4} = 784 \text{kg/cm}^2$$

El resultado obtenido verifica que este perfil resistirá correctamente los esfuerzos a los que estará expuesto el chasis ya que no supera la tensión máxima admisible que es de 960kg/cm².



2 - 7 - 1 – Verificación con solid Works Simulation



Simulación de Pieza1

Fecha: jueves, 30 de julio de 2020

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Estudio 1

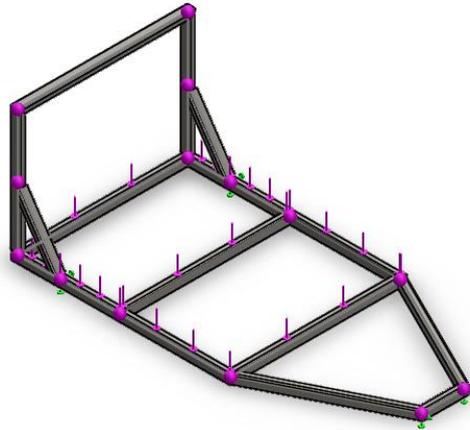
Tipo de análisis: Análisis estático

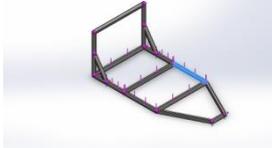
Table of Contents

Descripción
Suposiciones
Información de modelo
Propiedades del estudio
Unidades
Propiedades de material.....
Cargas y sujeciones
Definiciones de conector
Información de contacto
Información de malla
Detalles del sensor.....
Fuerzas resultantes.....
Vigas.....
Resultados del estudio.....
Conclusión.....

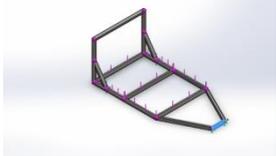
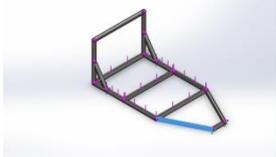
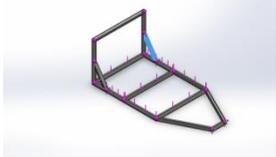
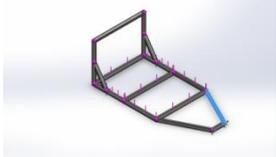


Información de modelo

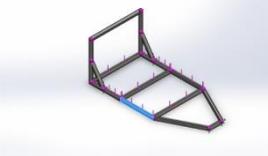
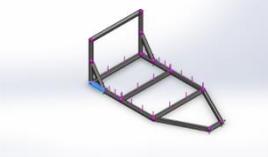
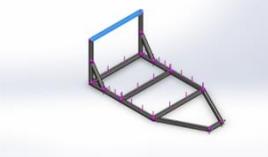
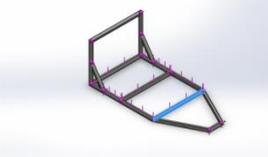


Nombre del modelo: Pieza1			
Configuración actual: Predeterminado<Como mecanizada>			
<L_MdInf_SldBd_Nm/>	<L_MdIn_SldBd_Tr/>	<L_MdInf_SldBd_Vol Prop/>	<L_MdIn_SldBd_DtM d/>
<L_MdInf_ShIBd_Nm/>	<L_MdIn_ShIBd_Fr/>	<L_MdInf_ShIBd_Vol Prop/>	<L_MdIn_ShIBd_DtM d/>
<L_MdInf_CpBd_Nm/>		<L_MdInf_CompBd_Props/>	
Sólidos de viga:			
<L_MdInf_BmBd_Nm />	Formulación	Propiedades	Ruta al documento/Fecha de modificación
Viga-1 (Miembro estructural1[3]) 	Viga – Sección transversal uniforme	Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in ² Longitud:1300mm Volumen:0.00361297 m ³ Densidad:7870kg/m ³ Masa:28.4341kg Peso:278.654N	C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020

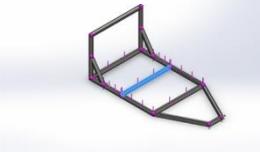
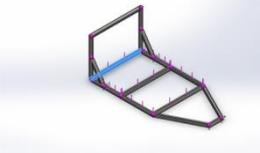
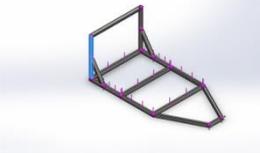
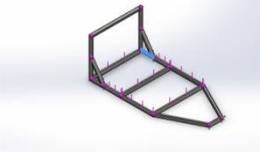


<p>Viga-2(Miembro estructural1[10])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in² Longitud:500mm Volumen:0.00138956 m³ Densidad:7870kg/m³ Masa:10.9359kg Peso:107.171N</p>	<p>C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020</p>
<p>Viga-3(Miembro estructural1[11])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in² Longitud:1632.33mm Volumen:0.00453645 m³ Densidad:7870kg/m³ Masa:35.7019kg Peso:349.878N</p>	<p>C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020</p>
<p>Viga-4(Miembro estructural1[16])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in² Longitud:721.11mm Volumen:0.0020041m³ Densidad:7870kg/m³ Masa:15.7723kg Peso:154.568N</p>	<p>C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020</p>
<p>Viga-5(Miembro estructural1[9])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in² Longitud:1632.33mm Volumen:0.0045365m³ Densidad:7870kg/m³ Masa:35.7022kg Peso:349.882N</p>	<p>C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020</p>

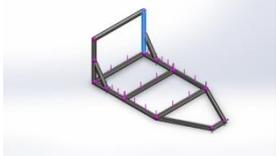
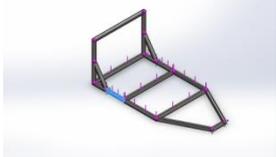
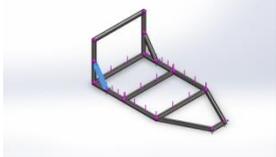
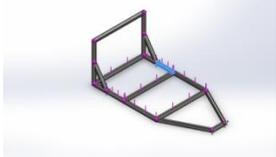


<p>Viga-6(Miembro estructural1[1])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in² Longitud:1300mm Volumen:0.00361295 m³ Densidad:7870kg/m³ Masa:28.4339kg Peso:278.652N</p>	<p>C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020</p>
<p>Viga-7(Miembro estructural1[7])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in² Longitud:500mm Volumen:0.00138961 m³ Densidad:7870kg/m³ Masa:10.9362kg Peso:107.175N</p>	<p>C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020</p>
<p>Viga-8(Miembro estructural1[13])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in² Longitud:2000mm Volumen:0.00555843 m³ Densidad:7870kg/m³ Masa:43.7448kg Peso:428.699N</p>	<p>C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020</p>
<p>Viga-9(Miembro estructural1[2])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in² Longitud:2000mm Volumen:0.00555843 m³ Densidad:7870kg/m³ Masa:43.7448kg Peso:428.699N</p>	<p>C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020</p>



<p>Viga-10(Miembro estructural1[17])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in² Longitud:1920mm Volumen:0.00533604 m³ Densidad:7870kg/m³ Masa:41.9946kg Peso:411.547N</p>	<p>C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020</p>
<p>Viga-11(Miembro estructural1[6])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in² Longitud:2000mm Volumen:0.00555843 m³ Densidad:7870kg/m³ Masa:43.7448kg Peso:428.699N</p>	<p>C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020</p>
<p>Viga-12(Miembro estructural1[12])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in² Longitud:1440mm Volumen:0.00400203 m³ Densidad:7870kg/m³ Masa:31.496kg Peso:308.661N</p>	<p>C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020</p>
<p>Viga-13(Miembro estructural1[5])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in² Longitud:500mm Volumen:0.0013896m³ Densidad:7870kg/m³ Masa:10.9361kg Peso:107.174N</p>	<p>C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020</p>



<p>Viga-14(Miembro estructural1[14])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in² Longitud:1440mm Volumen:0.00400206 m³ Densidad:7870kg/m³ Masa:31.4962kg Peso:308.663N</p>	<p>C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020</p>
<p>Viga-15(Miembro estructural1[8])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in² Longitud:700mm Volumen:0.00194543 m³ Densidad:7870kg/m³ Masa:15.3105kg Peso:150.043N</p>	<p>C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020</p>
<p>Viga-16(Miembro estructural1[15])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in² Longitud:721.11mm Volumen:0.00200407 m³ Densidad:7870kg/m³ Masa:15.772kg Peso:154.566N</p>	<p>C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020</p>
<p>Viga-17(Miembro estructural1[4])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/rectangular tube/120 x 80 x 8 Área de sección: 2779.19in² Longitud:700mm Volumen:0.00194543 m³ Densidad:7870kg/m³ Masa:15.3105kg Peso:150.043N</p>	<p>C:\Users\user\Downlo ads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS\Pieza1.SLD PRT Jul 30 03:38:39 2020</p>



Propiedades del estudio

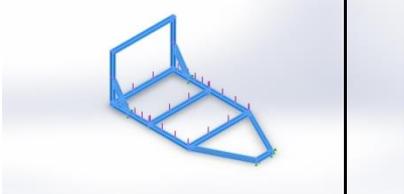
Nombre de estudio	Estudio 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla de viga
Tipo de solver	Direct sparse solver
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automática
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Carpeta de resultados	Documento de SolidWorks (C:\Users\user\Downloads\CALCULO CHASIS\CALCULO CHASIS)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

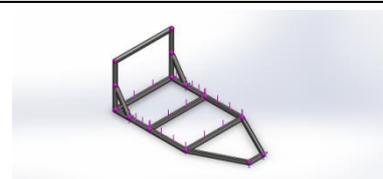


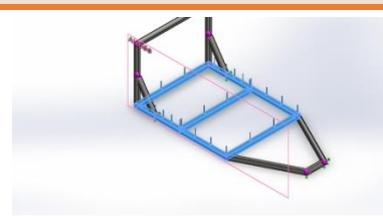
Propiedades del material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 1020 Acero laminado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises</p> <p>Límite elástico: 3.5e+008 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4.2e+008 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.05e+011 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 7870 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 8e+010 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.17e-005 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Miembro estructural1[3])(Pieza1),</p> <p>Sólido 2(Miembro estructural1[10])(Pieza1),</p> <p>Sólido 3(Miembro estructural1[11])(Pieza1),</p> <p>Sólido 4(Miembro estructural1[16])(Pieza1),</p> <p>Sólido 5(Miembro estructural1[9])(Pieza1),</p> <p>Sólido 6(Miembro estructural1[1])(Pieza1),</p> <p>Sólido 7(Miembro estructural1[7])(Pieza1),</p> <p>Sólido 8(Miembro estructural1[13])(Pieza1),</p> <p>Sólido 9(Miembro estructural1[2])(Pieza1),</p> <p>Sólido 10(Miembro estructural1[17])(Pieza1),</p> <p>Sólido 11(Miembro estructural1[6])(Pieza1),</p> <p>Sólido 12(Miembro estructural1[12])(Pieza1),</p> <p>Sólido 13(Miembro estructural1[5])(Pieza1),</p> <p>Sólido 14(Miembro estructural1[14])(Pieza1),</p> <p>Sólido 15(Miembro estructural1[8])(Pieza1),</p> <p>Sólido 16(Miembro estructural1[15])(Pieza1),</p> <p>Sólido 17(Miembro estructural1[4])(Pieza1)</p>
Datos de curva:N/A		



Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: 4 Joint(s) Tipo: Geometría fija

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 plano(s), 9 Viga(s) Referencia: Alzado Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, -430, -- - N Momentos: ---, ---, --- N·m

Información de malla

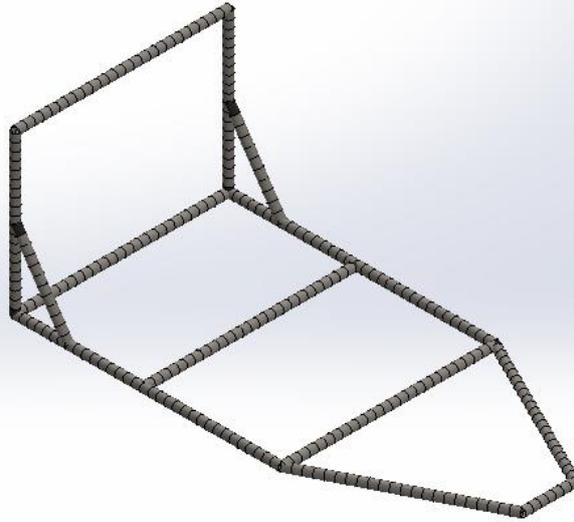
Tipo de malla	Malla de viga
---------------	---------------

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	297
Número total de elementos	285
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:04
Nombre de computadora:	USER-PC



Nombre de modelo: Pieza1
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de malla:



Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	3.8147e-006	3878.96	1.90735e-006	3878.96

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N·m	-3.73381	0.00385571	84.9789	85.0608



Vigas

Fuerzas de viga

Nombre de viga	Juntas	Axial(N)	Corte1(N)	Corte2(N)	Momento1(N-m)	Momento2(N-m)	Torsión(N-m)
Viga-1(Miembro estructural 1[3])	1	- 2.5770 2e-005	-86.303	1.33091 e-005	9.76553e- 006	-198.359	-19.4734
	2	2.5770 2e-005	- 343.697	- 1.33091 e-005	7.53626e- 006	31.0529	19.4734
Viga-2(Miembro estructural 1[10])	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
Viga-3(Miembro estructural 1[11])	1	2.4252 7e-005	- 300.251	2.73941 e-007	2.58821e- 007	284.588	4.19007
	2	- 2.4252 7e-005	300.251	- 2.7395e- 007	2.00599e- 007	218.948	-4.19007
Viga-4(Miembro estructural 1[16])	1	8.4898 7	38.6824	- 83.1183	51.006	18.8337	-3.32816
	2	- 8.4898 9	- 38.6818	83.1185	15.3495	12.0473	3.32817
Viga-5(Miembro estructural 1[9])	1	- 2.5097 4e-005	- 303.832	- 6.10474 e-005	-3.98743e- 005	212.582	-5.88052
	2	2.5097 4e-005	303.832	- 1.71273 e-005	1.31354e- 005	283.373	5.88052
Viga-6(Miembro estructural 1[1])	1	1.7232 6e-005	- 87.7804	- 6.31311 e-006	-3.05247e- 006	-195.263	19.7904
	2	- 1.7232 6e-005	-342.22	6.31311 e-006	-5.15458e- 006	29.8771	-19.7904
Viga-7(Miembro estructural 1[7])	1	63.387	161.92	- 10.0538	3.34435	24.2897	-19.9369
	2	- 63.387	-591.92	10.0538	1.68257	164.17	19.9369
Viga-8(Miembro estructural 1[13])	1	15.867 6	0.00667 091	0.01760 52	-2.64826	-2.28732	0.022968 7
	2	- 15.867 6	- 0.00667 091	- 0.01760 52	2.61305	2.30066	- 0.022968 7
Viga-9(Miembro estructural 1[2])	1	- 1.7404 3e-005	- 217.529	4.33713 e-006	5.82243e- 006	86.9325	-1.30346
	2	1.7404 3e-005	- 212.471	- 4.33716 e-006	2.85188e- 006	-81.8738	1.30346



Viga-10(Miembro estructural 1[17])	1	- 4.9820 8e-006	-215.76	- 2.45622 e-006	-1.59438e- 005	37.2996	- 0.486664
	2	4.9820 8e-006	- 223.199	2.45622 e-006	1.11296e- 005	-44.5901	0.486684
Viga-11(Miembro estructural 1[6])	1	- 44.181 8	- 214.972	- 0.00474 893	0.418324	-54.8928	- 0.021277
	2	44.181 8	- 215.028	0.00474 893	-0.408827	54.9492	0.021277
Viga-12(Miembro estructural 1[12])	1	53.051 7	- 63.3917	- 54.2356	-31.7018	20.4649	-3.76267
	2	0.0176 052	0.00667 091	15.8676	-2.64826	0.0229687	-2.28732
	3	- 0.0176 052	- 0.00667 091	- 15.8676	-9.25241	-0.0179656	2.28732
Viga-13(Miembro estructural 1[5])	1	- 64.447 4	- 591.841	- 10.3679	-1.76855	164.008	-19.9366
	2	64.447 4	161.841	10.3679	-3.41538	24.4128	19.9366
Viga-14(Miembro estructural 1[14])	1	0.0176 052	0.00667 091	15.8676	9.28762	0.0179656	-2.30066
	2	- 0.0176 052	- 0.00667 091	- 15.8676	2.61305	-0.0229687	2.30066
	3	0	0	0	0	0	0
Viga-15(Miembro estructural 1[8])	1	1.9688 9e-005	565.418	- 1.12952 e-005	-5.97503e- 006	-30.3637	-24.7997
	2	- 1.9688 9e-005	- 995.418	1.12952 e-005	-1.9316e- 006	-515.929	24.7997
Viga-16(Miembro estructural 1[15])	1	8.9965 7	- 38.3674	- 82.1774	50.8162	-18.7697	3.27173
	2	0	0	0	0	0	0
Viga-17(Miembro estructural 1[4])	1	- 2.8226 4e-005	559.456	1.82911 e-005	8.50579e- 006	-30.5662	26.4567
	2	2.8226 4e-005	- 989.457	- 1.82911 e-005	4.29801e- 006	-511.553	-26.4567



Tensiones de viga

Nombre de viga	Juntas	Axial(N/m ²)	Dir. de pliegue1(N/m ²)	Dir. de pliegue2(N/m ²)	Torsional (N/m ²)	Peor caso(N/m ²)
Viga-1(Miembro estructural1[3])	1	- 0.00927256	0.149962	2.40061e+006	- 170103	2.40061e+006
	2	- 0.00927256	-0.115729	375813	170103	375813
Viga-2(Miembro estructural1[10])	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
Viga-3(Miembro estructural1[11])	1	0.00872656	0.00397453	- 3.44419e+006	36601.1	3.44419e+006
	2	0.00872656	-0.00308045	2.64978e+006	- 36601.1	2.64978e+006
Viga-4(Miembro estructural1[16])	1	-3054.81	-783262	227932	- 29072.1	1.01425e+006
	2	-3054.81	235710	-145800	29072.2	384566
Viga-5(Miembro estructural1[9])	1	- 0.00903048	-0.61232	- 2.57274e+006	- 51367.5	2.57274e+006
	2	- 0.00903048	-0.20171	3.42947e+006	51367.5	3.42947e+006
Viga-6(Miembro estructural1[1])	1	0.0062006	-0.0468746	2.36313e+006	172873	2.36313e+006
	2	0.0062006	0.0791551	361582	- 172873	361582
Viga-7(Miembro estructural1[7])	1	-22807.8	-51356.7	293962	- 174152	368127
	2	-22807.8	25838.1	- 1.98685e+006	174152	2.03549e+006
Viga-8(Miembro estructural1[13])	1	-5709.43	40667.3	-27681.9	200.636	74058.7
	2	-5709.43	40126.6	-27843.3	- 200.636	73679.4
Viga-9(Miembro estructural1[2])	1	- 0.00626237	0.0894109	- 1.05209e+006	-11386	1.05209e+006
	2	- 0.00626237	-0.0437942	-990864	11386	990864
Viga-10(Miembro estructural1[4])	1	- 0.00179264	-0.244837	-451413	-4251.1	451413



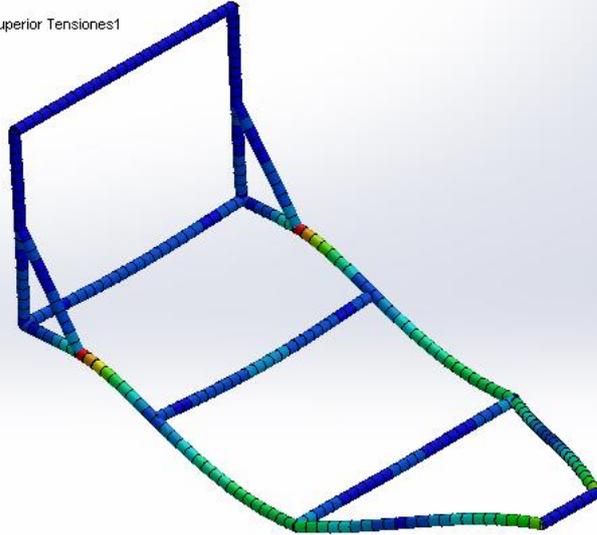
17])	2	- 0.0017926 4	-0.170909	-539644	4251.2 8	539645
Viga-11(Miembro estructural1[6])	1	15897.4	-6423.9	-664331	- 185.85 8	686652
	2	15897.4	-6278.05	-665014	185.85 8	687189
Viga-12(Miembro estructural1[12])	1	19088.9	-486821	-247673	- 32867. 6	753583
	2	-6.33466	40667.3	277.976	- 19980. 1	40951.7
	3	-6.33466	-142083	217.425	19980. 1	142306
Viga-13(Miembro estructural1[5])	1	-23189.3	-27158.4	- 1.98488e+00 6	- 174150	2.03522e+ 006
	2	-23189.3	52447.6	295453	174150	371089
Viga-14(Miembro estructural1[14])	1	6.33466	142623	-217.425	- 20096. 7	142847
	2	6.33466	-40126.6	-277.976	20096. 7	40411
	3	0	0	0	0	0
Viga-15(Miembro estructural1[8])	1	0.0070843 9	-0.0917541	367472	- 216630	367472
	2	0.0070843 9	0.0296622	- 6.24395e+00 6	216630	6.24395e+ 006
Viga-16(Miembro estructural1[15])	1	-3237.12	-780347	-227157	28579. 2	1.01074e+ 006
	2	0	0	0	0	0
Viga-17(Miembro estructural1[4])	1	- 0.0101564	0.130617	369923	231104	369923
	2	- 0.0101564	-0.0660014	- 6.19099e+00 6	- 231104	6.19099e+ 006



Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	TXY: Tensión cortante en dir. Y en plano YZ	0 N/m ² Elemento: 18	6.24395e+006 N/m ² Elemento: 251

Nombre de modelo: Pieza1
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de resultado: Tensión axial y de flexión en el límite superior Tensiones1
Escala de deformación: 2358.72



Tensión axial y de flexión en e

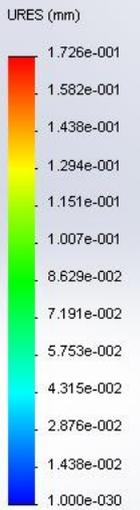
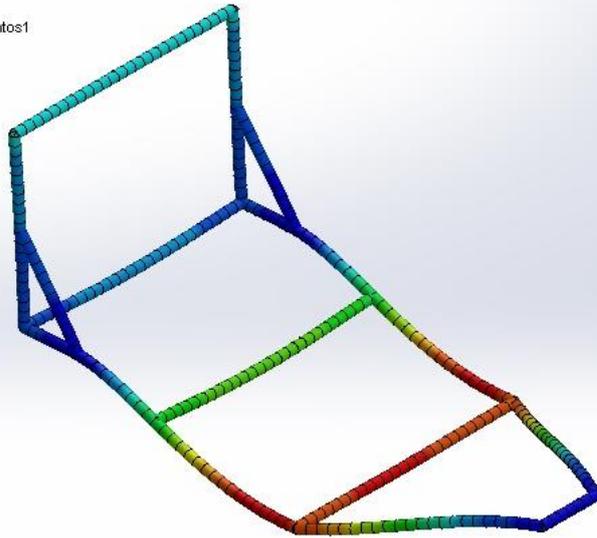


Pieza1-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 19	0.172581 mm Nodo: 94

Nombre de modelo: Pieza1
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 2358.72



Pieza1-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1



2 - 8 - Cálculo del sistema de pulverización

Cálculo del caudal de la bomba

Para obtener el caudal de la bomba es necesario conocer no solo cuantos picos va a tener la barra de pulverización, sino también cual va a ser el caudal en litros por minutos que entrega cada pastilla intercambiable en cada pico.

