



Facultad Regional
UTN VILLA MARIA

PROYECTO FINAL

REMOLCADOR MOTORIZADO PARA SEMIRREMOLQUE

Facundo BERARDO

Juan Manuel VICTORIO VALLARO

Villa María, 06 de febrero de 2020

En la mesa de examen del día de la fecha, los alumnos Facundo BERARDO y Juan Manuel VICTORIO VALLARO presentaron el Trabajo Final de Grado correspondiente a la Carrera de Ingeniería Mecánica.

El Tribunal Examinador estuvo conformado por el Profesor Titular de la Cátedra Proyecto Final, Ing. Américo Di Cola; el Profesor Jefe de Trabajos Prácticos, Ing. Marcelo Costamagna y por el Jefe de Departamento de Ingeniería Mecánica, Ing. Huber Fernández.

El Tribunal Examinador determinó que los alumnos aprobaron el examen con la siguiente calificación

Ing. Américo Di Cola

Titular de Cátedra

Ing. Marcelo Costamagna

Prof. Jefe de T.Prácticos

Ing. Huber Fernández

Jefe de Dpto Ing. Mec.

AGRADECIMIENTOS

A los Ing. Américo Di Cola, Marcelo Costamagna y Huber Fernández por el apoyo brindado en la realización del proyecto.

A la Facultad Regional Villa María porque hizo posible que alcanzáramos la titulación de Ingenieros.

A nuestras familias y amigos que siempre nos apoyaron en todas nuestras decisiones y de una u otra forma colaboraron de manera activa para a hacer posible este trabajo.

INDICE

Resumen	VII
Preface.....	VIII

Pág..

Introducción y Planeamiento	1
-----------------------------------	---

PRIMERA PARTE: Presentación del Proyecto	3
---	----------

CAPITULO 1: Transporte automotor de carga

1. Introducción.....	4
2. Reseña histórica	4
3. Transporte automotor de carga	8
3.1. Tractocamión	10
3.2. Semirremolque.....	12
3.2.a. Tipos de semirremolques y sus características.....	13
3.3. Quinta rueda.....	18
3.3.a. Origen de la Quinta rueda	18
3.3.b. Características de la quinta rueda	20
3.3.c. Tipo de base de la Quinta rueda.....	22
3.4. King Ping	23

CAPITULO 2: Remolcador motorizado para semirremolque

1. Introducción.....	26
2. Remolcadores que ofrece el mercado	26
3. Presentación del Proyecto	33
4. Marco Normativo.....	35
4.1. La importancia de la seguridad en el trabajo	35
4.2. Resolución SRT 960/2015. Condiciones de seguridad para la Operación de autoelevadores	36

SEGUNDA PARTE: Diseño y dimensionamiento del Remolcador.....	45
---	-----------

CAPITULO 3: Material y Soldadura

1. Introducción	47
2. Material a utilizar	47
2.1. Acero HSLA	47
2.2. Acero MCL 420	49
3. Soldadura	53
3.1. Diferentes técnicas de soldadura.....	54
3.2. Soldadura GMAW	57
4. Tipo de juntas.....	60
5. Tipos de soldaduras según la forma geométrica	61
6. Verificación de la resistencia de la soldadura.....	62
6.1. Cálculo momento flector	65
6.2. Cálculo del momento de inercia de un solo rectángulo	65
6.3. Cálculo de área.....	65
6.4. Cálculo momento de inercia respecto al centro de la placa.....	65
6.5. Cálculo de tensiones	66
6.6. Cálculo de la tensión de corte	66

CAPITULO 4: Chasis

1. Introducción	72
2. Chasis: generalidades.....	72
2.1. Chasis portante para remolcador motorizado para semirremolque	73
3. Cálculos para la construcción de la viga principal.....	76
3.1. Datos de Viga Principal (Cajón) Chapa MLC 420. Sección “U”	78
3.2. Esfuerzos.....	78
3.3. Verificación Flecha.....	81

CAPITULO 5: Punta de eje

1. Introducción	82
2. Diseño del conjunto motriz (masa, eje, rodamiento)	82
2.1. Simulación de eje y rodamientos	84
2.2. Verificación del eje sometido a fatiga	88
2.3. Simulación masa con chasis.....	91
3. Verificación de los rodamientos del semirremolque	96

3.1. Vida útil del rodamiento	99
-------------------------------------	----

CAPITULO 6: Sistema de tracción

1. Introducción	102
2. Motor de combustión interna	103
3. Sistema hidráulico.....	104
3.a. Tanque.....	106
3.b. Filtro.....	106
3.c. Bomba hidráulica	107
3.d. Elementos de regulación y control.....	109
3.e. Actuadores.....	109
3.f. Red de distribución.....	109
4. Rueda	109
4.1. Resistencia a la rodadura	110
4.2. Coeficientes.....	112
4.3. Neumáticos.	115
5. Torque	116
6. Cálculos.....	117
6.1. Solicitaciones	117
6.2. Selección de los neumático	118
6.3. Cálculo de la fuerza de rodadura	118
6.4. Cálculo para la selección de los motores hidráulicos	119
6.4.a. Cálculo del torque necesario	120
6.4.b. Cálculo de las rpm	120
6.5. Selección del motor hidráulico	120
6.6. Cálculo de la bomba hidráulica.....	122
6.7. Selección del motor de combustión interna	124
6.8. Cálculos tanque hidráulico.....	128
6.9. Selección de la válvula reguladora de presión.....	129
6.10. Selección de las válvulas distribuidoras	131
6.11. Cálculos de tuberías hidráulicas.....	132
6.12. Selección del fluido hidráulico	136
6.13. Verificación de la pérdida de carga en los conductos hidráulicos	138
7. Sistema de elevación y ruedas auxiliares.....	141

7.1. Cálculos.....	141
7.1.1. Cálculo del diámetro de camisa	142
7.1.2. Verificación de los pernos de anclaje	146
7.1.3. Cálculo de los cilindros auxiliares	147
8. Sistema de frenos de emergencia.....	150
9. Sistema de comando a distancia	152
9.1. PWM.....	152
9.2. Sistema de codificación	154

CAPITULO 7: Sistema de codificación y Planimetría

1. Introducción.....	160
2. Sistema de codificación	160
3. Planimetría.....	160
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	164
ANEXO DE PLANOS.....	169

RESUMEN DEL TRABAJO FINAL

El proyecto se ha denominado Remolcador motorizado para semirremolque y busca dar la mejor solución en esta tarea. Su diseño abarca todos los aspectos técnicos, de seguridad, medio ambiental y económicos que deben ser tenidos en cuenta para la fabricación.

Por lo dicho este trabajo se basa en el diseño y dimensionamiento para la construcción de este vehículo, de pequeñas dimensiones y con la capacidad de movilizarse en espacios variados en reemplazo del tractocamión cuando su prestación no es conveniente por diversas razones y es necesario el traslado de cargas importantes.

En este sentido consideramos que el proyecto a desarrollar se constituye en una alternativa apropiada a la necesidad de innumerables empresas como las de transporte de carga o de fabricación de semiacoplados u otras, donde pueden tener inconvenientes a la hora de la movilización interna de la carga o los vehículos. Por ello, consideramos que el trabajo reviste una utilidad aplicada

PREFACE

This project has been named “motorized tug for semi-trailers” and aims to perform the internal movement and relocation of these kind of equipment in a faster, easier and economic way than using the conventional kind of motor trucks. It was designed overthinking about every technical, safety, constructibility and economic external and internal factors that can be found on the day-to-day industrial environment, looking for provide a device friendly to use and robust to can afford the typical heavy duty tasks related with transport. Due to all these conditions named before, this device represent a feasible alternative for many companies either involved in cargo transportation, semi-trailers manufacturing, loading ports or airports, etc.

Also, this small-sized vehicle is capable of moving in various types of spaces substituting tractor units whenever its use is not convenient, and the transportation of important loads is necessary.

INTRODUCCIÓN Y PLANEAMIENTO

Este trabajo se basa en el diseño y dimensionamiento para la construcción de un vehículo remolcador motorizado para "tráiler" o semirremolque.

El mismo está concebido como un vehículo de pequeñas dimensiones con la capacidad de movilizarse en espacios variados como grandes estacionamientos en puertos, empresas de transporte, plantas de acopio, etc., en reemplazo del tractocamión cuando su prestación no es conveniente por diversas razones.

Precisamente, la importancia que reviste el remolcador es la de movilizar cargas importantes prescindiendo del uso del tractocamión. Además, y como ya se mencionó el tamaño del remolcador es considerablemente más pequeño que un camión o un autoelevador, que son las opciones que más frecuentemente se utilizan a la hora de realizar estas tareas de traslado de cargas.

En este sentido consideramos que el proyecto a desarrollar se constituye en una alternativa apropiada a la necesidad de innumerables empresas como las de transporte de carga o de fabricación de semiacoplados u otras, donde pueden tener inconvenientes a la hora de la movilización interna de la carga o los vehículos.

Esta es la razón por la que consideramos que el trabajo reviste una utilidad aplicada al reemplazar el uso del tractocamión para estas tareas, pudiendo optimizar el uso del mismo a través de su reemplazo por el remolcador. A este aspecto agregamos que una de las principales ventajas de este dispositivo es la agilización de maniobras, lo cual brinda una reducción de tiempos y también de accidentes, ya que el vehículo será diseñado para ser controlado remotamente, aunque incluirá un modo manual en caso de ser necesario.

El remolcador será diseñado para que soporte una carga de 10.500 kg en su punto de apoyo y un total de capacidad de remolque de 45.000 kg que se adapta a la ley tránsito y transporte argentina: "Ley 24449".

Hemos organizado este trabajo en dos partes. La PRIMERA PARTE, que denominamos "PRESENTACION DEL PROYECTO", consta de dos capítulos. En el primer capítulo hacemos una reseña de la historia del transporte de carga y la descripción del remolcador. Creemos necesaria realizar una contextualización del desarrollo histórico para observar su evolución. A su vez, describir las características del tractocamión y del semirremolque, dada su importancia para el diseño del remolcador.

En el 2 capítulo hacemos una descripción del remolcador motorizado para semirremolques, previa búsqueda en los medios de publicaciones específicas de antecedentes de remolcadores que se hayan diseñado, revisando sus funciones y su presencia en el mercado. Ante la falta de normas de seguridad específica para diseño y fabricación de este tipo de vehículo, tomaremos el articulado de la resolución 960/2015 y determinaremos cuáles serían plausibles de tener en cuenta.

En la SEGUNDA PARTE del trabajo denominada "DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL REMOLCADOR" presentamos 7 capítulos. En el capítulo 3 caracterizamos el material a utilizar para el vehículo y la soldadura a realizar. El capítulo 4 trata de uno de los componentes del remolcador, el chasis en general y en particular el chasis del remolcador. En el capítulo 5, Punta de Eje y Sistema de Tracción en el capítulo 6. En cada uno de los tres primeros capítulos haremos una descripción de cada componente del remolcador a modo de marco teórico, y posteriormente realizaremos los cálculos pertinentes para la toma de decisiones con respecto a su diseño y construcción. Finalmente, en el capítulo 7 presentamos el sistema de codificación de los planos y en el anexo se adjuntan los mismos.

PRIMERA PARTE

PRESENTACION DEL PROYECTO

CAPITULO 1

SISTEMA DE TRANSPORTE DE CARGA AUTOMOTOR

1. Introducción

En este capítulo realizaremos un breve recorrido histórico del comienzo del transporte de cargas y luego haremos referencia a la importancia que fue cobrando en nuestro país, a expensas del ocaso del ferrocarril.

Asimismo nos referiremos al transporte de cargas en la actualidad con especial énfasis en el tractocamión y en los semirremolques, pasando por una descripción de la quinta rueda y el King pin, dada la importancia que revisten estos temas en nuestro proyecto.

2. Reseña histórica

En este punto realizaremos una contextualización del desarrollo histórico que ha tenido el transporte de carga terrestre, refiriéndonos en particular al desarrollo de los camiones y brevemente la evolución del transporte carretero en el país.

Los primeros camiones eran a vapor y fue una invención del año 1765. Sin lugar a dudas fue un invento revolucionario en el mundo gracias a las ruedas livianas que implementó. Sin embargo, los camiones de vapor no fueron comunes hasta mediados de la década de 1800.

Los caminos de la época, construidos en ese entonces para caballos y carruajes, limitaban estos vehículos a trayectos muy cortos, por lo general de una fábrica a la estación de tren más cercana. El primer semirremolque apareció en 1881, remolcado por un tractor a vapor fabricado. Gracias a Karl Benz que en 1895 diseñó y construyó el primer camión de la historia utilizando la combustión interna del motor se pasó del camión a vapor al **camión de**

combustión interna. Otras compañías, como Peugeot, Renault, prontamente también construyeron sus propias versiones.

Los camiones de esta época utilizaban motores de dos y cuatro cilindros y tenían una capacidad de carga de 1.500 a 2.000 kilogramos (3.300 a 4.400 libras).

Después de la Primera Guerra Mundial, se realizaron varios avances: los neumáticos de caucho sustituyen las versiones completas de goma maciza, se adicionaron arrancadores eléctricos, fuentes de frenos, motores de 4, 6 y 8 cilindros, cerraron las cabinas, y la iluminación eléctrica.

En 1890 se crea el **motor diésel**, no obstante este motor no fue común en los camiones en Europa hasta la década de 1930. En los Estados Unidos, tomó mucho más tiempo a los motores diésel para ser aceptados. En la década de 1970 los motores nafteros estaban todavía en uso en camiones pesados, mientras que en Europa y Asia habían sido completamente reemplazados 20 años antes (Camión, s.f.)

En nuestro país, si bien el ferrocarril ha sido el medio de transporte fundante, no sólo de cargas de mercancías sino también de personas, con el paso de los años y diversas políticas que no son objeto de análisis en nuestro trabajo, se produjo una decadencia y por su falta de eficiencia, fue reemplazado por el transporte automotor (Fernando G. Martínez, et. al).

En lo que respecta al camión, su popularidad se iba incrementando, pero Argentina carecía de la infraestructura para su desarrollo.

No obstante, esta situación se revertiría en 1932 con la sanción de la ley N° 11.568. Esta ley no sólo fijó un impuesto a los combustibles para la construcción de caminos, sino que también se crea un sistema troncal de caminos necesarios, con la Dirección Nacional de Vialidad, como ente encargado de proyectar, construir y conservar la red. Esto con el tiempo incentivó el uso del camión en detrimento del ferrocarril.

En la actualidad el sistema vial argentino transporta más del 95% de las cargas del país, de acuerdo a datos del transporte interurbano de cargas obtenidos en base a información del C3T (Centro Tecnológico, de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial dependiente de la Universidad Nacional Tecnológica). Si bien estos datos pueden fluctuar levemente es evidente el predominio del transporte automotor. El Gráfico 1.1 que aparece más abajo refleja el porcentaje de participación del transporte vial y cómo el aumento del transporte de cargas ha sido absorbido por el transporte automotor (González J. y Martínez J., 2013).

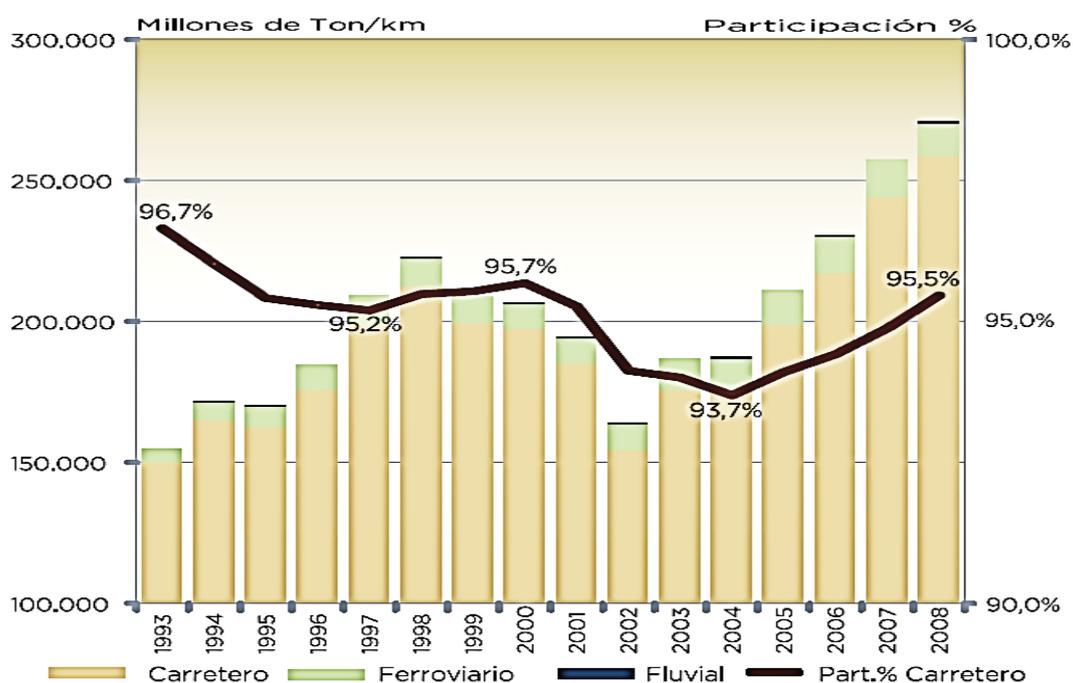


Gráfico 1.1

Como queda en evidencia en este gráfico en los años considerados es notable que el incremento de mercancías transportadas fue acompañado del incremento en el aumento de la flota de carga carretera. Por lo tanto los crecimientos interanuales de cada modo son considerablemente diferentes y favorables al camión. Con respecto al transporte ferroviario en el gráfico se puede observar que durante la década del '90 que dio comienzo a la entrega de concesiones viales se presenta un importante crecimiento interanual del volumen total transportado por este

modo de transporte. Acercándose a los años 2001 (con la crisis económica e institucional que sufrió el país) y 2009 (crisis económica mundial y malas cosechas en algunos cultivos) se puede reconocer una disminución en la actividad de transporte de cargas tanto en el transporte ferroviario como vial, para comenzar a crecer a partir de 2003, pero como ya se dijo el beneficiado fue el transporte automotor.

Otro dato importante que va en el sentido del aumento del transporte de carga, se ve reflejado en la información brindada por Espinosa Mariano (2018) sobre la producción de más de 12.000 unidades durante 2017, que representa un 19,9% de incremento con respecto al año anterior y que representó para la industria del acoplado y semirremolques un impulso de importancia.

El Gráfico 1.2, extraído del boletín semanal de la Bolsa de Rosario (2018) brinda una aproximación del total de carga transportada en un año en Argentina: 450 millones de toneladas y que va en el mismo sentido o corrobora el gráfico anterior.

En esta información se ha buscado acercarse a una cifra anual tentativa del transporte de cargas en Argentina medida en ton/año. De acuerdo a nuestra estimación esta podría ser de 450 millones de toneladas. Para ello se sumaron las cargas por camión, ferrocarril, aéreas y las que bajaron o subieron por la Hidrovía Paraná- Paraguay desde el Puerto de Santa Fe hasta Puerto Cáceres (Brasil).

Estimación del transporte de carga en un año tipo

Rubro	Toneladas/ año	Participación por rubro
Transporte Automotor de cargas	408.871.868	91%
Transporte Fluvial por Hidrovía Paraná-Paraguay (Cáceres, Brasil - Santa Fe, Argentina)	21.586.605	5%
Transporte Ferroviario de cargas	18.809.467	4%
Transporte Aéreo de cargas	212.806	0%
TOTAL NACIONAL	449.480.746	100%

Nota: Se computan años diferentes// No se computan contenedores, exportaciones de biodiesel, exportaciones de granos, harinas y aceites

Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario en base a datos de fuentes diversas

Gráfico 1.2

Debemos reiterar ciertas advertencias que deben tenerse en cuenta al momento de considerar estas estimaciones. La primera de ellas es que se muestran cifras que corresponden a distintos años, según se disponga de datos actualizados para el conjunto que se analiza en cada caso.

3. Transporte automotor de carga

Partimos del concepto de que son vehículos motorizados diseñados para el transporte de productos y mercancías. En este sentido son una pieza fundamental de la labor logística en su objetivo de colocar los productos en el lugar y tiempo precisos y con el mejor rendimiento posible de los recursos usados. En Argentina se considera transporte automotor de cargas cuando la capacidad del vehículo supera los 700 kg. En cambio los vehículos de cargas pesadas son considerados a partir de 3.501 kg y que tengan la posibilidad de remolcar más de 9 toneladas.

Dentro del transporte automotor de cargas es habitual referirse a los vehículos con el nombre genérico de camiones. Sin embargo, esta denominación alcanza a una variada cantidad de vehículos de características y tamaños diferentes.

De acuerdo con un informe publicado por edutecne (Editorial de la UTN), podemos establecer en primer lugar una división entre los vehículos motorizados y los vehículos sin

propulsión propia. Dentro de los primeros se encuentran los vehículos denominados genéricamente "Camiones", que poseen una estructura portante llamada chasis sobre la que se instala una superestructura apta para el transporte de mercancías (caja, furgón, cisterna), y los que se denominan "Tractores" o tractocamión, que sólo están destinados a la tracción sin poseer ninguna superestructura para el transporte de mercancías; sólo disponen de un elemento (plato) que permite el acoplamiento de un vehículo remolcado. Dentro de los vehículos sin propulsión propia se encuentran los "acoplados" que poseen, además de los ejes de rodamiento, una "lanza" que les permite acoplarse a otro vehículo que los remolque, y los "semirremolques", también denominados "semiacoplados" que necesariamente deben recurrir a un "tractor" para apoyar uno de sus extremos y valerse del mismo para su arrastre.

En cuanto a su conformación casi todos los camiones comparten una misma clase de construcción a saber, se integra un chasis, un motor, una transmisión, una cabina, un área para la colocación de la carga o el equipo, ejes, suspensiones, dirección y llantas/neumáticos. Los sistemas eléctricos, neumático, hidráulico, así como el agua y los líquidos también se incluyen.

Tanto los camiones como los tractocamiones pueden formar parte de alguna de las siguientes categorías:

- Vehículos usados para el transporte de carga que no exceda los 3.500 kg de peso máximo. Pertenecen a esta categoría los utilitarios, camionetas y camiones livianos. Los tractores son escasos.
- Vehículos usados para el transporte de carga con un peso superior a los 3.500 kg pero que no excedan los 12.000 kg. Se ubican en esta clasificación los camiones y tractores medianos y medio pesados.
- Vehículos usados para el transporte de carga con un peso superior a los 12.000 kg. Pertenecen a esta categorización los camiones y tractores o tractocamiones pesados.

Con referencia a los acoplados y semirremolques se los puede agrupar en cuatro categorías de acuerdo al peso máximo.

- Acoplados con un eje, que no sean semirremolques, con un peso máximo que no debe exceder los 750 kg.
- Acoplados/semirremolques con un peso que no excedan los 3.500 kg y que no sean acoplados de la categoría anterior.
- Acoplados/semirremolques con un peso máximo superior a 3.500 kg pero que no excedan los 10.000 kg.
- Acoplados/semirremolques con un peso superior a los 10.000 kg.

A continuación nos vamos a referir al tractocamión dada la importancia que reviste en nuestro proyecto, precisamente porque el remolcador que diseñamos sería el vehículo para su reemplazo en el desplazamiento de cargas en determinados sitios, tal como lo especificamos en la introducción.

3.1. Tractocamión.

El conjunto del tractocamión o unidad tractora y su semirremolque o semiacoplado constituye un vehículo articulado. El mismo es un vehículo comercial de tarea pesada que se encuentra dentro de la categoría de grandes vehículos de mercancías, contando generalmente con un motor de gran desplazamiento y varios ejes (Figura 1.1)



Figura 1.1

La unidad tractora sirve para mover el semirremolque. Una ventaja que podemos señalar con respecto al camión rígido es la de poder cambiar diferentes semirremolques entre unidades tractoras, de forma que la unidad no esté parada mientras se carga o descarga el semirremolque y de este modo no estaría limitada a un tipo de mercancía ya que se pueden cambiar los tipos de remolques, por ejemplo, de un auto volquete a un camión caja. La combinación tractor-semirremolque también significa que la carga puede compartirse entre varios ejes, haciéndola más maniobrable que un camión rígido de tamaño equivalente. La unidad tractora se acopla al tráiler o semirremolque utilizando algún tipo de sistema de bloqueo o cierre mecánico, generalmente una bola (también conocida como acoplamiento de quinta rueda).

A diferencia de los autos/coches, que suelen tener una construcción monocasco, muchos camiones se construyen sobre una estructura resistente denominada chasis (bastidor). La mayor parte de la estructura está integrada por un chasis portante, generalmente un marco estructural, una cabina y una estructura para transportar la carga.

Los camiones se han ido especializando y adoptando una serie de características propias de su función. Ha sido una evolución desde una simple caja hasta la forma y las características adecuadas a la materia por transportar: peligrosa, líquida, refrigerada, en giro continuo que impida el fraguado, abiertos, cerrados, con grúa, etcétera.

3.2. Semirremolque.

En primer término vamos a establecer la diferencia entre remolque y semirremolque o semi-acoplado (en este trabajo utilizaremos indistintamente uno u otro término). Tanto un remolque como un semirremolque sirven para transportar mercancías. El remolque, también conocido como acoplado o vehículo de carga no motorizado consta como mínimo de chasis, ruedas, superficie de carga y, dependiendo de su peso y dimensiones, frenos propios (Figura 1.2),

(Remolques Ombú. s.f). Está destinado a ser acoplado a un vehículo de manera que sea arrastrado en su totalidad por éste.



Figura 1.2

El semirremolque también es un vehículo sin motor, pero se diferencia del remolque porque va enganchado o acoplado sobre la quinta rueda de una cabeza tractora donde cae parte de su peso (Figura 1.3), (Remolques Ombú, s.f.).



Figura 1.3

La carga máxima autorizada del semirremolque, de acuerdo con el decreto 32/2018, artículo 27, inc. 2.3.1 y configuración número 14 es de 45.000 kilogramos en general, debido a que la máxima carga permitida depende de la cantidad de ejes porta-ruedas que posea el tráiler y del tipo de ruedas.

La denominación tráiler se suele utilizar en Argentina como sinónimo de semirremolque refiriéndose a los semirremolques arrastrados por un tractocamión, apoyados en él a través de la llamada «quinta rueda», que permite el perfecto enganche entre ésta y el semirremolque.

Como el semirremolque puede ocultar o dificultar la visibilidad de la matrícula y las luces posteriores del vehículo tractor, el semirremolque debe llevar una copia de la matrícula (en algunos países "llevan una matrícula propia") y un juego de luces que se activan con una conexión eléctrica al vehículo remolcador. A partir de cierto peso necesitan llevar un sistema de frenado propio.

Hay semirremolques específicos para transportar diferentes tipos de carga por ello a continuación haremos una descripción.

3.2.a. Tipos de semirremolques y sus características.

Existen un gran número de semirremolques diseñados y adaptados por y para cumplir un sinfín de necesidades, (Krone Fleet, s.f.).

- Semirremolque de plataforma baja

Los semirremolques de plataforma baja están diseñados principalmente con el objetivo de transportar ciertas mercancías con un ancho o altura que por lo general sobrepasa por mucho a la capacidad de los semirremolques comunes. Tienen una extensión de hasta 25 m (Figura 1.4).



Figura 1.4

- El semirremolque portacontenedor

Estos semirremolques están especialmente diseñados para el transporte de contenedores como su nombre lo indica y se clasifican en dos grupos:

a. Semirremolque plataforma

La estructura de la zona de carga del semirremolque de plataforma plana, es completamente plana, facilitando que contenedores u otro tipo de cargas de gran tamaño, puedan ser colocadas para su transporte.

b. Semirremolque esqueleto

El semirremolque esqueleto utiliza un armazón para el soporte de los contenedores y tan solo puede utilizarse para el transporte de contenedores con una estructura simple. (Figura 1.5).



Figura 1.5

- Semirremolque tanque

El cuerpo del tanque de este semirremolque, puede estar fabricado en acero inoxidable y acero carbonado. En algunos casos los tanques también pueden estar disponibles en aleaciones de aluminio, aluminio puro, con revestimiento de goma, de plástico e incluso de fibra de vidrio. Por otro lado, la forma del tanque puede ser muy versátil; rectangular, elíptica, circular etc. Además, el tanque puede disponer de un único o varios silos, teniendo divisiones internas

para posibilitar el transporte de diferentes aceites, químicos u otros líquidos, comida etc. (Figura 1.6).



Figura 1.6

- Semirremolque Cisterna para cemento a granel

Este semirremolque cisterna, suele estar fabricado con un chasis auto movible que tiene fines especiales, un tanque para material a granel, un dispositivo para la descarga automática y otras partes. Los cuerpos del tanque, tanto ferroso como no ferroso (de acero inoxidable y de aluminio). Son altamente resistentes a la corrosión (Figura 1.7).



Figura 1.7

- Semirremolque volquete

El sistema hidráulico del semirremolque volquete suele constar de un cilindro con manguito europeo posicionado en la parte delantera y una válvula de bombeo. Las características de este remolque, incluyen una gran capacidad de carga, un rendimiento altamente confiable, un bajo centro de gravedad y una operación estable, ofreciendo además una descarga de los materiales muy sencilla.

Su capacidad de carga oscila entre las 25-45 toneladas. Son vehículos ideales para el transporte de materiales a granel tales como: Minerales, polvo, partículas, grava etc. Además, también pueden ser utilizados para el transporte de productos a granel con un ángulo de reposo bastante pequeño. (Figura 1.8).



Figura 1.8

- Semirremolque Hormigonero

El semirremolque hormigonero es un camión especializado en el transporte de hormigón (Figura 1.9). La diferencia con otros camiones, se basa en que sobre el bastidor del camión tiene una cuba de forma aproximadamente cilíndrica. Esta cuba va montada sobre un eje inclinado con respecto al bastidor, de forma que pueda girar.



Figura 1.9

3.3. La Quinta Rueda.

Quinta rueda se denomina al elemento de acople o enganche que une el tráiler o semiremolque al tractocamión.

El mecanismo de acople está conformado por dos elementos principales, la quinta rueda y el King pin (perno rey). La quinta rueda, va instalada sobre la parte trasera del chasis (Figura 1.10, Prueba de ruta, s.f.); y el perno rey (King pin), va instalado en la plataforma inferior delantera del semirremolque.



Figura 1.10

A continuación presentaremos conceptos generales de la quinta rueda, tales como su origen, características, tipos de quinta rueda.

3.3.a. Origen de la Quinta Rueda.

El término Quinta rueda es relativamente antiguo. El conjunto de acoplamiento utilizando un Perno-rey y una plancha receptora está en operación hace más de cien años. Este concepto surgió a partir de un sistema de acoplamiento similar al utilizado en carruajes y carrozas de cuatro ruedas movidas por caballos.

La invención de la Quinta rueda es de Charles H. Martin, de la compañía Martin Rocking Fifth Wheels, presente en los EUA en 1911, pero la primera patente documentada de una Quinta rueda fue hecha en 1936 en nombre de Charles E. Bradshaw, también estadounidense. Un tercio de la patente fue atribuida para Charles Martin.

Martin desarrolló un acoplamiento construido por una base redonda con un hueco, que permitía la ligación entre el vehículo tractor y el remolque. Ese sistema permitía que los ejes frontales de esos vehículos hiciesen curvas con mayor facilidad y flexibilidad, girando para derecha e izquierda, sin caerse.

En los camiones, una rueda fue ensamblada en la parte trasera del chasis del vehículo que aquel tiempo tenía solamente cuatro ruedas, por eso la denominación de "Quinta rueda".

Los primeros camiones tenían solamente un eje con tracción y cada eje tenía cuatro ruedas, dos de cada lado. La quinta rueda, con formato redondo, fue colocada arriba de la plataforma del vehículo, entre las cuatro ruedas de tracción, posibilitando el acople ente camión y semi-remolque.

A continuación mostramos un anuncio del año de 1920 de la compañía Martin Rocking Fith Wheel. (El transporte, s.f.) (Figura 1.11).



Figura 1.12

Los elementos constitutivos de la quinta rueda son, (ver Figura 1.13) (Mosquera J. y González Truque C., 2005):

- La base principal, esta pieza cubre toda la estructura de la quinta rueda, funciona como una tapa.
- Enganche, es el lugar donde ingresa el pasador del sistema de cierre.
- Mecanismo de cierre, es el sistema que se encarga de asegurar la quinta rueda inferior con la superior.
- Mecanismo de seguro, este sistema se plantea su diseño a futuro para mayor seguridad al sistema de cierre.
- Sistema de lubricación, mantiene las piezas lubricadas para disminuir el desgaste.
- Soporte inferior, brinda estabilidad a la quinta rueda y va acoplado a la parte posterior del tractocamión.
- Soporte superior, asegura la plataforma de la quinta rueda.

- Refuerzo interior, une las partes centrales de la quinta rueda.
- Refuerzo exterior, se ubica en la periferia de la quinta rueda.

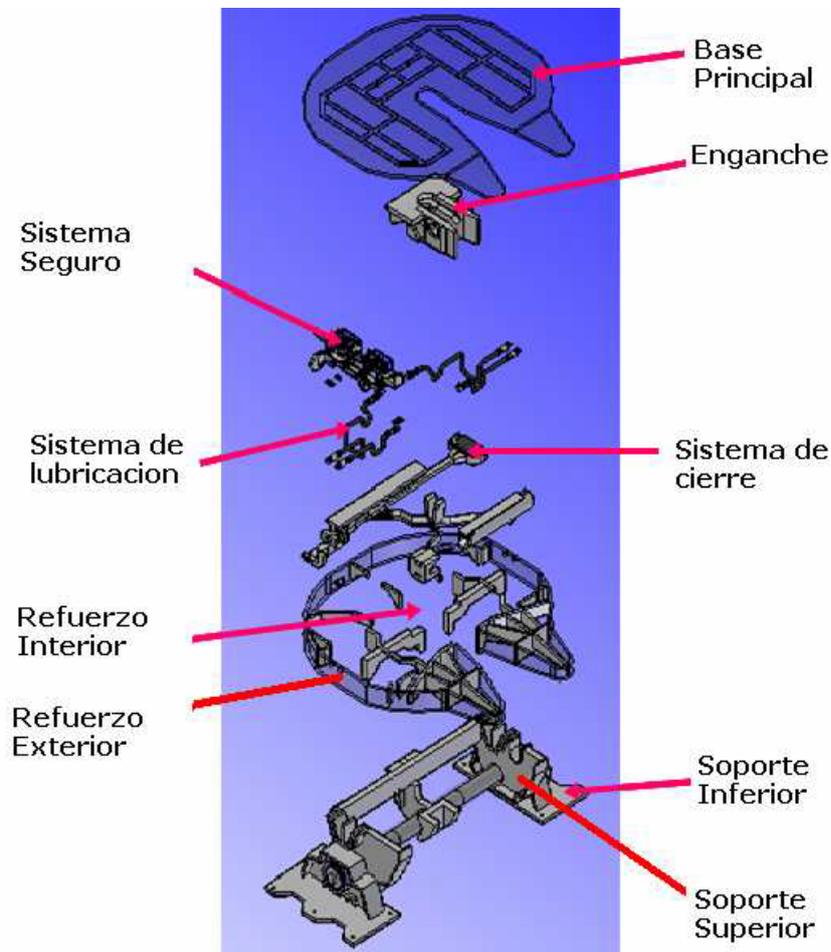


Figura 1.13

3.3.c. Tipo de base en la Quinta Rueda.

Fija o estacionaria: Este tipo de base es más ligera y de menor costo; sin embargo, no ofrece la flexibilidad de la quinta rueda de base deslizante. Se utiliza en aplicaciones donde la posición del King pin (perno rey), el largo y la carga son constantes.

Deslizante: este tipo de base es deslizante, es un sistema que permite el desplazamiento de los hombros sobre una base en acero de alta resistencia en forma de cuna, permitiéndole un

movimiento lateral controlado del plato para amortiguar las cargas o esfuerzos del remolque en la operación.

Brinda las ventajas de repartir el peso entre los ejes del tractocamión, aceptar diferentes posiciones de perno rey y anchos en el semirremolque, variando los largos de combinación vehicular. Además, de lo mencionado anteriormente ofrece: (La quinta rueda, s.f.)

- Mejora la maniobrabilidad
- Mayor Comodidad en el viaje
- El largo de la base es deslizante
- Enganche neumático o manual

Para elegir la quinta rueda correcta se debe tener en cuenta el tipo de carga, la ruta y las circunstancias a las que será sometido el vehículo; de esta forma se puede determinar la seguridad máxima de enganche y articulación, si tenemos en cuenta todas las variables lograremos seleccionar el sistema adecuado para evitar percances y volcaduras.

3.4. King Pin.

El King pin o perno rey es el perno de enganche que entra en la quinta rueda (Figura 1.14, prueba de ruta, s.f.). Debe estar a un ángulo de 90° o perpendicular, está fabricado de acero aleado como el AISI 8630H, AISI 4320H o AISI 4718H, templado y revenido, por lo tanto, cualquier reparación por soldadura afectará las propiedades mecánicas como la dureza y por ende, la resistencia al desgaste.

Lo más común es el perno rey de 2 pulgadas (50.8 mm) de diámetro. El límite de desgaste es de 1/8 de pulgada (3.2 mm); la longitud del cuello superior depende si el perno rey está diseñado para ser usado con disco lubricante sobre el plato o no.

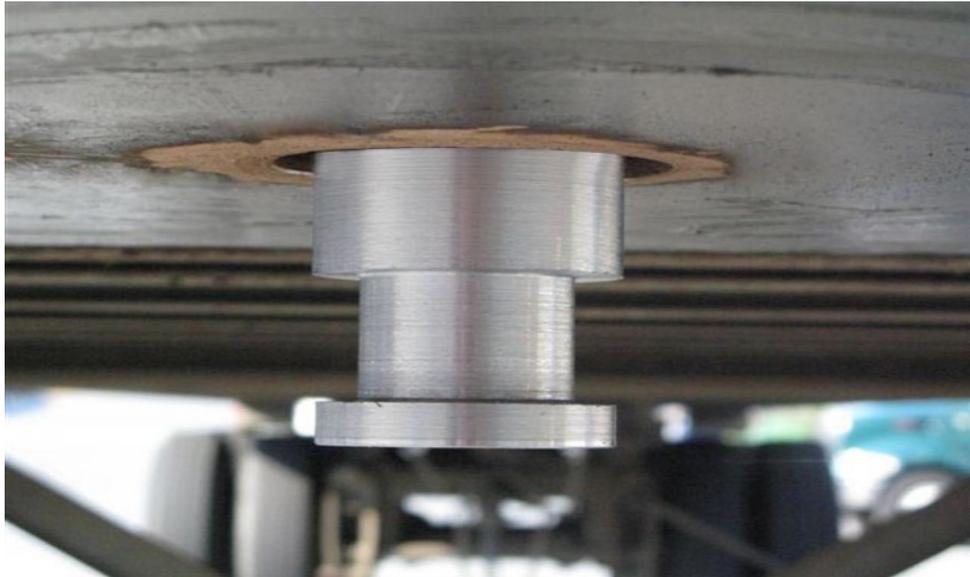


Figura 1.14

En la selección de la quinta rueda se tiene en cuenta la elección del King pin como parte del dispositivo de unión entre el semirremolque y la tractora, es muy importante porque es el que va soportar las cargas generadas por el arrastre del semirremolque por parte del cabezal. El desempeño del perno rey es determinado por una composición metalúrgica cuidadosamente controlada así como por la forma y el tratamiento térmico, lo anterior estrictamente monitoreado a través del proceso de manufactura.

Es por eso que el King pin debe cumplir con todas las formas de construcción que cumplen las exigencias de las normas vigentes:

King pin 2" ($\varnothing D = 2$): cotas funcionales según la directiva 94 / 20 / EG clase H50, DIN 74080 y ISO 337.

King pin 3 1/2" ($\varnothing D = 3 \frac{1}{2}$): cotas funcionales según DIN 74083 y ISO 4086.

La brida receptora se suelda a la placa del semirremolque, el pivote se atornilla a la brida receptora y se puede cambiar fácilmente desde abajo. Los pivotes 2"- y 3 1/2" son intercambiables en algunos tipos.

Para la selección del King pin se debe calcular la fuerza de arrastre pero debido a que en el mercado existen pocas series de King pin se ha seleccionado el **King pin 90** marca "**JOST**"

de 2 plg. Modelo **KZ 1012** Apéndice 7 el cual cumple a cabalidad con su función. (Rodríguez Herrera, A. 2010).

En resumen, en este capítulo hemos visto una breve reseña de la historia del transporte de carga, haciendo hincapié en temas que tienen importancia para el desarrollo de nuestro trabajo, a saber el tractocamión, el remolcador, la quinta rueda y el King pin.

En el capítulo siguiente abordaremos la propuesta que realizamos para el diseño y construcción de un remolcador motorizado para semirremolque.

CAPITULO 2

REMOLCADOR MOTORIZADO PARA SEMIACOPLADO

O SEMIRREMOLQUE

1. Introducción

En el capítulo 1 realizamos una breve revisión de la historia del transporte de carga terrestre, poniendo mayor énfasis en los tractocamiones y en los semirremolques arrastrados por el primer vehículo mencionado. No obstante, en determinadas situaciones, como el caso de los espacios reducidos son inherentes a estos vehículos algunos problemas tales como una mala maniobrabilidad. Esta es una de las razones que nos llevan a la propuesta del remolcador.

2. Remolcadores que ofrece el mercado

De la búsqueda bibliográfica en revistas especializadas en ingeniería mecánica e industrial de Argentina, Latinoamérica y España, además de revisar proyectos de ingeniería u otras documentaciones académicas, como tesis, podemos afirmar que existe una carencia de publicaciones en este tema en los medios consultados.

Sólo hemos accedido a conocer algunos tipos de remolcadores existentes en el mercado a través de folletos de fabricantes y videos. De modo tal, que las descripciones que realizaremos seguidamente se basan en la información brindada por los propios fabricantes.

Precisamente, a través de la búsqueda online de remolcadores que cumplan una función igual o similar al remolcador que proponemos, hemos encontrado en el mercado estadounidense, canadiense y sueco, empresas que promocionan los remolcadores, llamados "Traíler Tug".

A modo de ejemplificación citaremos, en primer lugar, a la empresa Airtug, que básicamente se dedica a la fabricación de remolcadores eléctricos para aviones de clase única,

múltiple y de turbina y motores de remolque y también de autos. A estos remolcadores lo denominan "airtug". (Figura 2.1) (Airtug, s.f.)



Figura 2. 1

Asimismo, esta empresa fabrica también los "remolcadores de remolcadores" o "tráiler tug" para trabajo pesado, que tienen una función, si bien no igual pero sí semejante a la del vehículo que deseamos diseñar.

Sólo a manera de dar un ejemplo presentamos los modelos TT-HD-Gas que pueden tirar o empujar cualquier remolque en terreno nivelado con un receptor de bola o enganche de pivote y un peso inferior a 3.629 kg con un peso de lengua de 362,9 kg (GM-8 / GA-8) o 6804 kg con una peso de la lengüeta de menos de 590 kg (Auto GA-15) o 680,4 kg (Manual GM-15) (Figura 2.2 y 2.3) (Airtug, s.f.).



Figura 2.2



Figura 2.3

Este vehículo, de acuerdo con las especificaciones de la empresa, es compatible con cualquier remolque con un receptor de bola o enganche de candado y que pese menos de 3.629 kg o 6.804 kg (seleccione la capacidad de remolque deseada) y un peso de la lengüeta de menos de 363 kg o 680 kg.

Existe el modelo Manual y el automático. El primero no tiene la derivación del freno de sobretensión porque no viene con una batería.

La empresa brinda la siguiente descripción del remolcador: El levantamiento de **bola manual o automático** es extremadamente fácil de usar gracias a su exclusivo sistema "Twist Grip Control" que utiliza una transmisión hidrostática, arranque eléctrico (en el modelo automático)

y un motor de gasolina de servicio pesado. Tiene una función "volver a frenar" que evita cualquier movimiento involuntario del remolque cuando se suelta el mango giratorio. No hay engranajes para cambiar y no hay sistemas de agarre bruscos que se desgasten rápidamente. La bola de enganche o el enganche de pivote sube y baja con solo apretar un botón en el Modelo Automático, lo que facilita y agiliza la colocación de un remolque. Cualquier grado aumenta significativamente el peso efectivo del remolque. (Por ejemplo: 3 grados o aproximadamente 5% de inclinación aumenta el peso efectivo o percibido del remolque en aproximadamente 50%).

Y en cuanto a los detalles del producto:

- Peso de remolque: hasta 3629 kg o 6804 kg GTW
- Peso de la lengua: hasta 363, 590 o 680 kg
- Altura de la bola desde el suelo: comienza aproximadamente a 21 " y se puede elevar

aproximadamente de 6" a 27 " para que sea automática

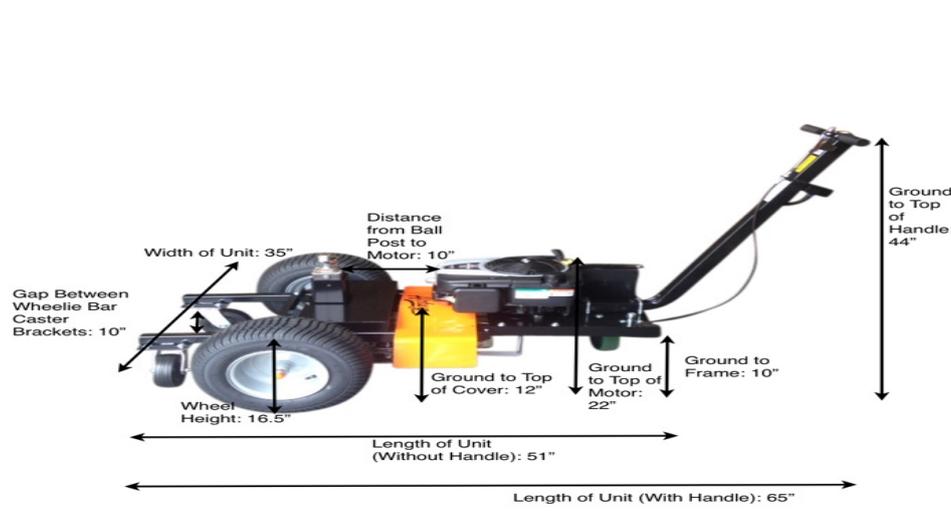
- Tipo de motor de arranque: eléctrico (modelo automático) o retroceso (modelo manual)
- Motor: a gasolina
- Transmisión hidrostática con diferencial para manejo de precisión y fácil giro
- Tipo de control: exclusivo "Twist Grip"
- Radio de giro: 360°

Y con respecto a los detalles de construcción:

- Marco de acero pesado revestido del polvo 11
- Ruedas motrices de 16.5 "capaces de manejar pesos de lengua de hasta 363 o 680 kg
- El remolque remolcador viene de serie con la bola de 2". Esto se puede cambiar para

un tamaño de bola diferente sin costo.

- Dimensiones del producto: 65 "x 35" x 44 " Peso 147-170 kg

Trailer Tug HD - Dimensiones (Figura 2.4) (Airtug. s.f.)

Figura 2. 4

En segundo lugar, nos vamos a referir a los remolcadores de carga que ofrece la empresa sueca Hedin Sweden. Durante 30 años, los diseñadores y la fuerza de trabajo de las empresas adquirieron una valiosa experiencia en la industria de la impresión y la fabricación, desde la industria automotriz y aeroespacial hasta los talleres de electrodomésticos y de subcontratistas.

La competencia principal es levantar, girar y transportar cargas pesadas y geométricamente exigentes. Se producen máquinas de transporte individuales, así como máquinas individuales y líneas de producción de flujo completo.

De los productos fabricados vamos a referirnos al remolcador eléctrico para uso industrial, denominado **Remolcador Electrck – PTT3**.

El mismo está diseñado para cargas pesadas. Está construido de tal manera que levante en la parte delantera los remolques no motorizados para moverlos. De esta forma, la carga se distribuirá entre las ruedas de carga del remolque y sobre la transmisión y el volante del remolcador PTT3. Esto hace un vehículo de 3 ruedas flexible.

(Figura 2.5). Hedin Sweeden, 2013).



Figura 2.5

Finalmente la Empresa Kropf Industrial de Canadá ha desarrollado un remolcador de remolque el **Haulle Hydraulic Trailer Tug** (Figuras 2. 6 y 2.7), altamente maniobrable y resistente. Su diseño extremadamente compacto ocupa mucho menos espacio que su vehículo de remolque regular, lo que le permite aumentar su capacidad de almacenamiento interior sin construir una nueva infraestructura. La operación con un solo hombre es fácil con las funciones de dirección, manejo y enganche del control remoto por radio. El remolcador de remolque Haulle está diseñado para mejorar la seguridad y la eficiencia, ya sea en el almacenamiento de la marina o en una instalación logística. Esta máquina con control remoto puede convertir cualquier remolque de quinta rueda, remolque o bola en una unidad autopropulsada.

Para remolques con frenos de aire, Haulle tiene un compresor de aire incorporado que permite liberar los frenos. Un motor Honda de 24 HP, acoplado a las ruedas hidráulicas controladas proporcionalmente independientes, permite que el Haulle sea controlado con precisión, incluso a velocidad de arrastre, para su uso en espacios reducidos.

Características:

- Capacidad de remolque = 40,000 lb (18.181 kg)
- Carga de la lengua de la quinta rueda = 15.000 lb (6,818 kg)

- Capacidad de enganche de bola / clavija = 8,000 lb (3.636 kg)
- Controles manuales para respaldo (en caso de falla del control de radio)
- Bloqueo hidráulico quinta rueda
- Elevador hidráulico en quinta rueda y enganche de remolque
- A bordo 12V compresor de aire y tanque de aire.
- Freno neumático de mano y manguera
- Ruedas estabilizadoras hidráulicas para maniobras vacías.
- Alarma de movimiento, balizas intermitentes y paradas de emergencia en cada guardabarros.



Figura 2.6



Figura 2.7

3. Presentación del proyecto

Como mencionamos en el inicio de este capítulo, en este proyecto desarrollaremos un remolcador de semiacoplado o semirremolque, altamente maniobrable y compacto; capaz de desplazar un semirremolque cargado a una velocidad máxima de 8 km/h.

Para ello tomaremos como diseño base el remolcador Haulle, presentado en el punto anterior y lo adaptaremos de acuerdo a nuestras necesidades, materiales disponibles y si bien, no desarrollaremos cálculos de costos, tendremos en cuenta los precios de los materiales. Esto lo haremos con la finalidad de realizar un vehículo que sea accesible en el mercado interno.

Nuestro principal objetivo es el reemplazo del tractocamión en áreas de aparcamiento, que suelen ser lugares reducidos y por ello generar dificultades de maniobrabilidad.

En este sentido, este dispositivo es ideal para utilizarlo dentro de un playón de estacionamiento, o en puertos, planta de silos, etc., sin la necesidad de utilizar el camión tractor; muchas veces incómodo en dichos espacios, tal como ya lo expresamos.

Consideramos que este vehículo presenta varias ventajas. Por un lado, su diseño extremadamente compacto ocupa mucho menos espacio que su vehículo de remolque regular, como por ejemplo el tractocamión.

Por otro lado, la ventaja anterior permitiría a la empresa aumentar su capacidad de almacenamiento interior sin construir una nueva infraestructura.

Además, su manejo es fácil dado que se necesita una sola persona que lo maneje a través del control remoto.

Finalmente, otra de las grandes ventajas de este dispositivo remolcador, sumado a las ya mencionadas, es su comando remoto, aislando así de todos los riesgos que conlleva dirigir un vehículo montado en él. El operador puede permanecer a una distancia segura de aproximadamente 4 metros, y dominar el dispositivo a través de su control remoto.

Para los remolques con frenos de aire, nuestro dispositivo cuenta con un compresor de aire y mangueras conectoras, incorporado para permitir la liberación de los frenos. Un motor Honda de 11,7 HP, junto con accionamientos hidráulicos de rueda proporcionalmente controlados e independientes, permiten que el dispositivo sea controlado con precisión.

Antes de especificar las características del remolcador motorizado, consideramos necesario señalar algunos aspectos que hacen referencia a las normas de seguridad para el diseño y construcción del mismo, tendientes a disminuir los riesgos de accidentes de trabajo.

No obstante, como es un vehículo que no se fabrica en el país, carecemos de la respectiva normativa. De modo tal que tomaremos como referencia la vigente para autoelevadores, por ser vehículos de carga y que trabajan en contextos similares a los del remolcador.

En primer lugar, haremos una referencia a la importancia de la salud del trabajador y en segundo lugar veremos la resolución 960/2015.

4. Marco Normativo

Antes de tratar el marco normativo que regula la actividad vamos a definirlo como el conjunto general de normas, criterios, metodologías, lineamientos y sistemas, que establecen la forma en que deben desarrollarse las acciones para alcanzar los objetivos propuestos.

Al comenzar el diseño del equipo, es necesario identificar las normas impuestas por el Ministerio de trabajo, empleo y seguridad social, Superintendencia de Riesgos de Trabajo, Resolución 960/2015. No obstante, en primer término nos referiremos a la significación que tiene la seguridad en el trabajo.

4.1. La importancia de la seguridad en el trabajo.

El trabajo siendo un aspecto fundamental en la vida de las personas puede ocasionar diferentes daños a la salud de tipo psíquico, físico o emocional, según sean las condiciones sociales y materiales donde se realice el mismo.

Por ello, la Seguridad en el Trabajo es uno de los aspectos importantes de la actividad laboral. El trabajo sin las medidas de seguridad apropiadas puede acarrear serios problemas para la salud de los trabajadores y de otra índole para los empleadores.

La Prevención de Riesgos Laborales es la disciplina que busca promover la seguridad y salud de los trabajadores mediante la identificación, evaluación y control de los peligros y riesgos asociados a un proceso productivo, además de fomentar el desarrollo de actividades y medidas para prevenir los riesgos derivados del trabajo.

Un buen trabajo en Prevención y Seguridad Laboral beneficia la producción, debido a la disminución de las interrupciones del proceso productivo y la reducción del ausentismo y de los accidentes de trabajo.

Los principales objetivos de las tareas en seguridad son:

- a) Definir los riesgos existentes en los lugares de trabajo.
- b) Analizar la naturaleza de los riesgos y las medidas a tomar para su neutralización
- c) Corregir la situación y realizar las mejoras indicadas.
- d) Controlar que las medidas sean adecuadas y que producen el efecto deseado.
- e) Controlar la aparición de nuevos riesgos.

Desde este punto de vista, la seguridad también debe tenerse en cuenta en las etapas iniciales de un diseño de máquina, optimizando de esta forma, que todo equipo o herramienta que esté al alcance del trabajador en un ambiente industrial, este previamente diseñado pensando en su seguridad.

En el caso del diseño y fabricación del remolcador motorizado para semirremolque no contamos con normativas que lo regulen. Razón por la cual nos basaremos en aquéllas que se aplican para los autoelevadores, considerando los artículos que se adapten por diseño y por contexto de trabajo del remolcador.

Exceptuaremos los que se refieren a seguridad en cabina de conducción, debido a que el presente dispositivo posee la ventaja de ser dominado remotamente.

4.2. Resolución SRT 960/2015 – Condiciones de Seguridad para la Operación de Autoelevadores

Cabe destacar que la presente normativa se elaboró teniendo en cuenta la normas IRAM 8411 sobre vehículos industriales en la que se establecen los requisitos de seguridad para su fabricación y operación y la N° 8412-1 sobre Autoelevadores y contó con la colaboración y análisis de importantes y numerosos actores sociales.

ARTICULO 1°.- Se entenderá por autoelevador, a un vehículo autopropulsado, con conductor sentado, utilizado para la elevación y transporte de cargas menores o iguales a TRES MIL QUINIENTOS (3.500) kilogramos, provisto de contrapesos integrados a la estructura,

mástil/torre y cilindro de elevación, al cual se le adicionan accesorios especialmente diseñados, según las tareas que se deban realizar.

ARTICULO 2°.- Los autoelevadores deberán contener una placa identificatoria para el equipo y otra para el accesorio, la cual debería contener, en forma visible, indeleble, destacada y redactada en idioma español, la siguiente información.

- a) La carga máxima admisible a transportar, conforme el Sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA).
- b) La tabla de carga y/o curvas que permitan el cálculo de cargas máximas admisibles para distintas condiciones de uso, en el sistema métrico legal argentino.
- c) La identificación interna del remolcador.

Las placas deberán cumplir con lo establecido por la Norma IRAM 8412-1, o la que en el futuro la modifique o sustituya.

ARTICULO 3°.- La cabina del autoelevador deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Estructura resistente que proteja al operador contra caídas, proyección de objetos o por desplazamiento de la carga.
- b) El autoelevador que deba operar con lluvia, nieve, agua nieve, etc., deberá contar con
- c) cerramiento y un sistema de limpiaparabrisas.
- d) El aire en el interior de las cabinas con cerramientos, deberá cumplir los requisitos establecidos en la legislación vigente.

ARTICULO 4°.- Los mandos de la puesta en marcha, aceleración, elevación y freno, deberán reunir las condiciones de seguridad necesarias para evitar el accionamiento involuntario.

ARTICULO 5°.- El asiento del conductor deberá estar diseñado ergonómicamente, poseer soporte lumbar adecuado, ser cómodo, regulable en profundidad y tener la capacidad de neutralizar en medida suficiente las vibraciones.

ARTICULO 6°.- El remolcador deberá estar provisto de los siguientes elementos de seguridad:

- a) Cinturón de seguridad.
- b) Luces de giro, balizas, posición y freno.
- c) Luces de trabajo en aquellos casos donde la tarea que se realice con el remolcador así lo requiera.
- d) Bocina.
- e) Dispositivo de aviso de retroceso, acústico-luminoso.
- f) Espejos retrovisores en ambos lados del vehículo.
- g) Arrestallamas, en el caso de que se trabaje en ambientes que así lo requieran.
- h) Dispositivo aislante que envuelva el tubo de escape y puntos calientes, para impedir el contacto con materiales o personas evitando posibles quemaduras o incendios.
- i) Freno de estacionamiento que permita mantenerlo inmóvil con su carga máxima y con la pendiente máxima admisible.
- j) Para trabajos en pendientes, debe estar provisto de cuñas para sus ruedas, las que se deben utilizar cuando el remolcador se encuentre detenido.
- k) Extintor acorde con el riesgo existente.
- l) Medios seguros para el ascenso y descenso del operador.
- m) Superficies antideslizantes en pedales de mando, pisos y peldaños.

ARTICULO 7°.- El manual del operador deberá estar redactado en idioma español, en el Sistema métrico legal argentino y ser accesible al operador.

ARTICULO 8°.- El empleador, con el asesoramiento del responsable del servicio de higiene y seguridad de la empresa, deberá:

- a) Establecer las velocidades seguras de circulación, colocando cartelería que indique los máximos permitidos, en todas las áreas donde circulen estos vehículos.
- b) Tomar los recaudos necesarios para que la operación sea segura, en aquellas superficies con obstáculos o desniveles que comprometan al remolcador en su estabilidad o cuando se opere en superficies resbaladizas.
- c) Señalizar todas las áreas donde se desplace el remolcador, con cartelería de seguridad, correspondiente a todos los aspectos relacionados con su circulación.
- d) Establecer la prohibición de circulación de personas debajo de la carga elevada.
- e) Pintar y señalizar la altura de techos cañerías y otras estructuras, con el fin de evitar accidentes cuando el vehículo se encuentre con la altura máxima de elevación de la torre.

ARTICULO 9°.- Las rampas de acceso a pasarelas, semirremolques o dársenas, deberán:

- a) Ser seguras para la tarea que se realiza, debiendo soportar el peso del vehículo más la carga máxima admisible por el remolcador. Indicando, además, de manera clara y permanente en cada lugar, el peso máximo a soportar para cada rampa.
- b) Contar con superficies antideslizantes y con medios que eviten el desplazamiento lateral fuera de las mismas.
- c) Instalarse de modo tal que el ángulo de la rampa sea el admisible por el remolcador y con medios efectivos que minimicen una operación con riesgos. Se asegurarán, de tal manera que el arribo del vehículo no provoque movimientos que comprometan la estabilidad del mismo.

ARTICULO 10.- En locales con ambiente explosivo, solo se utilizarán vehículos que cuenten con instalaciones y dispositivos de seguridad adecuados.

ARTICULO 11.- El vehículo deberá contar con pictogramas y cartelería de prevención de riesgos sobre:

- a) Uso del cinturón de seguridad.

- b) Riesgo de atrapamiento.
- c) Aplicación del freno de estacionamiento al salir del vehículo.
- d) Presión de inflado de los neumáticos.
- e) Velocidades de circulación autorizadas.
- f) Prohibición de llevar, elevar o transportar personas.
- g) Prohibición de circulación de personas por debajo de la carga.
- h) Riesgos en la recarga de baterías y recambio de envases de Gas Licuado de Petróleo (GLP).

ARTICULO 12.- Sólo se permitirá la operación del remolcador a conductores autorizados por el empleador para tal tarea.

Dicha autorización se obtendrá tras una capacitación teórico-práctico no menor a DIEZ (10) horas con evaluación final. Asimismo, se requiere una revalidación anual de DOS (2) horas de duración.

El curso de capacitación se dictará a todos los conductores. En el caso de incorporar un conductor nuevo se deberá brindar dicho curso antes de comenzar a operar el equipo, aun cuando éste posea experiencia previa en el manejo de estos vehículos.

ARTICULO 13.- El curso de capacitación deberá contar, como mínimo, con el siguiente contenido.

- a) Conocimientos técnicos del remolcador.
- b) Instrucciones teóricas y prácticas de manejo y operación.
- c) Información sobre la capacidad de carga y sobre la curva o tabla de cargas.
- d) Reglas de seguridad y prevención de riesgos.
- e) Conocimientos teóricos sobre altura máxima de estiba.
- f) Programa y control diario a cargo del operador (listado de verificación o chequeo).
- g) Manual para la conducción segura de remolcadores.

- h) Velocidad de circulación.
- i) Distancias mínimas respecto del peatón.
- j) Carga de combustible.
- k) Recambio de baterías.
- l) Legislación vigente.
- m) Interpretación y conocimiento del manual del operador.
- n) Correcto uso del extintor.
- o) Riesgo en el inflado de neumáticos.
- p) Prevención de vuelcos.

ARTICULO 14.- El empleador será el responsable de expedir una credencial para la operación del remolcador dentro del establecimiento, la que contendrá:

- a) Nombre, Apellido y D.N.I.
- b) Foto.
- c) Apto médico.
- d) Fecha de la última capacitación.
- e) Calificación como operador de acuerdo con el tipo de vehículo que opere.

El conductor deberá llevar en todo momento la credencial exhibida en lugar visible.

ARTICULO 15.- Al momento de la conducción de un remolcador el operador deberá observar las siguientes medidas de seguridad:

- a) Cuando se atravesase una rampa nunca deberá realizarse en diagonal, ni girar en ellas.
- b) No se podrá trasladar personas, en ninguna parte del vehículo.
- c) El operador deberá mantener sus manos y pies dentro del remolcador y lejos de todas las piezas en movimiento tales como mástiles, cadenas o ruedas, con el fin de evitar atrapamientos.
- d) Cuando se deban cruzar vías férreas, deberá realizarse en diagonal.

- e) Cuando la carga que se transporte obstruya la visión del operador, deberá circular en reversa.
- f) El operador no deberá dejar el remolcador con la carga en posición elevada.
- g) No podrá levantar, ni trasladar cargas entre dos o más remolcadores al mismo tiempo.
- h) El remolcador no podrá ser utilizado para remolcar o empujar, salvo lo especificado por el fabricante.
- i) Se prohíbe el uso de telefonía celular mientras se conduce el remolcador.

ARTICULO 16.- El operador del remolcador, deberá realizar un control diario del equipo en el inicio del turno de trabajo, mediante un listado de verificación o chequeo, que contendrá como mínimo los siguientes puntos:

- a) Ruedas (banda de rodaje, presión, desgaste, etc.).
- b) Fijación de los brazos de la horquilla/uñas o del accesorio.
- c) Inexistencia de fugas de fluidos en el circuito hidráulico, mangueras y/o conexiones.
- d) Niveles de aceites.
- e) Mandos en servicio.
- f) Bocina.
- g) Luces.
- h) Dispositivo de aviso de retroceso.
- i) Frenos de pie y de mano.
- j) Espejos.
- k) Extintor.
- l) Cinturón de seguridad.
- m) Sistema de transmisión.
- n) Estado del asiento.

ARTICULO 17.- El operador deberá informar al supervisor/responsable/encargado, de las irregularidades detectadas en el chequeo previo, debiendo indicar este último al operador si el remolcador puede ser operado o debe ir a reparaciones de manera inmediata.

ARTICULO 18.- Si el autoelevador se encontrare fuera de servicio, deberá quedar claramente señalizado con la prohibición de su manejo por trabajadores no encargados de su reparación.

ARTICULO 19.- Será responsabilidad del empleador mantener en buen estado de conservación, uso y funcionamiento del autoelevador.

ARTICULO 20.- Trimestralmente un profesional con incumbencia deberá realizar una revisión general del autoelevador.

ARTICULO 21.- Se deberá registrar el programa interno de mantenimiento preventivo establecido por el fabricante, en caso de no contar con éste, se establecerá uno. Asimismo, se deberá registrar el mantenimiento correctivo que se le realice al vehículo.

ARTICULO 22.- El reaprovisionamiento de combustible, la carga de baterías y el recambio de envases de Gas Licuado de Petróleo (GLP), se realizará en lugares designados y equipados para tal propósito, los que deberán cumplir con la normativa vigente.

El personal que realice esta tarea deberá utilizar los Elementos de Protección Personal seleccionados por el responsable de higiene y seguridad de la empresa con la participación del servicio de medicina del trabajo, quien seguirá un procedimiento de trabajo seguro, para el cual será entrenado, capacitado y autorizado para realizarla.

ARTICULO 23.- Cuando se deba inflar el rodado neumático y este tenga llantas con aro, esta operación deberá realizarse mediante el empleo de un dispositivo que impida la proyección de objetos.

ARTICULO 24.- En el caso de que el autoelevador se utilice en la vía pública, se deberá cumplir con la legislación vigente del municipio o provincia donde se encuentra radicado el establecimiento.