Existe una gran cantidad de pastillas estandarizadas, las cuales varían enormemente de unas a otras ya sea en cuanto al caudal que entregan, presión a la que trabajan, altura de pulverización, abanico que producen, etc.

La elección correcta de la pastilla es un trabajo que deberá ser desarrollado por un Ingeniero Agrónomo, el cual deberá decidir de acuerdo a: el clima, el cultivo, la plaga, la maleza y el tipo de agroquímico a utilizar, cuál será la pastilla que realizará más eficientemente la aplicación del fluido sobre el cultivo.

El siguiente cálculo se realizará teniendo en cuenta la pastilla de mayor caudal que es utilizada en esta zona de la pampa húmeda, la cual es una pastilla que entrega un caudal de 0,91 litros/min. Por lo tanto, el caudal de bomba que obtendremos será más que suficiente para picos que entreguen un menor caudal en litros/min.

Datos:

Ancho de trabajo (C) = 21 metros

Capacidad de tanque (L) = 3000 litros

Distancia entre picos (D) = 35mm = 0.35metros

Cantidad de picos (N) = 60 picos

El pico seleccionado es una punta de chorro plano uniforme, cuyos datos fueron obtenidos del catalogo de puntas italianas teejet, el cual abarca prácticamente todo el mercado nacional en lo que a puntas se refiere.

(Ver apéndice tabla n° 6)

PICO TEEJET TP 950 2E (50) (color amarillo).

Presión de trabajo (P) = 4 bar = 4 Kg/cm²

Capacidad de boquilla (q) = 0.91 litros/min

Velocidad de trabajo (V) = 15 km/h

Caudal por ancho de banda (Q) = 72.8 km/h



El caudal de la bomba será entonces:

$Q_t = \text{capacidad por boquilla (q)} \times \text{cantidad de picos (N)}$

$$Q_t = 0.91 \text{ Lts} / \text{min} \times 60 \rightarrow Q_t = 54.6 \text{ litros/min}$$

El caudal así obtenido es de 54,6 litros/min.

La bomba que se utilizará será una bomba a membrana de tres pistones de caudal igual a 80 litros/min (características técnicas- ver apéndice), debido a que este caudal nos servirá para realizar la mezcla liquido-producto en caso de no contar con un agitador de chorro.

Además, con este sobre dimensionamiento del caudal de la bomba evitaremos dos inconvenientes que se presentan a menudo:

- 1- Coeficiente de seguridad, ya que una mínima caída de presión en la bomba será suficiente para que el sistema no funcione correctamente.
- 2- Se necesita una presión mayor para tener un buen retorno de liquido al tanque de fluido cuyo objetivo es mantener la mezcla de agua – producto lo más homogénea posible.

Autonomía del equipo

Para obtener cuál será la autonomía del equipo se calcula cuantas hectáreas cubrirá el mismo, teniendo en cuenta el tipo de boquilla seleccionada y la capacidad del tanque.

El caudal por ancho de banda figura en tabla, pero éste aparece para una distancia entre picos de 0.5m, por lo que hay que multiplicarlo por un factor de conversión para obtener el verdadero caudal por ancho de banda, dicho coeficiente se obtiene también de tablas.

(Ver apéndice tabla n° 7)

El factor de conversión para una distancia entre picos de 0.35 metros es de: 1.43, entonces el caudal por hectárea será:

$$\text{Caudal por ancho de banda} = 72.8 \text{ lts} / \text{hs} \times 1.43 = 101.92 \text{ lts} / \text{ha}$$

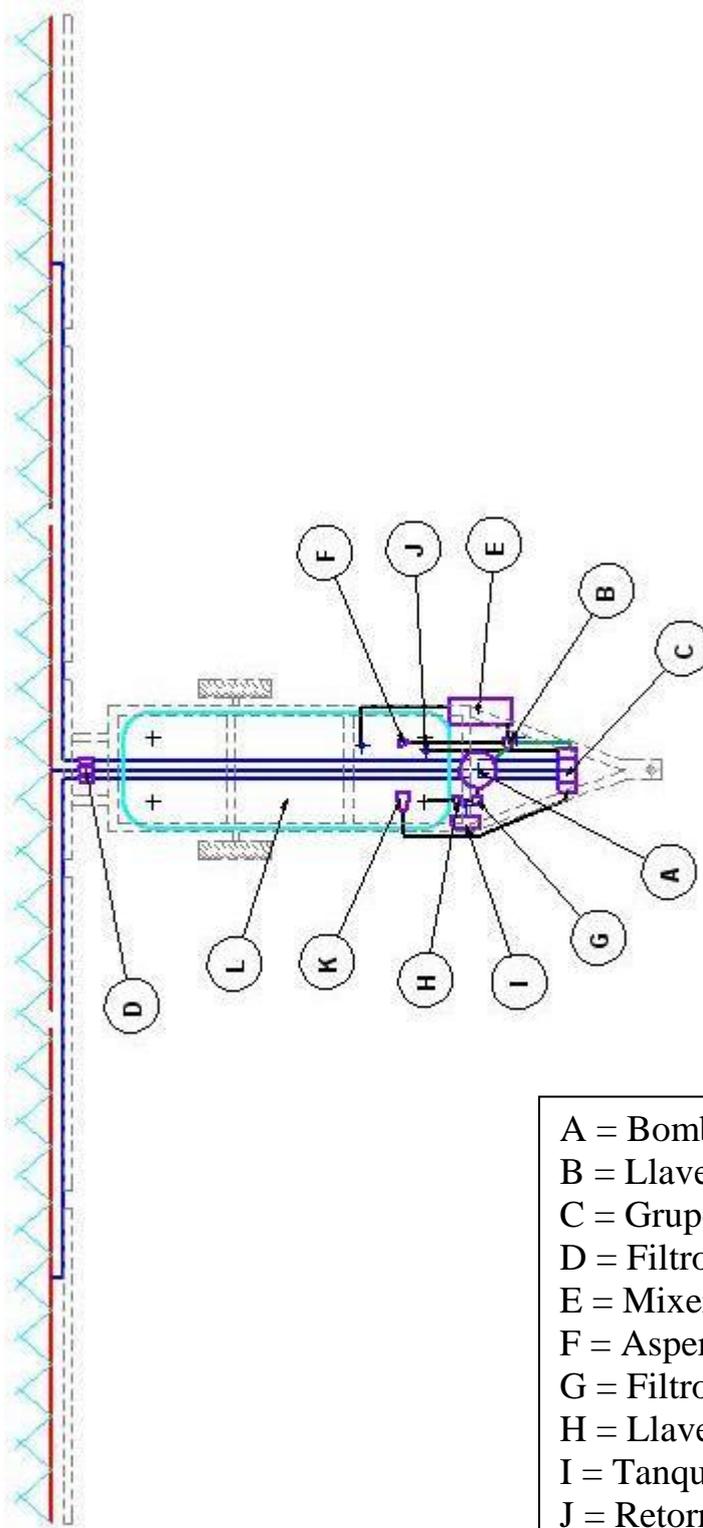
$$\text{Autonomía} = \frac{\text{capacidad del tan que}}{\text{caudal por ancho de banda}} = \frac{3000 \text{ lts}}{101.92 \text{ lts} / \text{ha}} \rightarrow$$

$$\text{Autonomía} = 29.43 \text{ hectáreas}$$

Esta autonomía obtenida será el caso más desfavorable, ya que no solo se utilizo para el cálculo la pastilla de mayor caudal, sino que también se uso la mayor cantidad de picos posible que se pueden colocar en una barra de 21 metros, ya que la mínima distancia entre surcos es de 0,35 metros.



Plano del equipo con los componentes del circuito de pulverización



- A = Bomba
- B = Llave de tres vías
- C = Grupo de comando
- D = Filtros de línea
- E = Mixer
- F = Aspersor para lavado de tanque
- G = Filtro de aspiración
- H = Llave de paso
- I = Tanque de 200Lt
- J = Retorno



Descripción del funcionamiento del equipo

1º paso: consiste en el llenado del tanque de pulverización con agua dulce, por lo general esto se realiza con una motobomba.

2º paso: Una vez lleno el tanque se pone en marcha la bomba con la llave de 3 vías en la posición 1 (llenado), esto significa que la bomba chupará el agua del tanque y la hará circular por el mixer que contiene el agroquímico. El mixer posee un sistema de tipo venturi el cual realiza una premezcla y luego la envía al tanque. Estos pasos mencionados se realizan con el equipo parado.

3º paso: consiste en posicionar la llave de 3 vías en la posición 2 (grupo de comando).

El grupo de comando es un componente el cual consta de: un regulador de presión, y cuatro electroválvulas, las cuales son comandadas desde el tractor. Una es para el agitador de producto y las otras tres para las vías de pulverización.

Una vez realizado esto, ya podemos desde arriba del tractor activar la apertura de la electroválvula del agitador por unos cuantos minutos para lograr una mezcla homogénea, esto generalmente se realiza hasta llegar a la zona donde se va a empezar a realizar la pulverización.

4º paso: Se cierra la electroválvula del agitador y se produce la apertura de las electroválvulas de las vías de pulverización y se realiza la aplicación del agroquímico sobre el cultivo.

5º paso: Una vez que se termino con el proceso de aplicación se debe realizar la limpieza de tanque y del circuito de pulverización. Esto se consigue posicionando la llave de 3 vías en la posición 3 (aspersor), luego debemos cambiar la posición de la llave de dos vías para que la bomba chupe el agua del depósito de 200 litros.

Una vez realizada la limpieza del tanque, se debe volver a realizar el método ya mencionado como si fuéramos a realizar otra aplicación, pero esta vez se hará con agua limpia logrando el lavado de todo el circuito.

Cálculo de pérdida de carga del circuito de pulverización

Para el cálculo de pérdida de carga del circuito de pulverización será necesario conocer cuál es la caída de presión de cada componente del equipo (*perdidas secundarias*) con los respectivos metros de cañería (*perdidas primarias*), para corroborar que la bomba que se eligió sea apta para el correcto funcionamiento del circuito de pulverización.

El cálculo que se realizara será el más desfavorable, con lo cual nos aseguraremos que el circuito trabajara con la presión optima. La caída de presión más grande se dará cuando el equipo este pulverizando, debido a que este circuito es el que más demandara perdidas de presión por contar con grandes longitudes de cañería y componentes del sistema.



Componentes del circuito que intervienen en el cálculo

- Bomba
- Llave de tres vías
- Grupo de comando
 - Regulador de presión
 - Electroválvulas de vías de pulverización (3)
- Filtros de línea
- Cañerías
- Picos pulverizadores

Cálculo Tramo A:

1- En este cálculo se obtendrá la caída de presión desde la bomba al grupo de comando que se encuentra en la parte delantera del equipo.

Los componentes que intervendrán son:

- Llave de tres vías, caída de presión = 0.38 kg/cm^2 (Ver apéndice)
- Regulador de presión, caída de presión = 0.2 kg/cm^2 (Ver apéndice)
- Cañería de goma y tela

Caudal de bomba:

$$Q = 80 \frac{\text{lbs}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{100 \text{ cm}^3}{1 \text{ lbs}} = 1333 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}}$$

Q = Caudal volumétrico

(Ver apéndice tabla n° Pag. 86)

Área de la sección transversal de la tubería:

$$A = \pi * r^2 = 3.14 * (1.27 \text{ cm})^2 = 5.06 \text{ cm}^2$$

A = Área

r = Radio



Velocidad del fluido:

$$Q = V * A \rightarrow V = \frac{Q}{A} = \frac{1333 \frac{cm^3}{seg}}{5.06 cm^2} = 263.4 \frac{cm}{seg} = 2.63 \frac{m}{seg}$$

V = Velocidad del fluido

Número de Reynolds:

$$Re = \frac{V * \phi_{int}}{\nu} = \frac{2.63 \frac{m}{seg} * 0.025 m}{1.4 \times 10^{-6} \frac{m^2}{seg}} = 46964.3 \text{ Re gimen Turbulento}$$

Re > 2100 Régimen turbulento

Re < 2100 Régimen laminar

δ = Densidad del agua

ν = Viscosidad cinemática (Ver apéndice tabla n° 8)

Coefficiente de pérdida de carga:

Para R < 100000 el valor de λ en régimen turbulento y en tuberías lisas esta dado por:

$$\lambda = \frac{0.316}{Re^{1/4}} = \frac{0.316}{46964.3^{1/4}} = 0.0215$$

Este dato de λ que obtuvimos por la formula de *Blasius* es más exacta, pero una manera más rápida de obtener este valor es por el grafico de *Moody*.

Después por la ecuación de *Darcy-Weisbach* calculo la perdida de carga.

$$H_p = \lambda * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$



Perdida de carga:

$$H_p = \frac{\lambda * L * V^2}{2 * G * D} = \frac{0.0215 * 1m * \left(2.63m/seg\right)^2}{2 * 9.8m/seg^2 * 0.025m} = 0.303 m$$

H_p = Perdida de carga

L = Longitud de tubería

D = diámetro de tubería

Esta pérdida de carga expresada en unidades de presión viene dada por:

$$\Delta p = H_p * \delta = 0.303 m * 1000 \frac{Kg}{m^3} = 303 \frac{Kg}{m^2} * \frac{1m^2}{100cm^2} = 0.0303 \frac{Kg}{cm^2}$$

2- Antes de comenzar el cálculo de pérdida de carga del tramo B, dividiremos el caudal en tres partes iguales, debido a que en el grupo de comando se encuentran las tres electroválvulas, las cuales dividen el caudal hacia las tres vías de pulverización. Estas vías son una central y dos laterales. El cálculo lo realizaremos sobre una de las vías laterales debido a que estas son las que poseen mayor longitud de cañería y por ende mayor pérdida de carga.

$$Q = \frac{1333 cm^3}{3 seg} = 444.3 \frac{cm^3}{seg}$$

Los componentes que intervendrán son:

- Electroválvula de vías de pulverización, caída de presión = 0.2 kg/cm²
(Ver apéndice tabla n° Pag. 87)
- Filtro de línea, caída de presión = 0.32 kg/cm² (Ver apéndice)
- Cañería de goma y tela

La cañería utilizada desde el grupo de comando hasta la barra de pulverización es de ½" de diámetro interior. El cálculo sobre esta vía se realizará hasta una cierta longitud (tramo B), luego el caudal se dividirá nuevamente en dos tramos iguales (tramo C1 y tramo C2) para que quede repartido uniformemente tanto hacia la derecha como hacia la izquierda según lo indica el croquis del equipo (ver Pág. 71).



Tramo B:

Área de la sección transversal de la tubería:

$$A = \pi * r^2 = 3.14 * (0.63\text{cm})^2 = 1.25\text{cm}^2$$

A = Área

r = Radio

Velocidad del fluido:

$$Q = V * A \rightarrow V = \frac{Q}{A} = \frac{444.3 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}}}{1.25\text{cm}^2} = 355.4 \frac{\text{cm}}{\text{seg}} = 3.55 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

V = Velocidad del fluido

Número de Reynolds:

$$\text{Re} = \frac{V * \phi_{\text{int}}}{\nu} = \frac{3.55 \frac{\text{m}}{\text{seg}} * 0.012\text{m}}{1.4 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{seg}}} = 30428.6 \text{ Re gimen Turbulento}$$

Re < 2100 Régimen laminar

Re > 2100 Régimen turbulento

δ = Densidad del agua

ν = Viscosidad cinemática (Ver apéndice tabla n° 8)

Coefficiente de pérdida de carga:

Para R < 100000 el valor de λ en régimen turbulento y en tuberías lisas esta dado por:

$$\lambda = \frac{0.316}{\text{Re}^{1/4}} = \frac{0.316}{30428.6^{1/4}} = 0.0239$$



Perdida de carga:

$$H_p = \frac{\lambda * L * V^2}{2 * G * D} = \frac{0.0239 * 18m * \left(3.55 \frac{m}{seg}\right)^2}{2 * 9.8 \frac{m}{seg^2} * 0.012m} = 23.05 m$$

H_p = Perdida de carga

L = Longitud de tubería

D = diámetro de tubería

Esta pérdida de carga expresada en unidades de presión viene dada por:

$$\Delta p = H_p * \delta = 23.05m * 1000 \frac{Kg}{m^3} = 23051 \frac{Kg}{m^2} * \frac{1m^2}{100cm^2} = 2.305 \frac{Kg}{cm^2}$$

Ahora dividimos el caudal para calcular la perdida de carga hacia uno de los costados como mencionamos anteriormente

$$Q = \frac{433.3 \frac{cm^3}{seg}}{2} = 216.6 \frac{cm^3}{seg}$$

Tramo C1:

Área de la sección transversal de la tubería:

$$A = \pi * r^2 = 3.14 * (0.63cm)^2 = 1.25cm^2$$

A = Área

r = Radio

Velocidad del fluido:

$$Q = V * A \rightarrow V = \frac{Q}{A} = \frac{216.6 \frac{cm^3}{seg}}{1.25cm^2} = 173.3 \frac{cm}{seg} = 1.73 \frac{m}{seg}$$

V = Velocidad del fluido



Número de Reynolds:

$$Re = \frac{V * \phi_{int}}{\nu} = \frac{1.73 \frac{m}{seg} * 0.012m}{1.4 \times 10^{-6} \frac{m^2}{seg}} = 14828.6 \text{ Re regimen Turbulento}$$

Re > 2100 Régimen turbulento

Re < 2100 Régimen laminar

δ = Densidad del agua

ν = Viscosidad cinemática (obtenido de tabla nº8)

Coefficiente de pérdida de carga:

Para R < 100000 el valor de λ en régimen turbulento y en tuberías lisas esta dado por:

$$\lambda = \frac{0.316}{Re^{1/4}} = \frac{0.316}{14828.6^{1/4}} = 0.0286$$

Perdida de carga:

$$H_p = \frac{\lambda * L * V^2}{2 * G * D} = \frac{0.0286 * 3m * \left(1.73 \frac{m}{seg}\right)^2}{2 * 9.8 \frac{m}{seg^2} * 0.012m} = 1.09m$$

H_p = Perdida de carga

L = Longitud de tubería

D = diámetro de tubería

Esta pérdida de carga expresada en unidades de presión viene dada por:

$$\Delta p = H_p * \delta = 1.09m * 1000 \frac{Kg}{m^3} = 1092 \frac{Kg}{m^2} * \frac{1m^2}{100cm^2} = 0.109 \frac{Kg}{cm^2}$$

Ahora calcularemos la caída de presión total partiendo desde la bomba hacia una de las vías de pulverización lateral que como ya se menciona antes es la más desfavorable, con lo cual se corrobora que, si esta caída de presión es menor que el valor de presión necesaria para la apertura de los picos pulverizadores, el sistema trabajara de manera efectiva.



Sumatoria de las pérdidas de carga:

Perdidas primarias

Tramo A (bomba – grupo de comando)	$\Delta p = 0.0303 \text{ kg/cm}^2$
Tramo B (grupo de comando – botalón)	$\Delta p = 2.305 \text{ kg/cm}^2$
Tramo C1 (botalón – extremo ala)	$p = 0.109 \text{ kg/cm}^2$

Perdidas secundarias

Llave de tres vías	$\Delta p = 0.38 \text{ kg/cm}^2$
Regulador de presión	$\Delta p = 0.2 \text{ kg/cm}^2$
Electroválvula de vía de pulverización	$\Delta p = 0.2 \text{ kg/cm}^2$
Filtro de línea	$p = 0.32 \text{ kg/cm}^2$
PERDIDA DE CARGA	$\Delta p_t = 3.54 \text{ kg/cm}^2$

Conclusión

El valor obtenido es la max caída de presión que tendrá el circuito. Teniendo en cuenta que la bomba entrega una presión max de 10 kg/cm^2 , realizando esta diferencia de presiones Obtendremos que el mínimo valor de presión que tendrá la vía más desfavorable del circuito será de 6.46 kg/cm^2 . Esta presión será suficiente para que los picos trabajen de manera correcta ya que la presión de trabajo es de 4 kg/cm^2 .



Unidad 3

Apendice
Bibliografía
Conclusión



Apéndice

TABLA N° 1

Rodamientos de rodillos cónicos, de una hilera, rodamientos métricos



Tolerancias, ver también el texto
Ajustes recomendados
Tolerancias del eje y del alojamiento

Dimensiones principales			Capacidades de carga		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades		Masa	Designación
d	D	T	dinámica C	estática C_0		Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	rpm	kg	-	
50	110	29,25	143	140	16,6	5300	6300	1,25	30310 J2/Q *

TABLA N° 2

Rodamientos de rodillos cónicos, de una hilera



Tolerancias, ver también el texto
Ajustes recomendados
Tolerancias del eje y del alojamiento

Dimensiones principales			Capacidades de carga		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades		Masa	Designación
d	D	T	dinámica C	estática C_0		Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	rpm	kg	-	
40	90	35,25	117	140	16	5300	8000	1,00	32308 J2/Q



TABLA N° 3



Seguridad de carga C/P para diferentes duraciones expresadas en millones de revoluciones

Rodamientos de bolas

Duración en millones de revol. L ₁₀	C/P	Duración en millones de revol. L ₁₀	C/P
0,50	0,793	600	8,43
0,75	0,909	650	8,66
1	1	700	8,88
1,50	1,14	750	9,09
2	1,26	800	9,28
3	1,44	850	9,47
4	1,59	900	9,65
5	1,71	950	9,83
6	1,82	1 000	10
8	2	1 100	10,3
10	2,15	1 200	10,6
12	2,29	1 300	10,9
14	2,41	1 400	11,2
16	2,52	1 500	11,4
18	2,62	1 600	11,7
20	2,71	1 700	11,9
25	2,92	1 800	12,2
30	3,11	1 900	12,4
35	3,27	2 000	12,6
40	3,42	2 200	13
45	3,56	2 400	13,4
50	3,68	2 600	13,8
60	3,91	2 800	14,1
70	4,12	3 000	14,4
80	4,31	3 200	14,7
90	4,48	3 400	15
100	4,64	3 600	15,3
120	4,93	3 800	15,6
140	5,19	4 000	15,9
160	5,43	4 500	16,5
180	5,65	5 000	17,1
200	5,85	5 500	17,7
220	6,04	6 000	18,2
240	6,21	6 500	18,7
260	6,38	7 000	19,1
280	6,54	7 500	19,6
300	6,69	8 000	20
320	6,84	8 500	20,4
340	6,98	9 000	20,8
360	7,11	9 500	21,2
380	7,24	10 000	21,5
400	7,37	12 000	22,9
420	7,49	14 000	24,1
440	7,61	16 000	25,2
460	7,72	18 000	26,2
480	7,83	20 000	27,1
500	7,94	25 000	29,2
550	8,19	30 000	31,1

Rodamientos de rodillos

Duración en millones de revol. L ₁₀	C/P	Duración en millones de revol. L ₁₀	C/P
0,50	0,812	600	6,81
0,75	0,917	650	6,98
1	1	700	7,14
1,50	1,13	750	7,29
2	1,24	800	7,43
3	1,39	850	7,56
4	1,52	900	7,70
5	1,62	950	7,82
6	1,71	1 000	7,94
8	1,87	1 100	8,17
10	2	1 200	8,39
12	2,11	1 300	8,59
14	2,21	1 400	8,79
16	2,30	1 500	8,97
18	2,38	1 600	9,15
20	2,46	1 700	9,31
25	2,63	1 800	9,48
30	2,77	1 900	9,63
35	2,91	2 000	9,78
40	3,02	2 200	10,1
45	3,13	2 400	10,3
50	3,23	2 600	10,6
60	3,42	2 800	10,8
70	3,58	3 000	11
80	3,72	3 200	11,3
90	3,86	3 400	11,5
100	3,98	3 600	11,7
120	4,20	3 800	11,9
140	4,40	4 000	12
160	4,58	4 500	12,5
180	4,75	5 000	12,9
200	4,90	5 500	13,2
220	5,04	6 000	13,6
240	5,18	6 500	13,9
260	5,30	7 000	14,2
280	5,42	7 500	14,5
300	5,54	8 000	14,8
320	5,64	8 500	15,1
340	5,75	9 000	15,4
360	5,85	9 500	15,6
380	5,94	10 000	15,8
400	6,03	12 000	16,7
420	6,12	14 000	17,5
440	6,21	16 000	18,2
460	6,29	18 000	18,9
480	6,37	20 000	19,5
500	6,45	25 000	20,9
550	6,64	30 000	22



TABLA N° 4

TABLA 5.2 RESISTENCIAS MÍNIMAS DE PERNOS (ESPECIFICACIONES NORMALIZADAS SELECCIONADAS)

GRADO	TAMAÑOS, INCL.		s_p		s_u		s_y		
	mm	pulg	kg/cm ²	ksi	kg/cm ²	ksi	kg/cm ²	ksi	
SAE Grado 2	6,35- 19,05	1/4-3/4	3867	55	4 851	69			
	22,22- 25,40	7/8-1	3656	52	4 500	64			
	28,57- 38,10	1 1/8-1 1/2	1968	28	3 867	55			
SAE Grado 5	6,35- 19,05	1/4-3/4	5976	85	8 437	120	6187	88	
	22,22- 25,40	7/8-1	5484	78	8 085	115	5694	81	
	28,57- 38,10	1 1/8-1 1/2	5202	74	7 381	105	5413	77	
ASTM 354	BB	6,35- 63,50	1/4-2 1/2	5624	80	7 381	105	5835	83
		63,50-101,60	2 1/2-4	5273	75	7 030	100	5483	78
	BC	6,35- 63,50	1/4-2 1/2	7381	105	8 788	125	7662	109
		63,50-101,60	2 1/2-4	6679	95	8 085	115	6960	99
BD	6,35- 38,10	1/4-1 1/2	8437	120	10 546	150	8788	125	

TABLA N° 5

TABLA AT 14 ROSCAS DE TORNILLO UNIFICADA Y AMERICANA, BASTA Y FINA

Valores seleccionados extraídos de ASA B1.1-1960 [3-1], que debe ser consultada en para ajustes de clase 3, rosca exterior. El diámetro menor de la rosca interior no es que corresponde a un diámetro que es igual aproximadamente al promedio de los diámetros de 12 filetes, por encima del

cuanto a detalles sobre proporciones y tolerancias, y para otras series de roscas; dimensiones exactamente el mismo que para la rosca exterior. El área de esfuerzo de tracción es la de paso y menor; detalles en referencia (S.I.). Valores seleccionados de la serie de rosca tamaño de 1 1/2 pulgadas.

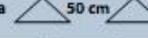
TAMAÑO	DIÁMETRO MAYOR BÁSICO		Hilos/Pulgada	BASTA (UNC)		Área de esfuerzo A_s	FINA (UNF) y 12 UN		ANCHURA A ENTRE CARAS, REGULAR, EN BRUTO (Seleccionado de ASA B 18.2-1952)
	pulg	cm		Diámetro menor rosca exterior	Área de esfuerzo A_s		Diámetro menor rosca exterior	Área de esfuerzo A_s	
0	0,0600	0,1524							
1	0,0730	0,1854	64	0,0538	0,1366	0,00263	0,01697		
2	0,0860	0,2184	56	0,0641	0,1628	0,00370	0,02387		
3	0,0990	0,2514	48	0,0734	0,1864	0,00487	0,03142		
4	0,1120	0,2845	40	0,0813	0,2065	0,00604	0,03897		
5	0,1250	0,3175	40	0,0943	0,2395	0,00796	0,05135		
6	0,1380	0,3505	32	0,0997	0,2532	0,00909	0,05864		
8	0,1640	0,4166	32	0,1257	0,3192	0,0140	0,0903		
10	0,1900	0,4826	24	0,1389	0,3527	0,0175	0,1129		
12	0,2160	0,5486	24	0,1649	0,4188	0,0242	0,1561		
1/4	0,2500	0,6350	20	0,1887	0,4792	0,0318	0,2052		
3/8	0,3125	0,7938	18	0,2443	0,6204	0,0524	0,3381		
1/2	0,3750	0,9525	16	0,2983	0,7576	0,0775	0,5000		
5/8	0,4375	1,1113	14	0,3499	0,8886	0,1063	0,6857		
3/4	0,5000	1,2700	13	0,4056	1,0302	0,1419	0,9154		
7/8	0,5625	1,4288	12	0,4603	1,1691	0,182	1,174		
1	0,6250	1,5875	11	0,5135	1,3042	0,226	1,458		
1 1/8	0,7500	1,9050	10	0,6273	1,5933	0,334	2,155		
1 1/4	0,875	2,2225	9	0,7387	1,8762	0,462	2,981		
1 1/2	1,0000	2,5400	8	0,8466	2,1503	0,606	3,910		
1 3/4	1,125	2,8575	7	0,9497	2,4121	0,763	4,923		
2	1,2500	3,1750	7	1,0747	2,7297	0,969	6,252		
2 1/4	1,375	3,4925	6	1,1705	2,9732	1,155	7,451		
2 1/2	1,5000	3,8100	6	1,2955	3,2909	1,405	9,064		
2 3/4	1,6250	4,1275	5	1,5046	3,8216	1,90	12,26		
3	1,7500	4,4450	4 1/2	1,7274	4,3877	2,50	16,13		
3 1/4	1,8750	4,7625	4 1/2	1,9774	5,0227	3,25	20,97		
3 1/2	2,0000	5,0800	4	2,1933	5,5703	4,00	25,81		
3 3/4	2,1250	5,3975	4	2,4433	6,2053	4,93	31,81		
4	2,2500	5,7150	4	2,6933	6,8403	5,97	38,52		
4 1/4	2,3750	6,0325	4	2,9433	7,4753	7,10	45,81		
4 1/2	2,5000	6,3500	4	3,1933	8,1103	8,33	53,74		
4 3/4	2,6250	6,6675	4	3,4433	8,7453	9,66	62,52		
5	2,7500	6,9850	4	3,6933	9,3803	11,08	71,48		
5 1/4	2,8750	7,3025	4						
5 1/2	3,0000	7,6200	4						
5 3/4	3,1250	7,9375	4						
6	3,2500	8,2550	4						
6 1/4	3,3750	8,5725	4						
6 1/2	3,5000	8,8900	4						
6 3/4	3,6250	9,2075	4						
7	3,7500	9,5250	4						
7 1/4	3,8750	9,8425	4						
7 1/2	4,0000	10,1600	4						

Para cabezas y tuercas cuadradas, A es diferente en los tamaños menores (inferiores a 7/8 pulg) de estos valores. Véanse detalles en la Norma.

Cabeza: A	Tuerca: A		
pulg	cm	pulg	cm
1/16	1,11	1/16	1,11
1/8	1,27	1/8	1,27
3/16	1,42	3/16	1,42
1/4	1,58	1/4	1,74
5/16	1,90	5/16	1,90
3/8	2,06	3/8	2,22
1/2	2,38	1/2	2,38
5/8	2,85	5/8	2,85
3/4	3,33	3/4	3,33
7/8	3,81	7/8	3,81
1	4,28	1 1/8	4,28
1 1/8	4,76	1 1/8	4,76
1 1/4	5,23	2 1/4	5,23
1 1/2	5,71	2 1/2	5,71
1 3/4	6,66	2 3/4	6,66
2	7,62	3	7,62
2 1/4	8,57	3 1/4	8,57
2 1/2	9,52	3 1/2	9,52
2 3/4	10,47	4 1/4	10,47
3	11,43	4 1/2	11,43
3 1/4	12,38	4 3/4	12,38
3 1/2	13,33	5 1/4	13,33
3 3/4	14,28	5 1/2	14,28
4	15,24	6	15,24



TABLA N° 6

	 bar	CAPACIDAD DE UNA BOQUILLA EN l/min	l/ha  Hectáreas en Campo						l/ha  Hectáreas en Campo					
			4 km/h	6 km/h	8 km/h	10 km/h	15 km/h	20 km/h	4 km/h	6 km/h	8 km/h	10 km/h	15 km/h	20 km/h
TP4001E†	2,0	0,32	96,0	64,0	48,0	38,4	25,6	19,2	64,0	42,7	32,0	25,6	17,1	12,8
TP6501E†	2,5	0,36	108	72,0	54,0	43,2	28,8	21,6	72,0	48,0	36,0	28,8	19,2	14,4
TP8001E	3,0	0,39	117	78,0	58,5	46,8	31,2	23,4	78,0	52,0	39,0	31,2	20,8	15,6
TP9501E (100)	4,0	0,45	135	90,0	67,5	54,0	36,0	27,0	90,0	60,0	45,0	36,0	24,0	18,0
TP40015E†	2,0	0,48	144	96,0	72,0	57,6	38,4	28,8	96,0	64,0	48,0	38,4	25,6	19,2
TP65015E†	2,5	0,54	162	108	81,0	64,8	43,2	32,4	108	72,0	54,0	43,2	28,8	21,6
TP80015E	3,0	0,59	177	118	88,5	70,8	47,2	35,4	118	78,7	59,0	47,2	31,5	23,6
TP95015E (100)	4,0	0,68	204	136	102	81,6	54,4	40,8	136	90,7	68,0	54,4	36,3	27,2
TP4002E†	2,0	0,65	195	130	97,5	78,0	52,0	39,0	130	86,7	65,0	52,0	34,7	26,0
TP6502E†	2,5	0,72	216	144	108	86,4	57,6	43,2	144	96,0	72,0	57,6	38,4	28,8
TP8002E	3,0	0,79	237	158	119	94,8	63,2	47,4	158	105	79,0	63,2	42,1	31,6
TP9502E (50)	4,0	0,91	273	182	137	109	72,8	54,6	182	121	91,0	72,8	48,5	36,4
TP4003E†	2,0	0,96	288	192	144	115	76,8	57,6	192	128	96,0	76,8	51,2	38,4
TP6503E†	2,5	1,08	324	216	162	130	86,4	64,8	216	144	108	86,4	57,6	43,2
TP8003E	3,0	1,18	354	236	177	142	94,4	70,8	236	157	118	94,4	62,9	47,2
TP9503E (50)	4,0	1,36	408	272	204	163	109	81,6	272	181	136	109	72,5	54,4
TP4004E†	2,0	1,29	387	258	194	155	103	77,4	258	172	129	103	68,8	51,6
TP6504E†	2,5	1,44	432	288	216	173	115	86,4	288	192	144	115	76,8	57,6
TP8004E	3,0	1,58	474	316	237	190	126	94,8	316	211	158	126	84,3	63,2
TP9504E (50)	4,0	1,82	546	364	273	218	146	109	364	243	182	146	97,1	72,8
TP4005E†	2,0	1,61	483	322	242	193	129	96,6	322	215	161	129	85,9	64,4
TP6505E†	2,5	1,80	540	360	270	216	144	108	360	240	180	144	96,0	72,0
TP8005E	3,0	1,97	591	394	296	236	158	118	394	263	197	158	105	78,8
TP9505E (50)	4,0	2,27	681	454	341	272	182	136	454	303	227	182	121	90,8
TP4006E†	2,0	1,94	582	388	291	233	155	116	388	259	194	155	103	77,6
TP6506E†	2,5	2,16	648	432	324	259	173	130	432	288	216	173	115	86,4
TP8006E	3,0	2,37	711	474	356	284	190	142	474	316	237	190	126	94,8
TP9506E (50)	4,0	2,74	822	548	411	329	219	164	548	365	274	219	146	110
TP6508E†	2,0	2,58	774	516	387	310	206	155	516	344	258	206	138	103
TP11008E†	2,5	2,88	864	576	432	346	230	173	576	384	288	230	154	115
TP8008E	3,0	3,16	948	632	474	379	253	190	632	421	316	253	169	126
TP9508E (50)	4,0	3,65	1095	730	548	438	292	219	730	487	365	292	195	146
TP4010E†	2,0	3,23	969	646	485	388	258	194	646	431	323	258	172	129
TP6510E†	2,5	3,61	1083	722	542	433	289	217	722	481	361	289	193	144
TP8010E	3,0	3,95	1185	790	593	474	316	237	790	527	395	316	211	158
TP11010E† (24)	4,0	4,56	1368	912	684	547	365	274	912	608	456	365	243	182
TP4015E†	2,0	4,83	1449	966	725	580	386	290	966	644	483	386	258	193
TP6515E†	2,5	5,40	1620	1080	810	648	432	324	1080	720	540	432	288	216
TP8015E†	3,0	5,92	1776	1184	888	710	474	355	1184	789	592	474	316	237
TP11015E†	4,0	6,84	2052	1368	1026	821	547	410	1368	912	684	547	365	274

Nota: Siempre verifique dos veces los caudales de aplicación. Los valores indicados se basan en la pulverización de agua a 21°C (70°F). † Disponibles en latón, acero inoxidable y acero inoxidable endurecido solamente.



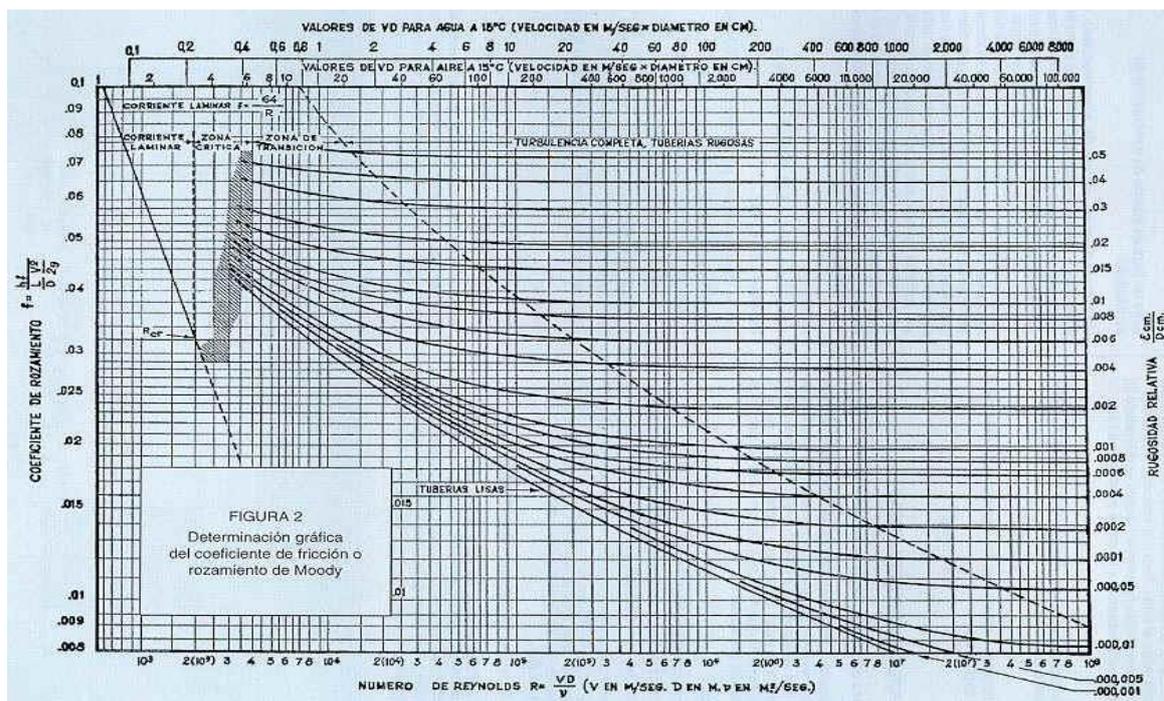
TABLA N° 7

Distancia entre Boquillas 50 cm		Distancia entre Boquillas 75 cm		Distancia entre Boquillas 100 cm	
Otra distancia (cm)	Factor de Conversión	Otra distancia (cm)	Factor de Conversión	Otra distancia (cm)	Factor de Conversión
20	2,5	40	1,88	70	1,43
25	2	45	1,67	75	1,33
30	1,67	50	1,5	80	1,25
35	1,43	60	1,25	85	1,18
40	1,25	70	1,07	90	1,11
45	1,11	80	0,94	95	1,05
60	0,83	90	0,83	105	0,95
70	0,71	110	0,68	110	0,91
75	0,66	120	0,63	120	0,83

TABLA N° 8

ν = Viscosidad cinemática

Este dato de λ que obtuvimos por la formula de *Blasius* es más exacta, pero una manera más rápida de obtener este valor es por el grafico de *Moody*.





Bombas Agrícolas

A MEMBRANA ALTA PRESIÓN



Equipadas con Válvula de seguridad y Protección cardánica de serie (excepto en modelos SP).
Pistones con aro.

CÓDIGO	MODELO	Pr. Max bar	L/min	Entr/Sal
8212440	AR 1030	10	80	1"/ 1"
8212552	AR 1064	30	105	1 1/2"/ 3/4"
8212630	AR 1265	50	126	2"/ 3/4"

Filtros de línea

Marca: BANJO



CÓDIGO	MODELO
6160346	1/2" M 50 cartucho de malla 50 perdida de carga = 0.32 kg/cm ²



Válvulas esféricas

3 VÍAS LATERAL 90°



Construidas en polipropileno reforzado con fibra de vidrio.
Bola torneada con diamante.
Asientos de teflón O'rings de Viton.
Pernos de acero inox.
Presión máx: 15 bares
Entr / sal: 1"
Perdida de carga: 0.38 kg/cm²

Comando de pulverización-válvula eléctrica



Modelo: 7206221
Caudal: 80 L/min
Presión máx: 40 bares
Entr / sal: 1" – 1"
Perdida de carga: 0.2 kg/cm²



Válvula reguladora de presión



Modelo: 101190
Caudal: 80 L/min
Presión máx: 40 bares
Entr / sal: 1" – 1"
Perdida de carga: 0.2 kg/cm²



Bibliografía

- Diseño de Elementos de Maquinas. Virgil M.Faires.
- Resistencia de materiales. William A. Nast – serie Schaum.
- Catalogo General SKF de cálculos de rodamientos.
- Sitio web de SKF, www.skf.com.ar.
- Procesos de Transferencia de Calor. Donald O. Kern.
- Artículos publicados en internet del INTA sobre pulverización.
- Catálogo de productos de pulverización Teejet.
- Catalogo de pulmones neumáticos fervei.



Conclusión

Este trabajo integrador me ha generado mucha satisfacción a nivel personal por los años que me ha llevado de esfuerzo y sacrificio para obtener este ansiado título de Ingeniería Mecánica. En lo que al proyecto se refiere, también me ha generado mucha satisfacción porque he tenido que visitar personas, empresas, ingenieros para poder asesorarme y llegar a la conclusión que este título me abre las puertas al mundo profesional.

Como conclusión, los años vividos en la facultad fueron una experiencia gratificante, donde me he sentido acogido desde el primer día, donde encontré muchos amigos y espero persista durante toda la vida.