Consideramos que de todo el articulado del presente decreto, no se adaptan para el remolcador los artículos 1 (descripción del vehículo), 3, 5, y en el artículo 6 los incisos "a" y "f".

Habiendo presentado el proyecto queda por definir las características que tendrá el vehículo remolcador. Estas características quedarán determinadas a partir de los datos y cálculos que serán desarrollados en los capítulos tres, cuatro, cinco y seis, de la segunda parte del trabajo.. En cada uno de estos capítulos hablaremos en primer término, y a manera de marco teórico de los materiales, componentes y sistemas que forman parte del remolcador. Por ello describiremos en primer lugar el material a utilizar y nos referiremos a la soldadura y posteriormente al chasis en general y en particular al **chasis portante para remolcador motorizado para semiacoplado**. También haremos referencia a la **punta de ejes y al sistema de tracción**. Luego realizaremos todos los cálculos pertinentes para precisar el diseño del remolcador. Finalmente, presentaremos el **sistema de codificación y los planos**.

SEGUNDA PARTE

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL REMOLCADOR

En esta segunda parte del trabajo, y tal como lo mencionamos al final del capítulo anterior, definiremos las características que tendrá el vehículo remolcador. A partir de la descripción de sus componentes definiremos su diseño para luego realizar los cálculos y dimensionamientos precisos para la concreción del proyecto. De este modo, podremos tomar las decisiones que creamos ventajosas, para el desarrollo del vehículo, por su funcionalidad, su practicidad, su costo, su beneficio y su presencia en el mercado local de ser posible.

Para ello haremos una introducción (capítulo 3), al tema **Soldadura** y verificaremos un cordón de soldadura. En el capítulo 4, describiremos **Chasis** en general y en particular el Chasis portante para Remolcador Motorizado para Semirremolque. Posteriormente, (capítulo 5) haremos referencia a la **Punta de Eje** y finalmente, (capítulo 6), al **Sistema de Tracción**. En cada uno de estos capítulos realizaremos los cálculos que sean necesarios para el diseño y construcción del remolcador.

Estableceremos de este modo, en cada uno de los capítulos, algunos conceptos que consideramos necesarios como marco teórico previo a la realización de los cálculos y dimensionamiento del vehículo remolcador.

En el último capítulo del trabajo, el número siete, estableceremos el sistema de codificación y presentaremos planos correspondientes.

CAPITULO 3

MATERIAL Y SOLDADURA

1. Introducción

En este capítulo seleccionaremos el material a utilizar para la fabricación del chasis y para ello describiremos en primer término, el acero de alta resistencia y baja aleación y una vez elegido el acero para nuestro proyecto señalaremos algunas características del mismo que justifican la elección.

Posteriormente, nos referiremos a la soldadura, haciendo una tipificación de acuerdo a ciertos criterios, como la fuente de energía utilizada y describiendo en particular la soldadura **GMAW** (Gas Metal Arc Welding), elegida para el proyecto.

Finalmente, haremos la verificación de soldadura del soporte de las ruedas auxiliares.

2. Material a utilizar

El material elegido para nuestro trabajo es un acero de alta resistencia y baja aleación, HSLA (High Strength Low Alloy), y dentro de esta familia de productos elegimos la chapa de acero microaleado MCL 420.

En este ítem vamos a referirnos al acero HSLA en general, y en particular al seleccionado para la fabricación del remolcador.

2.1. Acero HSLA.

El acero es sin duda el material de ingeniería más utilizado por la humanidad. El nombre de acero engloba una vasta gama de materiales que en muchos casos tienen aplicaciones específicas. Se denomina acero a la aleación de Hierro y Carbono. A esta aleación básica, se suele adicionar otros elementos que confieren al acero propiedades especiales.

En nuestro caso utilizaremos un acero de alta resistencia y baja aleación (HSLA). Estos constituyen una categoría importante, se estima que la producción mundial de este tipo de acero es de alrededor del 11%. Se utilizan en todos los sectores industriales y su desarrollo ha jugado un papel importante en la expansión de industrias como la de petróleo y gas, construcción y transporte.

El acero HSLA es una microaleación y su desarrollo comenzó en la década de 1960 originalmente para tuberías de gran diámetro para gas y petróleo. El desarrollo de los aceros microaleados es probablemente el progreso metalúrgico más importante. Los mismos fueron aceptados rápidamente en todo el mundo debido a su excelente combinación de resistencia a la tensión, alta ductilidad, magnífica tenacidad a impacto, gran formabilidad y soldabilidad y, todo ello, a un costo relativamente bajo. Todas propiedades excelentes para ser sometido a efectos mecánicos.

Podemos señalar varias ventajas en cuanto a su utilización. En referencia a vehículos automóviles o en semirremolques que transportan pesadas cargas, reduce el peso de sus partes constituyentes y en consecuencia, el de su estructura obteniéndose así una mayor capacidad de carga útil y un menor consumo de combustible cuando se circula sin la misma. Otra ventaja importante es el menor mantenimiento frente a los equipos de transporte que se fabrican con los materiales convencionales. Esto se debe a la considerable diferencia entre las tensiones de fluencia y la dureza de uno y otro. Otra cuestión importante está dada por el hecho de que su utilización en la fabricación no implica realizar cambios apreciables en el proceso productivo y en los recursos tecnológicos utilizados habitualmente, por lo que no se requiere una inversión económica importante. (Marcos M. Marino et.al).

Estos aceros forman una familia con composición relativamente simple. En general podemos indicar que contienen de 0,07 a 0,12% de carbono, hasta un 2% de manganeso y pequeñas adiciones de niobio, vanadio y titanio (por lo general máx. 0,1%) en varias combinaciones,

pero esto depende de la variedad de acero HSLA. Estos componentes son los responsables de sus propiedades ya mencionadas.

El material es preferentemente producido por un proceso de laminación termomecánica, lo que maximiza el refinamiento del grano, como base para mejorar las propiedades mecánicas y una mayor resistencia a la corrosión atmosférica que los aceros al carbono convencionales.

Los aceros microaleados más usados poseen un límite elástico comprendido entre 30-56Kg/mm² (42670-79651psi) y cargas de rotura entre 42-63Kg/mm² (59738-89607psi), valores que se pueden superar con la adición de determinados elementos de aleación y con la aplicación de tratamientos térmicos.

2.2. Acero MLC 420.

Para nuestro diseño utilizaremos una chapa de acero microaleado MLC 420 que fabrica Ternium Siderar. El mismo posee alta resistencia y tienen variadas aplicaciones. En el caso de MLC 420 posee una microaleación de Nb y Ti.

Esta chapa de acero microaleado de alta resistencia diseñado por Ternium Siderar responde a la tendencia y necesidad, tal como lo indicamos más arriba, de los mercados del transporte de aumentar la carga útil a trasladar reduciendo el peso de sus acoplados, disminuyendo las emisiones de gases de combustión y optimizando el costo de combustible.

Gracias a estas características, el producto no sólo es competitivo en el mercado, sino que también permite una sustitución eficiente de importaciones. La ventaja de este desarrollo nacional es que simplifica el proceso de soldadura sin disminuir su resistencia, representando un valor agregado de calidad para el mercado argentino.

El acero MLC 420 es un acero laminado en caliente, es decir, es elaborado a través de un proceso termomecánico que implica la deformación del acero de desbastes a altas temperaturas. El acero laminado en caliente es aquél que ha sido pasado por rodillos a muy altas temperaturas,

(927°C), superando la de recristalización de la mayoría de aceros. Esto hace que el acero sea más fácil darle la forma y trabajarlo.

En el proceso, los fabricantes primero empiezan con un gran trozo rectangular de metal llamado palanquilla. La palanquilla se calienta y luego se envía para preprocesamiento, donde se aplana para formar un rollo grande. De ahí, se mantiene a una alta temperatura y se pasa a través de una serie de rodillos para lograr sus dimensiones finales. Las hebras de acero blancas y calientes se pasan a través de rodillos a altas velocidades. Para metal en hojas, el acero laminado se enrolla en rollos y se deja enfriar. Para otras formas, como barras o placas, los materiales se dividen y se empaquetan.

El acero se encoge un poco mientras se enfría. Dado que el acero laminado en caliente se enfría después del procesamiento, hay menos control sobre su forma final, haciéndolo menos adecuado para aplicaciones de precisión. Este acero laminado en caliente con frecuencia se utiliza en aplicaciones donde las dimensiones minuciosamente específicas no son cruciales. Las vías férreas y los proyectos de construcción con frecuencia utilizan acero laminado en caliente.

Este producto es ideal donde las tolerancias dimensionales no son tan importantes como la fuerza del material en general, y donde el acabado superficial no es una preocupación clave. Donde el acabado superficial es una preocupación, la rugosidad puede ser removida por arenado o decapado por baño en ácido. Una vez se remueve la rugosidad, varios acabados de cepillo o espejo pueden ser aplicados también. El acero con rugosidad removida también ofrece una mejor superficie para pintura y otras cubiertas de superficie.

Ternium Siderar tiene dos formas de comercialización: **negro**, producto sin procesos posteriores a la laminación en caliente y **decapado**, acero laminado en caliente procesado en una serie de baños ácidos para remover los óxidos.

Los aceros laminados en caliente de Ternium responden a las normas:

- IRAM-IAS U 500-04, IRAM-IAS U 500-42
- IRAM-IAS U 500-66, IRAM-IAS U 500-67
- IRAM-IAS U 500-137 y IRAM-IAS U 500-231

A continuación presentamos unos gráficos y tablas (Ternium Siderar, 2018), que nos permite valorar comparativamente ciertas características de varios tipos de aceros, y de este modo queda justificada la elección de la chapa MLC 420 a través de sus propiedades. En el Gráfico 3.1 se muestra la variación del punto elástico y la reducción potencial del peso en una construcción entre un acero de carbono y dos microaleados.

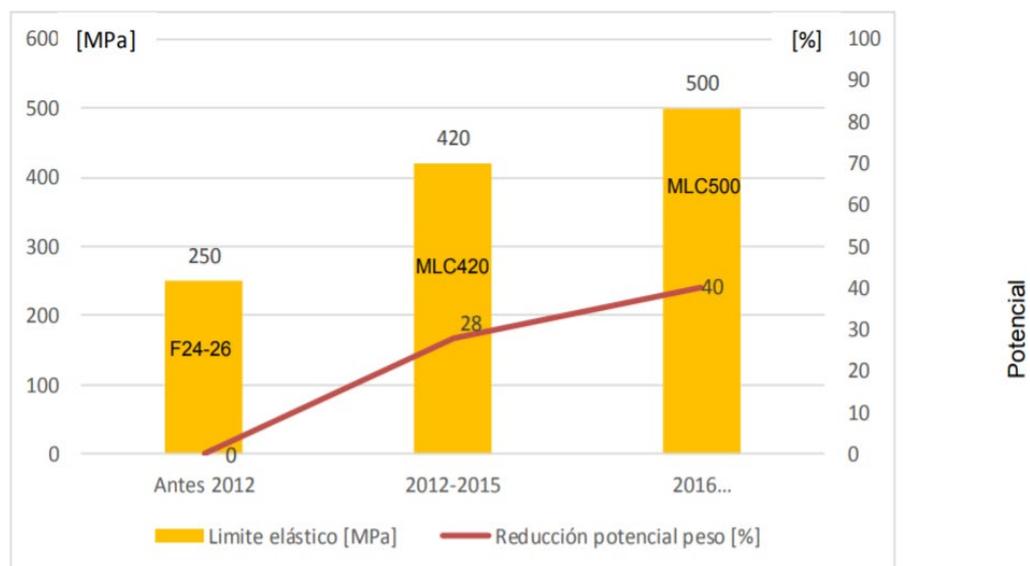


Gráfico 3.1

La Tabla 3.1 expone diferentes propiedades entre aceros obtenidos bajo el mismo proceso donde lo que varía entre ellos es el límite elástico.

Laminados en Caliente

Grado			SID MLC 300	SID MLC 350	SID MLC 380	SID MLC 420	SID MLC 500
Propiedad	Unidad	Dirección					
Tensión de fluencia	MPa	T	300-430	340-490	380-530	420-540	500-650
Tensión de rotura	MPa	T	380-500	410-540	460-600	480-640	560-710
Alargamiento mín.	%	T	23	25	22	19	17
e ≤ 5.00 mm						21	
5.00 mm < e ≤ 8.00 mm						23	
e > 8.00 mm			26				
Plegado (180°)		T	1e	0e	1e	0.5e	0.5e

Tabla 3.1

Finalmente en la tabla 3.2 se indican los espesores y los anchos en los que se presentan en el mercado.

Grado		SID MLC 350	SID MLC 380	SID MLC 420	SID MLC 500
Espesores (mm)	Ancho mín. (mm)	Ancho máx. (mm)	Ancho máx. (mm)	Ancho máx. (mm)	Ancho máx. (mm)
2.50-2.64	760	945	945	945	-
2.65-2.99	760	1025	1025	1025	-
3.00-3.19	760	1100	1100	1100	-
3.20-3.49	760	1100	1100	1100	1245
3.50-3.99	760	1250	1245	1245	1245
4.00-4.50	760	1350	1350	1350	1245
4.51-4.74	760	1450	1450	1450	1245
4.75-5.19	760	1500	1500	1500	1245
5.20-8.00	760	1500	1500	1500	1245
8.00-9.50	760	-	1245	1120	1245

Tabla 3.2

A partir de estos datos y por las propiedades mencionadas anteriormente definimos nuestro material a usar. En síntesis, usaremos una chapa de acero MCL 420, cuyas propiedades

tales como tensión de fluencia responden adecuadamente con las solicitudes de nuestro vehículo y resulta más económica que la MCL 500.

A continuación haremos referencia en general a los diferentes procesos de soldadura y en particular de aquella que elegimos para realizar el trabajo.

3. Soldadura

Las estructuras se forman mediante conjuntos de chapas o perfiles unidos entre sí con enlaces capaces de soportar los esfuerzos que se transmiten entre las piezas. El objeto principal de la unión es el de asegurar la mejor continuidad de las piezas, continuidad que será más perfecta cuanto más uniforme sea la transmisión del esfuerzo.

Estas uniones se logran a través de la soldadura, la que puede definirse de acuerdo con AWS (American Welding Society), una soldadura es "una coalescencia localizada de metales o no metales producida por calentamiento de los metales a la temperatura de soldadura, con o sin la aplicación de presión, o por la aplicación de presión solamente, y con o sin el uso de un material de aporte.

Todo proceso de soldadura debe esencialmente lograr el acercamiento de las superficies a unir a distancias del orden interatómico con el propósito de crear las condiciones propicias para que se desarrollen las fuerzas de cohesión inherentes a los enlaces metálicos. Para lo que normalmente se emplea alguna fuente de energía. Si esta energía es el calor, se pueden llegar a fundir los bordes de los metales, los cuales se mezclaran en estado líquido acercándose los átomos lo suficiente para que durante la solidificación se atraigan formando una nueva red cristalina; si en vez de calor se aplica presión se produce, en primer término, la ruptura de la capa de óxido y luego se nivelan las crestas y valles por deformación plástica, permitiendo el contacto íntimo entre las dos superficies y, por lo tanto la unión metalúrgica.

Otro concepto importante a considerar es el de la soldabilidad. Este término hace referencia a la mayor o menor facilidad con que un metal permite que se obtengan soldaduras sanas y

homogéneas, que respondan a las necesidades para las que fueron concebidas incluyendo códigos de fabricación.

La calidad de una soldadura también depende de la combinación de los materiales usados para el material base y el material de relleno. No todos los metales son adecuados para la soldadura, y no todos los metales de relleno trabajan bien con materiales bases aceptables.

3.1. Diferentes técnicas de soldadura.

La operación de soldar se efectúa de diversas maneras. Los procesos comunes de importancia comercial se mencionan más abajo. En esta tipificación de procesos hemos tomado en cuenta la fuente de energía utilizada en el momento de la soldadura.

Soldadura por gas

Se trata de una técnica bastante simple, económica y popular, aunque su utilización en procesos industriales ha disminuido últimamente. La más conocida es aquella que utiliza la combustión de acetileno en oxígeno, llamada soldadura autógena, que permite alcanzar una llama que supera los 3.200 °C. Sus ventajas principales son su bajo costo y la capacidad de movilidad de sus equipos. La desventaja es el tiempo que tardan los materiales para enfriarse.

Soldadura por resistencia

En esta técnica se aplica una corriente eléctrica directamente a las piezas que deben ser soldadas, lo que permite fundirlas y unir las. Requiere de equipos costosos y sus aplicaciones son bastante limitadas. Las técnicas más utilizadas son las llamadas soldadura por puntos y soldadura de costura, que permiten unir varas y piezas de metal fino, ya sea en pequeñas uniones o en soldaduras largas y continuas.

Soldadura por rayo de energía concentrada

En esta técnica se puede utilizar un rayo láser concentrado o un haz de electrones disparado

en el vacío para lograr soldaduras de alta precisión. Es un proceso muy costoso, pero fácil de automatizar. La técnica es extremadamente rápida, lo que la hace ideal para procesos de fabricación en masa.

Soldadura de estado sólido

Son técnicas que permiten unir las piezas sin fundirlas. Una de ellas es la aplicación de ondas de ultrasonido en una atmósfera de presión alta, muchas veces utilizada para la unión de materiales plásticos. Otra técnica es la soldadura explosiva, que consiste en colisionar dos piezas a alta velocidad, lo que produce que los materiales se plastifiquen y se unan sin generar demasiado calor.

Soldadura por arco eléctrico

Esta es una de las técnicas más desarrolladas, y existen muchos procesos que se basan en este principio. La soldadura por arco se basa en dos conductores en contacto a los que se los somete a una diferencia de potencial, estableciéndose entre ambos una corriente. Si posteriormente se los separa, se provoca una chispa, cuyo efecto es ionizar el gas o el aire que la rodea, permitiendo así el paso de la corriente, a pesar de no estar los conductores en contacto. Con esto se logra crear entre ellos un arco eléctrico por transformación de la energía eléctrica en energía luminosa y calorífica. El calor provocado por el arco no sólo es intenso, sino que además está muy localizado, lo que resulta ideal para la operación de soldar. Las temperaturas alcanzadas son del orden de 3500°C. En el circuito eléctrico formado por los electrodos y el arco, la intensidad de corriente depende de la tensión y de la resistencia del circuito. Si los electrodos se acercan o se separan variará la resistencia y la intensidad y, por lo tanto, la energía se transformará en calor, con lo que la soldadura no será uniforme.

Los procedimientos de soldadura en arco pueden agruparse en tres:

a. **Con electrodos de carbono:** No se utiliza en la estructura metálica. El arco salta entre un electrodo de carbón y la pieza a soldar. Se complementa con metal de aportación.

b. **Con electrodo de tungsteno.** El arco salta entre dos electrodos de tungsteno en atmósfera de hidrógeno. El calor del arco disocia las moléculas de hidrógeno, que vuelven a soldarse al contacto con las piezas a soldar, desprendiendo una gran cantidad de calor. Este calor funde las piezas y permite que se efectúe la soldadura en ausencia del oxígeno y el nitrógeno del aire.

c. **Con electrodo metálico revestido.** Es el procedimiento de unión normalmente utilizado en la construcción metálica. La unión se consigue al provocar un arco eléctrico entre las piezas a unir y un electrodo que sirve de material de aportación. El operario establece un contacto inicial entre el electrodo y la pieza a soldar (llamada trabajo), con lo que se inicia un flujo de corriente. A continuación se retira ligeramente el electrodo y se establece un arco, que funde el electrodo y los bordes de la pieza a unir, formándose el cordón de soldadura.

Dentro de esta técnica de soldadura por arco eléctrico existen variados procesos:

- a. El proceso de soldadura por arco de carbono (CAW)
- b. El proceso de soldadura por arco metálico protegido (SMAW)
- c. El proceso de soldadura por arco sumergido (SAW)
- d. El proceso de soldadura por arco de tungsteno con gas (GTAW)
- e. El proceso de soldadura por arco de plasma (PAW)
- f. El proceso de soldadura por arco metálico con gas (GMAW)
- g. El proceso de soldadura de montante (SW)
- h. El proceso de soldadura por arco con núcleo de fundente (FCAW)
- i. El proceso de soldadura por electro gas (EGW)
- j. El proceso de soldadura por electro escoria (EW)

De todos estos procesos seleccionamos el de soldadura por arco metálico con gas (GMAW) para su descripción.

3.2. Soldadura GMAW.

La soldadura **GMAW**, también denominada MIG o «soldadura a gas y arco metálico») es un proceso de soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible. El arco se produce mediante un electrodo formado por un hilo continuo y las piezas a unir, quedando este protegido de la atmósfera circundante por un gas inerte o activo. Argón o Helio, en el primer caso (proceso MIG: Metal Inert Gas); o (CO₂ o Mezcla Ar-CO₂), en el segundo caso, proceso MAG: Metal Active Gas. La AWS identifica a este proceso como GMAW: Gas Metal Arc Welding. La figura 3.1 muestra un esquema del proceso GMAW.

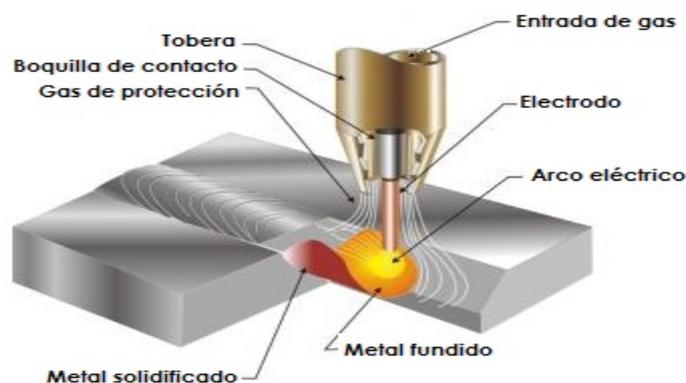


Figura 3.1

Este proceso necesita de los siguientes elementos para poder soldar:

- Una fuente de corriente continua y tensión constante.
- Un devanador que alimente de manera continua el alambre macizo, que consta de un mecanismo de tracción compuesto de uno o dos pares de rodillos.

- Una torcha, que está compuesta de un tubo de contacto donde el alambre recibe la corriente de soldadura proveniente de la fuente; una tobera de metal que direcciona el gas que protege la soldadura, un liner que está dentro de la torcha por donde pasa el alambre.
- Un tubo de gas y un regulador correspondiente

Este proceso puede ser utilizado de 2 maneras:

- semiautomática (el soldador hace avanzar la torcha manualmente) y
- automatizada (el avance se hace mecánicamente). Permite soldar todos los metales ferrosos y no ferrosos.

Tiene 3 maneras de transferir el alambre a la pieza, a saber:

- **Corto-Circuito:** El metal se transfiere a la pieza cuando se produce el contacto entre el alambre y la pieza, se produce una pileta líquida pequeña que se enfría rápidamente y puede soldar espesores finos en toda posición. Se produce en voltajes y corrientes bajas lo que ocasiona un bajo aporte de calor.
- **Globular:** El tamaño de la gota que se transfiere a la pieza es mayor que el diámetro del alambre, se utiliza con gas de protección CO₂, sirve solamente para trabajar en posición plana. Se utilizan valores más altos de tensión y corriente que para corto-circuito, por lo que genera una mayor penetración pero a la vez mayores salpicaduras.
- **Spray:** La transferencia de las gotas se hace a muy altas velocidad y en tamaños muy pequeños, se transfieren entre 100 y 300 gotas de metal por segundos. El alambre no llega a tocar la pieza y la pileta líquida es de baja viscosidad, alta fluidez, lo que ocasiona que no se pueda soldar en todas las posiciones. Solamente se puede alcanzar con gas Ar o mezclas de Ar-CO₂, con parámetros de tensión y corriente muy elevadas.

Los gases que se pueden utilizar son:

- **CO₂**: El anhídrido carbónico o dióxido de carbono es el de mayor utilización y más económico. Genera buena penetración, aumenta la viscosidad del baño, el arco es menos estable con numerosas proyecciones. Se utiliza para aceros al carbono y poco aleados.
- **Ar**: El argón es un gas inerte, monoatómico, no tóxico, no respirable, no inflamable y es parte del aire (0,934%), no tiene acción sobre la piletta líquida, favorece el encendido del arco y su estabilidad.
- **Ar 80% CO₂ 20%**: Esta mezcla de gases se utiliza en aceros al carbono y poco aleados, mejora el inicio del arco y lo hace más estable.
- **O₂**: El oxígeno es un gas biatómico, que se utiliza en mezclas binarias o ternarias de gases. Estabiliza el arco, mejora el mojado y disminuye las salpicaduras, eleva la temperatura del baño de fusión favoreciendo la transferencia spray.

Las principales ventajas que ofrece el proceso:

- Velocidades de soldadura mayores a SMAW y GTAW.
- Mayor tasa de deposición horaria
- Se requiere mínima limpieza luego de soldar
- Puede utilizarse para soldar cualquier metal ferroso y no ferroso.
- En transferencia corto-circuito se puede soldar en toda posición.
- Se pueden realizar soldaduras de grandes longitudes sin que tengan empalmes entre los cordones, evitando imperfecciones.
- Se puede soldar en todas las posiciones.
- Buena apariencia o acabado (pocos salpicados).
- Poca formación de gases contaminantes y tóxicos.
- Soldadura de espesores desde 0,7 a 6 mm sin preparación de bordes.

- Proceso semiautomático o automático (menos dependiente de la habilidad de operador).
- Alta productividad o alta tasa de metal adicionado.
- Las principales bondades de este proceso son la alta productividad y excelente calidad; en otras palabras, se puede depositar grandes cantidades de metal (tres veces más que con el proceso de electrodo revestido) con una buena calidad.

Limitaciones:

- El equipo para GMAW es más complejo, más costoso y menos portable que SMAW.
- El arco debe ser protegido de las corrientes de aire, por lo que su aplicación al aire libre es limitada.
- Es difícil de utilizar en juntas de difícil llegada. (Proceso de Soldadura, s.f)

4. Tipos de juntas

Estas uniones de las partes a soldar se llaman juntas, y se definen como "la unión de miembros o de orillas de miembros que se han de juntar o que se han unido".

Las partes que se unen para producir la construcción soldada pueden estar en la forma de placa rolada, lámina, forma estructural, tubo, o pueden ser fundiciones, forjas o lingotes. Es la colocación de estos miembros lo que define las uniones.

Hay cinco tipos básicos de uniones que se usan para juntar dos miembros entre sí para soldarlos (Figura 3.2).

- a. Unión a tope: se realiza entre dos miembros alineados aproximadamente en el mismo plano.
- b. Unión en esquina: entre dos miembros localizados aproximadamente en ángulo recto entre sí.
- c. Unión en orilla o de canto: unión entre las orillas de dos o más miembros paralelos o casi paralelos.
- d. Unión a traslape: entre dos miembros que se traslapan en planos paralelos.

- e. Unión en T: entre dos miembros localizados aproximadamente en ángulo recto en la forma de una T.

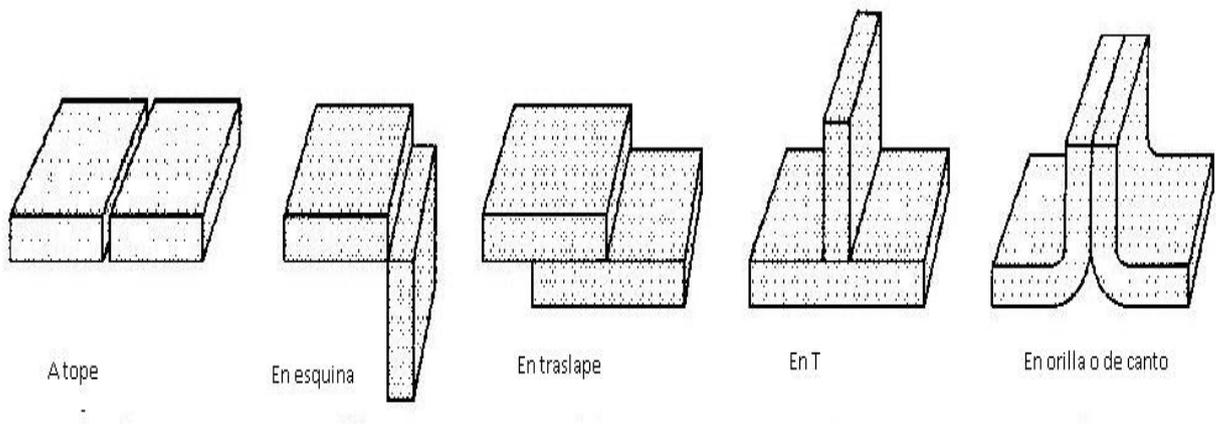


Figura 3.2

5. Tipos de soldadura según la forma geométrica

Soldadura de filete: Es el tipo más utilizada y es llamada así debido a la forma de su sección transversal. El filete se considera sobre la unión y se define como “una soldadura de sección transversal aproximadamente recto entre sí”.

Soldadura de tapón o de ranura: se utiliza con agujeros o ranuras preparadas. Si el agujero es redondo, se considera como una soldadura de tapón, si es alargado, como una soldadura de ranura.

Soldadura de proyección o de punto: estos tipos de soldaduras se pueden aplicar por distintos procesos que cambian la soldadura real. Si se usa el proceso de haz de electrodos, rayo láser o de arco, el metal se funde desde un miembro hacia el segundo.

Soldadura de costura: es semejante a la de punto. La geometría de la soldadura está influida por el proceso de soldadura que se emplee. No hay agujeros preparados ni en la soldadura de un punto ni en la de costura.

Soldadura de bisel: es el segundo tipo más utilizado en la soldadura. Se define como “una soldadura ejecutada en el bisel entre dos miembros que se han de unir”. La soldadura de bisel se considera dentro de la unión.

Soldadura de respaldo: es un tipo especial de soldadura ejecutada en el lado trasero o lado de raíz de una soldadura previamente hecha. La raíz de la soldadura original se bisela o se hace surco en ella, se limpia o cincela hasta llegar a metal macizo antes de que se haga la soldadura de respaldo. Esto aumenta la calidad de la unión y protege al metal.

Soldadura de revestimiento: este es un tipo de soldadura compuesto de uno o más cordones depositados en el metal base, en forma de superficie interrumpida. Se usa para aumentar las dimensiones superficiales, para aportar metales de distintas propiedades.

Soldadura de brida en orilla: esta se usa principalmente para uniones de láminas o placas delgadas.

Soldadura con brida en esquina: también se usa para partes de lámina o placas delgadas. En ambas bases, se deben preparar las partes según los detalles específicos de la unión.

6. Verificación de la resistencia de la soldadura

Tomaremos una parte del chasis del vehículo donde el cordón de soldadura es acotado en su longitud y procedemos a verificar el cordón de soldadura de modo que sea resistente a los esfuerzos a los que está sometido.

Para ello, en primer lugar, verificamos los soportes de los cilindros auxiliares y la unión de las ruedas auxiliares con el chasis. Comenzamos analizando los esfuerzos que se producen en la placa de soporte que está sometida a una fuerza cuya dirección coincide con la del cilindro hidráulico.

La siguiente Figura 3.3 representa las dimensiones de la placa mencionada. En este caso, la longitud es de 100 mm, altura de 144 mm y su espesor es de 25,4 mm. La misma cuenta con

una perforación de 25 mm de diámetro ubicada a 94 mm respecto de la base y en el centro de la placa.

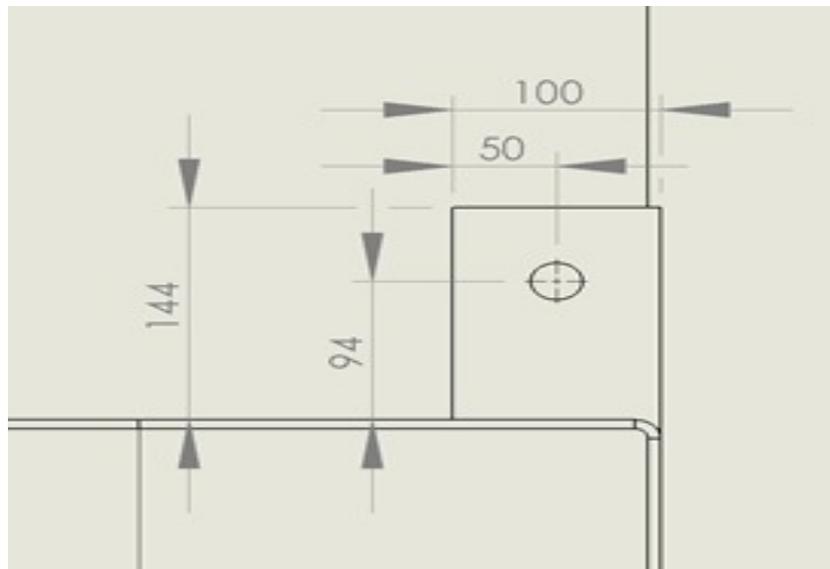


Figura 3.3

En el cilindro hidráulico se genera una fuerza máxima de 391.43Kgf. Esta fuerza produce una tracción, corte y flexión a los cordones de soldadura.

En el diagrama de abajo se representa la fuerza actuante y la descomposición de la misma en las direcciones X y Z, sobre la placa. (Figura 3.4).

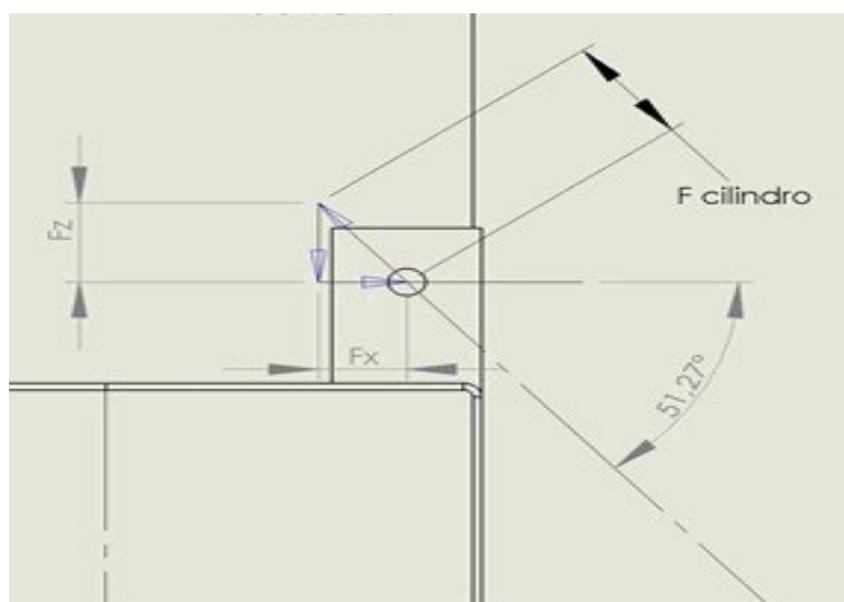


Figura 3.4

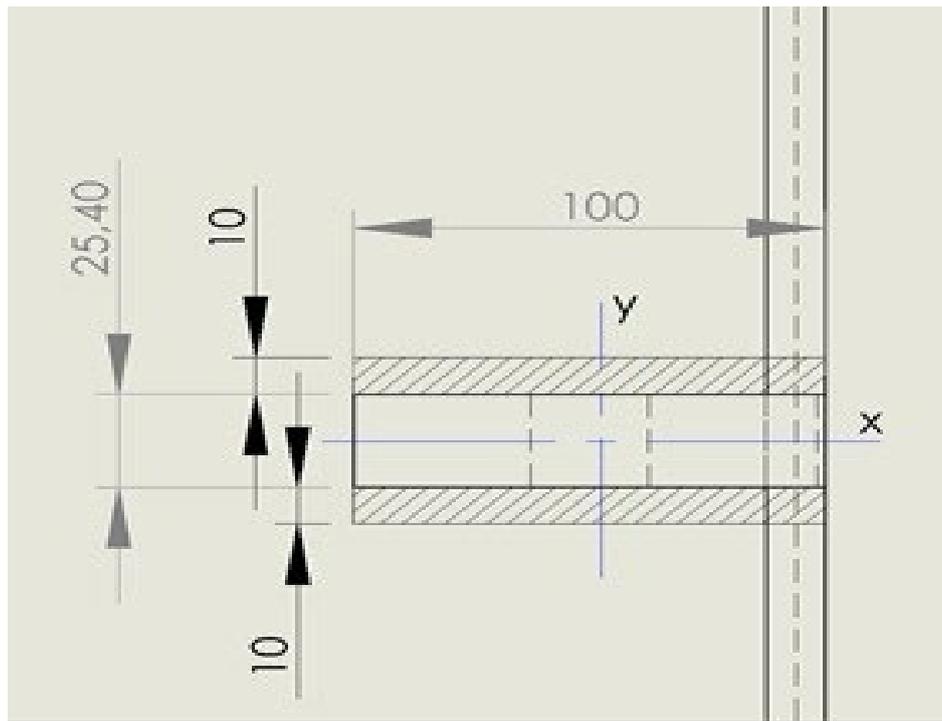
Descomponemos la fuerza del cilindro en las direcciones X y Z para hallar su valor:

$$F_x = F_c * \cos 51.27 = 391.43Kgf * \cos 52.27 = 239.53Kgf$$

$$F_z = F_c * \sin 51.27 = 391.43Kgf * \sin 51.27 = 305.355$$

Como estas fuerzas finalmente, se transmiten a los cordones de soldadura planteamos un cordón hipotético de soldadura a fin de realizar su verificación.

En la siguiente Figura 3.5, que representa la vista superior de la placa, representamos en la parte sombreada los hipotéticos cordones de soldadura, cuya longitud es de 100 mm y sus catetos son de 10 mm respectivamente.



Plano 3.5

Para realizar la verificación basamos los procedimientos en la norma CIRSOC 301 EL-304.

Como para la verificación necesitamos calcular el momento flector, la tensión normal y la tensión de corte, procedemos a su cálculo.

6.1. Cálculo momento flector.

$$M_f = Fx * 9,4cm = 239.53Kgf * 9,4cm = 2251.582 [Kgf.cm]$$

Según la norma debemos calcular el momento de inercia de la soldadura para determinar la tensión producida por la flexión.

6.2. Cálculo del momento de inercia de un solo rectángulo.

$$Ix' = \frac{b * h^3}{12} = \frac{10 * 1^3}{12} = 0.83333 cm^4$$

$$Iy' = \frac{b^3 * h}{12} = \frac{10^3 * 1}{12} = 83.333 cm^4$$

Como las fuerzas están aplicadas en el centro de la planchuela aplicamos Steiner para trasladar los momentos de inercia al centro.

6.3. Cálculo de Área.

$$A = b * h = 10 * 1 = 10cm^2$$

6.4. Cálculo momento de inercia respecto al centro de la placa.

$$Iy'' = Iy' + A * dy^2 = 83.333 cm^4 + 10 cm^2 * \left(\frac{2,54}{2} + \frac{1}{2}\right)^2 = 114.662cm^4$$

Dado que el cordón de soldadura está representado por dos rectángulos iguales, el momento total será este último valor multiplicado por dos.

$$Iy = Iy'' * 2 = 114.662 cm^4$$

En el caso del momento x la distancia del centro de la figura coincide con el centro de la placa por ese motivo si aplicamos Steiner el segundo término es nulo, el momento de inercia total en x será:

$$I_x = I_{x'} * 2 = 1,666 \text{ cm}^4$$

6.5. Cálculo de Tensiones.

Calculado el momento flector y el momento de inercia se calcula la tensión generada por la flexión que está determinada por la siguiente ecuación:

$$\sigma_z = \frac{Mf}{I_y} * C = \frac{2251,582 \text{Kgf.cm}}{114,62 \text{cm}^4} * 5 \text{cm} = 98.21 \text{Kgf/cm}^2$$

Pero la tensión total en z es producto de la flexión más la tensión normal por tracción.

$$\sigma_{zt} = 98,21 + \frac{305}{20} = 113.49$$

6.6. Cálculo de la tensión de corte.

La tensión de corte en el cordón de soldadura, según la norma CIRSOC 301 EL 304, es la tensión que se genera debido a la fuerza en la dirección X dividida por el área efectiva de garganta de la soldadura.

$$\sigma_c = \frac{F_x}{A_w} = \frac{240}{14.14} = 16,97 \text{Kgf/cm}^2$$

A continuación y siempre de acuerdo con la norma debemos definir la resistencia de diseño del cordón de soldadura:

$$Rd = \varphi * Fw * Aw$$

$Fw =$ resistencia nominal (a rotura por traccion) del electrodo [MPa]

$Aw =$ Area efectiva de soldadura [cm^2]

$\varphi =$ Factor de resistecia

$$\varphi = 0,6; Fw = 0,6 Fexx$$

$$Fw = 0,6 * 4930 \frac{kg}{cm^2} = 2958 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$Aw = 2 * 10 * 0.707 * 1 = 14.14$$

$$Rd = 0.6 * 2958 * 1 * 0,707 = 1254 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_t = \sqrt{\sigma_{tz}^2 + \sigma_c^2} = \sqrt{113.49^2 + 16,97^2} = 114,75 \frac{Kg}{cm^2}$$

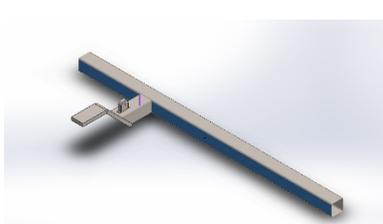
$$d_{nec} = \frac{114.75}{1254} = 0.0915 \text{ cm}$$

Observamos que el espesor mínimo de soldadura recomendado por la norma es de 3mm y en este caso necesitamos 0.915mm, es decir que la soldadura se encuentra sobredimensionada, y cumplirá las exigencias.

Se podría reducir el largo del cordón, pero como esta tarea se realiza a mano es conveniente que esté sobredimensionada para cubrir posibles fallas del proceso.

Además, de la verificación realizada se hizo la comprobación de la soldadura utilizando el programa SolidWorks aplicado a la pieza o conjunto brazo soporte ruedas auxiliares. En los informes de abajo mostramos los resultados.

Referencia de modelo	Detalles del conector	Gráfico de tamaño de soldadura de arista
----------------------	-----------------------	--



Conector de soldar por aristas-1

Tipo: Redondeo, de un único lado

Estándar: Estándar norteamericano

Factor de seguridad: 2.5

Electrodo: E70

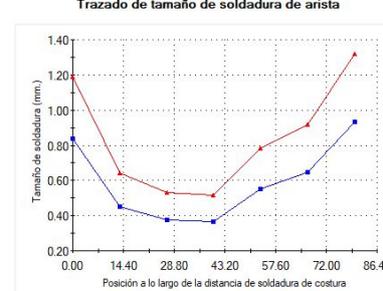
Fuerza de soldadura: $3.18538e+08N/m^2$

Tamaño de soldadura: 3mm

Terminando pieza: planchuela1.0-1

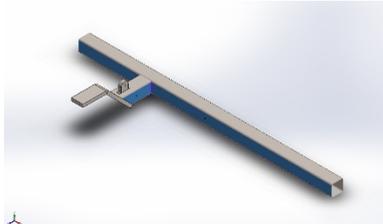
Pieza con relación de posición: chasis1.0-1

Trazado de tamaño de soldadura de arista



Posición a lo largo de la distancia de soldadura de costura (mm)	Tamaño de soldadura (mm)	Tamaño de garganta de soldadura (mm)
0.00	1.20	0.80
14.40	0.60	0.45
28.80	0.50	0.35
43.20	0.50	0.35
57.60	0.80	0.55
72.00	0.90	0.65
86.40	1.30	0.95

Fuerzas del conector			
Tipo	Mín.	Máx.	Media
Tamaño de soldadura (mm.)	0.35921	2.6571	0.87274
Tamaño de garganta de soldadura (mm.)	0.254	1.8788	0.61712
Fuerza conjunta normal (N)	-1.6816E+05	2.3749E+05	29287
Fuerza del eje de corte-soldadura (N)	18825	33724	23576



Conector de soldar por aristas-2

Tipo: Redondeo, de un único lado

Estándar: Estándar norteamericano

Factor de seguridad: 2.5

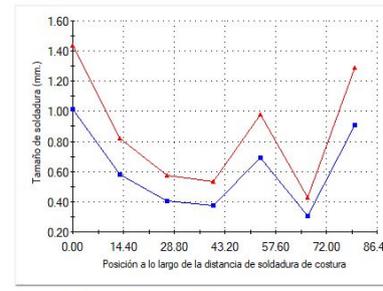
Electrodo: E70

Tamaño de soldadura: 3mm

Terminando pieza: planchuela1.0-1

Pieza con relación de posición: chasis1.0-1

Trazado de tamaño de soldadura de arista



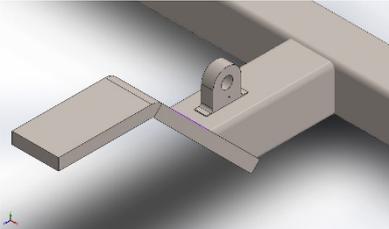
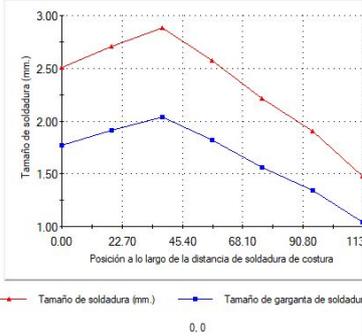
Posición a lo largo de la distancia de soldadura de costura (mm)	Tamaño de soldadura (mm)	Tamaño de garganta de soldadura (mm)
0.00	1.40	1.00
14.40	0.80	0.55
28.80	0.55	0.40
43.20	0.50	0.35
57.60	1.00	0.70
72.00	0.45	0.30
86.40	1.30	0.95

Fuerzas del conector			
----------------------	--	--	--

Tipo	Mín.	Máx.	Media
Tamaño de soldadura (mm.)	0.35921	2.6571	0.87274
Tamaño de garganta de soldadura (mm.)	0.254	1.8788	0.61712
Fuerza conjunta normal (N)	-1.6816E+05	2.3749E+05	29287
Fuerza del eje de corte-soldadura (N)	18825	33724	23576

Definiciones de conector

Conector de soldar por aristas

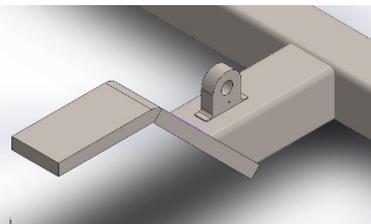
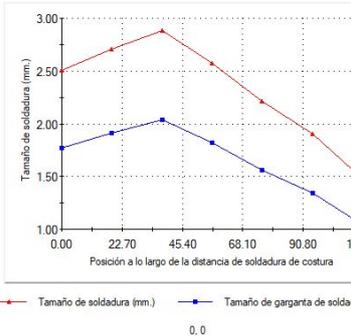
Referencia de modelo	Detalles del conector	Gráfico de tamaño de soldadura de arista
 <p>Conector de soldar por aristas-1</p>	<p>Tipo: Redondeo, de un único lado</p> <p>Estándar: Estándar norteamericano</p> <p>Factor de seguridad: 2</p> <p>Electrodo: E70</p> <p>Fuerza de soldadura: 3.18538e+08N/m²</p> <p>Tamaño de soldadura: 3mm</p>	<p>Trazado de tamaño de soldadura de arista</p>  <p>Legend: —●— Tamaño de soldadura (mm.) —●— Tamaño de garganta de soldadura (mm.)</p>

Fuerzas del conector

Tipo	Mín.	Máx.	Media
Tamaño de soldadura (mm.)	0.51725	1.3206	0.84232
Tamaño de garganta de soldadura (mm.)	0.36575	0.93379	0.59561
Fuerza conjunta normal (N)	-57667	55595	-777.1
Fuerza del eje de corte-soldadura (N)	816.79	18609	8381.7
Momento flector (N.m)	-10.765	13.998	2.7013

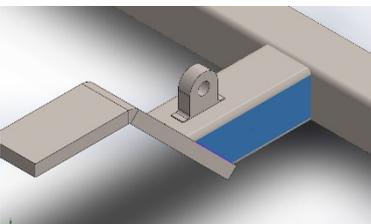
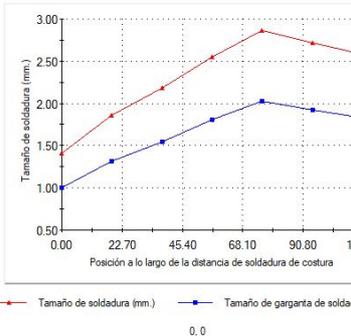
Fuerzas del conector

Tipo	Mín.	Máx.	Media
Tamaño de soldadura (mm.)	0.42843	1.4356	0.86536
Tamaño de garganta de soldadura (mm.)	0.30295	1.0152	0.6119
Fuerza conjunta normal (N)	-60278	58379	3.0236
Fuerza del eje de corte-soldadura (N)	-6464.1	-1348.5	-3981.5
Momento flector (N.m)	-13.12	17.156	2.9673

 <p>Conector de soldar por aristas-4</p>	<p>Tipo: Redondeo, de un único lado</p> <p>Estándar: Estándar norteamericano</p> <p>Factor de seguridad: 3</p> <p>Electrodo: E70</p> <p>Fuerza de soldadura: $3.18538e+08N/m^2$</p> <p>Tamaño de soldadura: 3mm</p>	<p>Trazado de tamaño de soldadura de arista</p> 
--	--	---

Fuerzas del conector

Tipo	Mín.	Máx.	Media
Tamaño de soldadura (mm.)	1.4763	2.8832	2.3235
Tamaño de garganta de soldadura (mm.)	1.0439	2.0387	1.643
Fuerza conjunta normal (N)	-86570	53664	148.61
Fuerza del eje de corte-soldadura (N)	-35714	20008	-1600.2
Momento flector (N.m)	8.9186	72.539	39.682

 <p>Conector de soldar por aristas-5</p>	<p>Tipo: Redondeo, de un único lado</p> <p>Estándar: Estándar norteamericano</p> <p>Factor de seguridad: 3</p> <p>Electrodo: E70</p> <p>Fuerza de soldadura: $3.18538e+08N/m^2$</p> <p>Tamaño de soldadura: 3mm</p>	<p>Trazado de tamaño de soldadura de arista</p> 
--	--	---

Fuerzas del conector

Tipo	Mín.	Máx.	Media
Tamaño de soldadura (mm.)	1.4111	2.8637	2.3088
Tamaño de garganta de soldadura (mm.)	0.99782	2.0249	1.6325
Fuerza conjunta normal (N)	-87598	48399	-1591.7
Fuerza del eje de corte-soldadura (N)	-19359	37383	8263.9
Momento flector (N.m)	8.4373	71.296	39.526

Luego de estas comprobaciones verificamos todo el brazo que conecta las ruedas auxiliares con el chasis. Este elemento está formado por 5 piezas individuales las cuales se unen todas por soldadura.

En síntesis, en este capítulo seleccionamos la chapa de acero MCL 420 como material para la realización del trabajo y justificamos su elección, además presentamos sintéticamente conceptos de soldadura e hicimos la verificación de un cordón acotado de la soldadura del chasis.

CAPITULO 4

CHASIS

1. Introducción

En este capítulo abordaremos conceptos referidos al chasis y su construcción. En primer lugar, haremos referencia a generalidades relacionadas con el chasis para posteriormente, hacer una descripción del chasis portante para el remolcador. Además, realizaremos los cálculos necesarios para su construcción.

2. Chasis: Generalidades

El **chasis** consiste en una estructura interna que sostiene, aporta rigidez y da forma a un vehículo u objeto en su construcción y uso.

El chasis consta de un armazón que integra entre sí y sujeta tanto los componentes mecánicos, como el grupo motopropulsor y la suspensión de las ruedas, motor, incluyendo la carrocería.

El uso de materiales para su construcción suele ser diverso, dependiendo de la rigidez, costo y forma necesaria. Se trata de un armazón, generalmente fabricado en hierro, aleaciones de acero o algún metal similar que ofrezca buenas prestaciones en términos de dureza, que integra y da soporte a todos y cada uno de los componentes mecánicos que forman parte del coche, desde los ejes y el sistema de suspensión de las ruedas hasta el motor y la carrocería.

Las piezas que lo componen son por lo general tubos, o vigas, de diferentes calibres y funciones en la estructura (Figura 4.1). (Chasis, s.f)

**Figura 4. 1**

El chasis de un vehículo tiene otra función muy importante que guarda relación con la seguridad de las personas que viajan dentro de él. Y es que, además, de estar pensado para dar sujeción a los componentes mecánicos, también debe cumplir la función de absorber de la mejor manera posible los impactos y evitar la deformación. De este modo, cuando más rígido y resistente resulte, más seguros se sentirán los pasajeros, ya que menos probabilidades habrá de que el habitáculo sufra alguna contingencia en caso de accidente.

2.1. Chasis portante para Remolcador Motorizado para Semirremolque.

El diseño estructural del chasis para nuestro remolcador consta de una viga principal, el "cajón". La misma cumple la función de vínculo y soporte entre las ruedas principales y la torreta donde se sitúa la carga.

Decidimos optar por esta forma de viga debido a la practicidad de poder alojar en su interior diversas partes del sistema hidráulico como son, bombas, motores, mangueras, carter, etc. además, de su gran resistencia a la flexión.

Por el lado exterior del chasis se instalará un soporte donde se colocará el motor a combustión interna, fuente principal de energía.

El material de todas las vigas del chasis es Chapa MLC 420 plegada y soldada. (Figura 4.2 Viga Principal). En el capítulo 3 nos referimos a las características de este material.

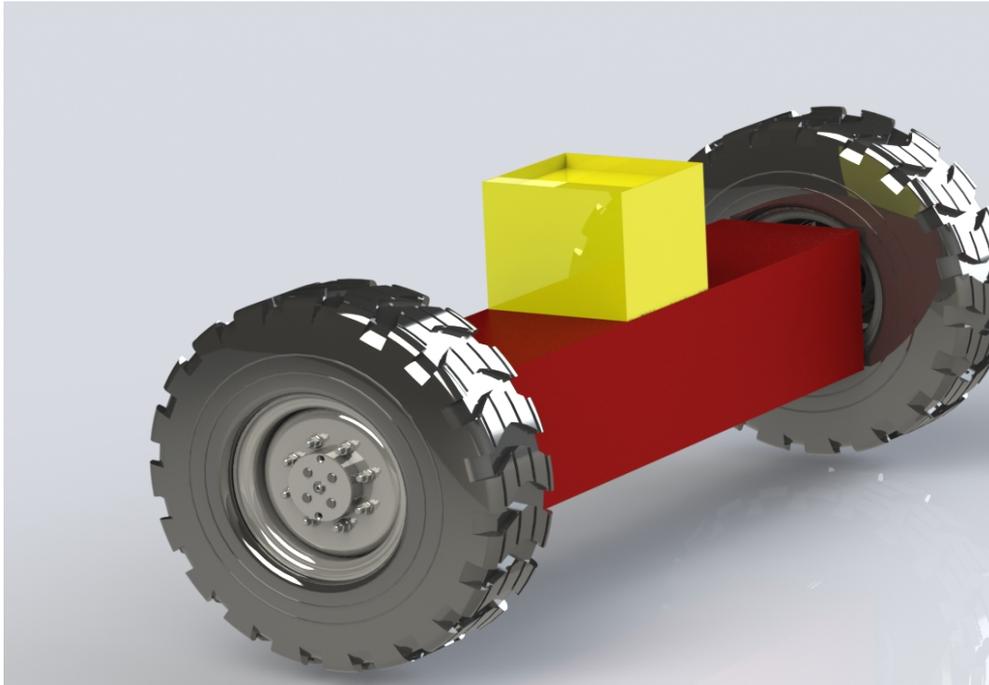


Figura 4.2

En el centro de la cara superior, se inserta la torreta de elevación, la cual actúa mediante un cilindro hidráulico interior solidario a la viga en la parte inferior.

La función principal de esta torreta es elevar el semirremolque anclado en la quinta rueda y de esta manera poderlo transportar.

La posición mínima hasta donde baja la torreta es una posición tal que permite el paso de mangueras y conexiones hidráulicas por debajo. (Figura 4.3 Corte de Viga y Torreta).

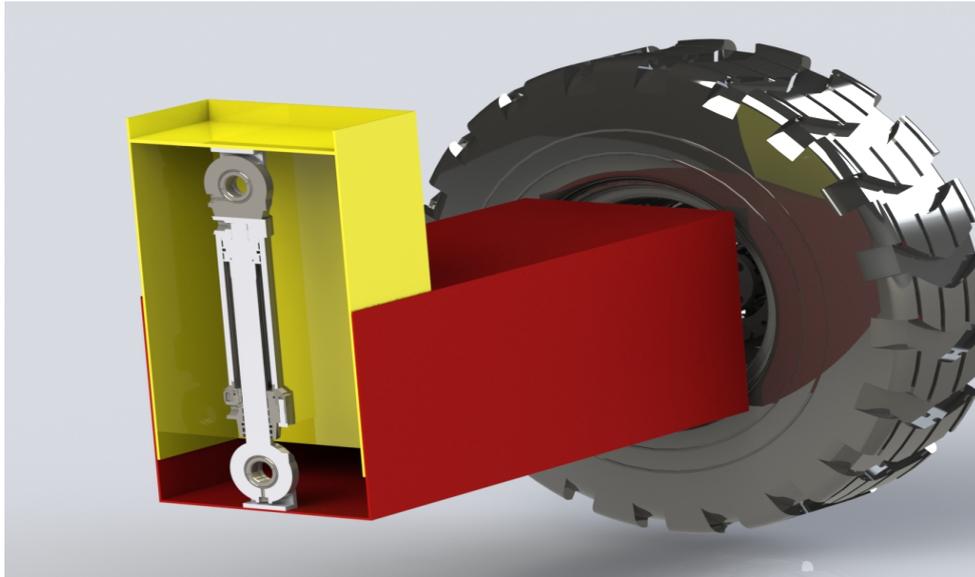


Figura 4.3

Además, el chasis posee una viga auxiliar, que tiene como finalidad ser el soporte para las ruedas auxiliares. Estas ruedas se encargan de mantener el equilibrio cuando el remolcador se desplaza sin carga alguna y de contrarrestar el momento generado cuando está en situación de remolcar una carga. (Figura 4.4 Viga Principal y Viga de Ruedas Auxiliares).

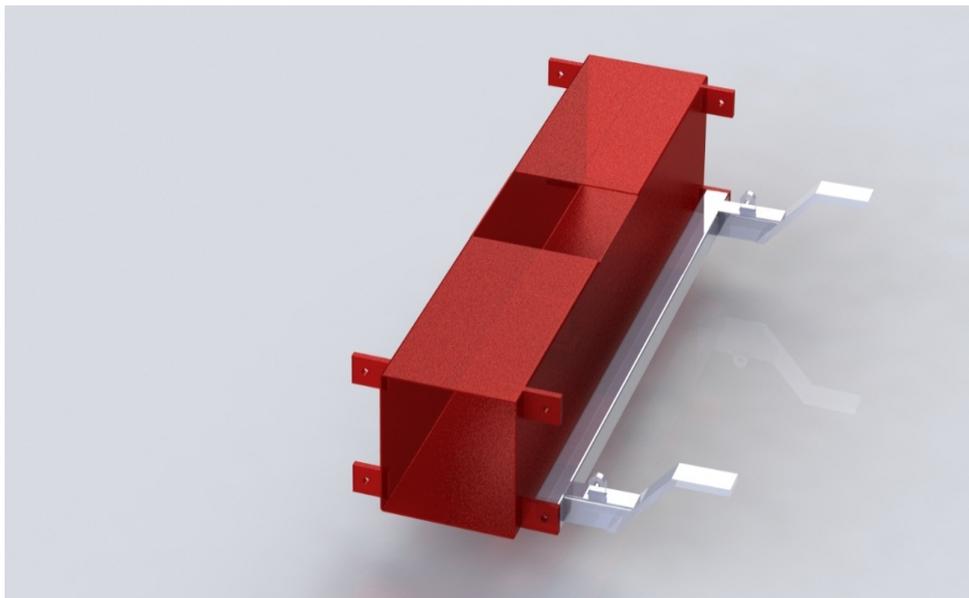


Figura 4.4

3. Cálculos para la construcción de la Viga Principal

Para el caso de la viga principal se procedió a verificar los esfuerzos a la flexión, ya que por dimensionamiento nos hubiese dado una viga más pequeña. Pero teniendo en cuenta la necesidad de utilizar también el interior de la viga como alojamiento para componentes, directamente se dimensionó según la necesidad y luego fueron verificados los esfuerzos a los que está sometida.

De todas maneras, tomando en cuenta el costo-beneficio, decidimos asumir el gasto extra en materiales para lograr mejores resultados en la construcción de remolcador.

Como lo aclaramos en el ítem 1.2 de este capítulo, para la sección de la viga se optó por una viga cajón formada a partir de chapa MLC 420 Plegada en perfil "C" y luego soldada. En el centro de la viga, lugar de máximos esfuerzos, la sección es solamente una "C" debido a la necesidad de quitar una cara para el ingreso de la torreta. Este punto es el lugar donde se verificaron las tensiones. (Figura 4.5 y 4.6. Croquis Sección Viga Principal respectivamente).

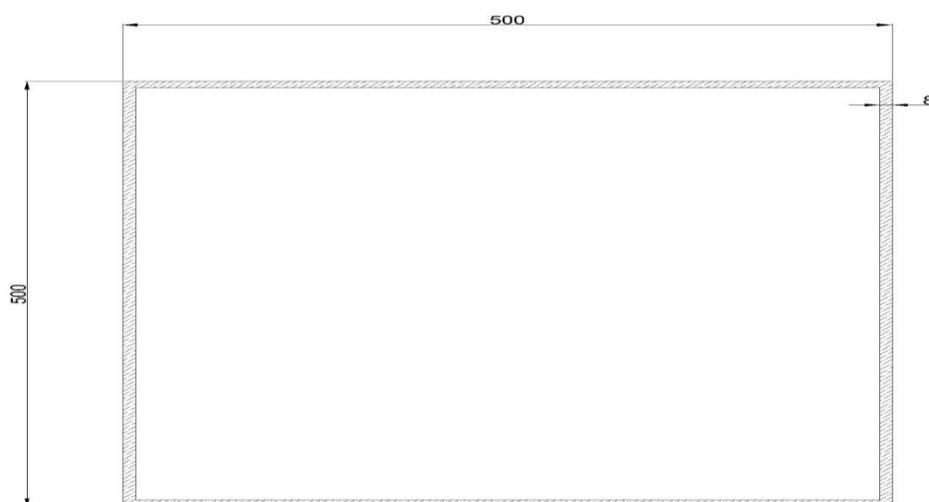


Figura 4.5

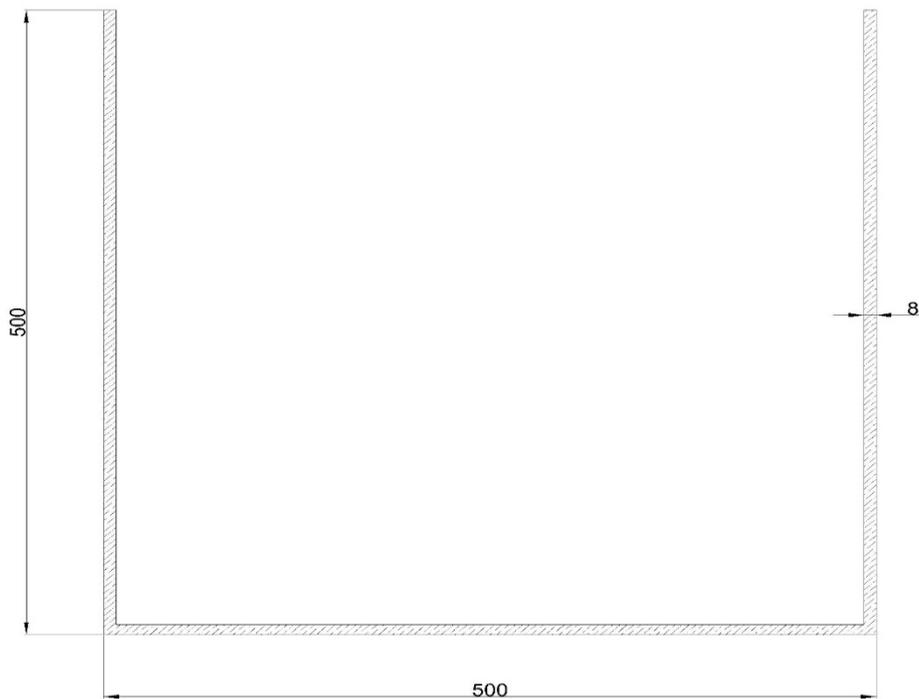


Figura 4.6

Seguidamente indicaremos los datos de material y sección, necesarios para el cálculo de esfuerzos. Los siguientes datos fueron obtenidos de tablas de resistencia de material, y los datos que corresponden propiamente a la sección, fueron calculados en SolidWorks por mayor practicidad y exactitud. Los métodos de cálculo y dimensionamiento utilizados, fueron extraídos del libro "Diseño de Elementos de Máquinas", Faired, V.M.