Unidad 4

Planos



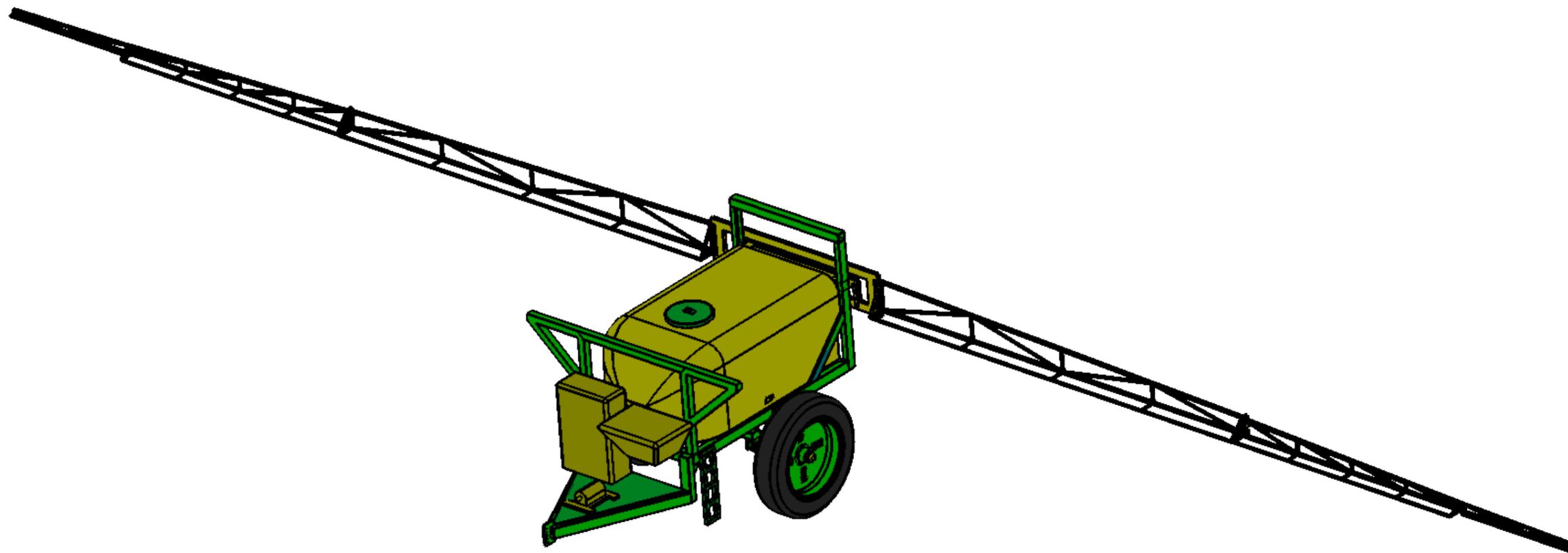
PLANOS DE PIEZAS



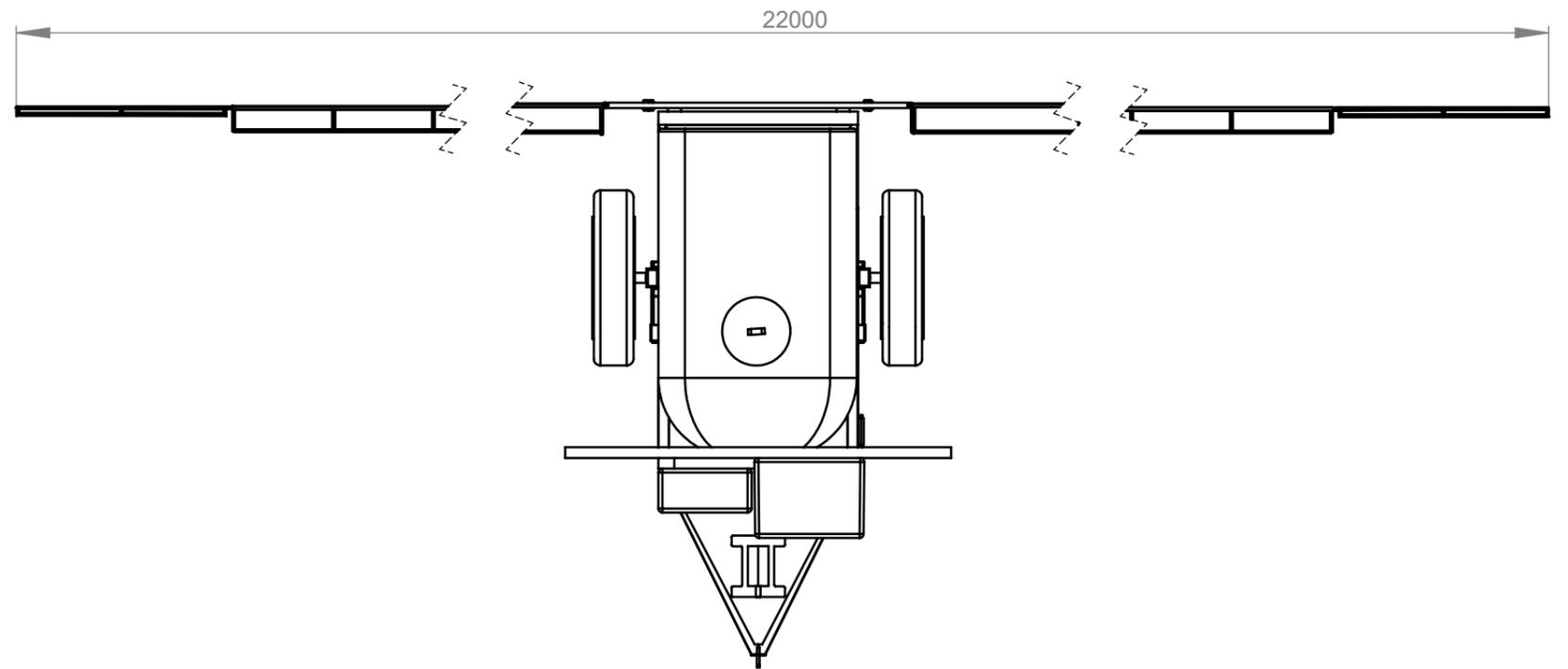
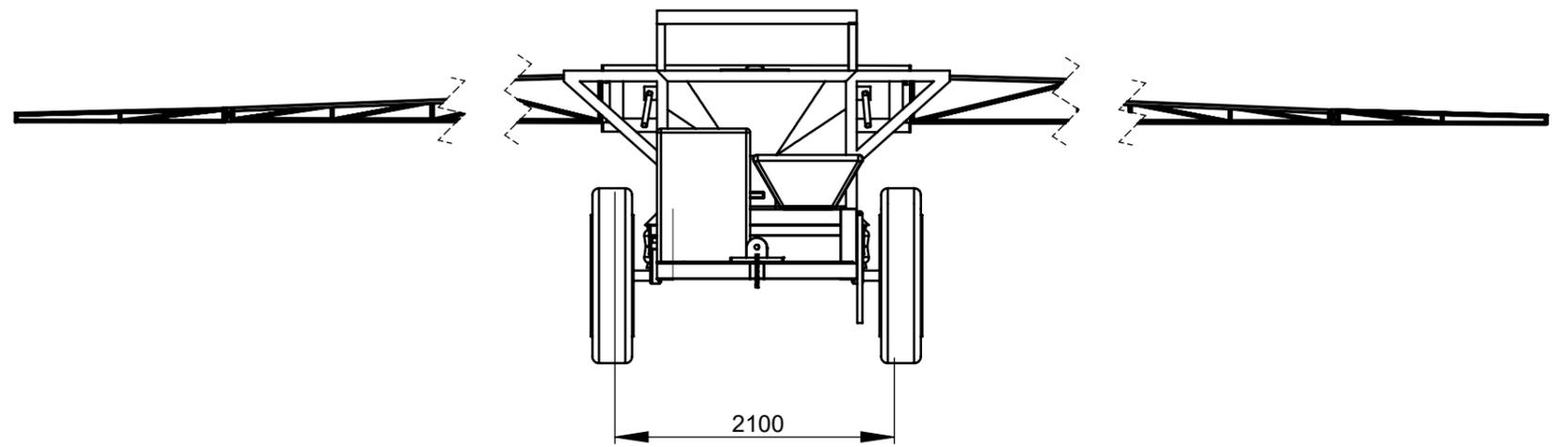
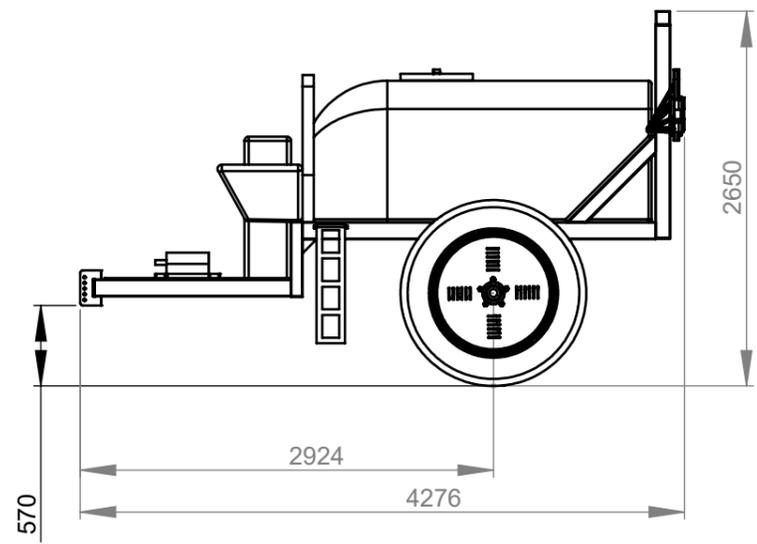
PLANOS SUBCONJUNTOS



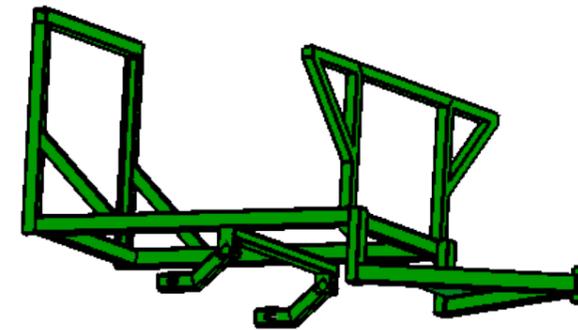
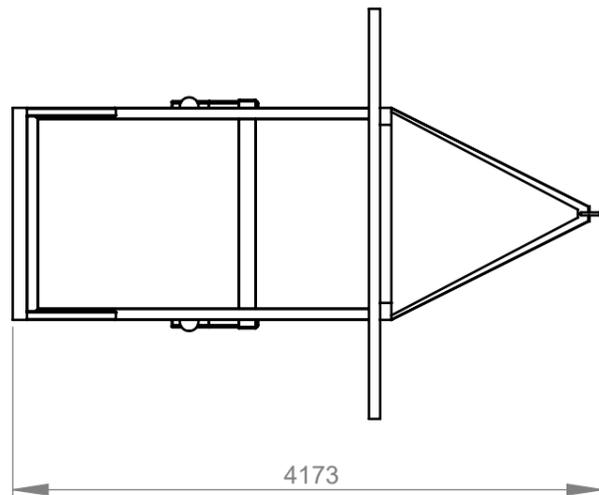
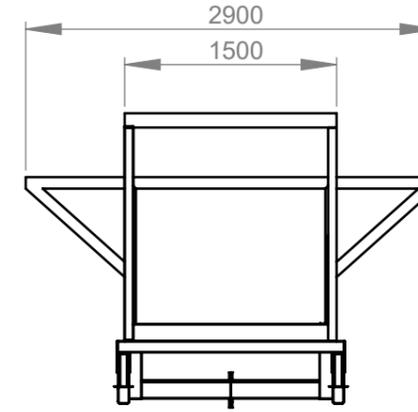
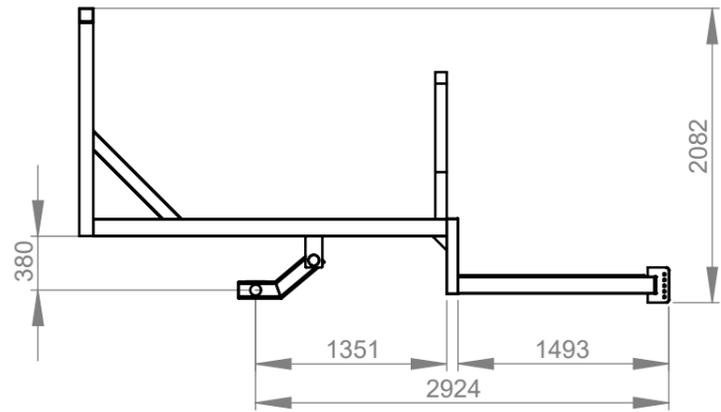
PLANOS
CONJUNTO
COMPLETO



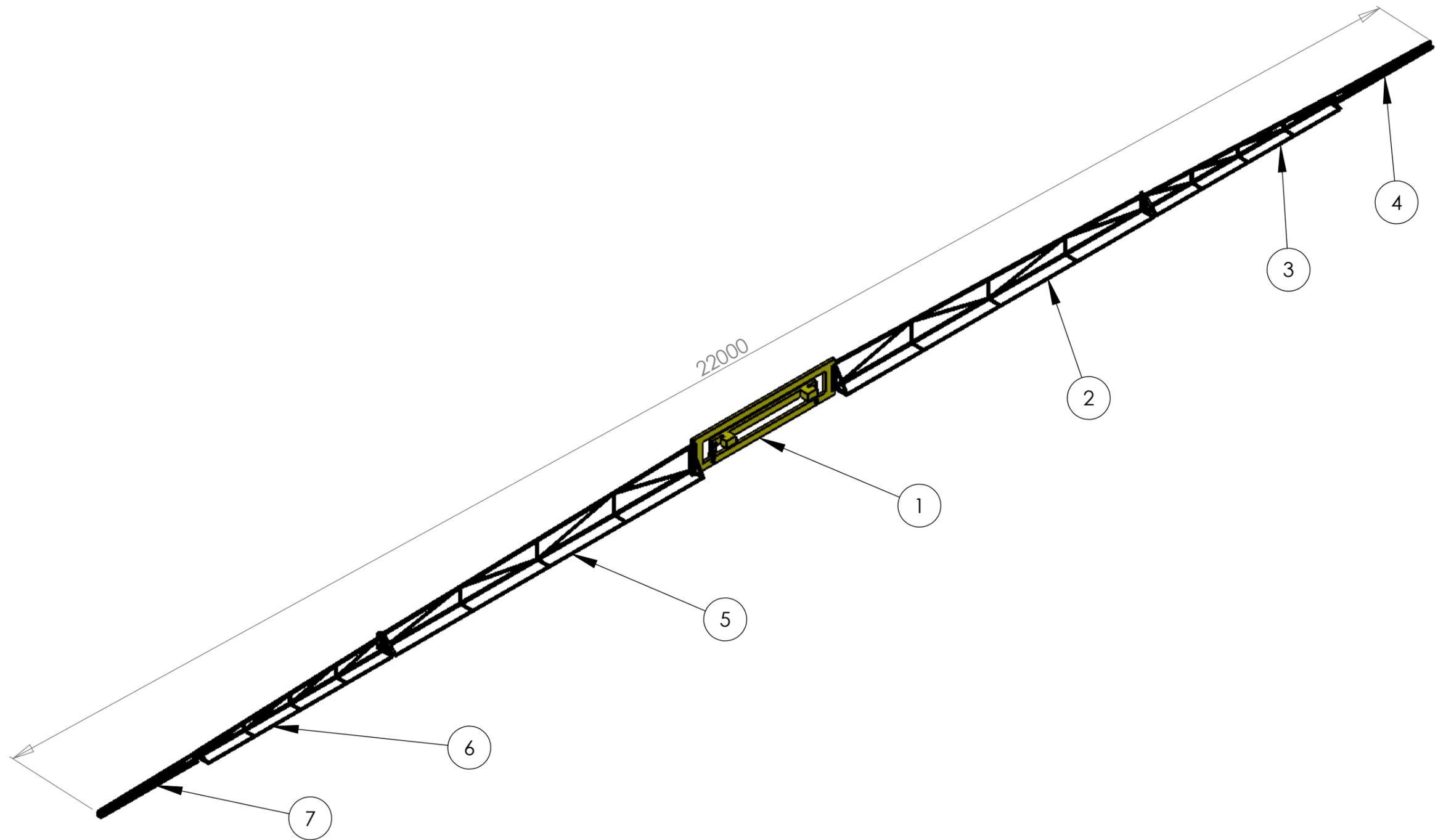
<u>Denominación:</u> Conjunto completo				<u>Observaciones:</u>	BELCO S.A. Ruta Nac. N°9 - Km 502 Bell Ville - Cordoba
	Firma	Fecha			
Dibujo		14/10/20			
Reviso					
Aprobo					
Plano n°:	1	Norma	Escala	Formato	<u>Material:</u>
Reemp. a:			1 : 50	A 3	
					Conjunto: A30000
					Subconjunto:
					Pieza:



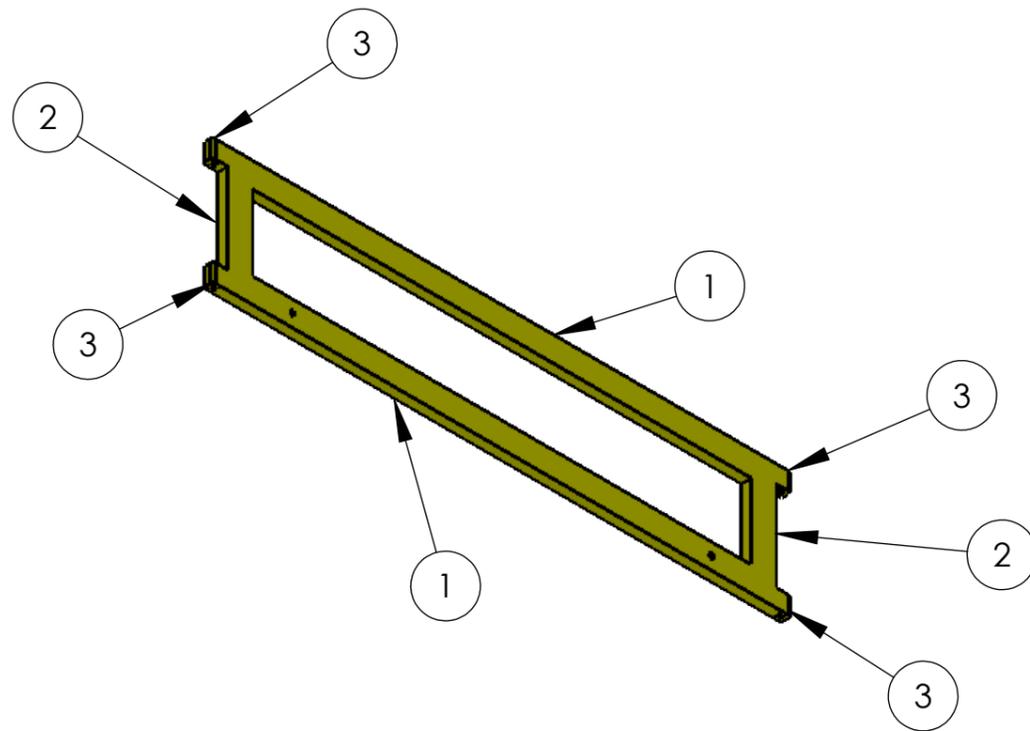
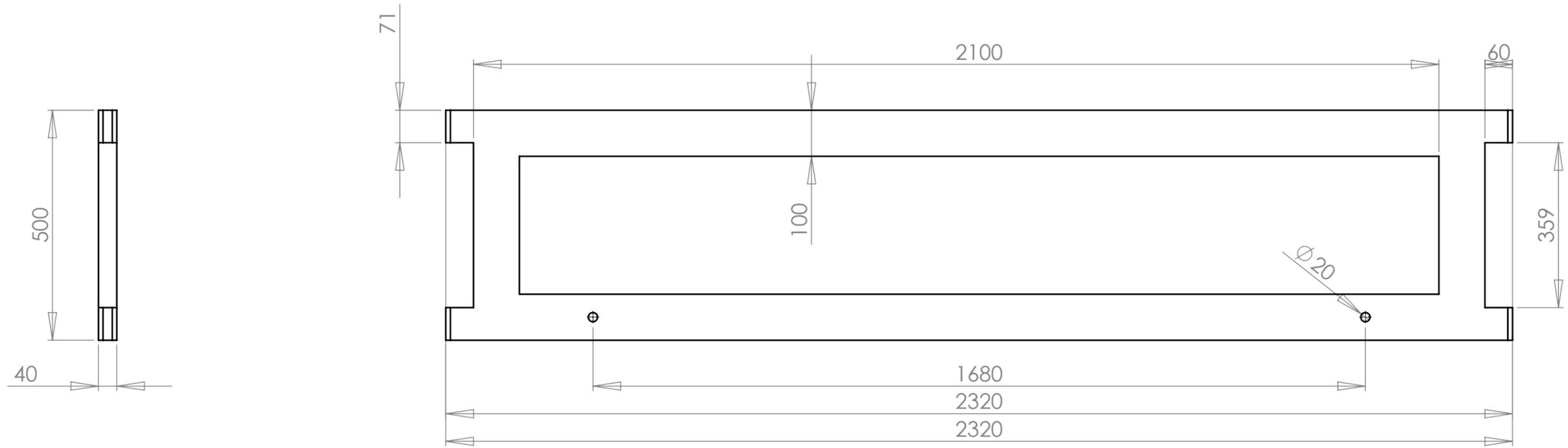
<u>Denominación:</u> Conjunto completo				<u>Observaciones:</u> Solo se acotan dimensiones principales		BELCO S.A. Ruta Nac. N°9 - Km 502 Bell Ville - Cordoba	
	Firma	Fecha					
Dibujo		14/03/07				Conjunto: A30000	
Reviso						Subconjunto:	
Aprobo						Pieza:	
Plano n°:	1	Norma	Escala	Formato	Material:		
Reemp. a:			1 : 50	A 3			



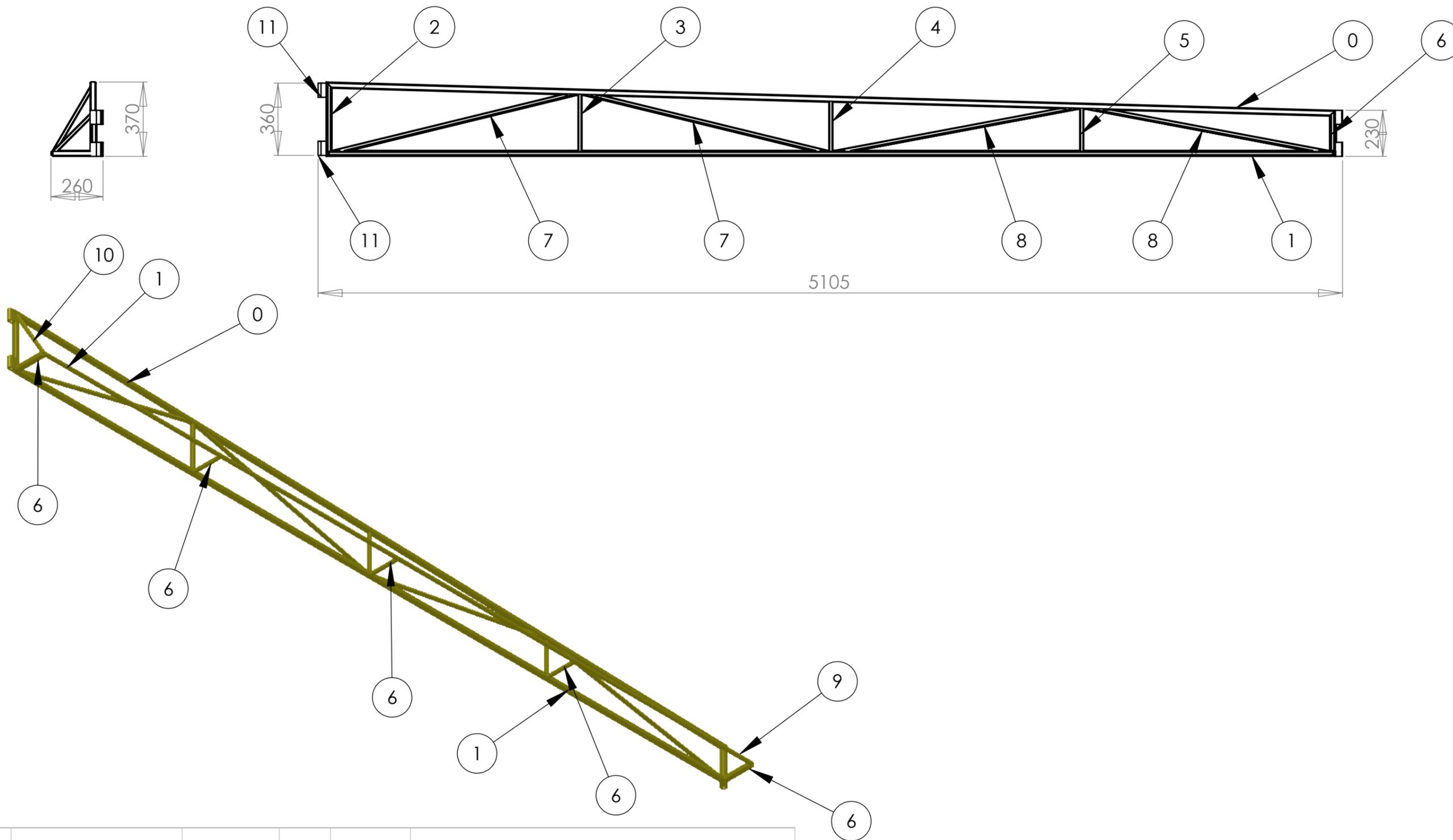
Denominación: <i>Chasis y Brazos Suspensión</i>					Observaciones:	BELCO S.A. Ruta Nac. N°9 - Km 502 Bell Ville - Cordoba
	Firma	Fecha				
Dibujo		10/09/20				
Reviso						
Aprobo					Conjunto: A3C0000	
Plano n°:	2	Norma	Escala	Formato	Material:	Subconjunto: A3CE000
Reemp. a:			1 : 20	A 3		Pieza:



Orden	Denominación	Nº de pieza	Cant.	Provisión	Observación	Denominación: Botalon completo				Observaciones:	
1	Botalon	A3B0000	1	Fabrica		Firma		Fecha			
2	Ala Derecha	A3AD000	1	Fabrica		Dibujo		23/08/20			
3	Ala Menor Derecha	A3ADM00	1	Fabrica		Reviso					
4	Ala Zafe Derecha	A3ADS00	1	Fabrica		Aprobo					
5	Ala Izquierda	A3AI000	1	Fabrica		Plano nº:	10	Norma	Escala	Formato	Material:
6	Ala Menor Izquierda	A3AIM00	1	Fabrica		Reemp. a:		1 : 5	A 3		
7	Ala Zafe Izquierda	A3AIS00	1	Fabrica							
										Belco S.A. Ruta Nac. Nº9 - Km. 502 Bell Ville - Cordoba Conjunto: A3S0000 Subconjunto: A2SR000 Pieza:	

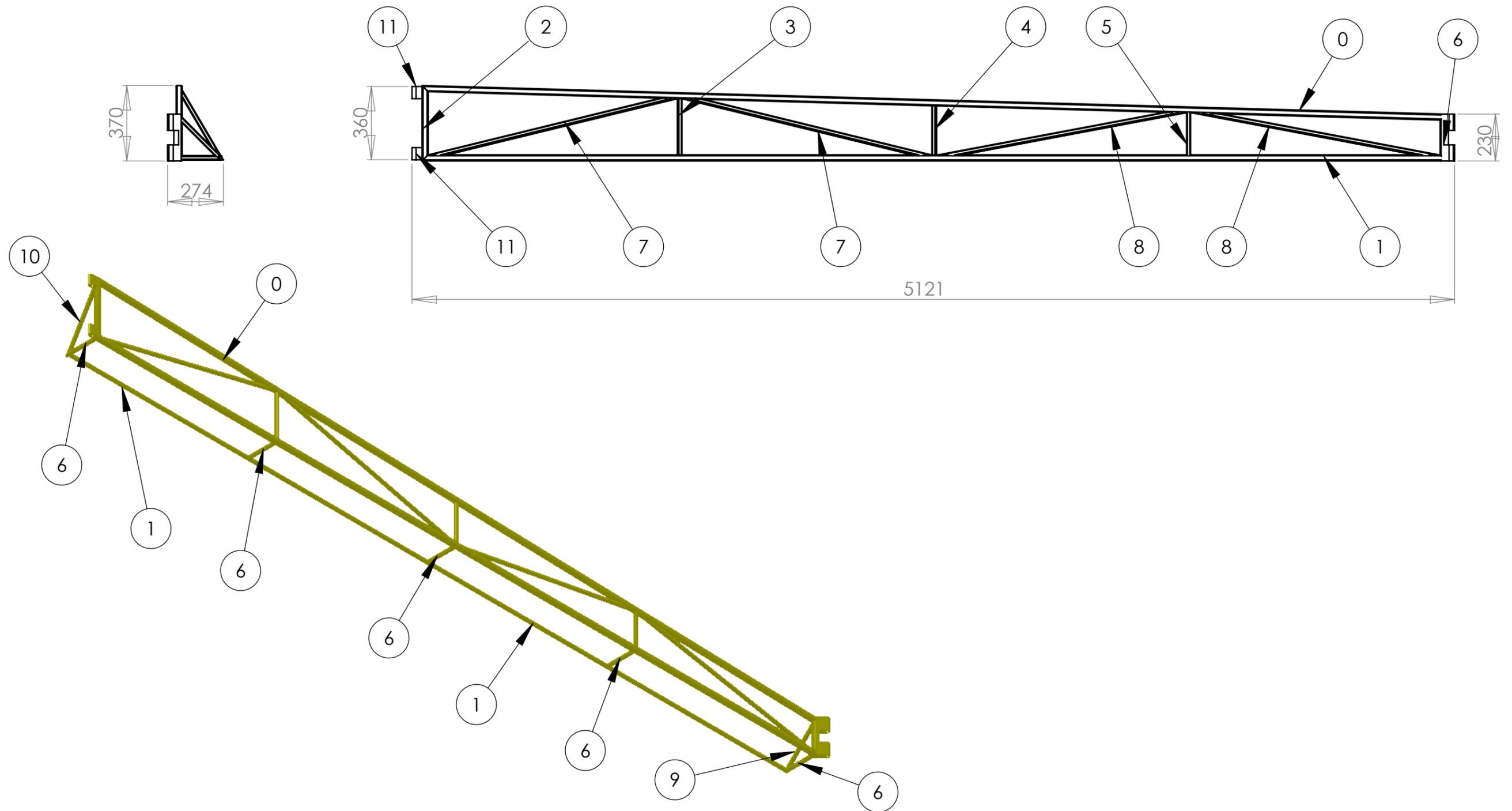


Orden	Denominación	Nº de pieza	Cant.	Provisión	Observación	Denominación: Cuadrante principal				Observaciones:	
1	Miembro Estructural 1	A2AB001	2	Fabrica	Caño Estructural 100x40x3.2 largo 2100	Firma		Fecha		<p>Belco S.A.</p> <p>Ruta Nac. N°9 - Km. 502 Bell Ville - Cordoba</p> <p>Conjunto: A3B0000</p> <p>Subconjunto: A2AB000</p> <p>Pieza:</p>	
2	Miembro Estructural 2	A2AB002	2	Fabrica	Caño Estructural 100x40x3.2 largo 500	Dibujo	23/08/20				
3	Miembro Estructural 3	A2AB003	4	Fabrica	Caño Estructural 70x40x3.2 largo 220	Reviso					
						Aprobo					
						Plano nº:	10	Norma	Escala	Formato	Material:
						Reemp. a:			1:5	A3	



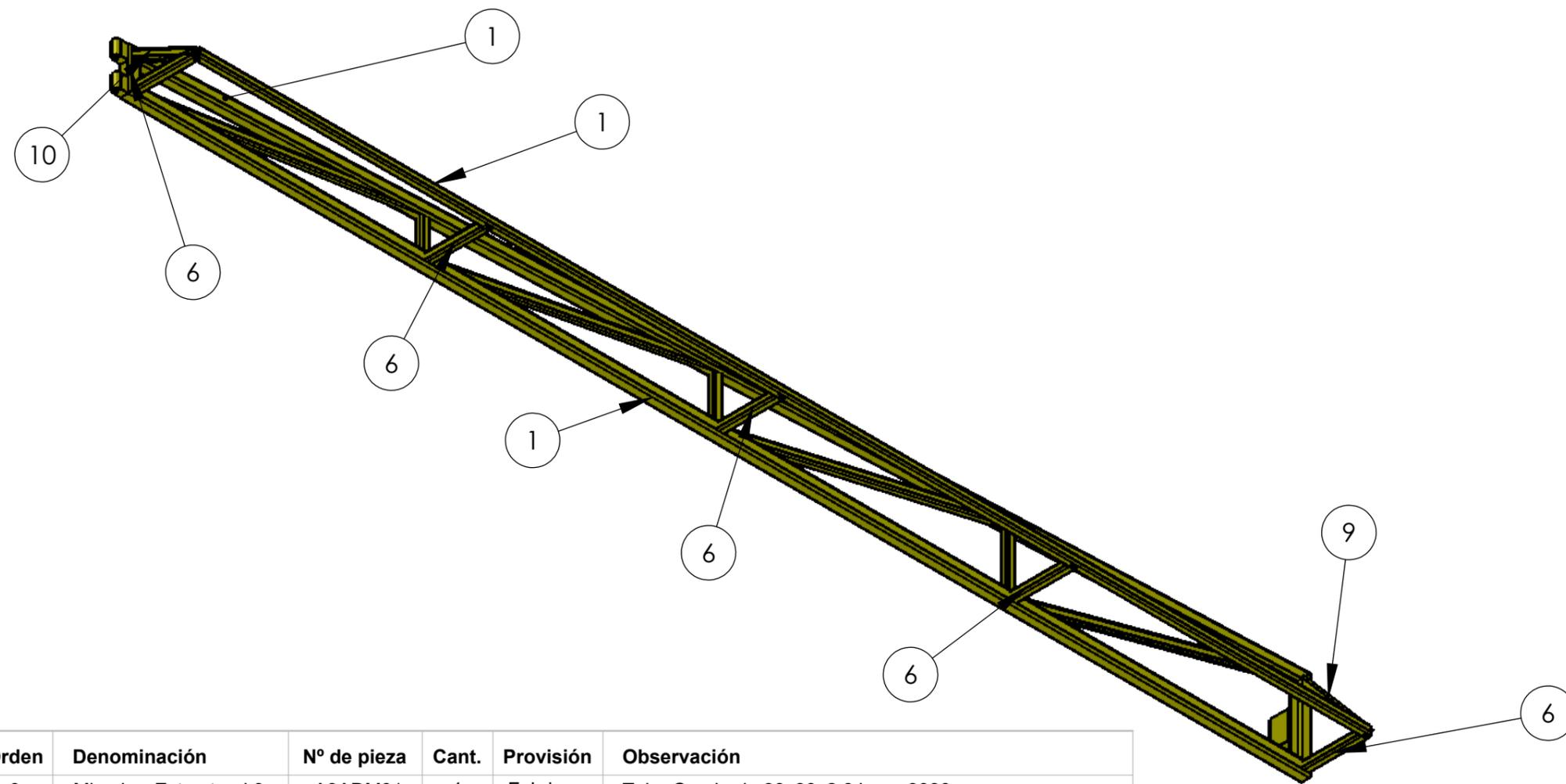
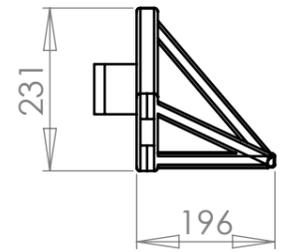
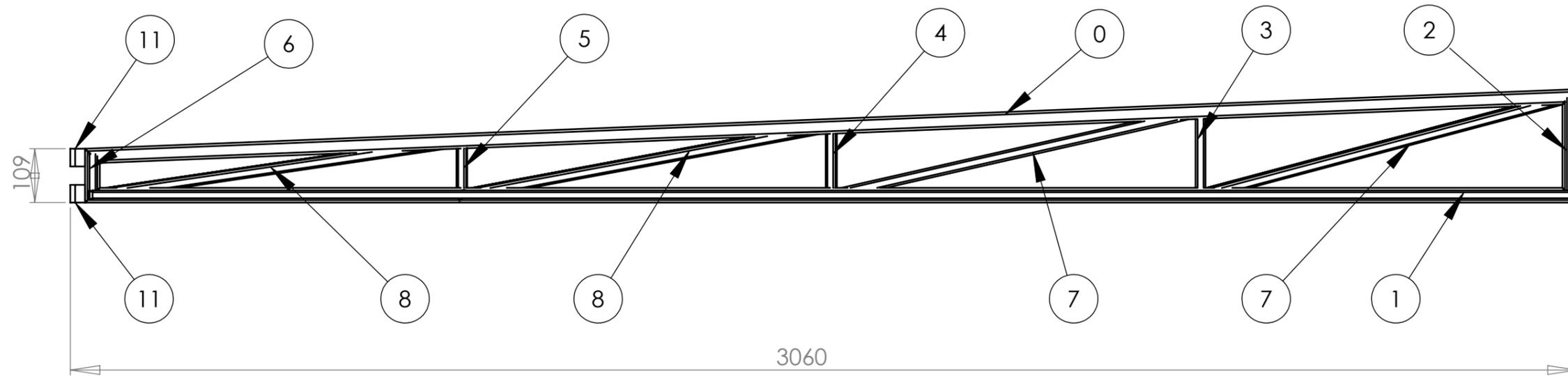
Orden	Denominación	Nº de pieza	Cant.	Provisión	Observación
0	Miembro Estructural 0	A3AD001	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 5032 mm
1	Miembro Estructural 1	A3AD002	2	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 5020 mm
2	Miembro Estructural 2	A3AD003	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 340 mm
3	Miembro Estructural 3	A3AD004	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 305 mm
4	Miembro Estructural 4	A3AD005	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 270 mm
5	Miembro Estructural 5	A3AD006	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 235 mm
6	Miembro Estructural 6	A3AD007	5	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 200 mm
7	Miembro Estructural 7	A3AD008	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 1287mm
8	Miembro Estructural 8	A3AD009	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 1272 mm
9	Miembro Estructural 9	A3AD010	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 283 mm
10	Miembro Estructural 10	A3AD011	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 395 mm
11	Base de Bisagra	A3AD012	2	Fabrica	

Denominación:				Observaciones:	
<i>Ala Derecha</i>					
		Firma		Fecha	
Dibujo				23/08/20	
Reviso					
Aprobo					
Plano nº:	10	Norma	Escala	Formato	Material:
Reemp. a:			1 : 20	A 3	
Belco S.A.					
Ruta Nac. Nº9 - Km. 502 Bell Ville - Cordoba					
Conjunto:				A3A0000	
Subconjunto:				A3AD000	
Pieza:					



Orden	Denominación	Nº de pieza	Cant.	Provisión	Observación
0	Miembro Estructural 0	A3AI001	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 5032 mm
1	Miembro Estructural 1	A3AI002	2	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 5020 mm
2	Miembro Estructural 2	A3AI003	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 340 mm
3	Miembro Estructural 3	A3AI004	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 305 mm
4	Miembro Estructural 4	A3AI005	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 270 mm
5	Miembro Estructural 5	A3AI006	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 235 mm
6	Miembro Estructural 6	A3AI007	5	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 200 mm
7	Miembro Estructural 7	A3AI008	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 1287mm
8	Miembro Estructural 8	A3AI009	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 1272 mm
9	Miembro Estructural 9	A3AI010	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 283 mm
10	Miembro Estructural 10	A3AI011	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 395 mm
11	Base de Bisagra	A3AI012	2	Fabrica	

Denominación:				Observaciones:	
<i>Ala Izquierda</i>					
		Firma		Fecha	
Dibujo				23/08/20	
Reviso					
Aprobo					
Plano nº: 10		Norma		Escala Formato	
Reemp. a:				1 : 20 A 3	
				Material:	
				Belco S.A.	
				Ruta Nac. Nº9 - Km. 502 Bell Ville - Cordoba	
				Conjunto: A3A0000	
				Subconjunto: A2AI000	
				Pieza:	



Orden	Denominación	Nº de pieza	Cant.	Provisión	Observación
0	Miembro Estructural 0	A3ADM01	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 3030 mm
1	Miembro Estructural 1	A3ADM02	2	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 3000 mm
2	Miembro Estructural 2	A3ADM03	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 231 mm
3	Miembro Estructural 3	A3ADM04	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 177 mm
4	Miembro Estructural 4	A3ADM05	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 153mm
5	Miembro Estructural 5	A3ADM06	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 127 mm
6	Miembro Estructural 6	A3ADM07	5	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 109 mm
7	Miembro Estructural 7	A3ADM08	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 776mm
8	Miembro Estructural 8	A3ADM09	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 770 mm
9	Miembro Estructural 9	A3ADM10	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 263 mm
10	Miembro Estructural 10	A3ADM11	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 189 mm
11	Base de Bisagra	A3ADM12	2	Fabrica	

Denominación:
Ala Menor Derecha

Observaciones:

	Firma	Fecha
Dibujo		23/08/20
Reviso		
Aprobo		

Plano nº:	10	Norma	Escala	Formato	Material:
Reemp. a:			1 : 10	A 3	

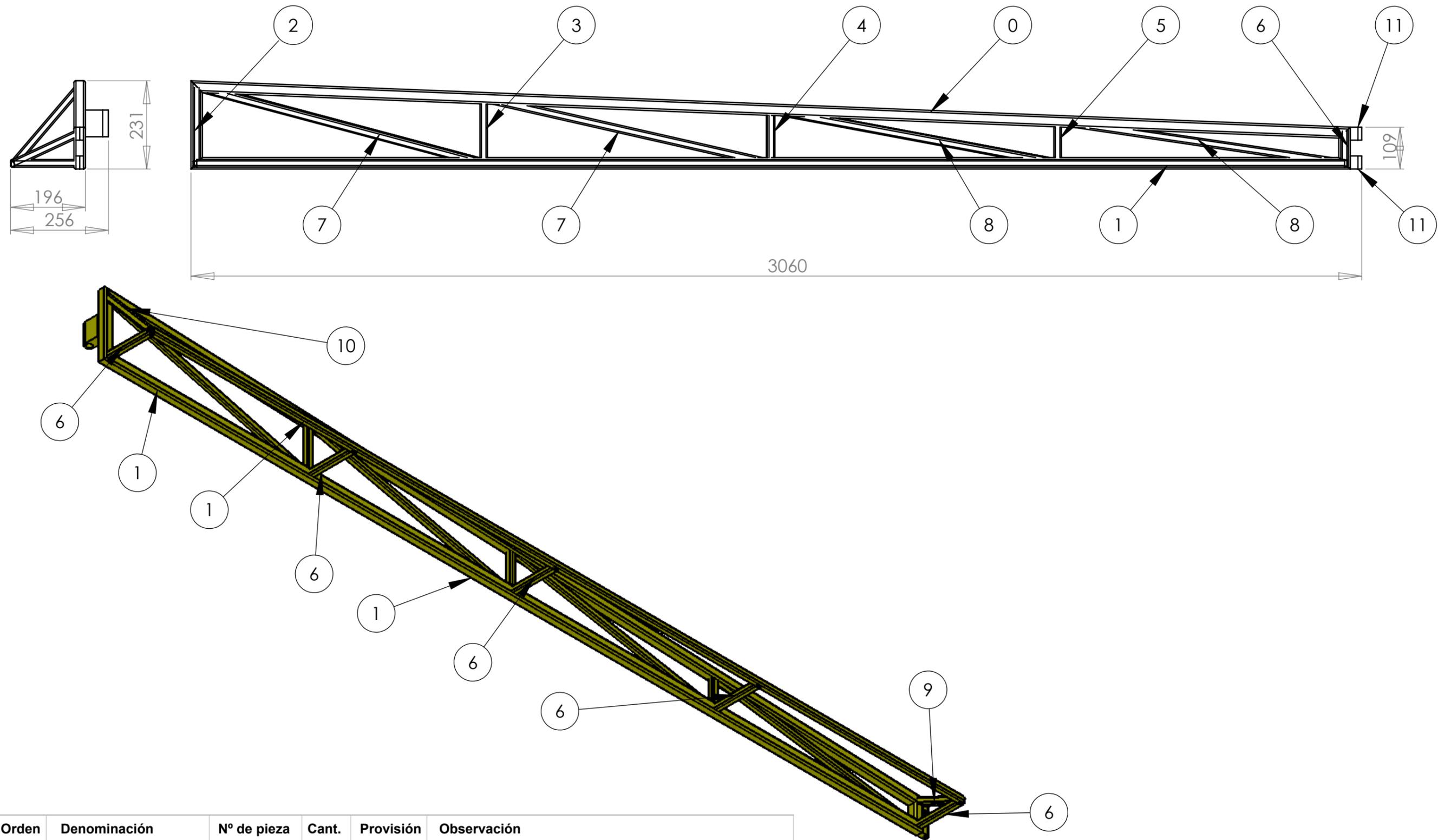
Belco S.A.

Ruta Nac. Nº9 - Km. 502
Bell Ville - Cordoba

Conjunto: A3A0000

Subconjunto: A3ADM00

Pieza:



Orden	Denominación	Nº de pieza	Cant.	Provisión	Observación
0	Miembro Estructural 0	A3AM11	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 3030 mm
1	Miembro Estructural 1	A3AM11	2	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 3000 mm
2	Miembro Estructural 2	A3AM11	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 231 mm
3	Miembro Estructural 3	A3AM11	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 177 mm
4	Miembro Estructural 4	A3AM11	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 153mm
5	Miembro Estructural 5	A3AM11	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 127 mm
6	Miembro Estructural 6	A3AM11	5	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 109 mm
7	Miembro Estructural 7	A3AM11	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 776mm
8	Miembro Estructural 8	A3AM11	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 770 mm
9	Miembro Estructural 9	A3AM11	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 263 mm
10	Miembro Estructural 10	A3AM11	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 189 mm
11	Base de Bisagra	A3AM11	2	Fabrica	

Denominación:
Ala Menor Izquierda

Observaciones:

	Firma	Fecha
Dibujo		23/08/20
Reviso		
Aprobo		

Plano nº:	10	Norma	Escala	Formato	Material:
Reemp. a:			1 : 10	A 3	

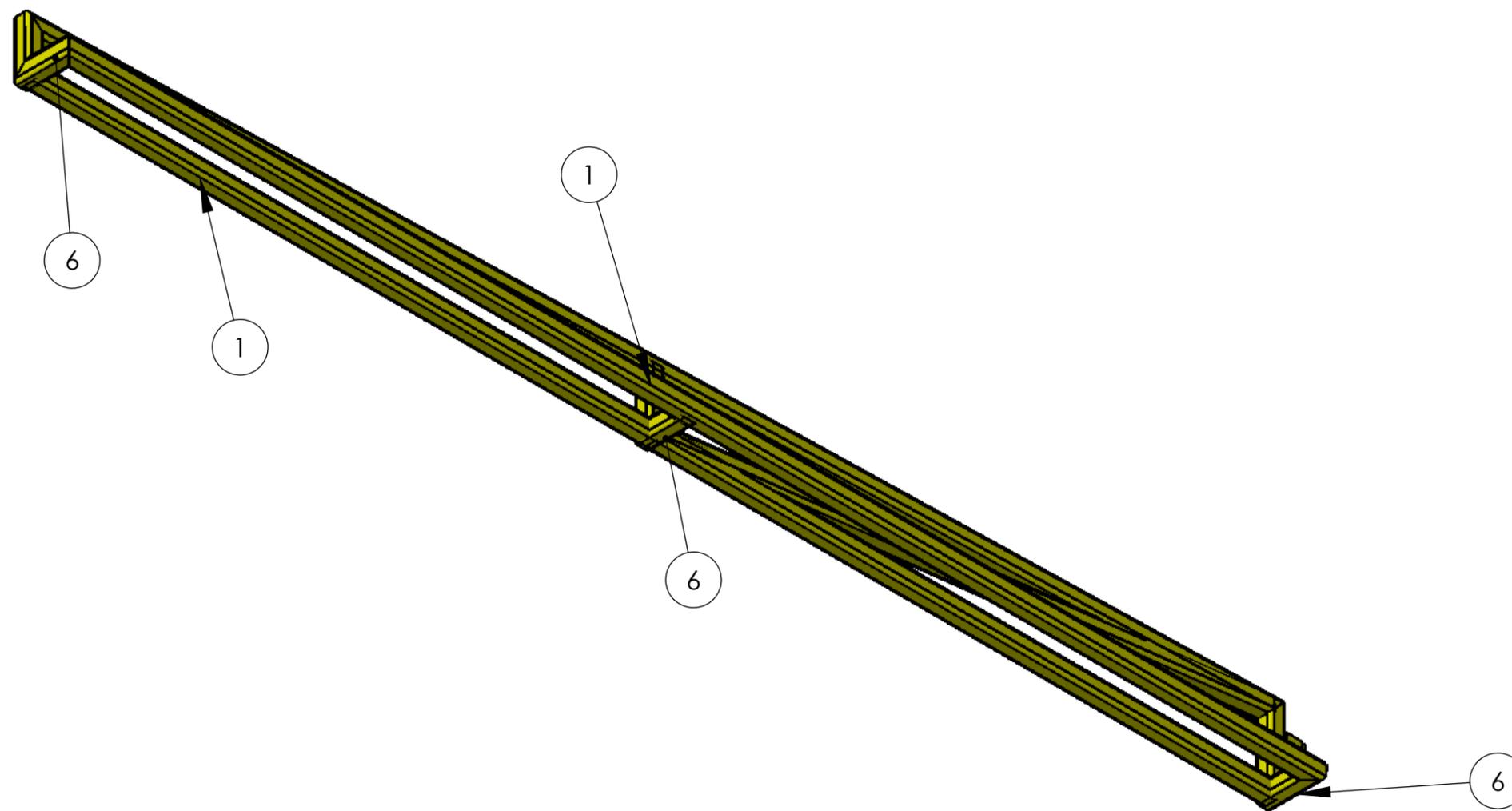
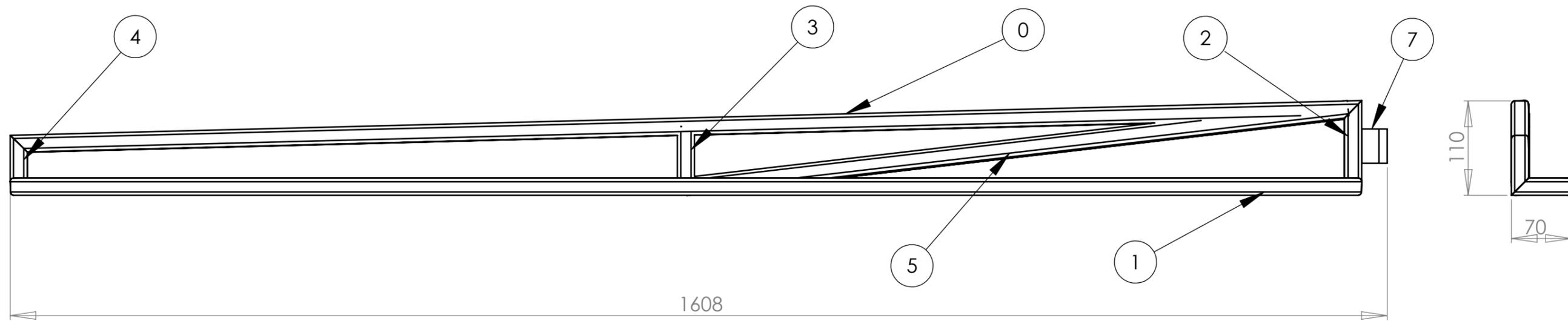
Belco S.A.