Referencias:

S_y = Tensión de Fluencia

I_x = Momento de Inercia sobre dirección "X"

S_d = Tensión Admisible de Diseño

I_y = Momento de Inercia sobre dirección "Y"

N = Coeficiente de Seguridad

W_p = Momento de Inercia Polar

A = Área de Sección

i_x = Radio de Giro en "X"

i_y = Radio de Giro en "Y"

C_z = Distancia fibra más alejada sobre "Z"

C_y = Distancia fibra más alejada sobre "Y"

MF_z = Momento Flector sobre dirección "Z"

MF_y = Momento Flector sobre dirección "Y" S_1 = Componente de Tensión

S_2 = Componente de Tensión

S_t = Tensión Resultante

3.1. Datos Viga Principal (Cajón) Chapa MLC 420 Sección "U".

$$S_y = 4200 \text{ kg} / \text{cm}^2 \quad N = 3$$

$$S_d = 1400 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

Datos Sección "U":

$$I_x = 32458 \text{ cm}^4 \quad W_p = 88433 \text{ cm}^3 \quad i_x = 16.5 \text{ cm} \quad C_z = 33 \text{ cm}$$

$$I_y = 55975 \text{ cm}^4 \quad A = 118,7 \text{ cm}^2 \quad i_y = 21.7 \text{ cm} \quad C_y = 25 \text{ cm}$$

3.2. Esfuerzos.

A continuación expresaremos los valores máximos de **momento flector**, utilizados para la verificación de esfuerzos en ambos planos de carga (Vertical y Horizontal). Se adjuntan junto a dichos valores los diagramas de Momento Flector y esfuerzo de corte.

$$MF_{max} = \frac{P \cdot L}{4}$$

$$P = 2400 \text{ Kg}$$

$$L = 240 \text{ cm}$$

$$MF_z = \frac{2400 \text{ Kg} \cdot 240 \text{ Cm}}{4} = 144000 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

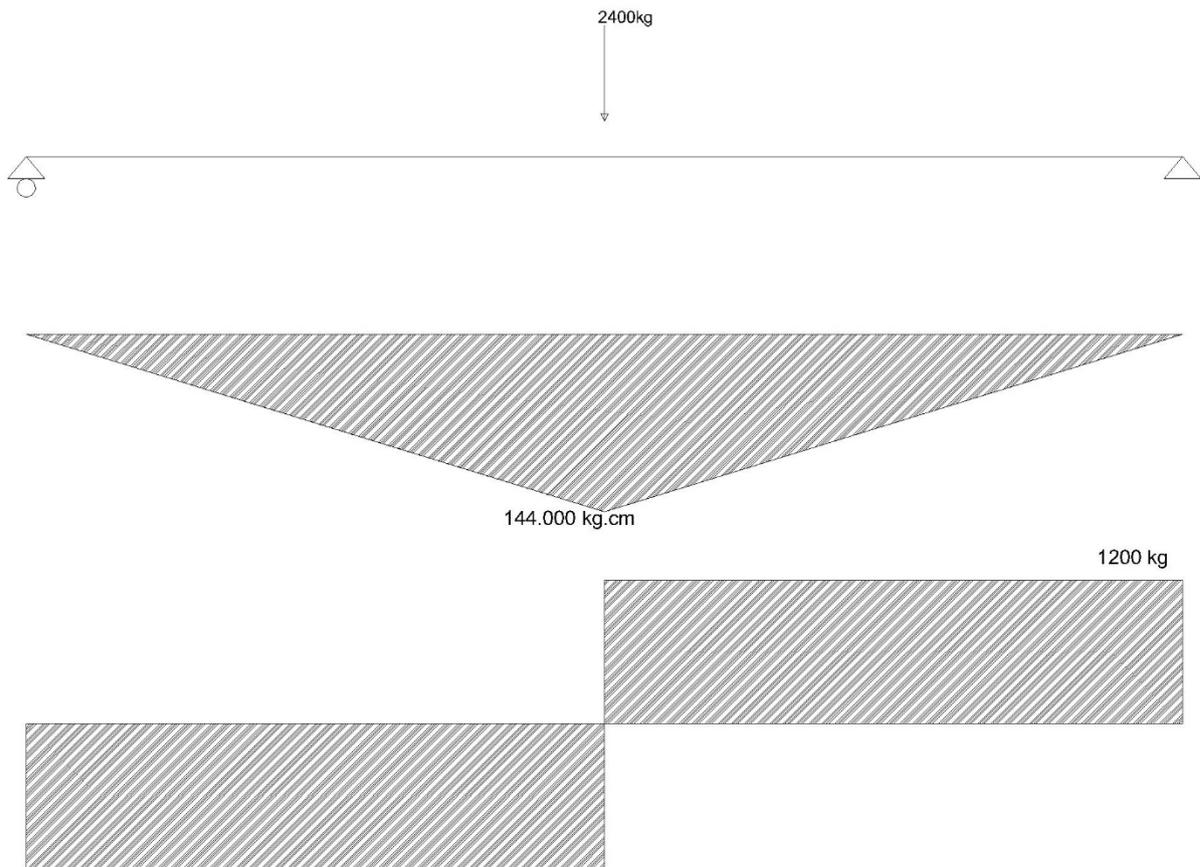


Figura 4.7

Plano horizontal de carga

$$MF_y = 6000 \text{ kg} \times 120 \text{ cm} = 720000 \text{ kg.cm}$$

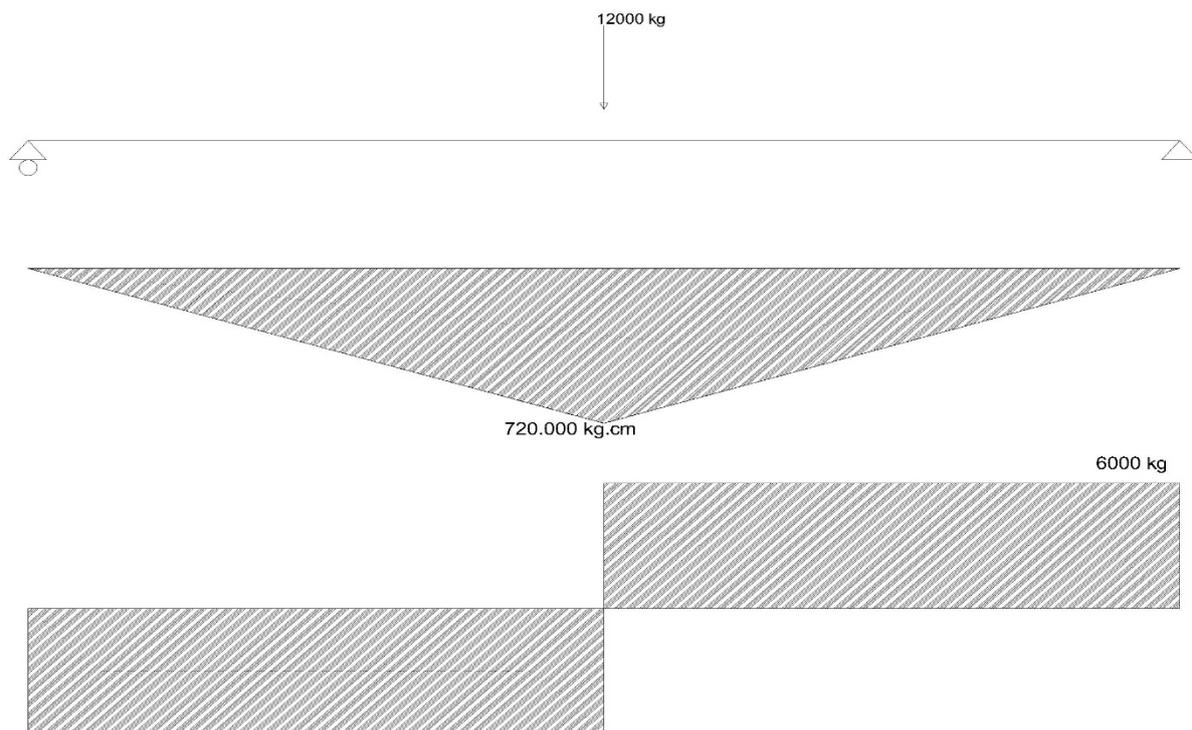


Figura 4.8
Plano vertical de carga

A continuación, mostramos los resultados **de tensiones** en la viga principal, se llega a valores completamente aceptables, debido a que la máxima tensión resultante es 796 kg / cm^2 , como se muestra en los cálculos de abajo. En esta situación se podría considerar utilizar un arreglo de viga más pequeño para ahorrar material; pero debido a la necesidad de las dimensiones establecidas por cuestiones ya explicadas, se absorbe el costo de material.

$$S^1 = \frac{MF_y \times C_z}{I_x} = \frac{720000 \text{ kg.cm} \times 33 \text{ cm}}{32458 \text{ cm}^4} = 732,46 \text{ kg / cm}^2$$

$$S^2 = \frac{MF_z \times C_y}{I_y} = \frac{144000 \text{ kg.cm} \times 25 \text{ cm}}{55975 \text{ cm}^4} = 64 \text{ kg / cm}^2$$

$$S^t = \sqrt{S^1 + S^2} = 796 \text{ kg / cm}^2 < S_d = 1400 \text{ kg / cm}^2$$

$$N = 1400 / 796 = 1,76$$

3.3. Verificación de máxima deflexión (flecha).

$$Y_{max} = \frac{P * L^3}{48 * E * I_x} = \frac{12000kg * (240cm)^3}{48 * 2.1 \times 10^6 * 32458 cm^4} = 0.051 cm = 0.5mm$$

La flecha máxima cumple con la sollicitación ya que es menor a 1mm/m.

Finalizada la descripción del chasis portante para remolcador motorizado para semirremolque pasaremos a analizar en el próximo capítulo la punta de eje.

CAPITULO 5

PUNTA DE EJE

1. Introducción

Como lo indica el título en este capítulo trataremos todos los aspectos a punta de eje. Para el diseño de la misma tomamos como referencia la punta de un semirremolque con las mismas solicitaciones que nuestro vehículo en cuanto al peso a soportar (10.500 Kg). Las diferencias de este sistema con el que nos proponemos diseñar son:

- Sistema de freno.
- Rueda motriz.

En lugar de un sistema de freno por cinta y campana propio del modelo del cual partimos, consideramos más adecuado para nuestro dispositivo utilizar el motor hidráulico como medio de freno, dado que la velocidad máxima del vehículo así lo permite (velocidad máxima 10 Km/h).

El sistema en el que nos basamos es una rueda de arrastre porque la tracción la proporciona el tractocamión. Como nuestro dispositivo suplanta al tractocamión en determinadas situaciones, las ruedas deben ser en consecuencia tractoras.

2. Diseño del conjunto motriz (masa, punta de eje y rodamiento)

Tomando en cuenta estas consideraciones, utilizamos como punto de partida un eje de un semiacoplado que soporta (10.500 kg) y posee dos rodamientos cónicos de simple hilera, numeración 518410/518445 y un eje que en su diámetro menor es 88,9 mm.

A partir de estos datos realizamos el diseño y verificación del conjunto motriz para nuestro vehículo a través de la simulación por medio del software de diseño y así determinamos su adaptabilidad y la complementamos con las verificaciones en forma manual.

Para la realización del diseño del conjunto motriz se consideraron varias cuestiones. En primer lugar, además de tomar el diámetro del eje y los rodamientos, determinamos la distancia que debe existir entre el chasis y el anclaje de la llanta (260 mm), medida que permitió estimar la longitud de la **masa porta rodamientos**.

En segundo lugar, y dada la geometría de la pieza (masa) decidimos que el material más adecuado a nuestras necesidades es la aleación gris, ya que permite una buena maquinabilidad (Figura 5.1 masa porta rodamiento).

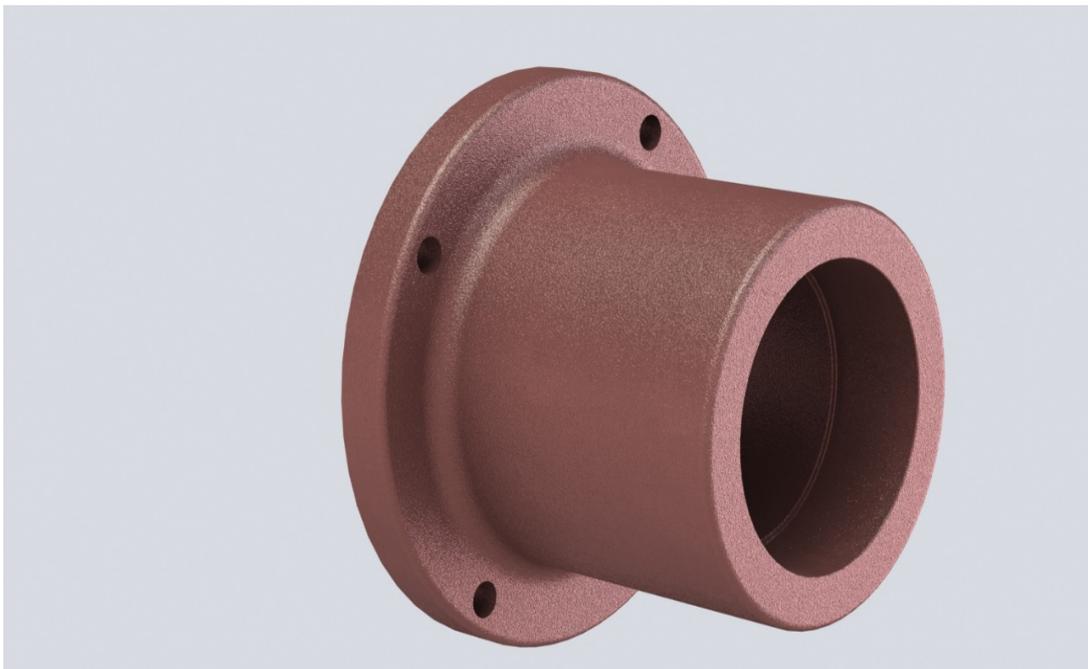


Figura 5.1

La verificación del diseño de la punta del eje y los rodamientos será efectuada a continuación con el sistema de software. Abajo mostramos el informe arrojado.

2.1. Simulación de eje y rodamientos.

Nombre de estudio: Análisis estático 1

Tipo de análisis: Análisis estático

En la figura 5. 2 observamos una imagen del conjunto eje y rodamientos (simplificados) y en la figura 5.3 observamos el mismo modelo, pero con las respectivas cargas y sujeciones que luego describiremos con más detalle.

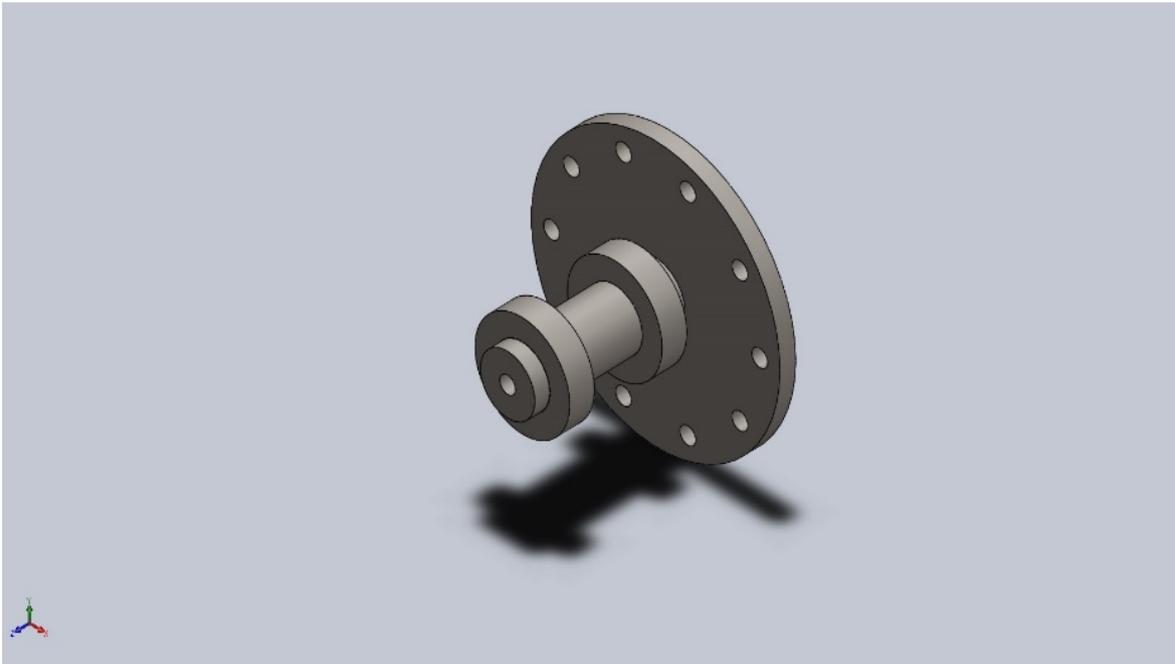


Figura 5.2

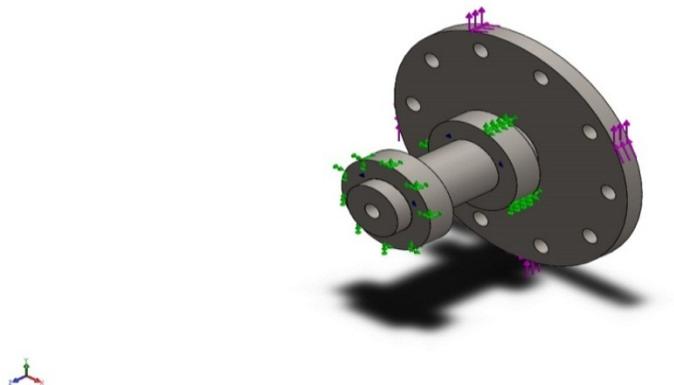


Figura 5.3

Información del modelo

Propiedades de material del eje

Nombre:	AISI 1045 Acero estirado en frío
Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión de von Mises máx.
Límite elástico:	$5.3e+08 \text{ N/m}^2$
Límite de tracción:	$6.25e+08 \text{ N/m}^2$
Módulo elástico:	$2.05e+11 \text{ N/m}^2$
Coefficiente de Poisson:	0.29
Densidad:	7850 kg/m^3
Módulo cortante:	$8e+10 \text{ N/m}^2$
Coefficiente de dilatación térmica:	$1.15e-05 /\text{Kelvin}$

Cargas y sujeciones

Con este estudio verificamos las tensiones máximas que se producen en el eje, para comprobar que cumple con las exigencias mecánicas a las que está sometido.

Precisamente como el análisis se centra en el eje, los rodamientos se simplificaron y se reemplazaron por dos bujes cilíndricos.

Estos rodamientos están fijos en el espacio y se vinculan al eje por una relación de contacto que evita el desplazamiento del eje en las tres direcciones; la cara posterior del eje donde se acopla el motor hidráulico esta fija de manera que bloquea la rotación del mismo. Las cargas fueron colocadas en el disco donde se sujeta la llanta, las cargas que encontramos allí son una fuerza en la dirección "y" de 6.000 kgf que es la supuesta para este caso y la otra fuerza es un torque de 153 kgm.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones se llevó a cabo el estudio.

En las siguientes imágenes observamos los resultados del mismo (Fig. 5.4, 5.5 y 5.6).

Resultados del estudio

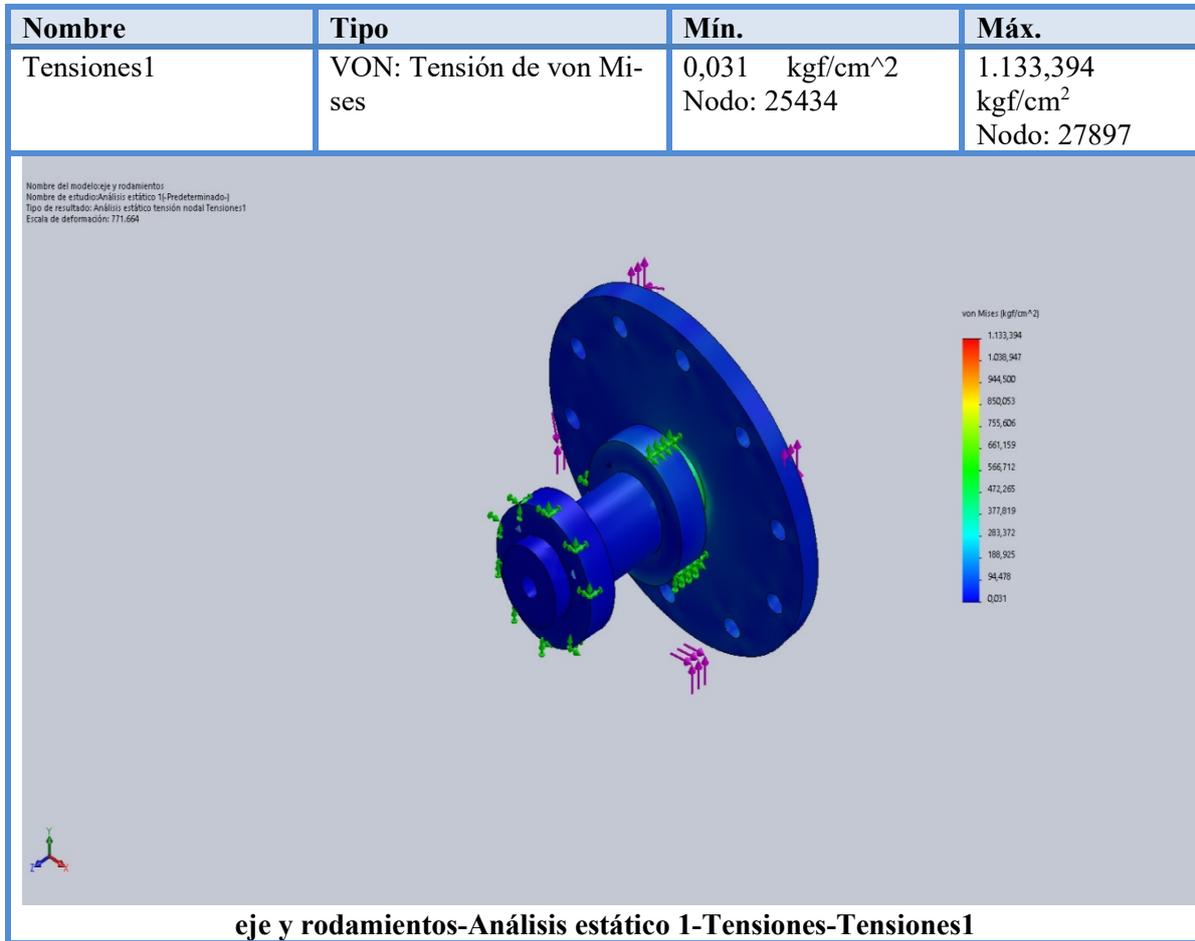


Figura 5.4

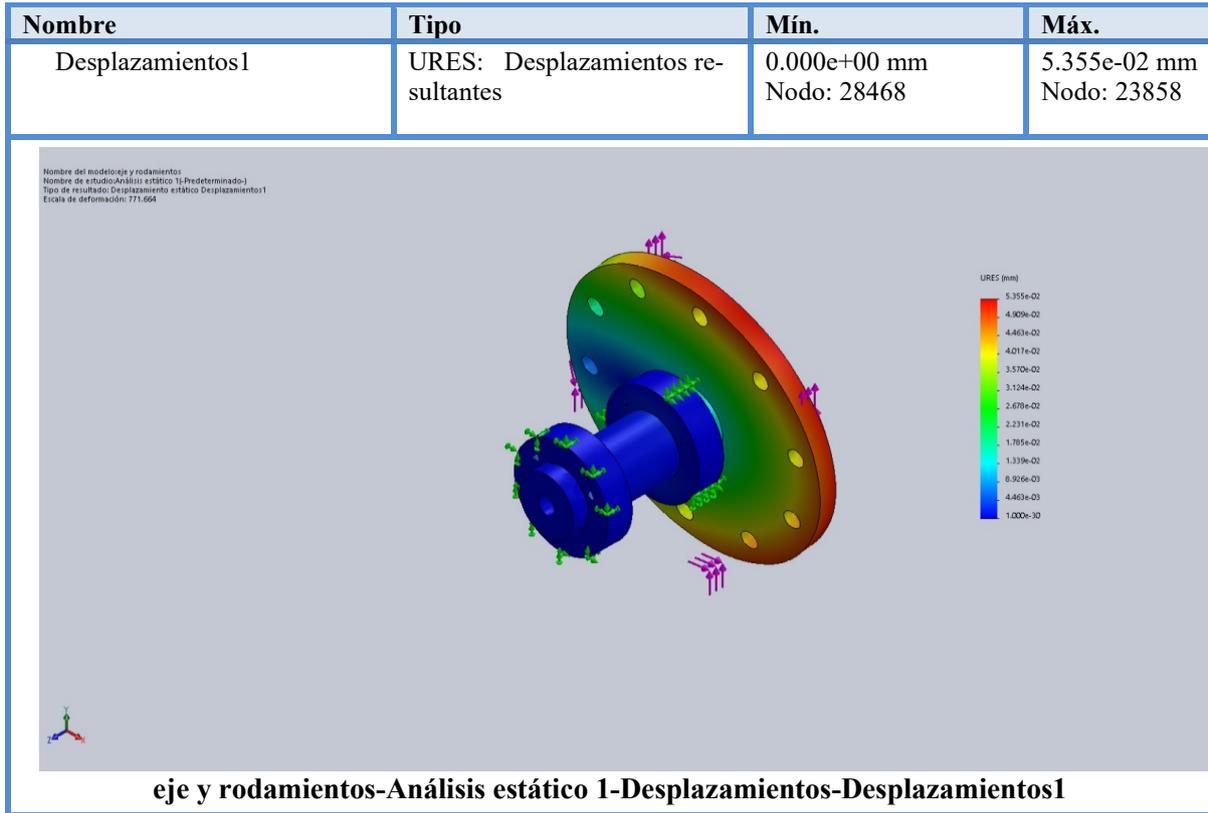


Figura 5.5

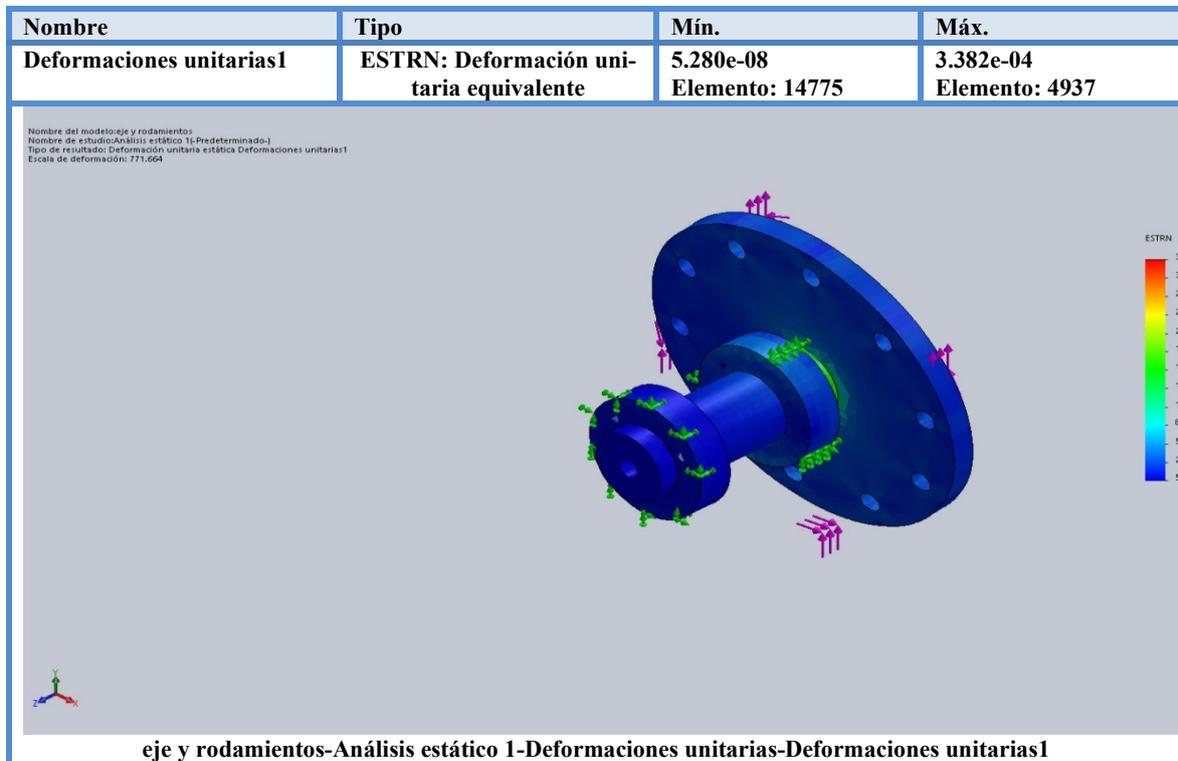


Figura 5.6

De este informe resulta que, según el criterio de rotura de von Mises, la tensión máxima a la que se encuentra sometida la pieza es de $1.133,394 \text{ kgf/cm}^2$, valor que está muy por debajo de la tensión de fluencia del material que es de 7734 kgf/cm^2 .

2.2. Verificación del eje sometido a fatiga.

Para la siguiente verificación nos basamos en la información extraída del libro Diseño de Máquina de Faires. Decidimos verificar el eje porque se encuentra sometido a esfuerzos alternos (pasan de un punto máximo positivo a un punto mínimo negativo cada vez que el eje gira una revolución). Con el software de cálculo se verificó el eje usando las tensiones de Von Mises, pero como éste no tiene en cuenta las tensiones alternas, haremos una verificación complementaria.

El siguiente diagrama representa las cargas y las dimensiones del eje. (Figura 5.7).

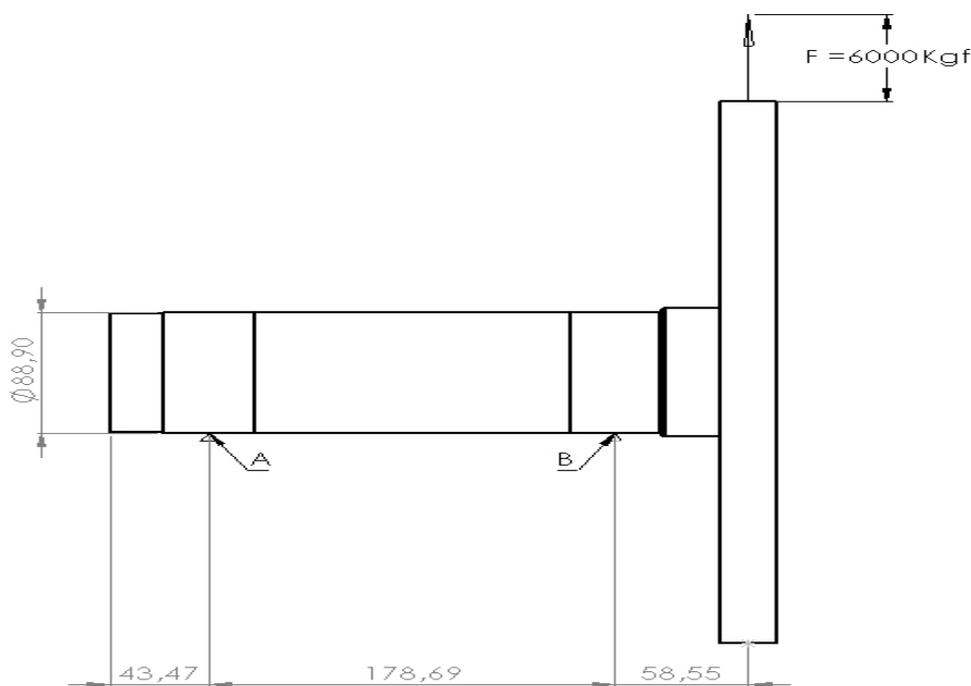


Figura 5.7

Propiedades del Material del Eje

Acero SAE 1045 templado y revenido

$$\text{Resistencia máxima } S_u = 9140 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Punto de fluencia } S_y = 7734 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Límite de fatiga } S'_n = 0.5 * S_u = 4570 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

S_n se denomina a la tensión resistente de fatiga, la que se encuentra afectada por tres factores: k_1 , k_2 y k_3 , que dependen del tipo de terminación superficial, diámetro del elemento y tipo de esfuerzo al que está sometido el elemento.

$$S_n = k_1 * k_2 * k_3 * S'_n$$

$$k_1 = 0.81$$

$$k_2 = 0.8 \text{ (flexión)}$$

$$k_3 = 0.85 (D \geq 0.5 \text{ in})$$

$$S_n = 0.81 * 0.8 * 0.85 * 4570 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 2517 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$S_{ns} = 0.5 * S_n = 1259 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Verificamos el eje sometido a fatiga y combinación de esfuerzos.

$$\frac{1}{N} = \left[\left(\frac{S_e}{S_n} \right)^2 + \left(\frac{S_{es}}{S_{ns}} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$K_f = 1 + Q * (K_t - 1)$$

S_e = Tensión equivalente

S_{es} = Tensión equivalente de corte

S_y = Límite de fluencia

S_n = Límite de fatiga

S_{ns} = Límite de fatiga por corte

K_f = Coeficiente de reducción de la resistencia a la fatiga

K_t = Coeficiente teórico de concentración de esfuerzos

Q = Coeficiente de sensibilidad a la entalla

$$\sum m a = 6000kg * 214mm - R_b * 148mm = 0$$

$$R_b = \frac{6000kg * 214mm}{148mm}$$

$$R_b = 8600kg$$

$$\sum f_y = F - R_a - R_b = 0$$

$$R_a = F - R_b = 6000kg - 8600 = -2600kg$$

Momento flector máximo

$$M_{flector} = 6000kg * 6.5cm = 39000 kg cm$$

Tensión debida a la flexión (repetida e invertida):

$$S_e = \frac{S_n}{S_y} S_m + K_f * S_a$$

$$S_{es} = \frac{S_{ns}}{S_{ys}} S_{ms} + K_{fs} * S_{as}$$

$$S_a = \frac{M}{w} = \frac{39000 * 32 kg cm}{\pi * D^3} = \frac{39000 * 32 kg cm}{\pi * 8.89^3} = 565.40 \frac{kg}{cm^2}$$

$$S_e = K_f * S_a = 2.4 * 565.4 = 1356.96 \frac{Kgf}{cm^2}$$

Tensiones de corte debida al torque (estática) y a la fuerza de apoyo

$$S_1 = \frac{T}{J} = \frac{15300 * 16 \text{ kg cm}}{\pi * D^3} = 110 \frac{kg}{cm^2}$$

$$S_2 = \frac{F}{A} = 97 \frac{kg}{cm^2}$$

$$S_{ms} = 110 \frac{kg}{cm^2} + 97 \frac{kg}{cm^2} = 207 \frac{kg}{cm^2}$$

Tensión de corte

$$S_{es} = \frac{S_{ns}}{S_{ys}} S_m = \frac{1258.5}{4640} 207 = 56,14 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\frac{1}{N} = \left[\left(\frac{S_e}{S_n} \right)^2 + \left(\frac{S_{es}}{S_{ns}} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{1}{N} = \left[\left(\frac{1357}{2517} \right)^2 + \left(\frac{56,14}{1259} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} =$$

$$N = 1.85$$

N= 1,85 es el coeficiente de seguridad. Este valor al ser mayor de 1 indica que el eje soporta las exigencias de los esfuerzos alternos.

2.3. Simulación Masa con chasis.

Nombre de estudio: Análisis estático 1

Tipo de análisis: Análisis estático

En la figura 5.4 presentada anteriormente se observa el conjunto masa y chapa de sujeción; en la imagen 5.8 y 5.9 observamos el mismo modelo, pero con las respectivas cargas y sujeciones que luego describiremos con más detalle.

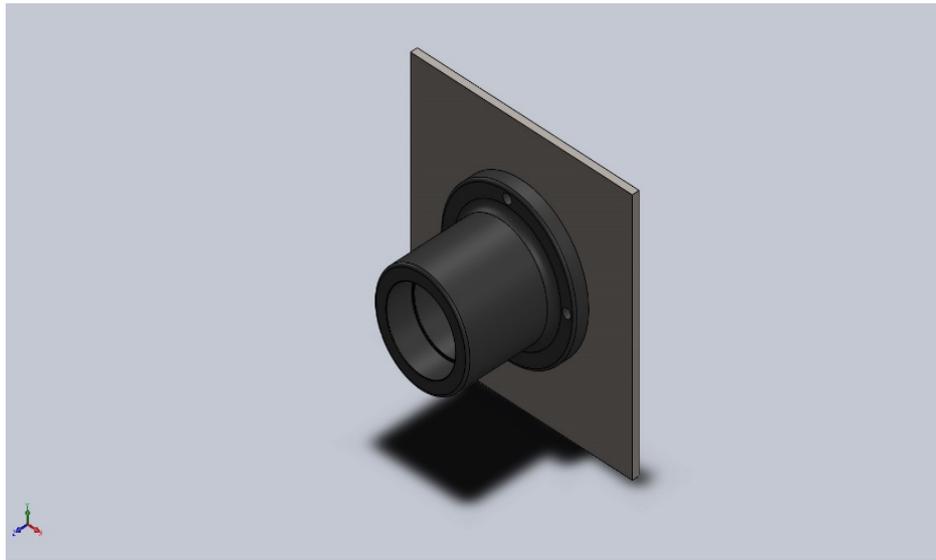


Figura 5.8

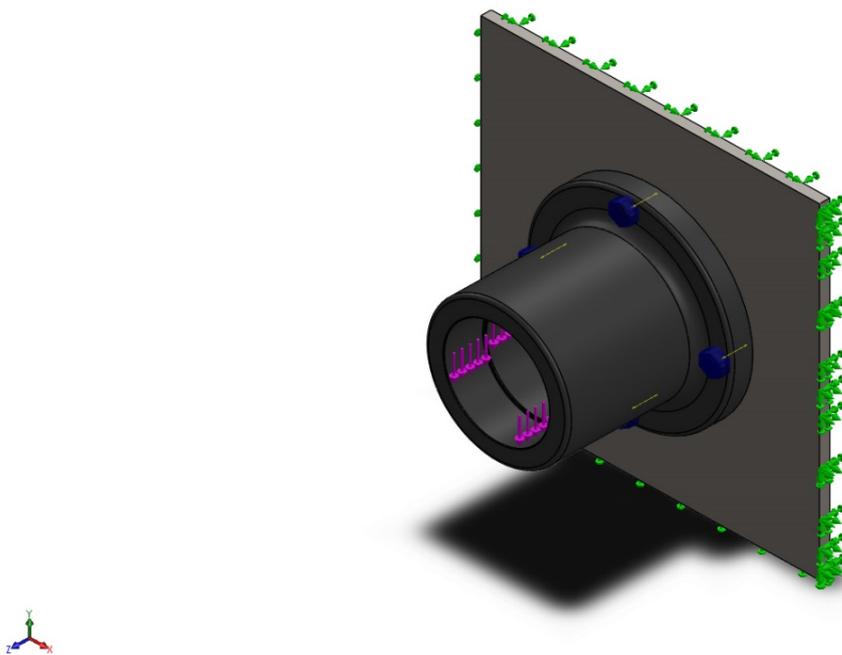


Figura 5.9

Propiedades de los materiales

Masa:

Nombre:	Fundición gris
Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión de Mohr-Coulomb
Límite de tracción:	1.51658e+08 N/m²
Límite de compresión:	5.72165e+08 N/m²
Módulo elástico:	6.61781e+10 N/m²
Coefficiente de Poisson:	0.27
Densidad:	7200 kg/m³
Módulo cortante:	5e+10 N/m²
Coefficiente de dilatación térmica:	1.2e-05 /Kelvin

Chapa Lateral:

Nombre:	SID MLC 420 Laminado caliente
Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión de von Mises máx.
Límite elástico:	4200 kg/cm²
Límite de tracción:	4.2e+08 N/m²
Módulo elástico:	2.05e+11 N/m²
Coefficiente de Poisson:	0.29
Densidad:	7850 kg/m³
Módulo cortante:	8e+10 N/m²
Coefficiente de dilatación térmica:	1.15e-05 /Kelvin

Cargas y sujeciones:

El fin de este estudio es identificar las tensiones máximas que se producen tanto en la masa como en la chapa de fijación.

La chapa está fija en el espacio y se vincula a la masa por medio de 4 tornillos de M 20.

Las cargas fueron colocadas en los alojamientos de los rodamientos con la dirección del eje "Y".

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones se llevó a cabo el estudio.

En las siguientes imágenes observamos los resultados del mismo (Figura 5.10, 5.11 y 5.12).

Resultados del estudio

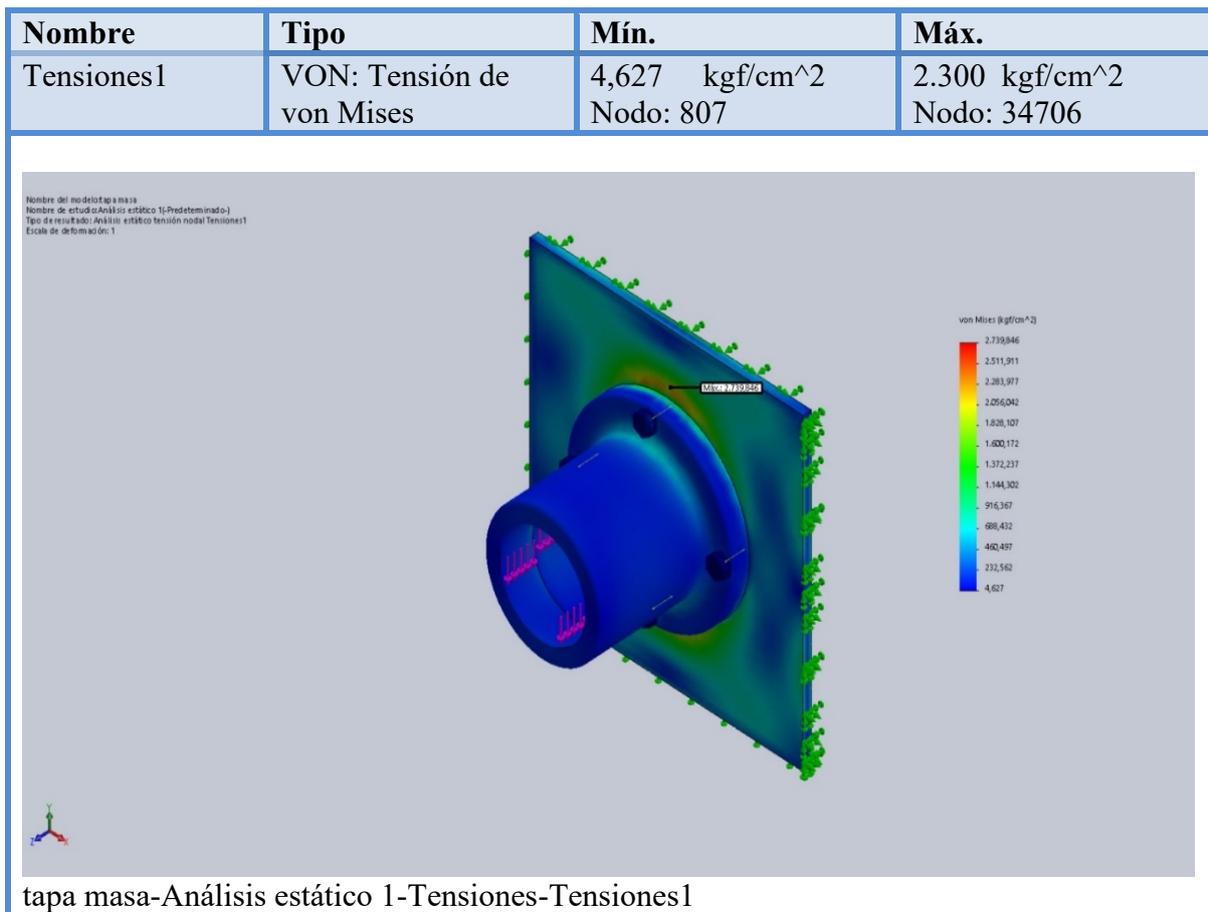


Figura 5.10

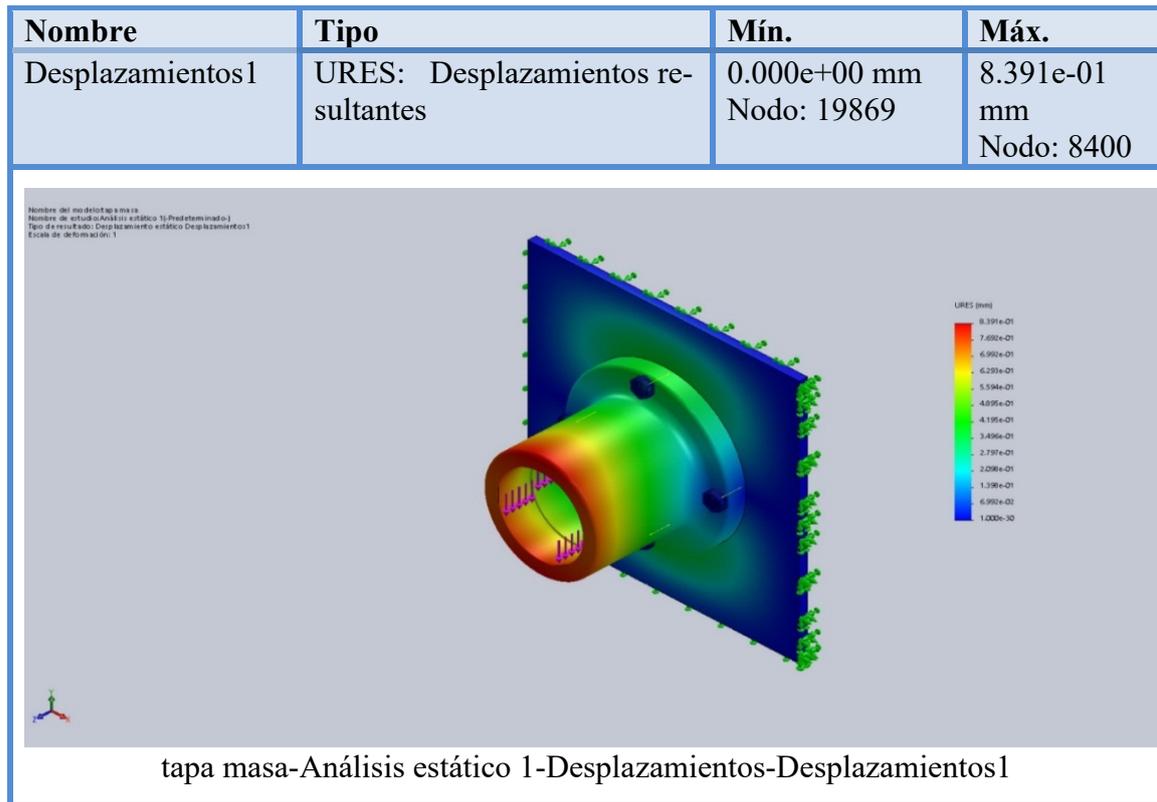


Figura 5.11

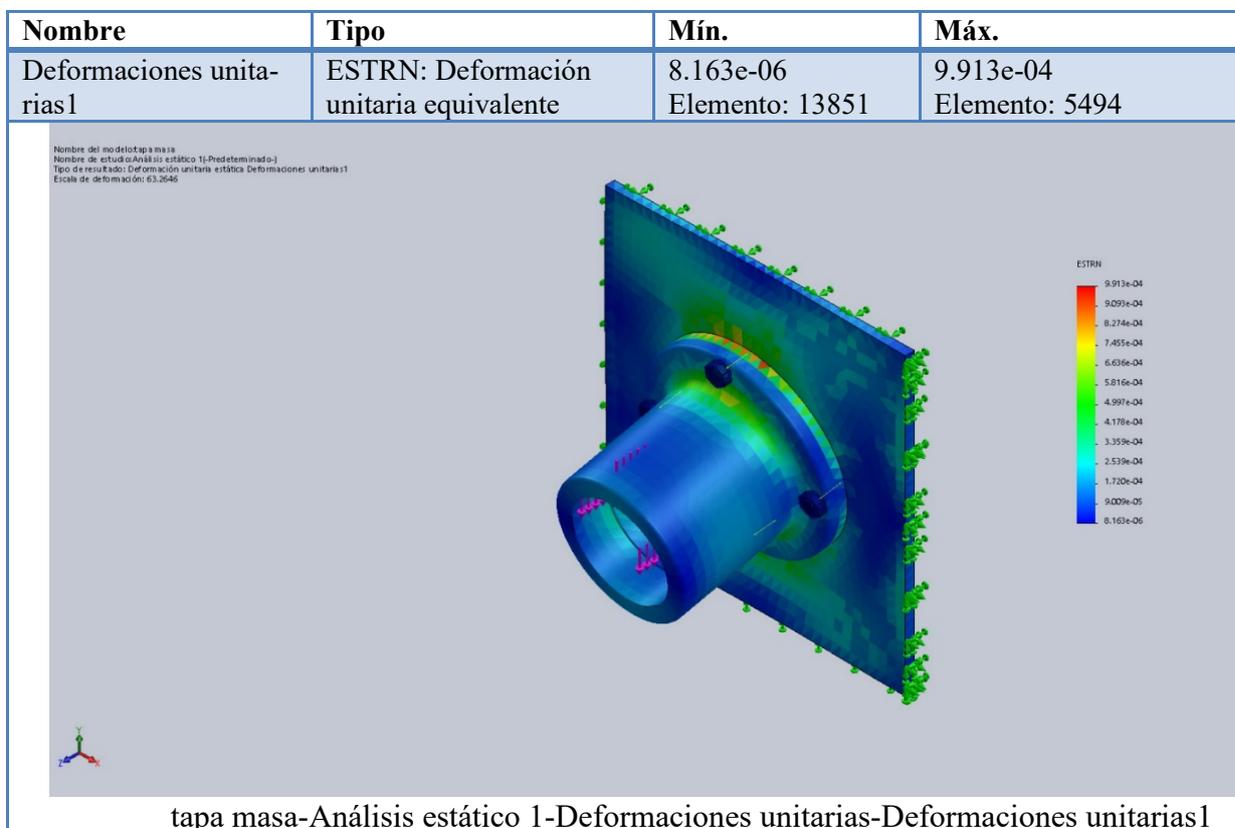


Figura 5.12

De este informe resulta que, según el criterio de rotura de von Mises, la tensión máxima a la que se encuentra sometida la chapa es 2306 kgf/cm^2 , valor que está por debajo de la tensión de fluencia del material que es de 4200 kgf/cm^2 . Dando por resultado un coeficiente de seguridad de $N = 1,82$.

3. Verificación de los rodamientos del semirremolque

Al seleccionar rodamientos para cualquier propósito, lo que se quiere, en última instancia, es estar seguro de alcanzar el nivel requerido de rendimiento del equipo y al menor costo posible. La resistencia también es muy importante porque puede que no se conozcan con precisión las condiciones en las que el equipo se monta, funciona y se mantiene y, de hecho, pueden variar con el tiempo.

Además de la vida nominal del rodamiento, existen factores claves que deben tenerse en cuenta en el momento de reunir las especificaciones del rodamiento para una aplicación. Por ejemplo:

- el lubricante y el método de suministro
- los ajustes del eje y el soporte
- la clase de juego del rodamiento
- el material de la jaula y la orientación
- la estabilidad dimensional
- los requisitos de precisión
- el sellado del rodamiento
- el método de montaje y el mantenimiento.

En las especificaciones técnicas de nuestro eje el mismo cuenta con dos rodamientos cónicos de simple hilera, número de identificación 593/592A.

Estos permiten el giro libre del eje respecto a la masa (el giro es generado por el motor hidráulico).

La primera verificación que realizamos es para determinar si los rodamientos soportan las cargas a las cuales están sometidos, luego de esta verificación procedemos a verificar la vida útil de los mismos.

Datos para realizar los cálculos:

$$Fr_d = \text{Fuerza radial dinamica}$$

Esta fuerza proviene de la carga en la punta de eje que calculamos anteriormente. En nuestro caso la carga más desfavorable es de 6118 Kg. Esta surge de la composición entre las componentes radiales actuantes en la viga, una debido a la carga puntual sobre la viga y otra debido a la fuerza necesaria para remolcar la carga.

$$Fr_d = 6118$$

$$FA_d = \text{Fuerza axial dinamica}$$

En este caso, al ser tan bajas las velocidades de movimiento del equipo, se consideran despreciables los esfuerzos axiales debido a la aceleración centrífuga en una curva. La única carga axial considerada será la componente en esta dirección del peso del equipo cargado. Verificando circular en un plano con una inclinación máxima de 10 grados, sin lugar a dudas en ningún caso se considerara recomendable someter el equipo a estas prestaciones. Dicha suposición sólo se emplea para asegurar y dejar en evidencia que la sollicitación axial está completamente verificada en los rodamientos.

$$FA_t = 12000 \times \sin 10 = 2083 \text{ Kg.}$$

Considerando que, según la inclinación sólo reaccionarán a este esfuerzo dos rodamientos (uno en cada eje), la carga axial final en cada rodamiento será de:

$$FA_d = 2083/2 = 1041.5 \text{ Kg}$$

Verificación de la capacidad de carga dinámica del rodamiento:

La carga equivalente sobre un rodamiento radial es frecuentemente la resultante de las fuerzas radiales y axiales.

$$P = X * FR_d + Y * FA_d$$

$$P = \text{Carga equivalente}$$

$$FR_d = \text{Fuerza radial constante real}$$

$$FA_d = \text{Fuerza axial constante real}$$

$$X = \text{Coeficiente radial del rodamiento}$$

$$Y = \text{Coeficiente axial del rodamiento}$$

El cálculo de fuerzas axiales que actúan en los rodamientos de rodillos cónicos exige un cálculo complementario. Una carga radial en estos rodamientos origina una fuerza axial, la que debe tenerse en cuenta en el cálculo.

Las condiciones para calcular (F_{a1} y F_{a2}) las fuerzas axiales generadas en cada rodamiento son las siguientes:

$$\frac{FR_{d1}}{Y_1} \geq \frac{FR_{d2}}{Y_2}$$

$$FA_d \geq 0$$

Cargas axiales de los rodamientos:

$$F_{a1} = \frac{0.25 * FR_{d1}}{Y_1} = \frac{0.25 * 6118}{1.35} = 1132 \text{ kg}$$

$$F_{a2} = F_{a1} + FA_d = 1132 + 1041 = 2173 \text{ Kg}$$

Calculamos el valor e

$$e = \frac{F_{a2}}{FR_2} = \frac{2173}{6118} = 0.355$$

Como este valor es menor al de la tabla de los rodamientos continuamos con la siguiente ecuación.

$$P = X * FR_d + Y * FA_d$$

$$P = 0.44 * 6118 + 1.35 * 1041 = 4097 \text{ kg} = 40194 \text{ N}$$

Comparamos la carga equivalente P con la capacidad de carga dinámica Cr que nos proporciona el fabricante de los rodamientos esta comparación nos otorga el coeficiente de seguridad S.

$$S = \frac{C_r}{P}$$

$$S = \frac{237000}{40194} = 5,89$$

Este valor nos indica que nuestro rodamiento está apto para soportar las cargas a las cuales esta solicitado, debemos tener en cuenta que estas situaciones se dan en ocasiones puntuales de máxima sollicitación.

3.1. Vida útil del rodamiento.

Para calcular la vida útil del rodamiento no utilizaremos las condiciones anteriores, en este cálculo descartamos la fuerza centrífuga por su corta duración.

Con la siguiente ecuación estimamos la vida útil del rodamiento en horas:

$$L_{10h} = \frac{1000000}{60 * n} * \left(\frac{C}{P}\right)^{\frac{10}{3}}$$

C Índice de carga dinámica [N]

P Carga dinámica equivalente del rodamiento [N]

p Exponente $\left(3 \text{ para los rodamientos de bolas, } \frac{10}{3} \text{ para los rodamientos de rodillos}\right) [-]$

n Velocidad de giro [rpm]

$$L_{10h} = \frac{1000000}{60 * 38} * \left(\frac{237000}{40194}\right)^{\frac{10}{3}} = 162438 \text{ h}$$

Este valor se corresponde con una duración aproximada del rodamiento de 18 años, trabajando 24 horas al día. De este modo, asumimos el costo de sobredimensionamiento en el rodamiento a cambio de asegurar prácticamente no tener que cambiarlo por desgaste, lo que hace al equipo apto para la demanda de la industria pesada.

En las siguientes figuras (5.13 y 5.14) se observan las especificaciones de los rodamientos utilizados.

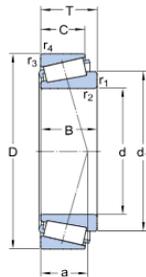
593/592 A

SKF Explorer

Series de dimensiones

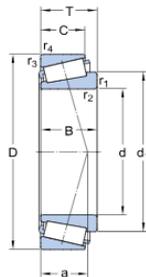
595

Dimensiones



d	88.9	mm
D	152.4	mm
T	39.688	mm
d ₁	≈ 121.6	mm
B	36.322	mm
C	30.162	mm
r _{1,2}	min. 3.5	mm
r _{3,4}	min. 3.3	mm

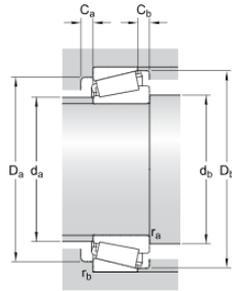
Dimensions



a	36.627	mm
---	--------	----

Figura 5.13

Dimensiones de los resaltes



d_a	max.	104	mm
d_b	min.	103	mm
D_a	min.	128	mm
D_a	max.	139.5	mm
D_b	min.	141	mm
C_a	min.	4	mm
C_b	min.	9.5	mm
r_a	max.	3.5	mm
r_b	max.	3.3	mm

Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	237	kN
Capacidad de carga estática básica	C_0	305	kN
Carga límite de fatiga	P_u	33.5	kN
Velocidad de referencia		3400	r/min
Velocidad límite		4300	r/min
Factor de cálculo	e	0.44	
Factor de cálculo	Y	1.35	
Factor de cálculo	Y_0	0.8	

Masa

Rodamiento de masa		2.81	kg
--------------------	--	------	----

Figura 5.14

CAPITULO 6

SISTEMA DE TRACCIÓN

1. Introducción

Como el proyecto se basa en una máquina autopropulsada es necesario el diseño de un sistema motriz.

Definimos como sistema motriz al conjunto de elementos que nos permite el movimiento de la máquina. Agruparemos estos elementos que forman los mecanismos y sistemas mecánicos en tres grandes bloques:

Bloque motriz o bloque de entrada, es el que recibe la fuerza motriz (hidráulica, humana, mecánica, combustión interna, etc.), y pone en marcha el movimiento del sistema mecánico.

Bloque transmisor o Mecanismo propiamente es que el recibe, transmite y modifica el movimiento y las fuerzas que le proporcionan los dispositivos del bloque de entrada, conduciéndolos hasta el bloque de salida.

Sistema receptor o sistema de salida que es el conjunto de elementos conducidos que reciben el movimiento y las fuerzas del bloque transmisor y realizan el trabajo en la salida del sistema para el cual el sistema mecánico fue concebido.

Para la concreción del proyecto y en relación al primer bloque motriz o de entrada hemos decidido trabajar con un motor de combustión interna, porque consideramos que este sistema es muy confiable y fácil de mantener. Podríamos optar por un motor eléctrico, pero en este caso limitaríamos el uso de nuestra máquina sólo a lugares que cuenten con red eléctrica.

En cuanto al bloque transmisor como el de salida estarán diseñados en base a un sistema hidráulico/mecánico, siendo un sistema confiable. A su vez, este sistema hidráulico nos permite realizar un diseño compacto que es fundamental para la concepción de nuestro dispositivo.

Este sistema hidráulico toma la energía del motor de combustión interna y mediante el uso de una bomba se transforma en energía hidráulica que es transportada por conductos hasta los motores hidráulicos encargados de transformar esta energía en energía mecánica produciendo la rotación de la rueda y transfiriendo esta fuerza al piso través de dos neumáticos tractores y cuatro neumáticos auxiliares.

Las ruedas tractoras tienen la capacidad de girar de manera independiente, de este modo manejando sus velocidades relativas se obtienen los cuatro movimientos principales (adelante, atrás, giro hacia la derecha y giro hacia la izquierda).

A continuación describiremos los componentes de cada uno de los bloques mencionados.

2. Motor de combustión interna

Un motor de combustión interna es un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química de un combustible que arde dentro de una cámara de combustión. Su nombre se debe a que dicha combustión se produce dentro de la máquina en sí misma, a diferencia por ejemplo, de la máquina de vapor.

Podemos mencionar los siguientes tipos de motores según su ciclo y según los tiempos de combustión.

De acuerdo a su ciclo se clasifican en:

- El motor de explosión ciclo Otto, cuyo nombre proviene del técnico alemán que lo inventó, Nikolaus August Otto, es el motor convencional de gasolina.

- El motor diésel, llamado así en honor del ingeniero alemán nacido en Francia Rudolf Diesel, funciona con un principio diferente y suele consumir gasoil.

- La turbina de gas.

- El motor rotatorio.

Según sus tiempos se clasifican en:

- De dos tiempos (2T): efectúan una carrera útil de trabajo en cada giro
- De cuatro tiempos (4T) efectúan una carrera útil de trabajo cada dos giros. Existen los motores diésel y nafteros tanto en 2T como en 4T.

Dentro de esta clasificación de motores debemos determinar cuál es el que usaremos para el remolcador. Veremos uno a uno para ver cuál se adapta mejor a nuestro vehículo.

El motor rotatorio no se fabrica para la máquina que estamos diseñando; una turbina es inviable por su tamaño al igual que el motor diésel, ya que su potencia excede a la requerida por nuestra máquina. En consecuencia, restan para nuestra selección dos opciones, el motor de 2 T y 4 T. Dado que el primero es muy contaminante y esto limita su elección optamos por un **motor de cuatro tiempos** por considerarlo más eficiente y menos nocivo para el medio ambiente.

3. Sistema hidráulico

Como expresamos en el punto 3 optamos por el sistema hidráulico porque nos permite realizar un diseño compacto fundamental para la concepción de nuestro dispositivo. Colocaremos en cada rueda un motor hidráulico que se comandan de manera independiente, de esta forma se obtienen los cuatro movimientos deseados (adelante, atrás, giro hacia la derecha y giro hacia la izquierda). A su vez, la máquina puede girar sobre su eje permitiendo una mayor maniobrabilidad, esto se logra invirtiendo el sentido de giro de los motores.

A continuación realizaremos una descripción general de un sistema hidráulico y de su funcionamiento, a modo de marco teórico de nuestro proyecto.

La Hidráulica es la tecnología que emplea un líquido, ya sea agua o aceite, generalmente aceites especiales, como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

Básicamente consiste en hacer aumentar la presión de este fluido (el aceite) por medio de

elementos del circuito hidráulico, por ejemplo con un compresor, para utilizarla como un trabajo útil normalmente en un elemento de salida llamado cilindro. El aumento de esta presión se puede ver y estudiar mediante el Principio de Pascal.

Ahora bien, en todo circuito hidráulico hay tres partes bien diferenciadas, ellas son el **grupo generador de presión**, el **sistema de mando** y el **actuador**. El grupo generador de presión es el órgano motor que transfiere la potencia al actuador para generar trabajo. La regulación de esta transmisión de potencia se realiza en el sistema de mando que está formado por una serie de válvulas limitadoras de caudal y de presión, distribuidoras, de bloqueo, etc.

Cada elemento de una instalación hidráulica tiene unas determinadas características que es preciso conocer para deducir el funcionamiento de la instalación. Los elementos constitutivos del circuito hidráulico son (ver figura 6.1):

- Tanque o depósito de aceite.
- Filtro
- Bomba
- Elementos de regulación y control
- Actuadores
- Redes de distribución

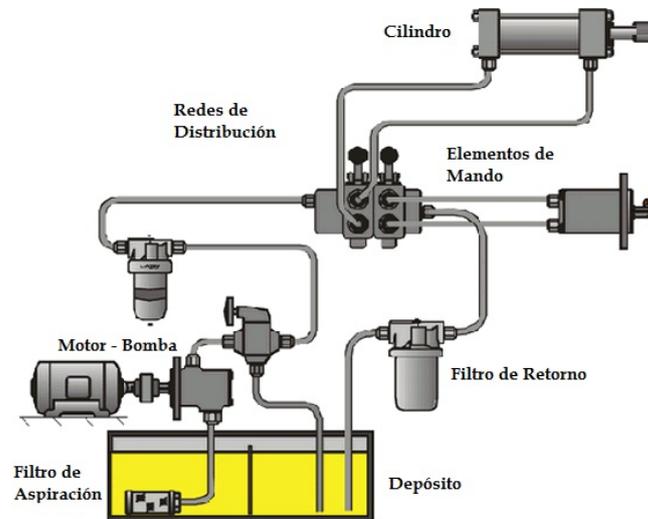


Figura 6.1

A continuación haremos una breve descripción de cada uno de los elementos mencionados.

3.a. Tanque hidráulico.

La principal función del tanque hidráulico es almacenar aceite, aunque no es la única. El tanque también debe eliminar el calor y separar el aire del aceite. Los tanques deben tener resistencia y capacidad adecuadas y además, deben evitar que ingrese la suciedad externa.

Estos tanques hidráulicos generalmente son herméticos.

3.b. Filtro.

Un filtro hidráulico es el componente principal del sistema de filtración de una máquina hidráulica, de lubricación o de engrase. Estos sistemas se emplean para el control de la contaminación por partículas sólidas de origen externo y las generadas internamente por procesos de desgaste o de erosión de las superficies de la maquinaria, permitiendo preservar la vida útil, tanto de los componentes del equipo como del fluido hidráulico.

3.c. Bomba hidráulica.

La bomba hidráulica proporciona una presión y caudal adecuado de líquido a la instalación, convirtiendo la energía mecánica en energía hidráulica. Actúa de la siguiente manera: toma la energía de una fuente (un motor, un motor eléctrico, etc.) y la convierte en energía hidráulica, tomando aceite o fluido hidráulico de un depósito de almacenamiento (un tanque) y enviándolo como un flujo al sistema hidráulico.

Todas las bombas producen flujo de aceite de igual forma. Se crea un vacío a la entrada de la bomba. La presión atmosférica, más alta, empuja el aceite a través del conducto de entrada a las cámaras de entrada de la bomba. Los engranajes de la bomba llevan el aceite a la cámara de salida de la bomba. El volumen de la cámara disminuye a medida que se acerca a la salida. Esta reducción del tamaño de la cámara empuja el aceite a la salida.

Las bombas se pueden clasificar en dos tipos **bombas rotativas o bomba de pistones**. Describiremos la bomba rotativa de engranajes, porque es la que seleccionaremos para nuestro vehículo porque es de bajo costo y muy confiable.

Una bomba de engranajes externos típica la podemos ver en la Figura 6.2, (Bomba hidráulica, 2016).

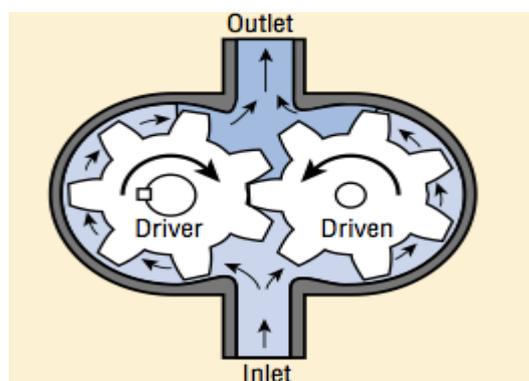


Figura 6.2

Estas bombas pueden ser de engranajes rectos, helicoidales o bihelicoidales. Los engranajes rectos son los más fáciles de maquinar (fabricar) y son los más comúnmente utilizados. Los

helicoidales y bihelicoidales son más silenciosos, pero tienen el inconveniente de ser más costosos.