Ruta Nac. Nº9 - Km. 502
Bell Ville - Cordoba

Conjunto: A3A0000

Subconjunto: A2AIM00

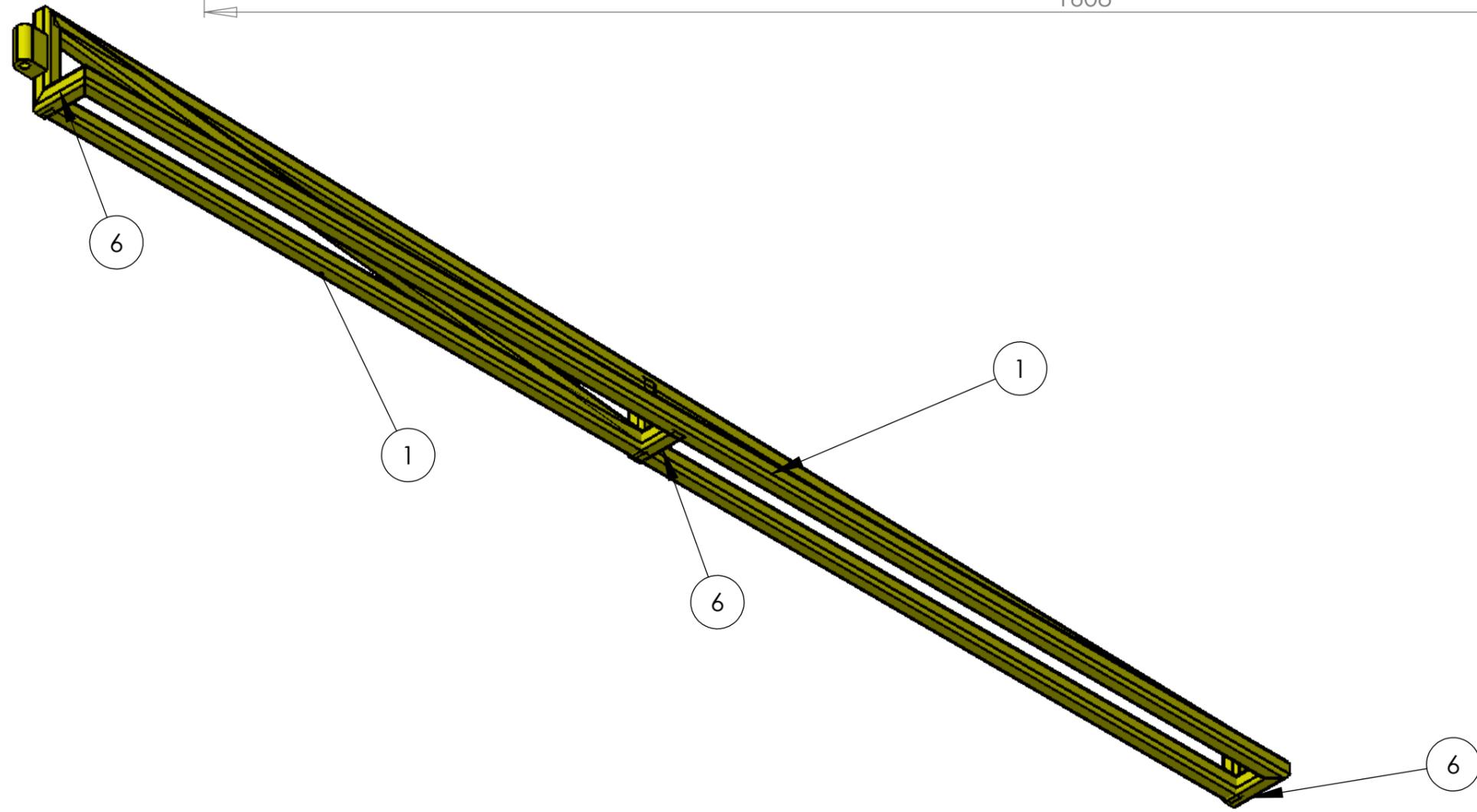
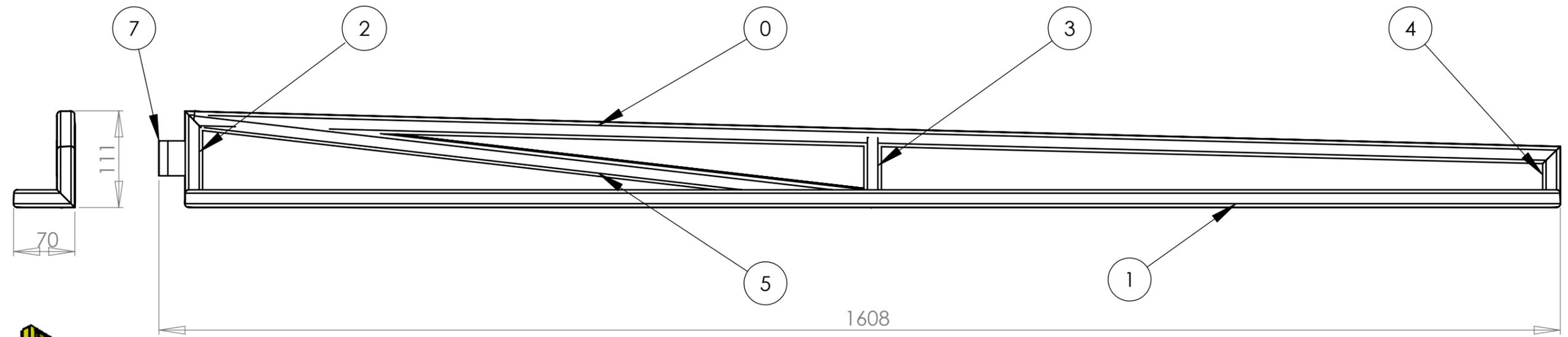
Pieza:



Orden	Denominación	Nº de pieza	Cant.	Provisión	Observación	Denominación: <i>Ala Zafe Derecha</i>				Observaciones:																
0	Miembro Estructural 0	A3ADS01	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 1571 mm	<table border="1"> <tr> <td>Firma</td> <td>Fecha</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Dibujo</td> <td>23/08/20</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Reviso</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Aprobo</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>				Firma	Fecha			Dibujo	23/08/20			Reviso				Aprobo				
Firma	Fecha																									
Dibujo	23/08/20																									
Reviso																										
Aprobo																										
1	Miembro Estructural 1	A3ADS02	2	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 1578 mm																					
2	Miembro Estructural 2	A3ADS03	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 106 mm																					
3	Miembro Estructural 3	A3ADS04	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 76 mm																					
4	Miembro Estructural 4	A3ADS05	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 66mm																					
5	Miembro Estructural 5	A3ADS06	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 779 mm	Plano nº:	10	Norma	Escala	Formato	Material:															
6	Miembro Estructural 6	A3ADS07	3	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 66 mm			1 : 5	A 3																	
7	Base de Bisagra	A3ADS08	1	Fabrica		Reemp. a:																				

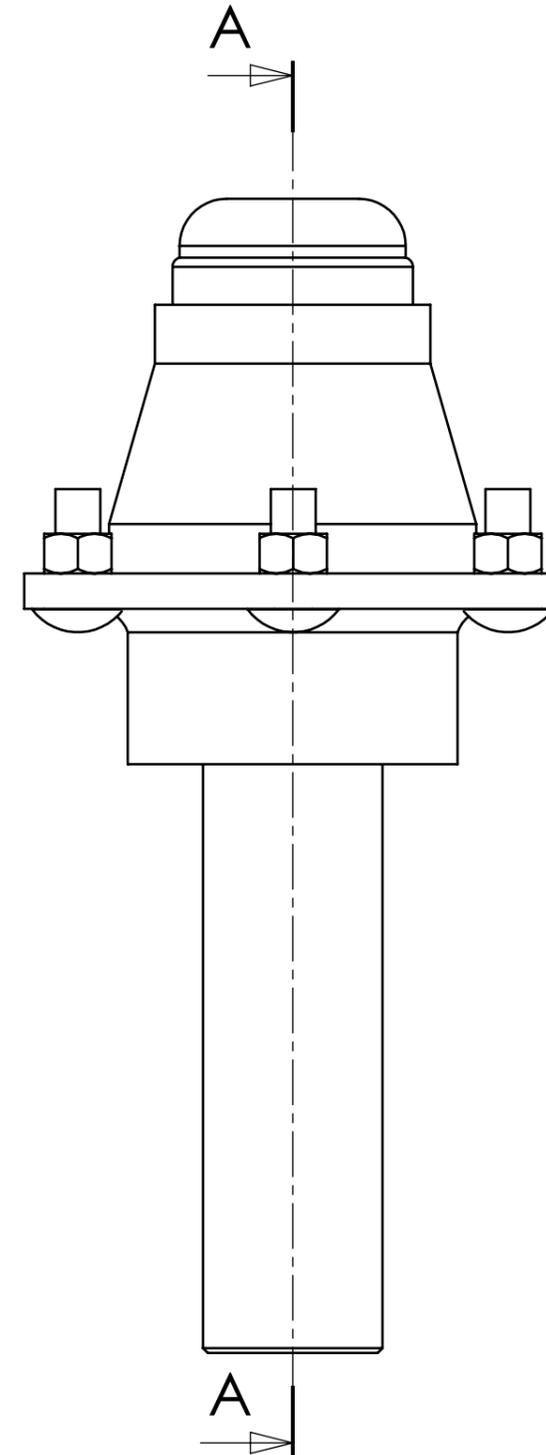
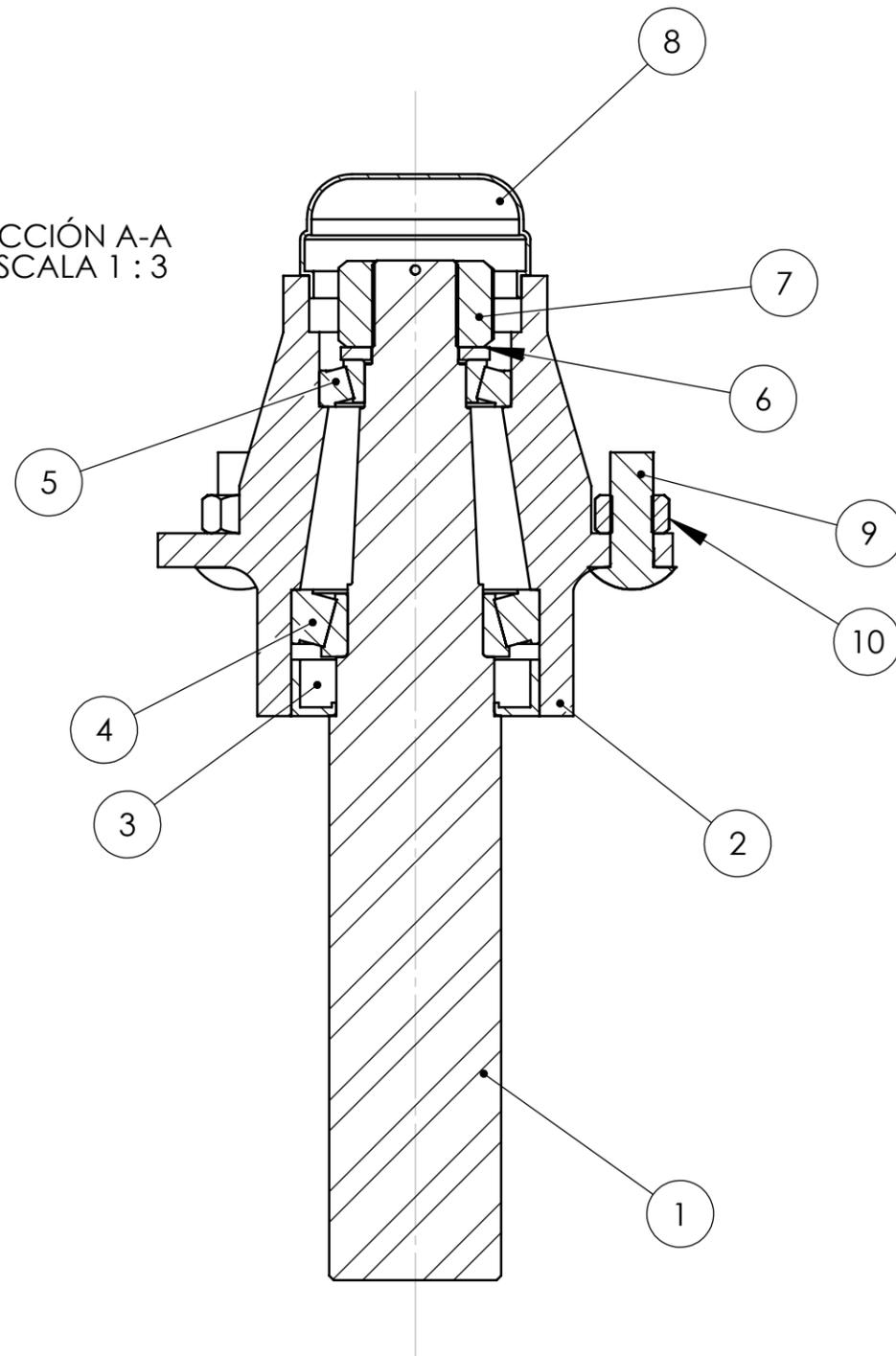
Belco S.A.
Ruta Nac. Nº9 - Km. 502
Bell Ville - Cordoba

Conjunto: A3A0000
Subconjunto: A3ADS00
Pieza:



Orden	Denominación	Nº de pieza	Cant.	Provisión	Observación	Denominación: <i>Ala Zafe Izquierda</i>				Observaciones:																
0	Miembro Estructural 0	A3AIS01	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 1571 mm	<table border="1"> <tr> <td>Firma</td> <td>Fecha</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Dibujo</td> <td>23/08/20</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Reviso</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Aprobo</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>				Firma	Fecha			Dibujo	23/08/20			Reviso				Aprobo				
Firma	Fecha																									
Dibujo	23/08/20																									
Reviso																										
Aprobo																										
1	Miembro Estructural 1	A3AIS02	2	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 1578 mm																					
2	Miembro Estructural 2	A3AIS03	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 106 mm																					
3	Miembro Estructural 3	A3AIS04	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 76 mm	<table border="1"> <tr> <td>Plano nº:</td> <td>10</td> <td>Norma</td> <td>Escala</td> <td>Formato</td> <td>Material:</td> </tr> <tr> <td>Reemp. a:</td> <td></td> <td></td> <td>1:5</td> <td>A3</td> <td></td> </tr> </table>				Plano nº:	10	Norma	Escala	Formato	Material:	Reemp. a:			1:5	A3		<i>Belco S.A.</i> Ruta Nac. Nº9 - Km. 502 Bell Ville - Cordoba Conjunto: A3A0000 Subconjunto: A2AIS00 Pieza:				
Plano nº:	10	Norma	Escala	Formato	Material:																					
Reemp. a:			1:5	A3																						
4	Miembro Estructural 4	A3AIS05	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 66mm																					
5	Miembro Estructural 5	A3AIS06	1	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 779 mm																					
6	Miembro Estructural 6	A3AIS07	3	Fabrica	Tubo Cuadrado 30x30x2,6 largo 66 mm																					
7	Base de Bisagra	A3AIS08	1	Fabrica																						

SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 3



Orden	Denominación	Nº de pieza	Cant.	Provisión	Observación
1	Masa	A3SR005	1	Fabrica	
2	Eje	A3SR004	1	Fabrica	
3	Reten	A3SR006	1	Comercial	DBH 6039
4	Rodamiento	A3SR007	1	Comercial	SKF 32212
5	Rodamiento	A3SR008	1	Comercial	SKF 30209
6	Arandela	A3SR009	1	Comercial	Acero M36
7	Tuerca	A3SR010	1	Comercial	Tuerca ran. 1"1/2-12h
8	Tapa	A3SR011	1	Comercial	
9	Bulon	A3SR012	5	Comercial	Acero 3/4"-12h -1"1/2
10	Tuerca	A3SR013	5	Comercial	Acero 3/4"-12h-1"1/2

Denominación:
masa rueda completa

Observaciones:

	Firma	Fecha
Dibujo		08/08/20
Reviso		
Aprobo		

Plano nº:	22	Norma	Escala	Formato	Material:
Reemp. a:			1 : 3	A 3	

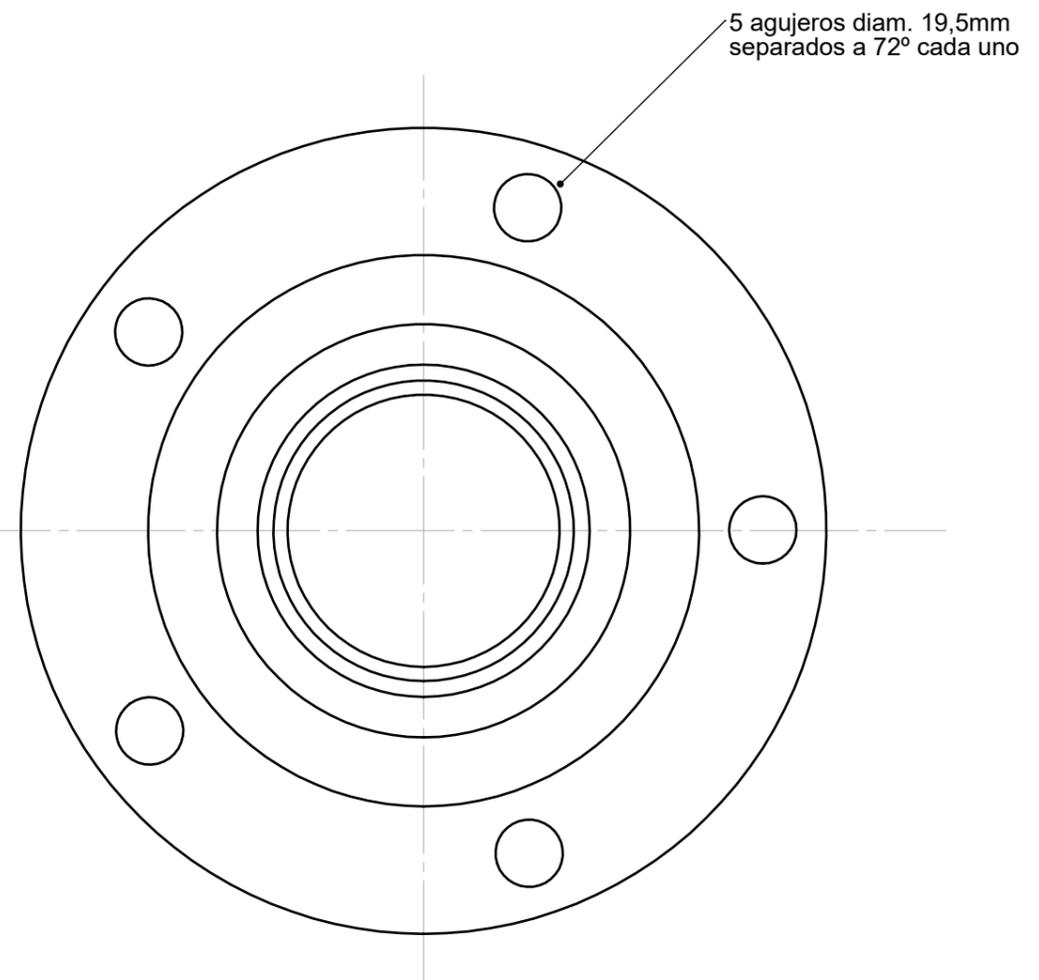
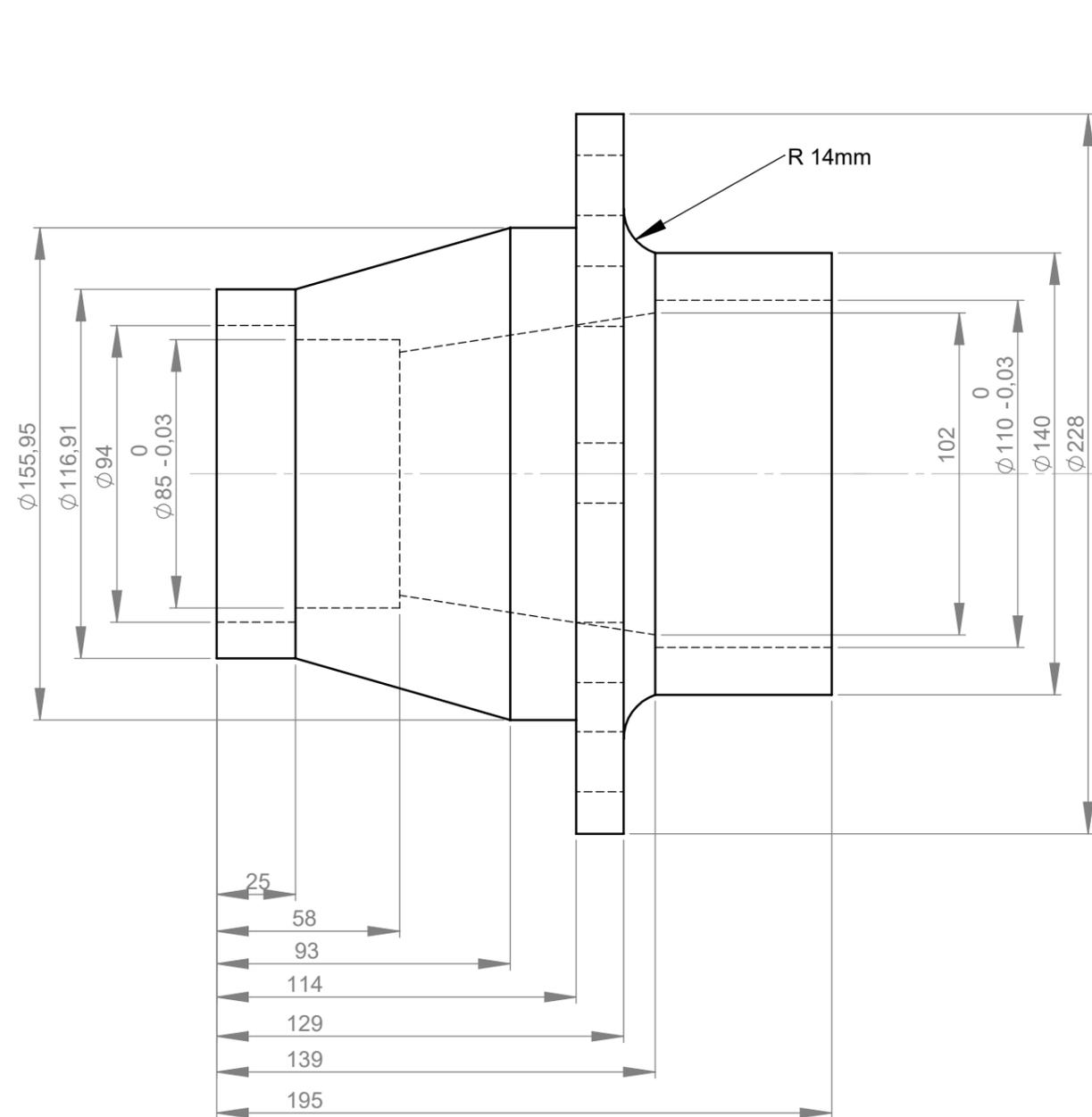
Belco S.A.

Ruta Nac. Nº9 - Km. 502
Bell Ville - Cordoba

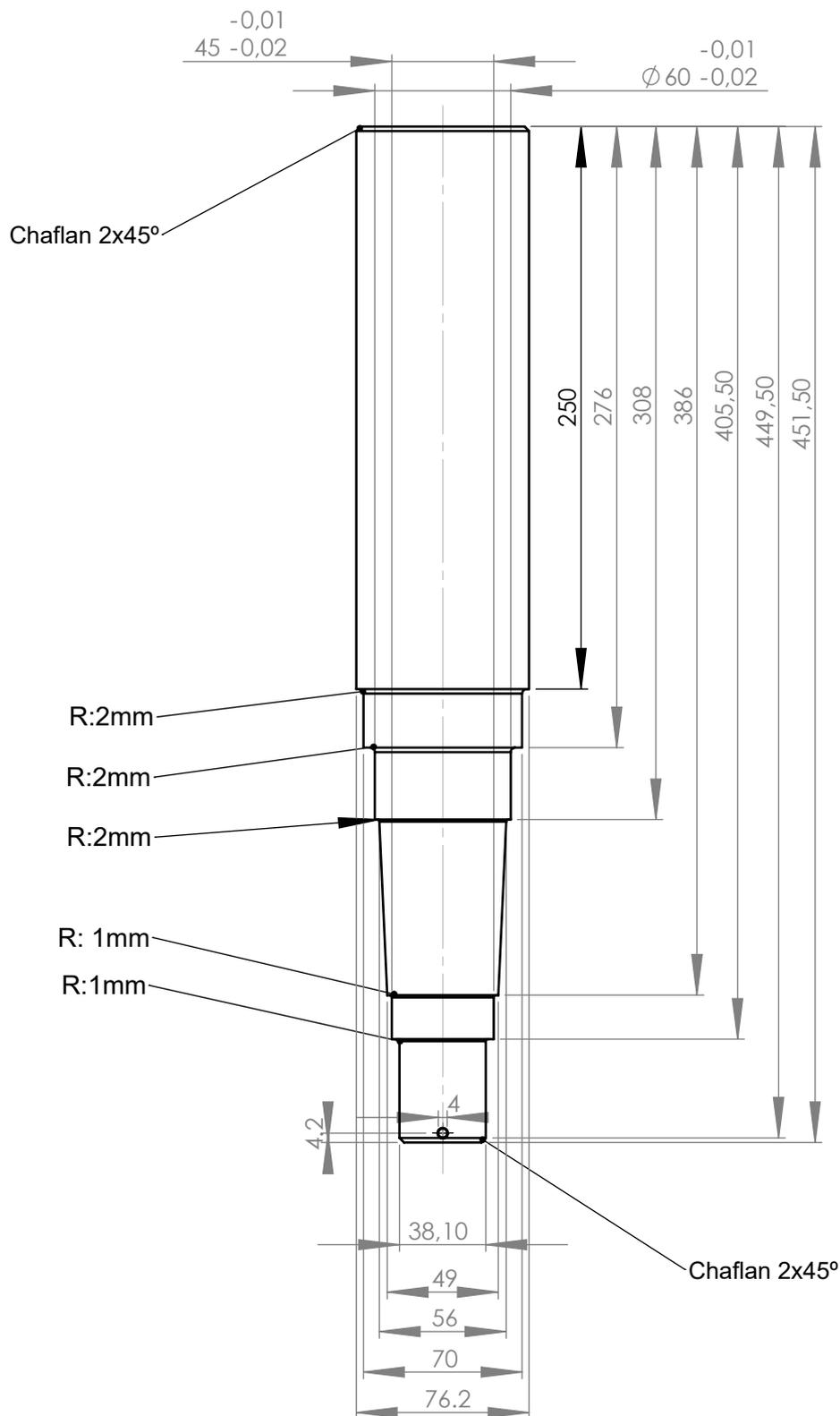
Conjunto: A3S0000

Subconjunto: A2SR000

Pieza:



Denominación: <i>Maza de rueda</i>				Observaciones:		Belco S.A. Ruta Nac. N°9 - Km 502 Bell Ville - Cordoba
	Firma	Fecha				
Dibujo		08/08/20				
Reviso						
Aprobo						Conjunto: A3S0000
Plano n°:	21	Norma	Escala	Formato	Material:	Subconjunto: A3SR000
Reemp. a:			1 : 2	A 3	Acero fundido SAE 1045	Pieza: A3SR005



Denominación:

Eje Rueda

Observaciones:

BELCO S.A.

	Firma	Fecha
Dibujo		08/08/20
Reviso		
Aprobo		

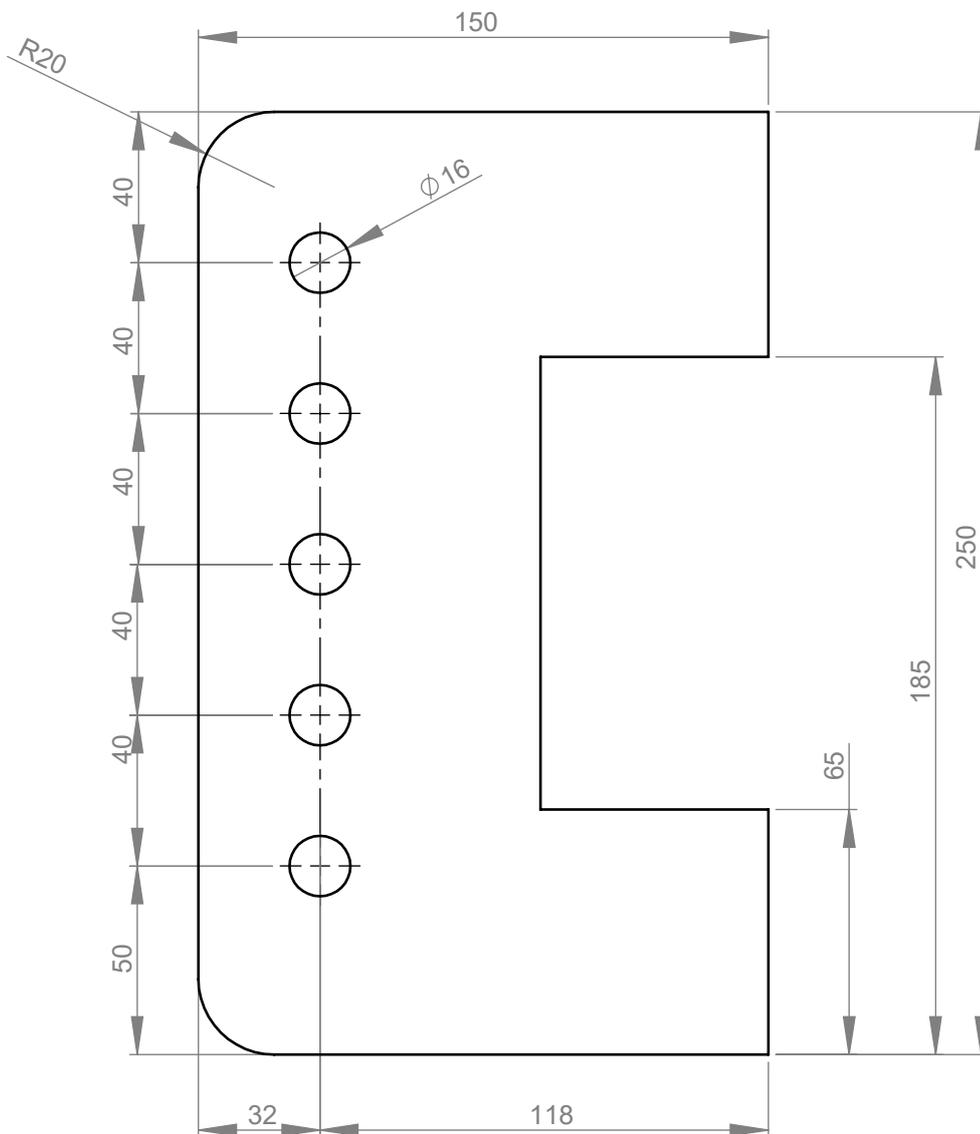
Ruta nac nº9 - Km 502
Bell Ville - Cordoba

Plano nº: 20	Norma	Escala	Formato	Material:
Reemp. a:		1 : 3	A 4	Trefilado de 3º acero 1045

Conjunto: A3SR004

Subconjunto: A3SR004

Pieza: A3SR004



Denominación:

PUNTA LANZA

Observaciones:

espesor de
chapa 20mm

Belco S.A.

Ruta Nac. Nº9 - Km 502
Bell Ville - Cordoba

	Firma	Fecha
Dibujo		08/08/20
Reviso		
Aprobo		

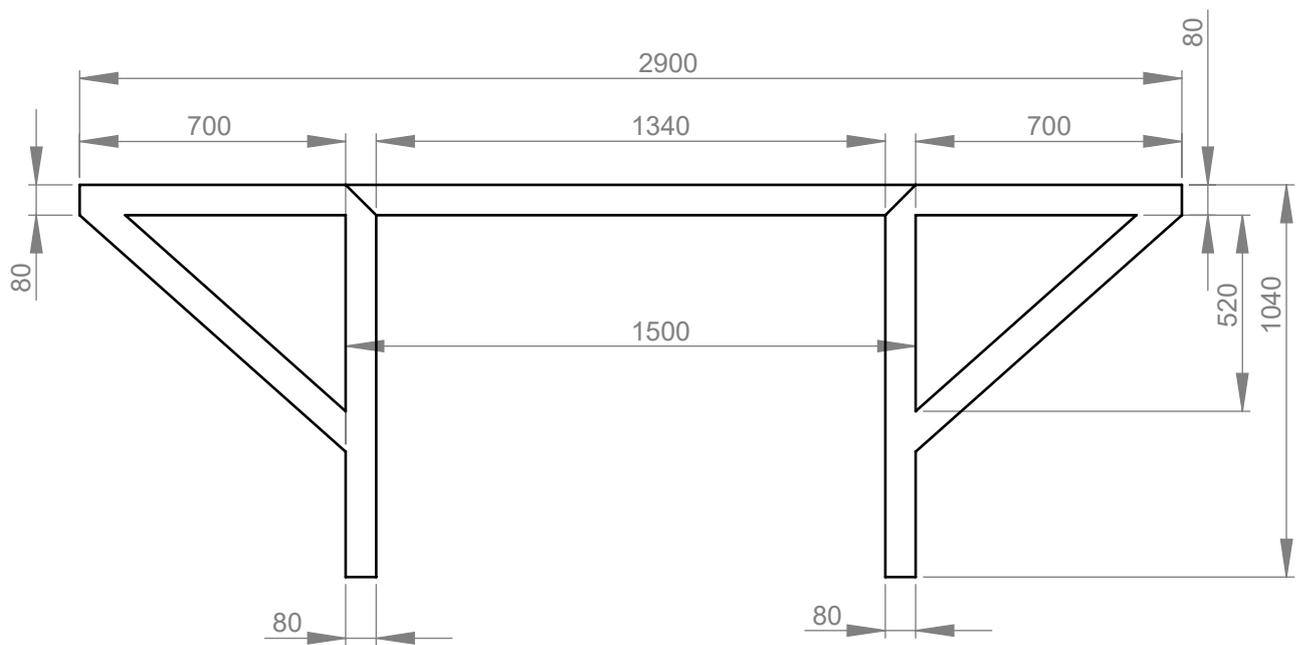
Conjunto: A3C0000

Plano nº: 17	Norma	Escala	Formato
Reemp. a:		1 : 2	A 4

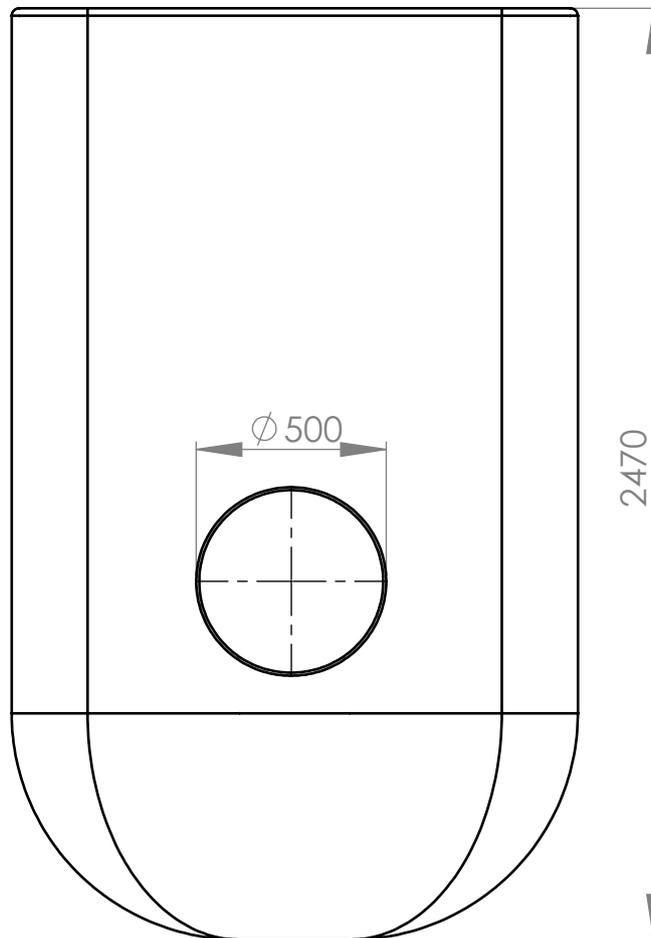
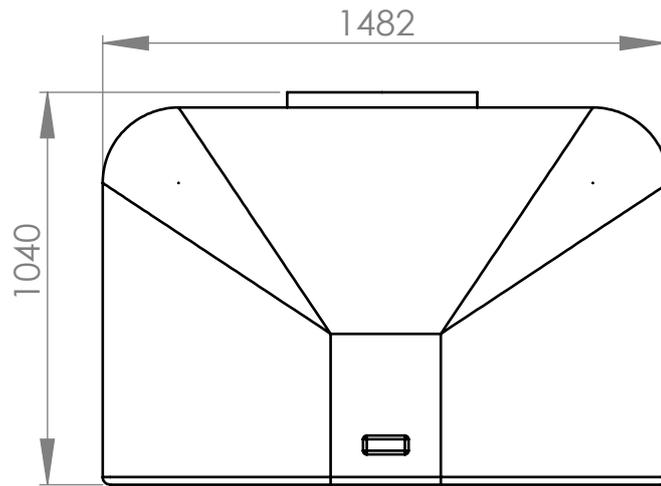
Material:
Chapa acero
SAE 1045

Subconjunto: A3CE000

Pieza: A3CE016



Denominación:				Observaciones:	
DESCANSO BOTALON				Belco S.A. Ruta Nac. N°9 - Km 502 Bell Ville - Cordoba	
	Firma	Fecha			
Dibujo		08/08/20			
Reviso					
Aprobo				Conjunto: A3C0000	
Plano n°: 19	Norma	Escala	Formato	Material:	
Reemp. a:		1 : 20	A 4	caño estructural cuadrado SAE 80x80x4	
				Subconjunto: A3CE000	
				Pieza: A3CE019	



Denominación:

Tanque

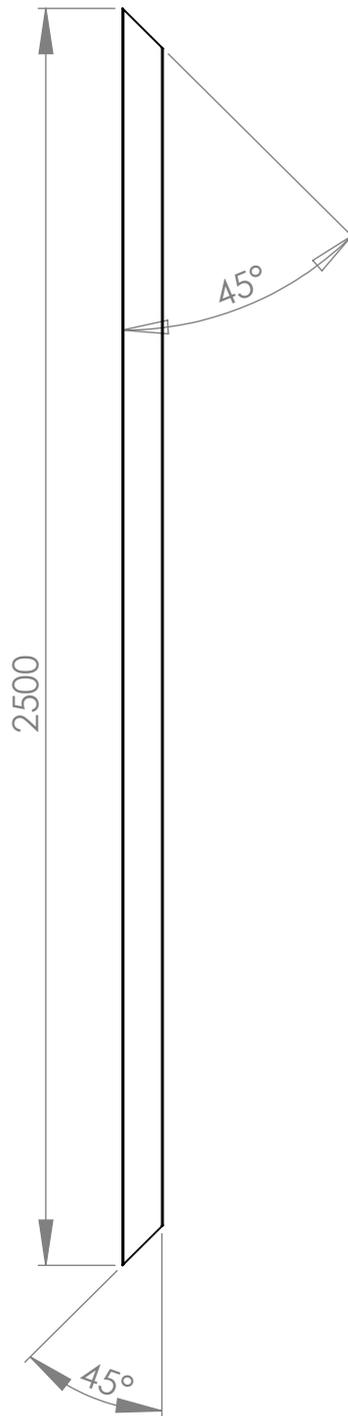
Observaciones:

Solo se acotan dimensiones principales y en mm.

Belco S.A.

	Firma	Fecha		
Dibujo		14/03/07		
Reviso				
Aprobo				
Plano nº: 10	Norma	Escala	Formato	Material: Polietileno de alta densidad-conformado por rotomoldeo
Reemp. a:		1 : 20	A 4	

Conjunto:	A3T0000
Subconjunto:	A3TT000
Pieza:	A3TT001



Denominación:

Larguero derecho

Observaciones:

Cortes en ambos extremos a 45°.

Dimensiones acotadas en mm.

Belco S.A.

Ruta Nac. N°9 - Km 502
Bell Ville - Cordoba

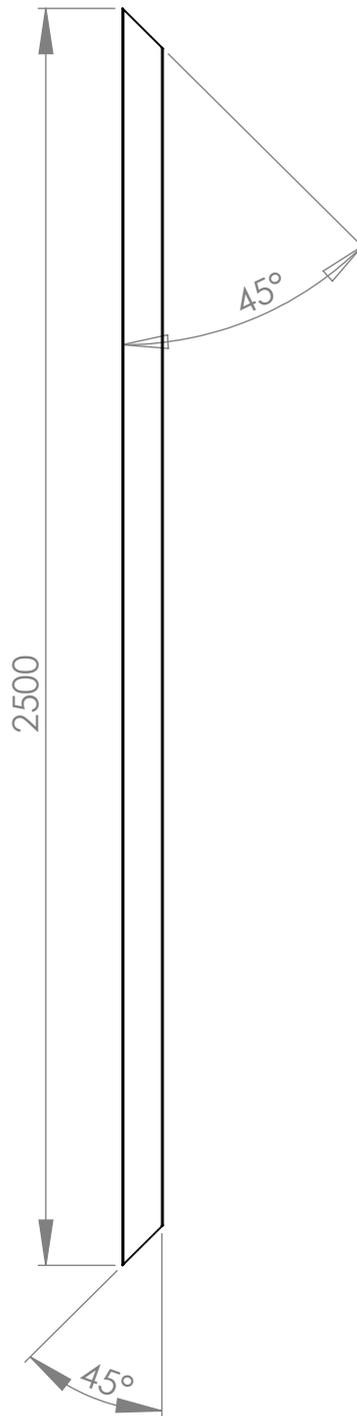
	Firma	Fecha
Dibujo		14/03/07
Reviso		
Aprobo		

Conjunto: A3C0000

Plano n°:	Norma	Escala	Formato	Material:
3		1 : 15	A 4	Tubo rectangular 120*80*6.35 mm SAE 1010
Reemp. a:				

Subconjunto: A3CE000

Pieza: A3CE001



Denominación:

Larguero izquierdo

Observaciones:

Cortes en ambos extremos a 45°.

Dimensiones acotadas en mm.

Belco S.A.

Ruta Nac. N°9 - Km 502
Bell Ville - Cordoba

	Firma	Fecha
Dibujo		14/03/07
Reviso		
Aprobo		

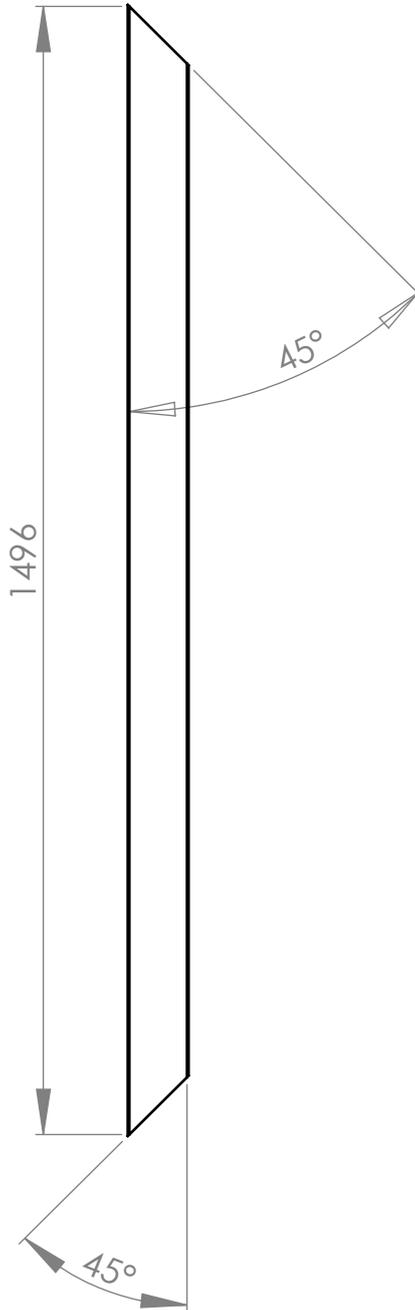
Conjunto: A3C0000

Plano n°:	Norma	Escala	Formato	Material:
4		1 : 15	A 4	Tubo rectangular 120*80*6.35 mm SAE 1010

Subconjunto: A3CE000

Reemp. a:

Pieza: A3CE002



Denominación:

Larguero Frontal

Observaciones:

Cortes en ambos extremos a 45°.

Dimensiones acotadas en mm.

BELCO S.A.

Ruta Nac. N°9 - Km 502
Bell Ville - Cordoba

	Firma	Fecha
Dibujo		14/03/07
Reviso		
Aprobo		

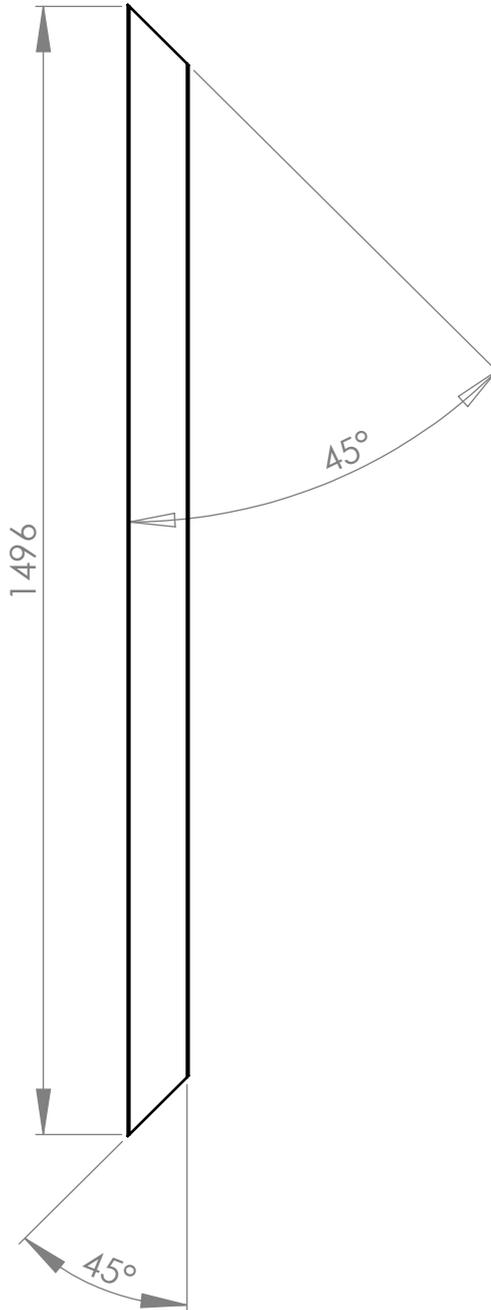
Conjunto: A3C0000

Plano n°: 5	Norma	Escala	Formato
Reemp. a:		1 : 10	A 4

Material:
Tubo rectangular
120*80*6.35 mm
SAE 1010

Subconjunto: A3CE000

Pieza: A3CE003



Denominación:

Larguero Posterior

Observaciones:

Cortes en ambos extremos a 45°.

Dimensiones acotadas en mm.

BELCO S.A.