La bomba de engranajes produce flujo llevando al fluido entre los dientes de dos engranes acoplados. Un engrane es accionado por el eje y a su vez acciona al engrane intermedio o *idler*. Las cámaras que se forman entre dientes adyacentes son cubiertas por la carcasa y los platos laterales (también llamados platos de desgaste o de presión).

Un vacío parcial se crea en la entrada de la bomba a medida que los dientes se desacoplan. El líquido entra para llenar el espacio y es transportado por la parte externa de los engranes. A medida que los dientes se acoplan nuevamente a la salida de la bomba, el fluido es forzado hacia afuera. La eficiencia volumétrica en este tipo de bombas puede llegar hasta niveles de 93% en condiciones óptimas. El juego entre las caras de los engranajes, dientes, crestas, y la carcasa generan pérdidas casi constantes sobre cualquier volumen bombeado a presión constante. Esto significa que la eficiencia volumétrica a bajas velocidades y flujos es pobre, por lo que las bombas de engranajes deben ser utilizadas cerca de sus velocidades máximas de diseño.

A pesar de que la pérdida a través de las aperturas aumenta con la presión, la misma es casi constante con cambios de velocidad y caudal. Para una bomba, la pérdida aumenta en aproximadamente 5,68 lpm de 0-138 Bar independientemente de la velocidad. El cambio en el deslizamiento o fuga interna con presión tiene poco efecto negativo en el desempeño cuando se opera a altas velocidades y caudales. Las bombas de engranajes externos son comparativamente inmunes a contaminación en el aceite, lo que aumentará la tasa de desgaste y disminuirá la eficiencia, pero fallas repentinas son poco comunes.

3.d. Elementos de regulación y control.

Son los encargados de regular el paso del aceite desde las bombas a los elementos actuadores. Estos elementos, que se denominan válvulas, pueden ser activados de diversas formas, manualmente, por circuitos eléctricos, neumáticos, hidráulicos o mecánicos. La clasificación de estas válvulas se puede hacer en tres grandes grupos: de dirección, antiretorno y de presión y caudal.

3.e. Actuadores.

Los actuadores transforman la energía de presión del aire comprimido o del aceite en energía mecánica, que será aplicada posteriormente para conseguir el efecto deseado. Según el tipo de movimiento, hay dos tipos de actuadores:

- Los cilindros: capaces de producir un movimiento rectilíneo
- Los motores: con los que se consigue un movimiento rotativo

3.f. Red de distribución.

Debe garantizar la presión y velocidad del aceite en todos los puntos de uso. En las instalaciones oleohidráulicas, al contrario de las neumáticas, es necesario un circuito de retomo de fluido, ya que este se vuelve a utilizar una y otra vez. El material utilizado suele ser acero o plástico reforzado y depende de su uso.

4. Rueda.

La **rueda** es una pieza mecánica circular que gira alrededor de un eje. Podemos considerarla una máquina simple y forma parte del conjunto denominado elementos de máquinas. Es sin dudas uno de los inventos fundamentales en la historia de la humanidad como componente fundamental de diversas máquinas. Siendo sus múltiples usos esenciales en el desarrollo del progreso humano.

Con la aparición de las ruedas también aparecieron las fuerzas vinculadas a ellas, como la **fuerza o resistencia de rodadura**.

4.1. Resistencia a la rodadura.

La resistencia a la rodadura se presenta cuando un cuerpo rueda sobre una superficie deformándose uno de ellos o ambos. Como veremos, no tiene sentido alguno hablar de resistencia a la rodadura en el caso de un sólido rígido (indeformable) que rueda sobre una superficie rígida (indeformable).

En el caso de un cilindro que se apoya sobre una superficie plana todo el peso del cilindro gravita sobre una exigua superficie de contacto (una generatriz, desde un punto de vista estrictamente geométrico). De este modo la presión en el contacto será tan grande que hasta el material más rígido se deformará. Por lo tanto el cuerpo, la superficie que lo soporta o ambos, se deforman, aumentando el área de contacto hasta que la presión disminuye y se restablece una situación de equilibrio elastostático.

En resumen, al rodar un cuerpo real sobre una superficie real se producen unas deformaciones, como se muestra en la Figura 6.4, (Resistencia a la Rodadura, s.f.), de modo que el cuerpo tiene que "vencer" continuamente un pequeño obstáculo que se le presenta por delante y que se opone a su rodadura.

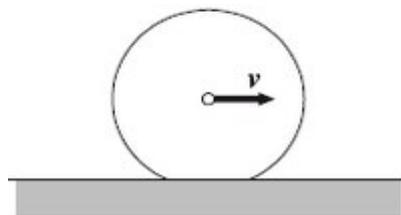


Figura 6.4

Consideremos, para comenzar, el caso ideal de un **cuerpo indeformable o rígido** (por ejemplo un cilindro o una rueda) que puede rodar sobre una superficie plana también indeformable

(Figura 6.5), (Resistencia a la Rodadura, s.f.). Si la superficie es horizontal, las fuerzas que actúan sobre el cilindro son: su peso P y la reacción normal del plano N . Si aplicamos una fuerza F sobre el eje del cilindro, paralelamente al plano y perpendicularmente al eje, aparecerá una fuerza de rozamiento f en A en sentido opuesto a la fuerza aplicada F .

El **momento de la fuerza** de rozamiento respecto del eje del cilindro:

$$M = f \cdot R$$

hace girar el cilindro alrededor de su eje. Así, en el caso de cuerpos indeformables soportados por superficies indeformables, por pequeña que sea la fuerza F se producirá la rodadura. Cabe aclarar que esto se producirá si existe suficiente rozamiento estático para evitar el deslizamiento. En estas condiciones no hablamos de resistencia a la rodadura.

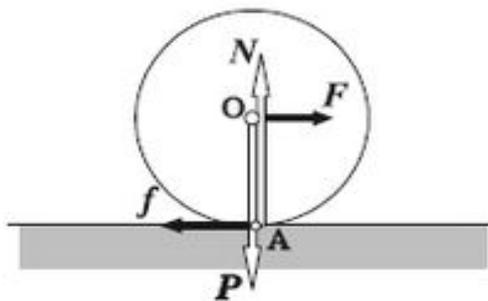


Figura 6. 5

Hasta aquí vimos los cuerpos que no se deforman. Sin embargo en situaciones **reales los cuerpos sufren deformaciones**. El contacto no se realiza a lo largo de una generatriz (como en el ejemplo anterior) sino a lo largo de una estrecha banda $A'A''$ como se muestra en la Figura 6.6 (Resistencia a la Rodadura, s.f.). Ello da lugar a que aparezcan reacciones en los apoyos que determinan la aparición de un par o momento que se opone a la rodadura.

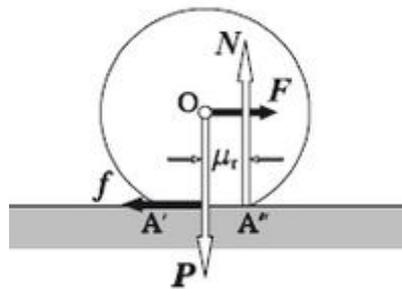


Figura 6.6

Con la finalidad de simplificar el problema, podemos imaginar que en cada instante el cilindro debe rotar sobre la generatriz que pasa por A'' para poder rodar superando el pequeño obstáculo que se opone a ello. Esto equivale a considerar desplazada la línea de acción de la reacción normal N una distancia que designaremos por μ_r , como se muestra en la Figura 4. El par de resistencia a la rodadura y el par aplicado valen, respectivamente:

$$M_{res} = u_r \cdot N$$

$$M_{apl} = R \cdot F$$

En las condiciones críticas cuando comienza la rodadura el par aplicado o de arranque será mayor que el par resistente, de modo que

$$M_{arranque} \geq M_{res} \rightarrow R \cdot F \geq u_r \cdot N$$

el cilindro comenzará a rodar si:

$$F \geq \frac{u_r \cdot N}{R} = C_{rr} \cdot N$$

y $C_{rr} \cdot N$ nos da el valor de la fuerza mínima necesaria para el arranque.

4.2. Coeficientes.

La magnitud μ_r que tiene dimensiones de una longitud es llamada **coeficiente de resistencia a la rodadura**.

De las expresiones anteriores se deduce que el par de arranque es proporcional a la reacción normal N y que la fuerza de tracción necesaria para el arranque es inversamente proporcional al radio del cilindro; esta es la ventaja de las ruedas grandes sobre las pequeñas. El valor del coeficiente μ_r depende de la naturaleza de los cuerpos en contacto (fundamentalmente de su rigidez).

A la magnitud adimensional

$$C_{rr} = \frac{u_r}{R}$$

se la llama **coeficiente de rodadura**.

En general, el coeficiente de rodadura tiene un valor muy inferior al de los coeficientes de rozamiento por deslizamiento (estático y cinético). De este modo consideramos que es mucho más conveniente, a efecto de disminuir las pérdidas energéticas, sustituir en los mecanismos y máquinas los deslizamientos por las rodaduras; esa es la ventaja que aportó el invento de la rueda.

La dependencia del coeficiente de rodadura con el peso del sistema, a diferencia del coeficiente de rozamiento, hace que no sea siempre operativo calcular el coeficiente de rodadura a través del ángulo de rozamiento.

El valor del coeficiente de rodadura es característico de cada sistema, dependiendo de las siguientes características:

- la rigidez o dureza de la rueda y superficie
- el radio de la rueda (a mayor radio menor resistencia)
- el peso o carga al que se somete cada rueda
- el acabado de las superficies en contacto, forma relativa, etc.
- viscosidad entre las superficies de contacto

- temperatura de los cuerpos
- en el caso de ruedas neumáticas o hidráulicas, de su presión (a mayor presión menor resistencia) (Resistencia a la Rodadura s.f).

Para nuestros cálculos hemos tomado en consideración los datos otorgados por la siguiente tabla de resistencia de rodadura, (Tabla 6.1).

C_{rr}	μ_r	Descripción
0,0002 a 0,0010	0.5 mm	Ruedas de ferrocarril sobre raíles de acero
	0,1 mm	Rodamientos de bolas en acero sobre acero
0,0025		Neumáticos especiales Michelin para automóvil solar/eco-marathon
0,005		Raíles estándar de tranvía
0,0055		Neumáticos BMX de bicicleta usados para automóviles solares
0,006 a 0,01		Neumáticos de automóvil de baja resistencia y neumáticos de camión sobre carretera lisa
0,010 a 0,015		Neumáticos ordinarios de automóvil sobre losas de piedra
0,020		Neumáticos ordinarios de automóvil sobre hormigón
0,030 a 0,035		Neumáticos ordinarios de automóvil sobre alquitrán o asfalto

0.055 a 0.065		Neumáticos ordinarios de automóvil sobre hierba, barro y arena
0,3		Neumáticos ordinarios de automóvil sobre hierba, barro y arena

Tabla 6.1

4.3. Neumáticos.

Los neumáticos en general influyen sobre el rendimiento, comportamiento y prestaciones de los vehículos, ya que son los únicos elementos que permanecen en contacto con la superficie del suelo, es por ello que, en todas las condiciones de rodamiento, la seguridad depende de una superficie de contacto con el suelo, la cual es relativamente pequeña, siendo fundamental mantener permanentemente los neumáticos en buen estado.

El neumático transforma la fuerza del motor en tracción y es responsable en el frenado y la estabilidad en las curvas. Por eso, es muy importante saber cómo está fabricado el neumático, las características de cada tipo, modelo, aplicaciones, principalmente los cuidados y mantenimiento de los mismos.

El neumático está sometido a numerosas tensiones, a saber la presión, la carga, la velocidad, la temperatura, la naturaleza de los suelos, el estado de las pistas (Sandoval Serva B. 2017).

Por ello, el más adecuado será el que permita reducir el conjunto de dichas tensiones sin favorecer a ninguna.

Tomando en cuenta estos considerandos optamos por neumáticos radiales que poseen el beneficio de permitir una leve amortiguación, debido a que la máquina es totalmente rígida, es decir no tiene sistema de suspensión, es muy importante la función de los mismos en el sistema.

Esta máquina está diseñada para desplazarse en pavimento o playones de tierra compactada, y consideramos que este tipo de neumáticos garantizan gran adherencia en este tipo de terrenos y una buena distribución de la carga.

La opción que reemplazaría a los neumáticos sería un sistema de orugas, si bien éstas presentan la ventaja de distribuir mejor la presión en el suelo, son pesadas y más complejas que la rueda por este motivo fueron descartadas.

Seleccionados los neumáticos determinaremos el torque en el punto siguiente.

5. Torque

Cuando se aplica una fuerza en algún punto de un cuerpo rígido, dicho cuerpo tiende a realizar un movimiento de rotación en torno a algún eje. Entonces, se llama **torque** o **momento** de una fuerza a la capacidad de dicha fuerza para producir un giro o rotación alrededor de un punto.

Así como una fuerza lineal es un empuje o un tirón, un torque puede considerarse como un giro de un objeto. En tres dimensiones, el par es un pseudovector, para partículas puntuales, está dado por el producto cruzado del vector de posición (vector de distancia) y el vector de fuerza. El símbolo para el torque es típicamente τ , la letra griega minúscula *tau*. Cuando se le llama momento de fuerza, se la simboliza como M .

La magnitud del torque de un cuerpo rígido depende de tres cantidades: la fuerza aplicada, el vector del brazo de palanca que conecta el origen con el punto de aplicación de fuerza, y el ángulo entre el vector de fuerza y el brazo de palanca (Figura 6.7), (Torque s.f.). En símbolos:

$$\tau = r \times F$$

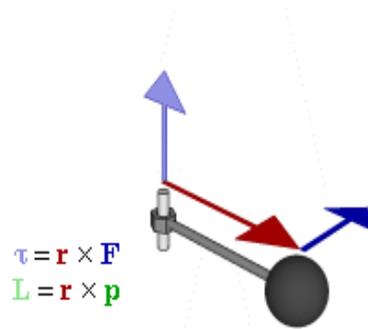


Figura 6.7

Dónde τ es el vector de par y la magnitud del torque, r es el vector de posición (un vector del origen del sistema de coordenadas definido al punto donde se aplica la fuerza) y F es el vector de fuerza y \times denota el producto cruzado y θ es el ángulo entre el vector de fuerza y el vector de brazo de palanca. La unidad en el SI para torque es **N·m**.

Llevado al remolcador la fuerza F es la fuerza de rodadura que debemos vencer, más una hipotética fuerza debido a la inclinación del suelo. El **vector r** está determinado por el eje de giro (eje de la rueda) y la distancia del mismo al suelo, es decir que es el radio del neumático.

Este torque es el que deberán vencer los dos motores hidráulicos para que se produzca el movimiento de la máquina.

6. Cálculos

6.1. Solicitaciones.

La máquina que proyectamos necesita un sistema de tracción robusto, confiable y de tamaño reducido, debido a la gran carga que debe manipular y el tamaño del chasis.

Consideramos que nuestro remolcador debe ser capaz de mover un semirremolque completamente cargado. Según la ley esta tara no puede superar los 45.000 kg. Esta carga genera, según nuestros cálculos, 2.000 kg de arrastre, una parte se debe a la fuerza de rodadura y la otra parte a una leve inclinación del terreno. Además, todo el sistema de tracción del remolcador

debe estar montado en un chasis con una sección de 500 x 500 mm y propulsar la máquina a una velocidad máxima de 8 km/h.

Para comenzar con los cálculos determinaremos en primer lugar, la fuerza de arrastre necesaria para manipular esa carga. En este caso debemos vencer la fuerza de rodadura, y además consideraremos una leve inclinación del terreno, porque esta inclinación nos generará una fuerza adicional.

6.2. Selección de los neumáticos.

De acuerdo con la Ley de Tránsito N° 24.449 nuestro equipo puede soportar 10.500 kg. Este peso fue seleccionado en base a la ley de transporte vigente en Argentina, ya que este es el permitido en nuestro territorio para los semirremolques con un eje tractor.

Los 10.500 kg los debemos repartir en dos neumáticos, pero a este peso le tenemos que sumar el peso de nuestra máquina. Partimos del supuesto que pesará aproximadamente 2.500kg.

Entonces, el peso de la carga más la máquina total será de $10.500 \text{ kg} + 2.500 \text{ kg} = 13.000 \text{ kg}$.

Seleccionamos neumáticos que tienen un índice de carga de 176 que equivale a 7.100 kg es decir que en conjunto soportan unos 14.200 kg. Este neumático es el MICHELIN 12.00 R 20 XZM TL 176A5, con un diámetro de 1136mm, la es de anchura 324mm y la profundidad del dibujo de 40mm.

6.3. Cálculo de la fuerza de rodadura.

$$u_r = 0.006 \text{ (neumático sobre carretera)}$$

$$Fn = 45.000 \text{ kg}$$

$$Fr = Fn \cdot u_r = 45.000 \text{ kg} \cdot 0.01 = 450 \text{ kg}$$

Hemos calculado la fuerza de rodadura en pavimento con la capacidad máxima de carga de 45 toneladas, pero como este dispositivo podría transitar por distintos terrenos, en esos casos la capacidad máxima de carga disminuirá, En la siguiente tabla (6.2), se detalla la capacidad máxima de carga en función del terreno transitado.

C_{rr}	μ_r	Descripción	Capacidad de carga
0,006		Neumáticos de automóvil de baja resistencia y neumáticos de camión sobre carretera lisa	45 T
0,010		Neumáticos ordinarios sobre losas de piedra	Entre 45T
0,020		Neumáticos ordinarios sobre hormigón	22.5 T
0,030		Neumáticos ordinarios sobre alquitrán o asfalto	15 T
0.055		Neumáticos ordinarios sobre hierba, barro y arena	8 T
0,3		Neumáticos ordinarios de sobre hierba, barro y arena	1.5 T

Tabla 6.2

6.4. Cálculo para la selección de los motores hidráulicos.

Para la selección de los motores hidráulicos se requiere el cálculo del torque y el cálculo de las rpm. En primer lugar, calcularemos el torque y posteriormente las rpm.

6.4.a. Cálculo del Torque necesario.

Con el diámetro de los neumáticos y la fuerza de rodadura que calculamos anteriormente obtendremos el torque que necesita nuestra máquina para transportar adecuadamente la carga.

Diámetro del neumático = 1.136 mm

$$T = Fr \cdot \frac{\phi}{2}$$

$$T = 450 \text{ kg} \cdot 0.568$$

$$T = 255 \overrightarrow{\text{kgm}}$$

6.4.b. Cálculo de las rpm.

En base al perímetro de la rueda y la velocidad deseada calculamos las rpm de los motores hidráulicos.

$$v = \omega * r = 8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\omega = \frac{8 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{r}$$

$$r = 568\text{mm} \rightarrow 0.000568 \text{ km}$$

$$\omega = \frac{6}{0.000568} = 10563 \frac{\text{rad}}{\text{h}} = 28 \text{ RPM}$$

6.5. Selección del motor hidráulico.

Con los valores obtenidos a través de los cálculos de las rpm y del torque respectivamente, estamos en condiciones de escoger el motor hidráulico adecuado. El motor seleccionado es fabricado por la marca Parker de la serie TF (torquemotor). En la figura 6.9 (Parker s.f.),

mostramos el plano general del motor seleccionado. Aclaramos que se colocarán dos motores de iguales características.

Plano del motor seleccionado

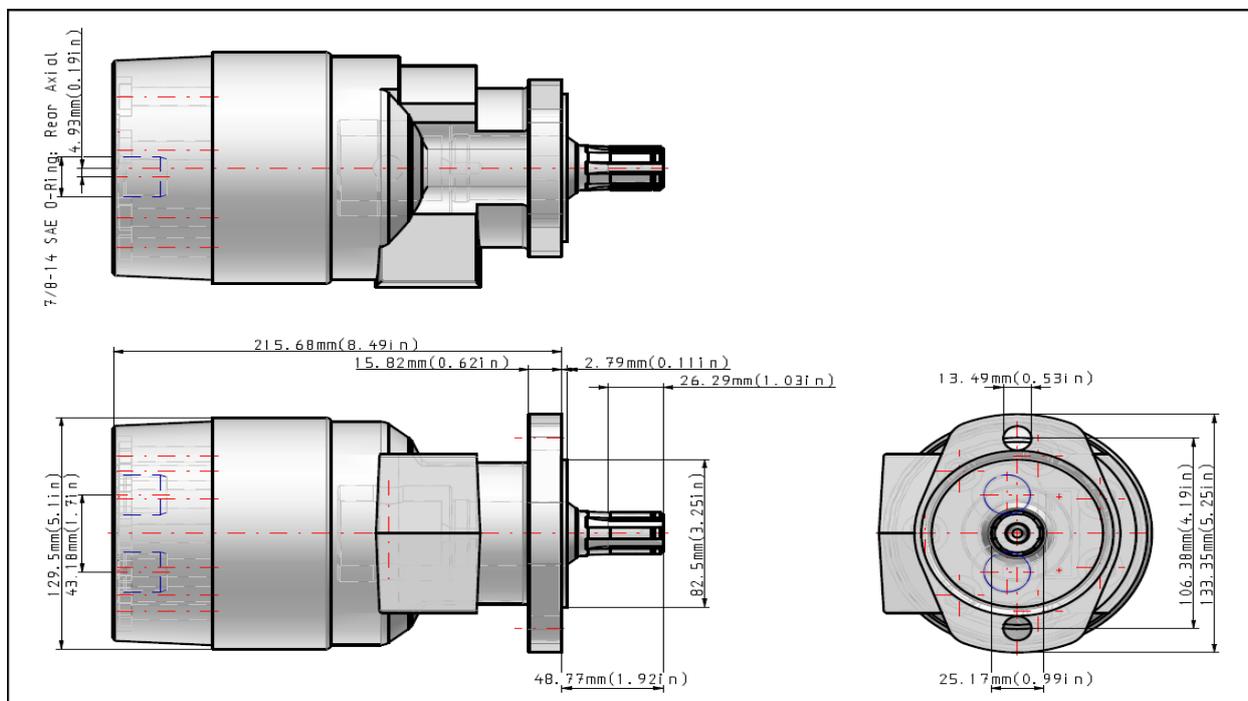


Figura 6.9

Ficha técnica Torqmotor

Desplazamiento del motor 197 (cc/rev)

Diferencia de presiones máxima

(Bar) 207 intermitente (138 continuo)

Flujo máximo (lpm)

76 intermitente (57 continuo)

Par de salida máximo (Nm)

562 intermitente (364 continuo)

Par de arranque mínimo (Nm)

468 intermitente (302 continuo)

velocidad máxima (rpm) 394

Diámetro nominal del eje

1.25 in / 31,75 mm

6.6. Cálculo de la bomba hidráulica.

La potencia de la bomba será obtenida por medio de un pequeño motor de combustión interna, esto permite el uso de la máquina en cualquier sitio ya que sólo necesita combustible para funcionar.

Nuestro equipo cuenta con dos motores hidráulicos como ya lo indicamos anteriormente y 3 cilindros hidráulicos uno principal y dos auxiliares.

Como no se puede levantar la carga mientras la máquina está en movimiento, nunca se dará de modo simultáneo el uso de los motores con el uso de los cilindros, por ese motivo para el cálculo de la bomba tuvimos en cuenta los dos motores trabajando a máxima velocidad, estos son más demandantes para la bomba que los tres cilindros juntos. Por ello para el cálculo de la bomba no tendremos en cuenta los cilindros sólo los motores.

Los motores hidráulicos desplazan 100 (cc/rev), a máxima velocidad trabajan a 38 RPM.

Caudal de aceite necesario:

$$Q_{nec} = 197 * 2 \frac{cc}{rev} * 28 \frac{rev}{minu} = 10920 \frac{cc}{minu} = 10,92 \frac{l}{minu}$$

Con este valor 10,92 l/min y la presión que determinamos (120 bar) que es la recomendada por el fabricante, ya nos encontramos en condiciones de seleccionar una bomba hidráulica adecuada.

Según datos y fórmulas extraídos del catálogo Moro Hidráulica (proveedora nacional de insumos hidráulicos) y habiendo seleccionado la bomba de engranaje más pequeña procedemos a verificar si responde a nuestra solicitud:

Más abajo realizamos los cálculos para determinar el caudal que entrega la bomba **Q**, funcionando a régimen; el **torque y la potencia** que la bomba necesita para funcionar de manera correcta. Estos datos son necesarios para poder seleccionar el impulsor, en este caso un motor de combustión interna.

$$Q \left[\frac{l}{min} \right] = \frac{Despl. vol \left[\frac{cm^3}{rev} \right] * n * RPM}{1000} = \frac{4.5 * 0.97 * 2500}{1000} = 10,91 \frac{l}{min}$$

Este valor 8,73 l/min fue calculado a 2000 RPM que es el valor nominal de la bomba. Este número mayor que 6,156 l/min, lo que nos indica que la bomba cumple sobradamente con el caudal demandado por los motores hidráulicos.

$$Torque [Nm] = \frac{P [bar] * Despl. vol \left[\frac{cm^3}{rev} \right]}{20\pi * n} = \frac{120 * 4.5}{20\pi * 0.88} = 9.766 Nm$$

$$Potencia [KW] = \frac{p [bar] * Despl. vol \left[\frac{cm^3}{rev} \right] * RPM}{612000 * n} = \frac{120 * 4.5 * 2500}{612000 * 0.85} = 2,59 KW$$

Con estos resultados de **torque y potencia** 9,766 Nm y 2,59 KW respectivamente elegimos el motor de combustión interna, que le otorga la potencia a la bomba hidráulica.

Bomba seleccionada 60425, (ver tabla 6.2 con características técnicas) (Moro hidráulica. S.f.

Bombas a engranaje

- Cigüeñal con cojinete de bolas para una mayor estabilidad
- Eje equilibrador de alta resistencia
- Diseño de pistón mejorado

Excepcionalmente silencioso

- Gran capacidad, sistema de escape de cámaras múltiples
- El árbol de levas y el silenciador mejorados reducen el ruido general del motor hasta en 5 dB
- Cigüeñal de acero forjado y cárter rígido
- Engranajes de corte helicoidal
- Sofisticado sistema de admisión de aire

Fiabilidad comprobada

- Alerta de aceite
- Cilindro de hierro fundido
- Materiales de alta calidad, ajuste y acabado
- Filtro de aire de dos elementos
- Válvula de gasolina
- Garantía limitada de 3 años

Fácil de usar y mantener

- Control simple del acelerador
- Grandes tanques de combustible
- Gran tapón de combustible de tipo automotriz
- Doble drenaje de aceite y relleno
- Caja de control fácil, conveniente y resistente
- Bujía de fácil acceso

Inicio fácil

- Arranque de retroceso de alta resistencia
- Sistema automático de descompresión mecánica
- Tiempo de encendido variable

Ficha Técnica

Tipo de motor	OHV de 4 tiempos refrigerado por aire
Diámetro x carrera	88 X 64 mm
Desplazamiento	389 cm ³
Potencia de salida neta *	11.7 HP (8.7 kW) a 3.600 rpm
Par neto	19.5 lb-pie (26.4 Nm) a 2.500 rpm
Rotación del eje de la TDF	En sentido antihorario (desde el lado del eje de la PTO)
Índice de compresión	8.2: 1
Opciones de lámpara / bobina de carga	25W, 50W / 1A, 3A, 10A, 18A
Carburador	Tipo de flotador de mariposa
Sistema de encendido	CDI digital con sincronización variable
Sistema de arranque	Recoil / eléctrico
Sistema de lubricación	Chapoteo
Sistema del gobernador	Tipo de masa centrífuga
Filtro de aire	Elemento dual

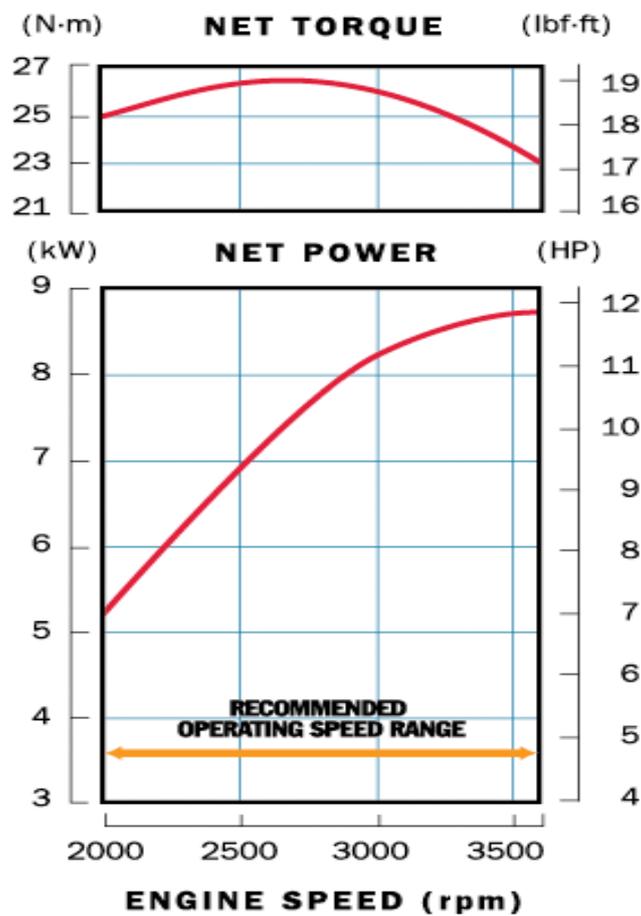
Capacidad de aceite 1.16 US qt (1.1 L)

Capacidad del tanque de combustible 6.4 US qts (6.1 litros)

Combustible Sin plomo de 86 octanos o más

Peso en seco 69 lb (31,5 kg)

Gráfico de rendimiento del motor de combustión interna (Figura 6.10) (Honda, s.f.)



GX390/iGX390

Figura 6.10

Vemos que según el gráfico de rendimiento del motor este entrega a 2500 RPM un Torque de 26,8 Nm y una potencia de 7 KW, ambos valores mayores a los requeridos por nuestra bomba hidráulica 9,766 Nm y 2,59 KW.

6.8. Cálculos Tanque hidráulico.

El depósito o también llamado tanque hidráulico, cumple con varias funciones (Ingemecánica s.f.):

- En principio es un dispositivo por donde se realiza el llenado y vaciado de fluido hidráulico,
- Es un elemento disipador de calor a través de las paredes del tanque, refrigerando así el aceite contenido en su interior. Para ello, es necesario que el aceite tenga un tiempo dentro del tanque de al menos 1 ó 2 minutos. Así en función del caudal de la bomba, se podría diseñar el volumen del tanque.
- Es un depósito pulmón desde donde se realiza la aspiración por parte de la bomba.
- Al servir como depósito de remanso del aceite, se usa también para la decantación en el fondo de partículas y contaminantes que se podrían arrastrar del circuito hidráulico, de esta forma se evita la recirculación.

En el caso específico de nuestra bomba, la misma proporciona un caudal de 8.73 litros por minuto. Como debemos asegurar que el fluido permanezca por lo menos dos minutos en el depósito, para asegurar ese tiempo multiplicamos este valor por:

$$2.5, 10,91 * 2.5 = 27,27 \text{ L}$$

A este valor le debemos sumar el volumen de los cilindros hidráulicos que es igual al área interna del cilindro por la carrera del mismo.

$$V = \frac{\emptyset^2 * \pi}{4} * L = \frac{12.7\text{cm}^2 * \pi}{4} * 20.3\text{cm} = 2571\text{cm}^3 = 2.571\text{L}$$

Sumando estos valores:

$$27,27 + 2.57 = 29,84$$

De acuerdo con este resultado, el depósito comercial que más se adecua a nuestras necesidades tiene un volumen de **40L**.

Ficha técnica del tanque hidráulico (Tabla 6.3 y Figura 6.11). (Moro Hidráulica).

Código	Descripción	A (mm)	B (mm)	C (mm)
60076	Depósito universal 15 Lts con filtro, porta filtro y boca de carga con nivel	160	400	200
60077	Depósito trapezoidal Deutz con filtro, porta filtro y boca de carga con nivel	-	-	-
60080	Depósito 25 Lts con filtro, porta filtro y boca de carga	200	400	300
60081	Depósito 40 Lts con filtro, porta filtro y boca de carga	300	400	350
60082	Depósito 60 Lts con filtro, porta filtro y boca de carga	300	500	400

Tabla 6.3

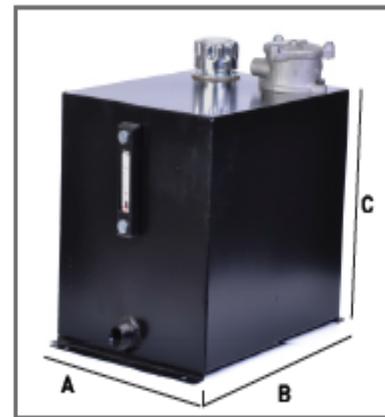


Figura 6.11

6.9. Selección de la Válvula reguladora de presión.

Las válvulas, como elementos de regulación, de control y mando de la circulación del fluido hidráulico por el interior del circuito, pueden ser de diversos tipos: válvulas controladoras de presión, de caudal, válvulas direccionales o distribuidoras, válvulas de bloqueo o válvulas de cierre.