Ruta Nac. N°9 - Km 502
Bell Ville - Cordoba

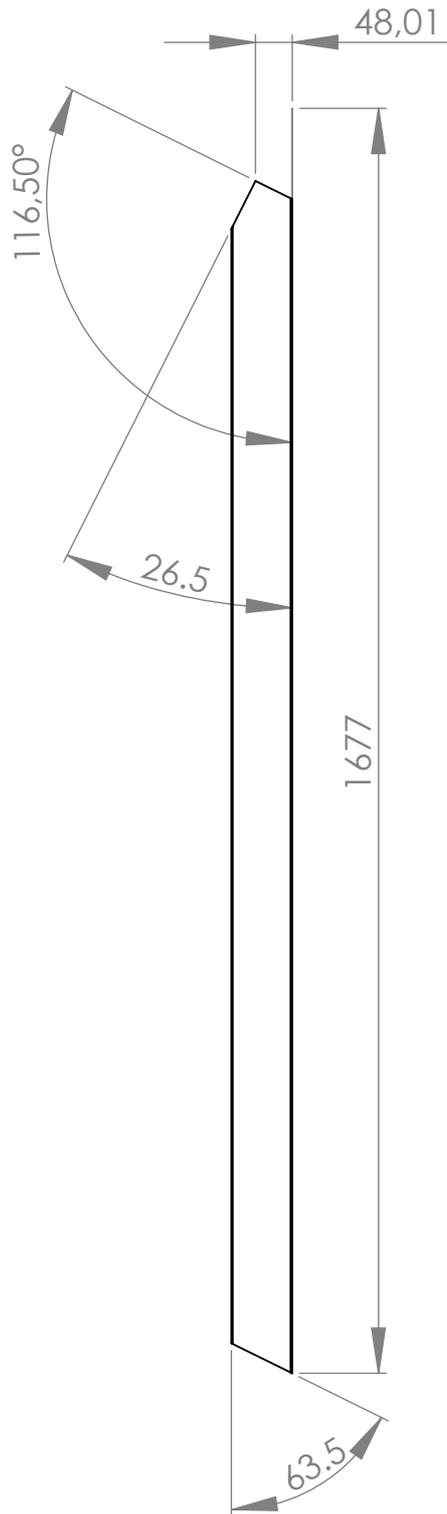
	Firma	Fecha
Dibujo		14/03/07
Reviso		
Aprobo		

Conjunto: A3C0000

Plano n°:	Norma	Escala	Formato	Material:
6		1 : 10	A 4	Tubo rectangular 120*80*6.35 mm SAE 1010
Reemp. a:				

Subconjunto: A3CE000

Pieza: A3CE004



Denominación:

Lanza 1

Observaciones:

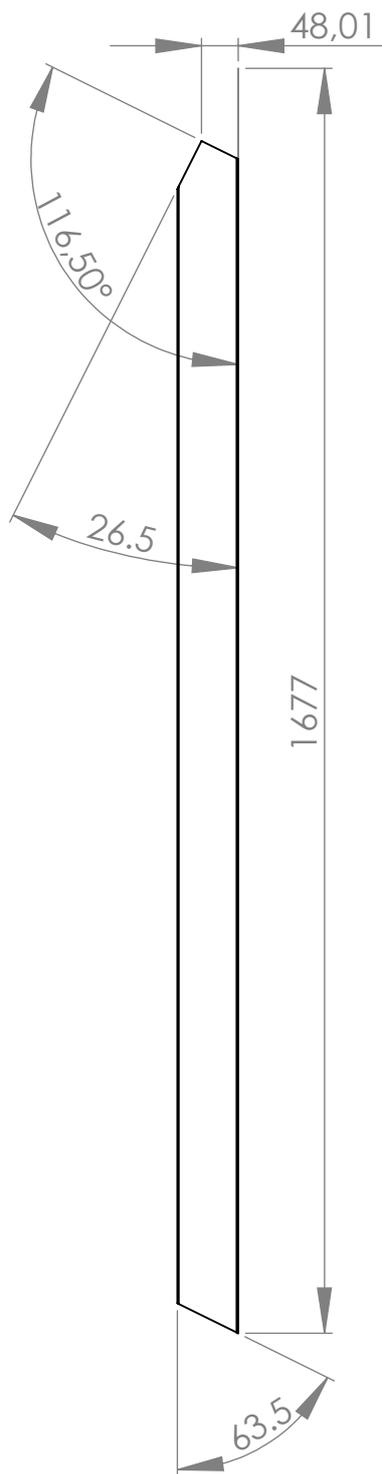
Belco S.A.

	Firma	Fecha
Dibujo		14/03/06
Reviso		
Aprobo		

Ruta Nac. N°9 - Km 502
Bell Ville - Cordoba

Plano n°: 7	Norma	Escala	Formato	Material:
Reemp. a:		1 : 10	A 4	Tubo Rectangular 120*80*6.35 mm SAE 1010

Conjunto:	A3C0000
Subconjunto:	A3CE000
Pieza:	A3CE005



Denominación:

Lanza 2

Observaciones:

Belco S.A.

	Firma	Fecha
Dibujo		14/03/06
Reviso		
Aprobo		

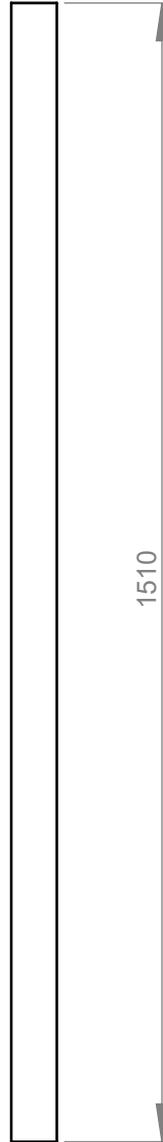
Ruta Nac. Nº9 - Km 502
Bell Ville - Cordoba

Plano nº:	Norma	Escala	Formato	Material:
8		1 : 10	A 4	Tubo Rectangular 120*80*6.35 mm SAE 1010
Reemp. a:				

Conjunto:	A3C0000
Subconjunto:	A3CE000
Pieza:	A3CE006



Denominación: <i>Larguero medio</i>				Observaciones:		<i>Belco S.A.</i> Ruta Nac. N°9 - Km 502 Bell Ville - Cordoba
	Firma	Fecha		Conjunto: A3C0000 Subconjunto: A3CE000 Pieza: A3CE007		
Dibujo		14/03/06				
Reviso						
Aprobo						
Plano n°: 9	Norma	Escala	Formato	Material:		
Reemp. a:		1 : 10	A 4	Tubo rectangular 120*80*6.35 mm SAE 1010		



Denominación:
Corredera botalon der.

Observaciones:

Belco S.A.

	Firma	Fecha
Dibujo		14/03/07
Reviso		
Aprobo		

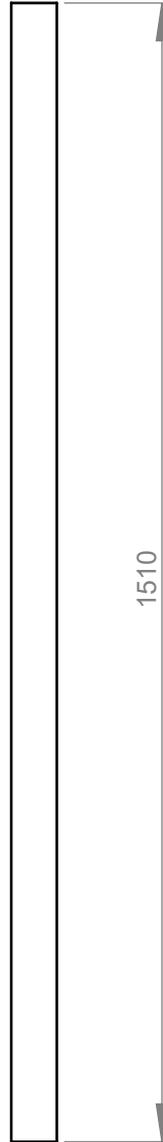
Ruta Nac. Nº9 - Km 502
Bell Ville - Cordoba

Conjunto: A3C0000

Plano nº: 10	Norma	Escala	Formato	Material: Perfil normal UPN 10 SAE 1010
Reemp. a:		1 : 10	A 4	

Subconjunto: A3CE000

Pieza: A3CE010



Denominación:
Corredera botalon izq.

Observaciones:

Belco S.A.

	Firma	Fecha
Dibujo		14/03/07
Reviso		
Aprobo		

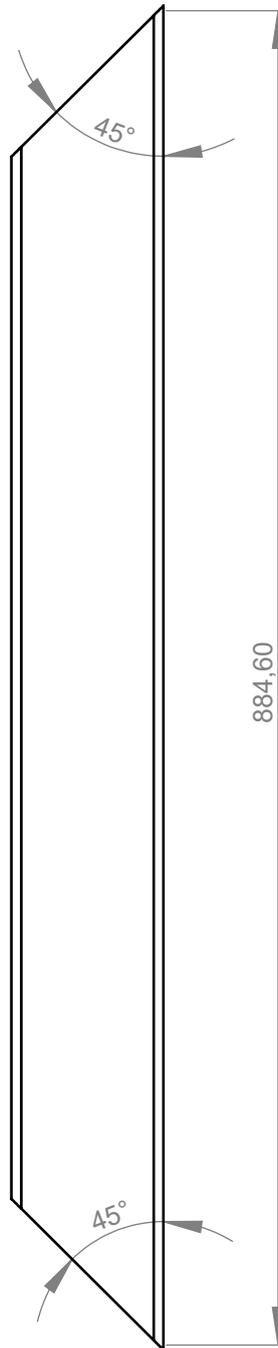
Ruta Nac. Nº9 - Km 502
Bell Ville - Cordoba

Conjunto: A3C0000

Plano nº: 11	Norma	Escala	Formato	Material: Perfil normal UPN 10 SAE 1010
Reemp. a:		1 : 10	A 4	

Subconjunto: A3CE000

Pieza: A3CE009



Denominación:
Soporte corredera izq

Observaciones:

Belco S.A.

	Firma	Fecha
Dibujo		14/03/07
Reviso		
Aprobo		

Ruta Nac. Nº9 - Km 502
Bell Ville - Cordoba

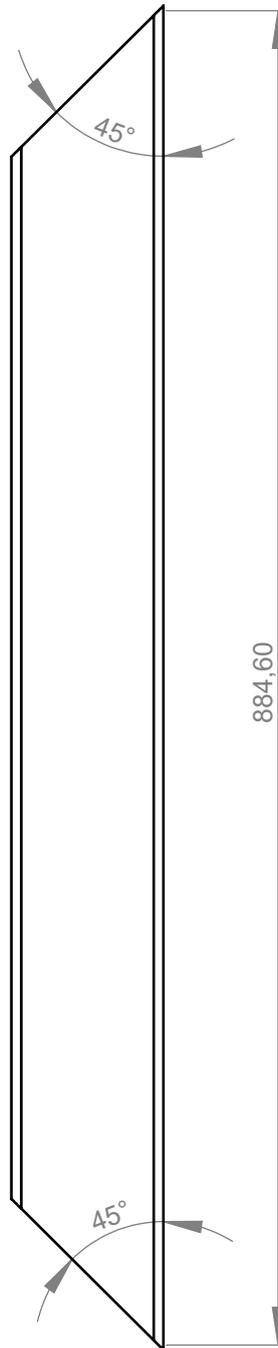
Conjunto: A3C0000

Plano nº: 12	Norma	Escala	Formato
Reemp. a:		1 : 5	A 4

Material:
Tubo Rectangular
100*60*6.35 mm
SAE 1010

Subconjunto: A3CE000

Pieza: A3CE010



Denominación:
Soporte corredera der.

Observaciones:

Belco S.A.

	Firma	Fecha
Dibujo		14/03/07
Reviso		
Aprobo		

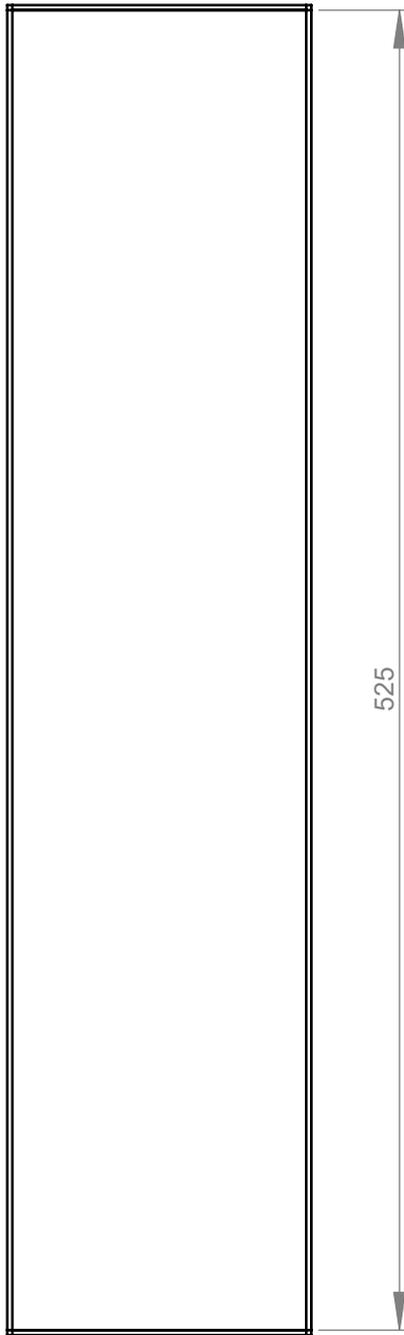
Ruta Nac. N°9 - Km 502
Bell Ville - Cordoba

Conjunto: A3C0000

Plano n°: 13	Norma	Escala	Formato	Material:
Reemp. a:		1 : 5	A 4	Tubo Rectangular 100*60*6.35 mm SAE 1010

Subconjunto: A3CE000

Pieza: A3CE011



Denominación:
Vertical 1

Observaciones:

Belco S.A.

	Firma	Fecha
Dibujo		14/03/07
Reviso		
Aprobo		

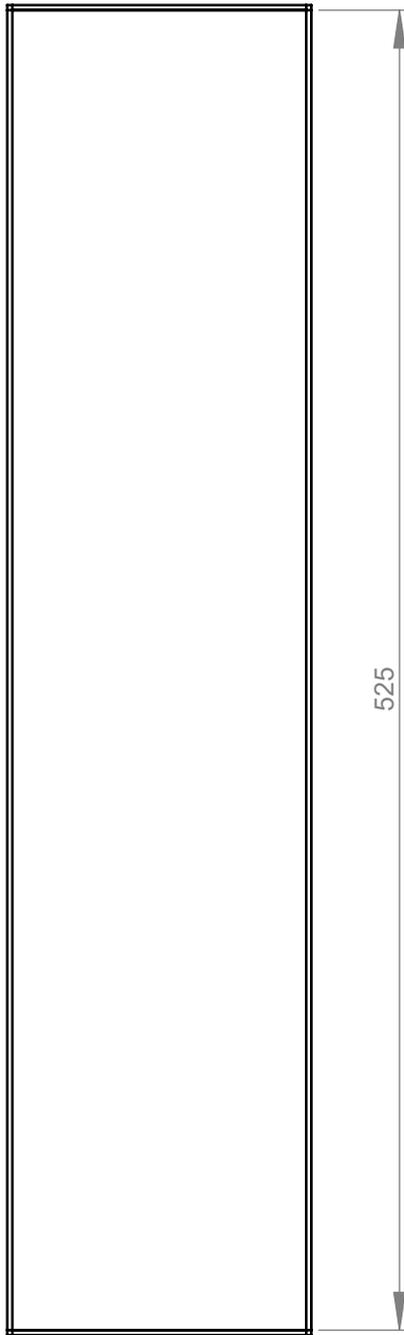
Ruta Nac. N°9 - Km 502
Bell Ville - Cordoba

Plano n°: 14	Norma	Escala	Formato	Material: Tubo Rectangular 120*80*6.35 mm SAE 1010
Reemp. a:		1 : 3	A 4	

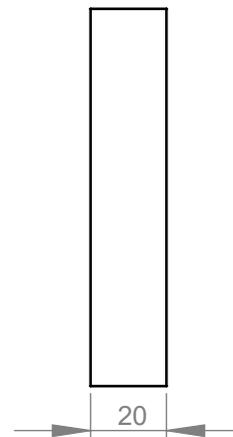
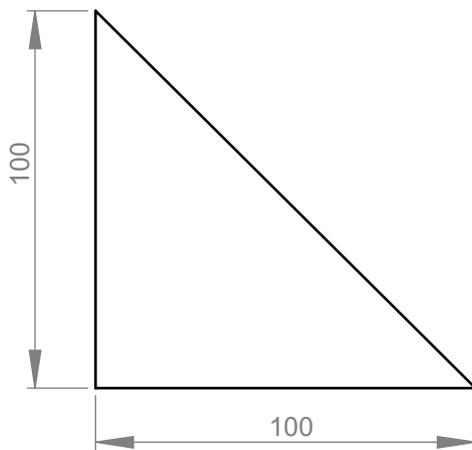
Conjunto: A3C0000

Subconjunto: A3CE000

Pieza: A3CE012



<u>Denominación:</u>				<u>Observaciones:</u>		<i>Belco S.A.</i> Ruta Nac. N°9 - Km 502 Bell Ville - Cordoba
<i>Vertical 2</i>						
	Firma			Fecha		
Dibujo				08/08/20		
Reviso						
Aprobo						
Plano n°: 14	Norma	Escala	Formato	Material:		Conjunto: A3C0000
Reemp. a:		1 : 3	A 4	Tubo Rectangular 120*80*6.35 mm SAE 1010		Subconjunto: A3CE000
						Pieza: A3CE013



Denominación:

Nervio 1

Observaciones:

Belco S.A.

	Firma	Fecha
Dibujo		08/08/20
Reviso		
Aprobo		

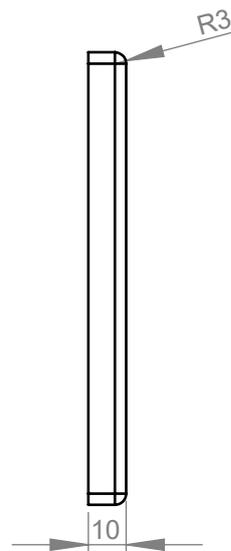
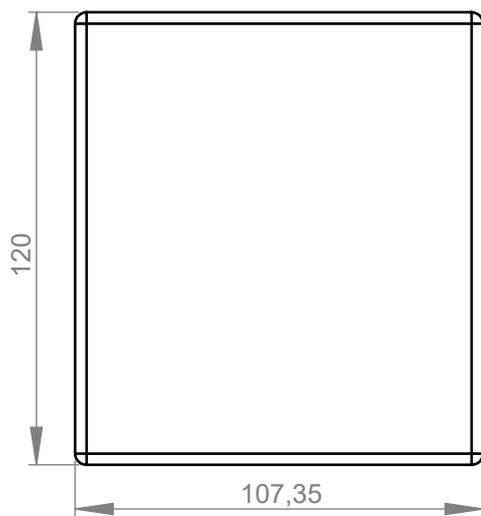
Ruta Nac. N°9 - Km 502
Bell Ville - Cordoba

Conjunto: A3C0000

Plano n°: 15	Norma	Escala	Formato	Material: Chapa acero SAE 1010
Reemp. a:		1 : 2	A 4	

Subconjunto: A3CE000

Pieza: A3CE014



Denominación:

TAPA LANZA

Observaciones:

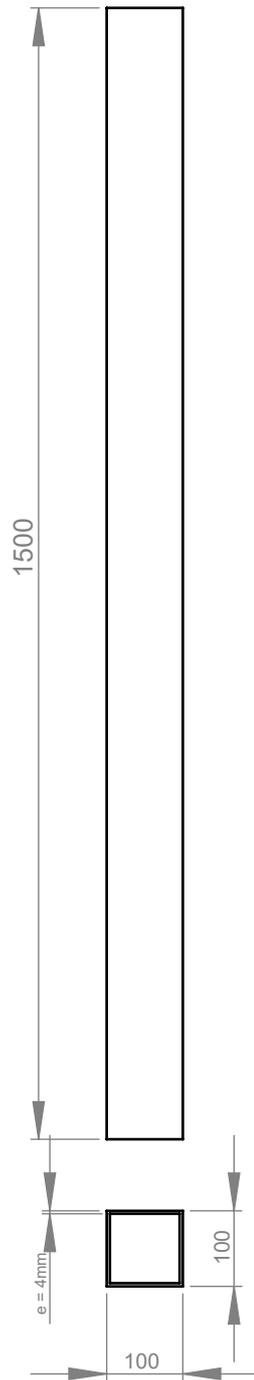
Belco S.A.

	Firma	Fecha
Dibujo		08/08/20
Reviso		
Aprobo		

Ruta Nac. N°9 - Km 502
Bell Ville - Cordoba

Plano n°: 16	Norma	Escala	Formato	Material: Chapa acero SAE 1010
Reemp. a:		1 : 2	A 4	

Conjunto:	A3C0000
Subconjunto:	A3CE000
Pieza:	A3CE015



Denominación:
TOPE SUPERIOR BOTALON

Observaciones:

Belco S.A.

	Firma	Fecha
Dibujo		08/08/20
Reviso		
Aprobo		

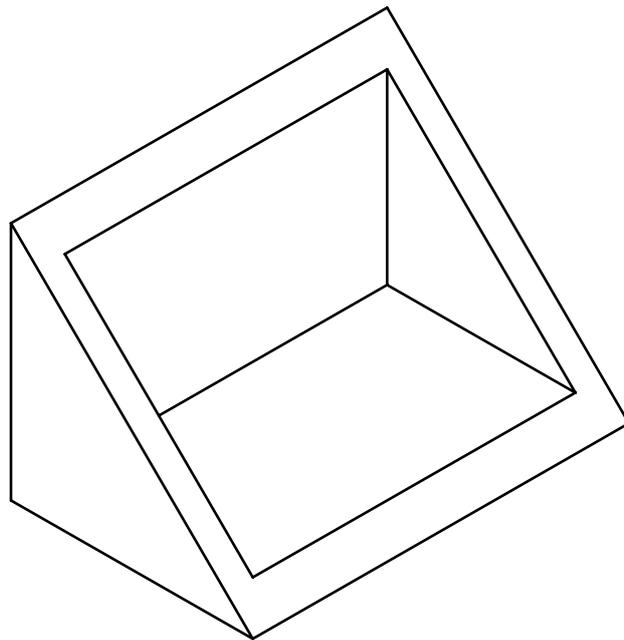
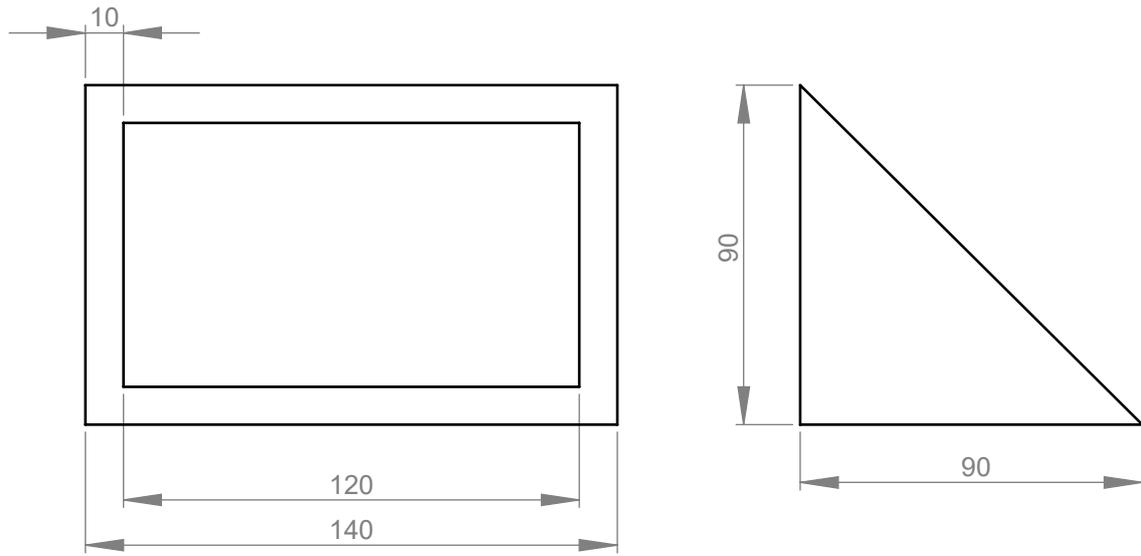
Ruta Nac. N°9 - Km 502
Bell Ville - Cordoba

Conjunto: A3C0000

Plano n°: 18	Norma	Escala	Formato	Material:
Reemp. a:		1 : 10	A 4	caño estructural cuadrado SAE 100x100x4

Subconjunto: A3CE000

Pieza: A3CE017



Denominación:
AGARRE SUPERIOR CASOLETA DER-IZQ

Observaciones:

Belco S.A.

	Firma	Fecha
Dibujo		08/08/20
Reviso		
Aprobo		

Ruta Nac. N°9 - Km 502
 Bell Ville - Cordoba

Plano n°: 19	Norma	Escala	Formato	Material:
Reemp. a:		1 : 2	A 4	Chapa soldada e= 10mm Acero SAE 1045

Conjunto:	A3C0000
Subconjunto:	A3CE000
Pieza:	A3CE018