- Las válvulas de presión actúan cuando la presión del fluido en el interior del circuito alcanza un cierto valor, llamado también valor de tarado.

- Válvulas de seguridad: este tipo de válvulas protegen al circuito de sobrepresiones. Son válvulas normalmente cerradas, que cuando se alcanza una presión límite se activan y descargan el fluido.

En nuestro caso la válvula reguladora de presión esta calibrada a 120 Bar que es la presión a la que trabaja nuestro sistema.

Esta válvula esta normalmente cerrada, y se abre cuando el circuito alcanza la presión deseada de este modo mantenemos la presión del sistema en el valor adecuado.

En la figura 6.12 observamos el símbolo de la válvula de seguridad:

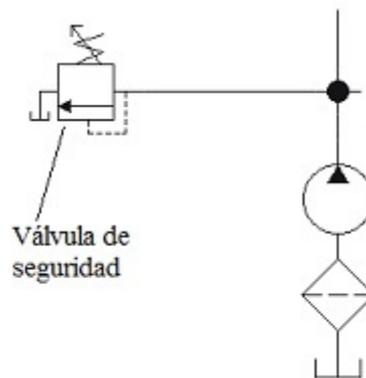


Figura 6.12

Para nuestro sistema escogimos una válvula calibrada a 120 Bar y que puede soportar un caudal máximo de 45 L/hs, código 40231 (Figura 6.13). (Catálogo Moro Hidráulica s.f).

Accesorios distribuidores doble efecto monoblock de 45 l/min.GMS

Código	Descripción	Referencia	
40072	VÁSTAGO P/DISTRIBUIDOR DOBLE EFECTO		
40073	VASTAGO P/DISTRIBUIDOR SIMPLE EFECTO		
40074	CARCASA P/PALANCA		
40075	CARCASA P/POSICION		
40076	VALVULA P/CONTINUACIÓN DE PRESIÓN		
40077	TAPON CENTRO CERRADO P/DISTRIBUIDOR		
40116	PALANCA P/DISTRIBUIDOR M10 L150MM		
40231	VALVULA TIPO CARTUCHO MAX. PRESION		

Figura 6.13

6.10. Selección de las Válvulas distribuidoras.

Válvulas distribuidoras, que pueden ser correderas o rotativas. En las válvulas correderas las conexiones se suelen denominar: P, para la línea de presión; T, la de retorno a tanque; A y B, las distintas líneas a actuadores, como se muestra en la figura siguiente.

Aplicamos cinco válvulas de cuatro vías y tres posiciones, una para cada motor, una para el cilindro principal y una para cada cilindro de las ruedas auxiliares.

En la figura 6.14 observamos el símbolo de la válvula distribuidora:

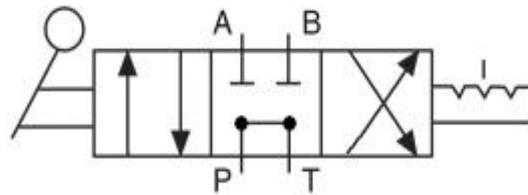


Figura 6.14

Elegimos las válvulas de la marca Festo, modelo Válvula proporcional de 4/3 vías porque las mismas nos permiten comandarlas de manera remota.

Este modelo es de electroválvulas proporcionales, esto quiere decir que, utilizando un impulso eléctrico podemos controlar el estado de las válvulas permitiendo el uso de la máquina de manera remota.

6.11. Cálculos de Tuberías hidráulicas.

Para la conducción del fluido hidráulico se emplean tanto tuberías rígidas de acero sin soldadura, como mangueras flexibles, evitándose en todo momento emplear elementos galvanizados, dado que el zinc presente puede ser muy reactivo con ciertos aditivos presentes en los fluidos hidráulicos.

Para realizar un cálculo preliminar nos basamos en un nomograma que nos brindó el fabricante Moro Hidráulica, luego de estos cálculos preliminares, vamos a realizar la comprobación de la pérdida de carga generada por el sistema.

El nomograma (Figura 6.15), se utiliza de la siguiente manera, ingresamos con el valor del caudal que circula por el segmento de tubería hidráulica que deseamos calcular, (primera regla a la izquierda), luego nos dirigimos a la regla ubicada a la derecha del nomograma, seleccionamos una velocidad dependiendo si el segmento de tubería es presión, retorno o aspiración una vez seleccionada la velocidad unimos los puntos (el de la velocidad y el del

caudal) esta línea corta la regla central en un punto determinado, ese punto nos determina el diámetro interno del conducto que debemos utilizar.

Monograma de dimensionado de tuberías

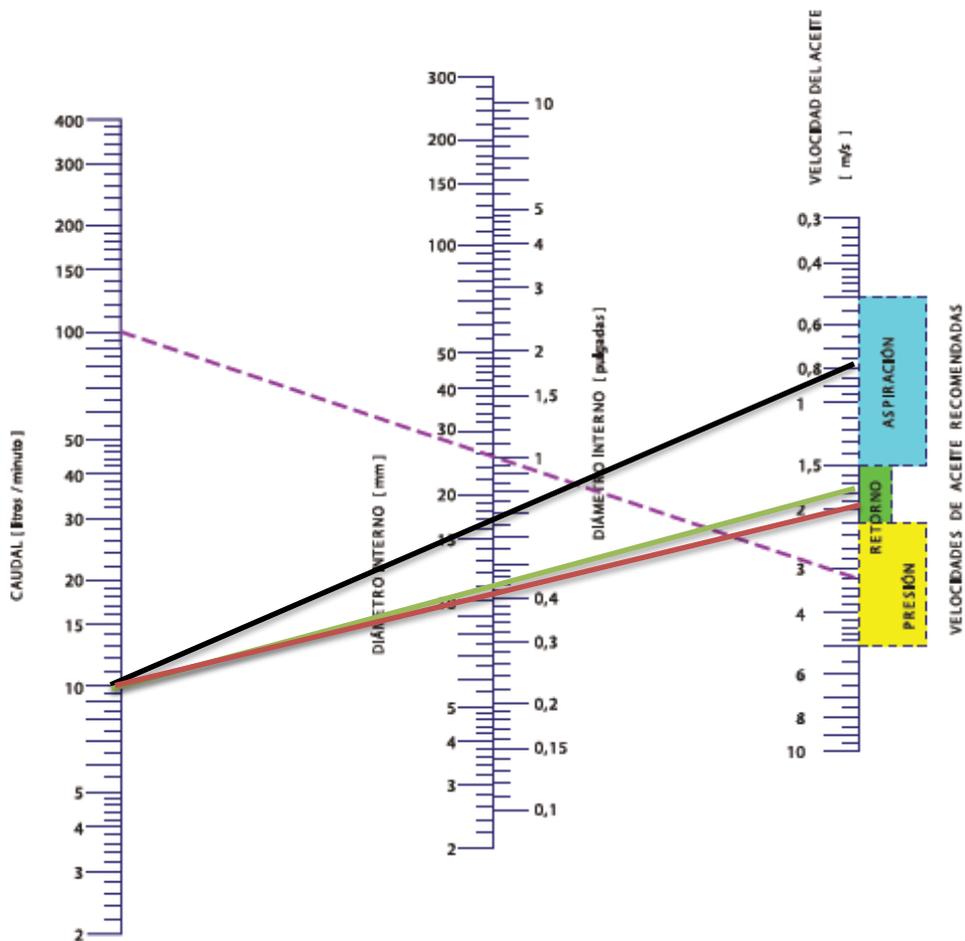


Figura 6.15

Por el conducto de aspiración circula un caudal de 10 l/min utilizamos una velocidad de 0.8 m/s esto nos conduce a una tubería de 0.65 in o 16 mm (línea negra).

En el trayecto de retorno también circula el caudal de 10 l/min pero es este caso podemos utilizar una velocidad de 1.5 m/s para este tramo el diámetro recomendado es de 11 mm (línea verde).

En el caso de los motores, estos necesitan dos conductos, pero los mismos se pueden comportar como presión en un sentido y si el motor gira en otro sentido el mismo conducto es retorno. Debido a ésto los calculamos como retornos por que es el caso más perjudicial para el conducto; caudal 10 l/min velocidad 1.8 m/s diámetro 10 mm (línea roja).

Con estos diámetros consultamos los catálogos de mangueras hidráulicas para seleccionar las mismas (Figura 6.16).

1.2 MANGUERA HIDRÁULICA SAE 100R4

Aplicaciones y características generales

FLUID PARTS

Manguera hidráulica de succión, apta para uso en condiciones de poca de presión y vacío.

Esta manguera está compuesta de un tubo interior de caucho sintético, dos trenzas de fibras textiles, una espiral de alambre de acero resistente y una cubierta de goma sintética resistente al aceite y a la intemperie.



Rango de temperatura de trabajo: -40°C a +100°C

Características Técnicas Particulares

Código	Tamaño		Diámetro interior		Diámetro exterior	P máx Trabajo	Pres Prueba	P mín. Rotura	Peso
	mm	pulg.	min.	máx.	máx.	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m
			Ø INT		Ø EXT				
10045	19	3/4	18,2	19,8	34,9	21,4	42,8	85,7	0,92
10046	25	1	24,6	26,2	41,3	17,3	35,7	71,4	1,1
10047	31,5	1 1/4	30,6	33	50,8	14,3	28,6	57,1	1,3
10044	38	1 1/2	36,9	39,3	57,2	10,7	21,4	42,8	1,8
10063	51	2	49,2	52,4	69,9	7,1	14,3	28,6	2,23

Figura 6.16

En el caso de la aspiración el diámetro de manguera obtenido del nomograma es de 16 mm. Como el diámetro más pequeño de manguera es 19 mm ó ¾ in (según la figura anterior) utilizamos este diámetro (código 10045).

Para el tramo de retorno al tanque, también colocamos esta manguera que se adecua a lo estimado por el nomograma ya que en este caso se necesita un diámetro de 10 mm. (Figura 6.17).

1.3 MANGUERA HIDRÁULICA SAE 100R7 (Single / Twin)

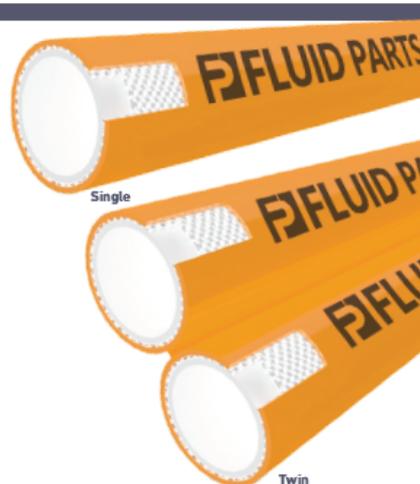
Aplicaciones y características generales

FLUID PARTS

Compuesta por un tubo interior de nylon y una malla simple de fibra sintética. Cubierta exterior de poliuretano no conductora de color naranja.

Utilizada para circuitos hidráulicos de media presión en maquinarias de ingeniería, máquinas herramientas, automoción, minería, aire acondicionado y refrigeración, industria alimenticia e industria química.

Rango de temperatura de trabajo para aceites: -40°C a +100°C



Características Técnicas Particulares

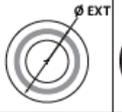
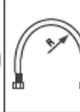
Código	Tamaño		Tipo						
	mm	pulg.		Diámetro interior	Diámetro exterior	P máx Trabajo	Pres Prueba	R mín. Curvatura	Peso
				mm.	mm.	kg/cm ²	kg/cm ²	mm	kg/m
10028	6	1/4	Single	6,3	11,7	200	800	50	0,09
10029	8	5/16	Single	7,9	14,3	190	760	50	0,125
10030	10	3/8	Single	9,5	15,9	175	700	80	0,14
10031	6	1/4	Twin	6,3	11,7	200	800	50	0,21
10032	8	5/16	Twin	7,9	14,3	190	760	50	0,26
10033	10	3/8	Twin	9,5	15,9	175	700	80	0,3

Figura 6.17

Para alimentar los motores hidráulicos el nomograma estima un diámetro de 7.5 mm en este caso la manguera que cumple con esta especificación es la de 8 mm o 3/8 in, que también cumple por demás con la presión de trabajo del sistema ya que soporta 175 kg/cm² y el sistema trabaja a 120 kg/cm².

Con estos datos procedemos a la selección del fluido hidráulico para poder de este modo verificar la pérdida de carga que se genera en el sistema y comprobar si este se encuentra en los parámetros aceptables.

6.12. Selección del fluido hidráulico.

Para la selección del aceite debemos tener en cuenta el tipo de bomba que debemos alimentar, el rango de temperaturas de funcionamiento y las condiciones ambientales a que está sometido el sistema hidráulico durante su funcionamiento.

Los requerimientos de la bomba de engranaje son los siguientes:

Las bombas de engranes internos pueden operar en un amplio rango de viscosidades, pudiendo llegar a viscosidades tan altas como 2200 cSt.

Los fluidos hidráulicos tienen muchas funciones que incluyen el actuar como medio de transferencia de calor, medio transmisor de potencia y medio de lubricación. La formulación química de un fluido hidráulico puede tener muchas formas cuando se selecciona para una aplicación específica. Puede ir desde un fluido totalmente sintético (para manejar cambios drásticos de temperatura y operación y reducir así la velocidad de oxidación) hasta fluidos a base de agua, que son usados en aplicaciones donde se pueden presentar riesgos de fuego y son adecuados por su alto contenido de agua.

La aplicación debe ser el atributo más crítico cuando se selecciona un fluido hidráulico para asegurar que el sistema tenga la habilidad de funcionar correctamente y alcanzar una mayor vida útil. Cuando se selecciona un fluido hidráulico, es muy importante determinar las necesidades del sistema: viscosidad, aditivos, operación, etc.

El fabricante de la bomba hidráulica seleccionada recomienda un aceite que cumpla con las siguientes características buenas características anti-desgaste y anti-espuma, con propiedad de

rápida desaireación, antioxidante, anti-corrosión, lubricante y que cumpla con lo previsto en las normas DIN 5125, VDMA24317 Y supere el 11 estadio de la prueba FZG.

La temperatura del fluido se debe encontrar entre -15°C y 80°C.

Y las viscosidades entre 6 y 500 cSt, pero se recomienda entre 10 y 100 cSt.

Debido a las consideraciones antes mencionadas respecto a nuestra bomba a engranajes las temperaturas de trabajo y la disponibilidad en el mercado argentino seleccionamos el lubricante hidráulico D46 del fabricante YPF

Adjuntamos ficha técnica del fluido seleccionado (Figura 6.18).

FICHA TÉCNICA N°055


LUBRICANTES
INDUSTRIA

HIDRÁULICO D

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO
Aceites hidráulicos con capacidad antidesgaste de bajo contenido de cenizas y que contienen aditivos detergente-dispersante en su formulación.

APLICACIONES
Pueden ser utilizados en cualquier tipo de circuito hidráulico y con cualquier tipo de bomba.

ATRIBUTOS

- Gran capacidad detergente-dispersante, evitando los depósitos en el sistema.
- Excelente protección contra el herrumbre.
- Excelente capacidad antidesgaste.
- Impide la deposición de gomas y lacas.
- Buena liberación del aire, evitando cavitaciones en las bombas

ANÁLISIS TÍPICOS

Ensayos	Unidad	Método ASTM	PRODUCTOS		
			10	46	68
ISO V.G.	----	----	10	46	68
Viscosidad a 40 °C	cSt	D-445	10	44	68
Índice de Viscosidad	----	D-2270	92	92	92
Punto de Inflamación	°C	D-92	160	210	210
Punto de Escurrimiento	°C	D-97	-18	-12	-9
Herrumbre	----	D-665 B	Pasa	Pasa	Pasa
Corrosión S/Cu (3 h a 100 °C)	----	D-130	1b	1b	1b
Número de Ácido	mg KOH/g	D-974	0,6	0,6	0,6
Emulsión a 54,4°C (0-0-80)	min	D-1401	30	30	30
Evacuación de Aire	min	D-3427	6	8	10

Los datos precedentes de análisis típicos no conforman una especificación, los mismos son representativos de valores de producción.

Figura 6.18

6.13. Verificación de la pérdida de carga en los conductos hidráulicos.

La pérdida de carga en una tubería o canal es la pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce. Las pérdidas pueden ser continuas, a lo largo de conductos regulares, o accidentales o localizadas, debido a circunstancias particulares, como un estrechamiento, un cambio de dirección, la presencia de una válvula, etc.

Las pérdidas de carga en un conductor rectilíneo o pérdidas primarias son pérdidas de carga debidas a la fricción del fluido contra sí mismo y contra las paredes de la tubería rectilínea.

Las principales variables de este fenómeno son:

- Velocidad del fluido
- Diámetro de la tubería
- Viscosidad cinemática
- Longitud del conducto

Los flujos se pueden dividir en dos grupos los laminares y los turbulentos, el fenómeno de la pérdida de carga se da en los flujos turbulentos, para determinar el tipo de flujo es necesario conocer el número de Reynolds el cual nos da una idea del tipo de flujo que presenta el sistema.

En primer lugar, debemos calcular las velocidades en las tuberías, que si bien las determinamos en el nomograma, pero como los conductos no tienen exactamente ese diámetro es necesario calcular la velocidad con los diámetros exactos.

Aspiración:

$$Q_{max} = 10 \frac{l}{min} \rightarrow 0.000167 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = v \cdot A \rightarrow v = \frac{Q}{A}$$

$$A_{cond} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot (1.82 \text{ cm})^2}{4} = 2.6015 \text{ cm}^2 \rightarrow 0.00026015 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{0.000167 \text{ m}^3/\text{s}}{0.00026015 \text{ m}^2} = 0.6419 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow 64.419 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

Como vemos este resultado es menor que 0.8 m/s que supusimos en el nomograma, debido a que el diámetro de la manguera es un poco más grande que el obtenido en el nomograma.

Motores:

$$Q_{max} = 5 \frac{\text{l}}{\text{min}} \rightarrow 0.0000835 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q = v \cdot A \rightarrow v = \frac{Q}{A}$$

$$A_{cond} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot (0.79 \text{ cm})^2}{4} = 0.490 \text{ cm}^2 \rightarrow 0.000049016 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{0.0000835 \text{ m}^3/\text{s}}{0.000049016 \text{ m}^2} = 1.74 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow 174 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

Número de Reynolds:

$$y = \text{viscosidad a } 40 \text{ }^\circ\text{C} = 44 \text{ cSt} = 0.44 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$$

$$R_{ea} = \frac{V \cdot D}{y} = \frac{64.419 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot 1.82 \text{ cm}}{0.44 \text{ cm}^2/\text{s}} = 266.46$$

$$R_{ea} = \frac{V \cdot D}{y} = \frac{174 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot 0.79 \text{ cm}}{0.44 \text{ cm}^2/\text{s}} = 312.40$$

Estos resultados nos indican que el flujo es laminar, en ambos casos el número de Reynolds está por debajo de 3000, por ese motivo no es necesario verificar la pérdida de carga producida por el fluido.

Para la simulación del circuito hidráulico utilizamos el programa FluidSIM, (figura 6.19) captura de pantalla de los resultados obtenidos de la simulación.

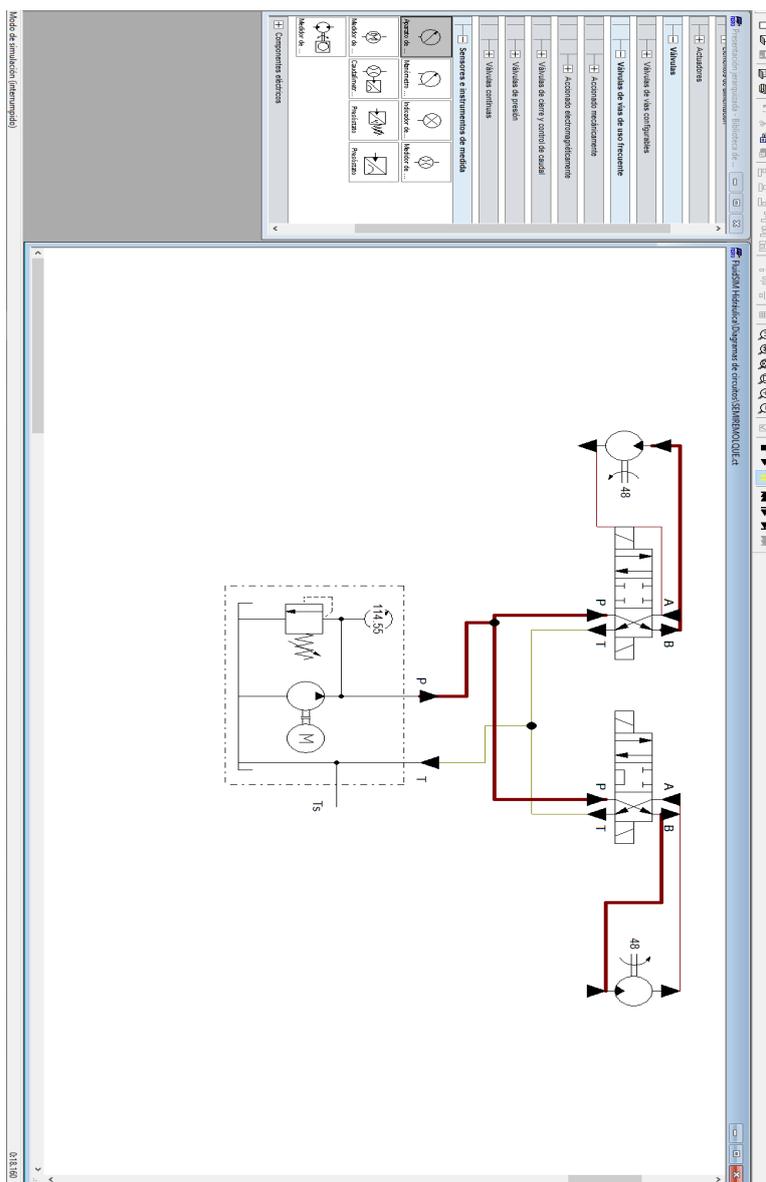


Figura 6.19

7. Sistema de elevación y ruedas auxiliares

Decidimos separar los sistemas hidráulicos en dos porque generan funciones diferentes, aunque utilizan la misma bomba hidráulica y generador de potencia.

Este sistema utiliza tres cilindros hidráulicos uno principal, que es el encargado de elevar el semiacoplado y dos secundarios que se encargan de las ruedas auxiliares.

El cilindro principal debe soportar una carga de 10500 Kg, esta es la carga máxima permitida por la ley vigente.

En el caso de los cilindros auxiliares deben soportar 861.14 Kgf ya que solo se accionan cuando la máquina avanza en vacío.

7.1. Cálculos.

Cilindro principal como antes mencionamos este debe ser capaz de soportar 10500 Kg, y también debe contar con una carrera de 200 mm para abarcar el rango que establece la siguiente norma, nuestra máquina permite una altura mínima de 1100 mm y una máxima de 1300 mm.

Intercambiabilidad según ISO 1726

La norma ISO 1726 es una norma internacional que establece las propiedades y la ubicación de la quinta rueda, además de las necesidades de espacio para el semirremolque.

Los tractocamiones y semirremolques que cumplen con las exigencias de esta norma pueden combinarse entre sí desde el punto de vista puramente técnico. Además de la intercambiabilidad técnica, siempre habrá que observar lo reglamentario en cuanto a medidas exteriores y carga sobre cada eje de la combinación vehicular.

Según la norma internacional ISO, la altura de la quinta rueda (A) figura 6.20, sobre la cota de suelo, para un tractocamión cargado deberá estar comprendida entre los siguientes valores:

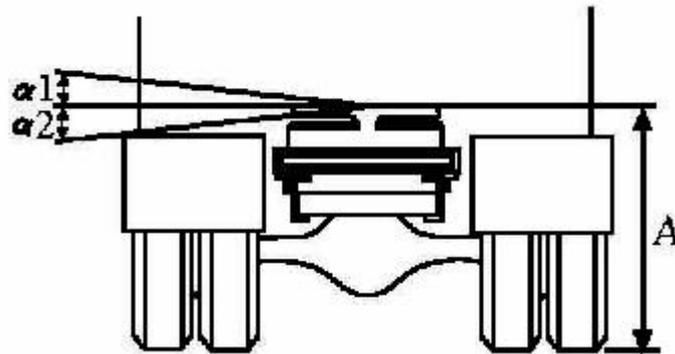


Figura6. 20

A mín.= 1.150 mm.

A máx.= 1.300 mm.

7.1.1. Cálculo del diámetro de la camisa.

$$F = p * A$$

$$F = 10500 \text{ Kgf}$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

presión de trabajo 120 bar = 1,223659 Kgf/mm²

$$F = p * \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 * F}{p * \pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 10500 \text{ Kgf}}{1,2236 \frac{\text{Kgf}}{\text{mm}^2} * \pi}} = 104,52 \text{ mm}$$

Con estos datos consultamos el catálogo de cilindros hidráulicos y seleccionamos el adecuado para nuestra solicitud (Figura 6.21 y Tabla 6.4).

CILINDROS HIDRÁULICOS Y COMPONENTES



7.1 CILINDROS HIDRÁULICOS STD CON TOPE MECÁNICO SERIE 2000

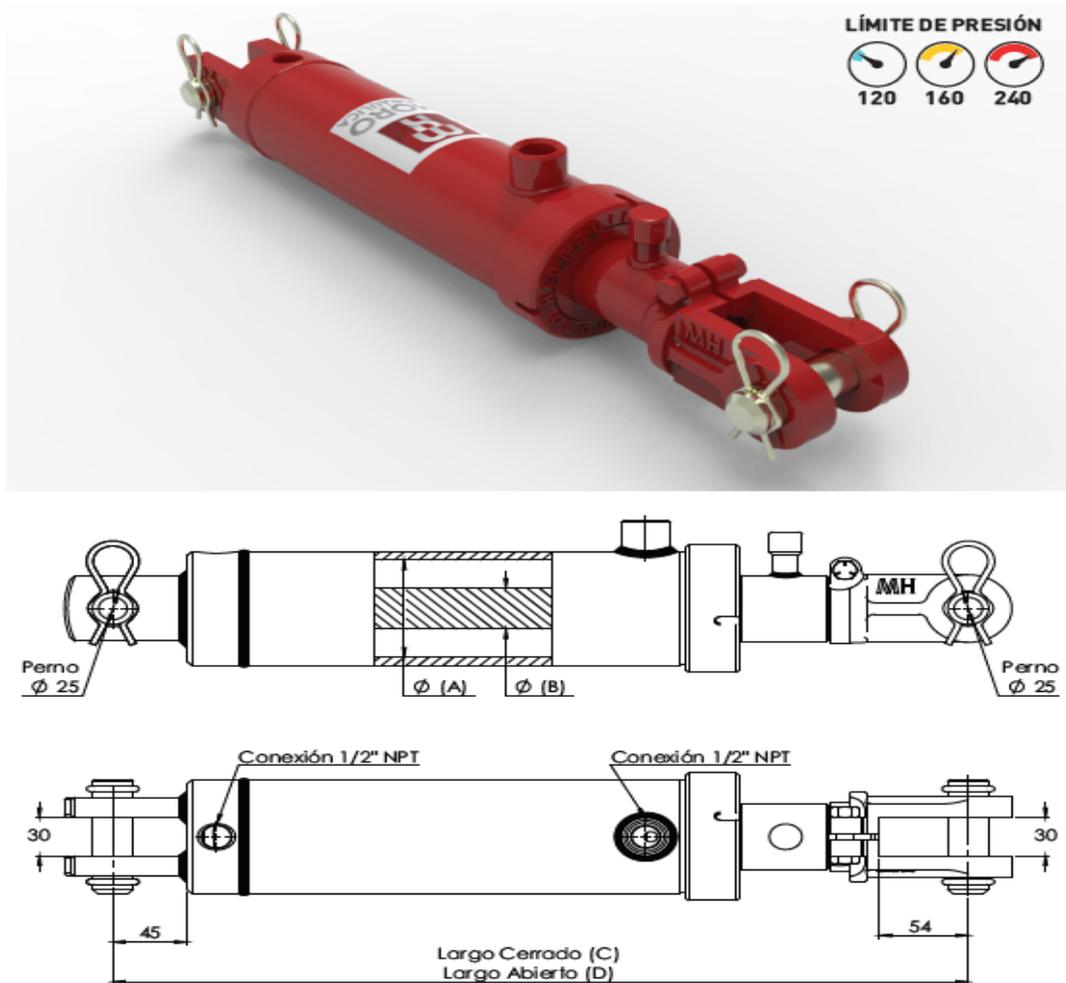


Figura 6.21

CILINDROS HIDRÁULICOS Y COMPONENTES



Código	Descripción	(A) Diámetro interno (mm)	Carrera (mm)	(B) Diámetro vástago (mm)	(C) Longitud Cerrado (mm)	(D) Longitud Abierto (mm)	Fuerza empuje a presión recom. (kgf)
70001	CIL. HCO STD C/TOPE MECÁNICO S2000 MH-2	50,80	203	32,00	520	723	2400
70002	CIL. HCO STD C/TOPE MECÁNICO S2000 MH-2,5	63,50	203	32,00	520	723	3800
70003	CIL. HCO STD C/TOPE MECÁNICO S2000 MH-3	76,20	203	32,00	520	723	5400
70004	CIL. HCO STD C/TOPE MECÁNICO S2000 MH-3,5	88,90	203	44,45	520	723	7400
70005	CIL. HCO STD C/TOPE MECÁNICO S2000 MH-4	101,60	203	44,45	520	723	9700
70006	CIL. HCO STD C/TOPE MECÁNICO S2000 MH-5	127,00	203	50,80	520	723	15200

Tabla 6.4

En este caso el cilindro seleccionado es el 70006, con un diámetro interno de 127 mm, carrera de 203 mm, Diámetro del vástago 50,8 mm, longitud cerrado 520 mm, longitud abierta 723 mm y fuerza recomendada por el fabricante 15200 Kgf.

Una vez seleccionado el cilindro procedemos a la verificación por pandeo del mismo.

Para esto lo primero que debemos calcular es la esbeltez del elemento que es igual a Le/k , donde Le es la longitud de pandeo y k el radio de giro de la sección transversal.

En nuestro caso Le es igual a βL donde L es la longitud del cilindro extendido ya que, en ese momento se producen las condiciones más desfavorables β dependen del tipo de fijación de nuestro cilindro como en este caso es articulado en los dos extremos $\beta=4$ (figura 6.22).

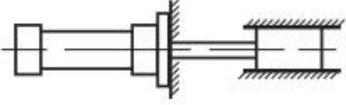
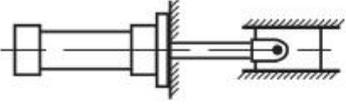
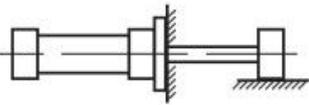
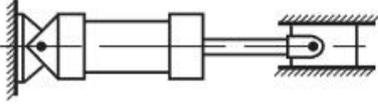
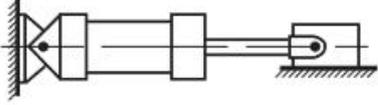
FORMA FIJACIÓN DEL CILINDRO <i>CYLINDER MOUNTING FORM</i>	PRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA <i>ESQUEMATIC REPRESENTATION</i>	FIJACIÓN EXTREMO VÁSTAGO <i>PISTON ROD END</i>	K K
Brida frontal <i>Front flange</i>		Fijado y guía rígida <i>Fixed and rigid guide</i>	0,5
		Articulado y guía rígida <i>Jointed and rigid guide</i>	0,7
		Apoyado y guía no rígida <i>Supported and no rigid guide</i>	2
Charnelas <i>Clevis</i>		Articulado y guía rígida <i>Jointed and rigid guide</i>	2
		Apoyado y guía no rígida <i>Supported and no rigid guide</i>	4

Figura 6.22

Esbeltez:

$$k = \frac{d}{4}$$

$$Le = 4L$$

$$E = \frac{4L * 4}{d} = \frac{4 * 203 * 4}{50,8} = 63,93$$

En este caso no debemos usar la fórmula de Euler ya que esta nos estimaría un resultado que no coincide con la realidad, en cambio utilizamos la fórmula de J.B.Johnson que es la correcta para el caso de columnas de poca esbeltez.

El material del vástago es Acero SAE 1045 $S_y = 305 \text{ N/mm}^2$

$$F_c = S_y * A \left[1 - \frac{S_y * \left(\frac{L_e}{K}\right)^2}{4\pi^2 * E} \right]$$

$$F_c = 3110,13 \frac{Kgf}{cm^2} * 20.26 cm^2 \left[1 - \frac{3110,13 \frac{Kgf}{cm^2} * (63,93)^2}{4\pi^2 * 2 \times 10^6 \frac{Kgf}{cm^2}} \right] = 52867,07 Kgf$$

Observamos que la fuerza de rotura por pandeo es 5 veces mayor que la de sollicitación, es decir que el elemento soporta de manera satisfactoria las exigencias.

7.1.2 Verificación de los pernos de anclaje.

La conexión entre el chasis y el cilindro se realiza por medio de pernos colocados en los extremos de cada cilindro, estos ya poseen determinado su diámetro por el fabricante de los cilindros D 25mm.

Estos pernos se encuentran sometidos a corte, el área de esfuerzo es el área de la circunferencia por dos, ya que las dos secciones del perno resisten el esfuerzo.

Para calcular la tensión de trabajo primero calculamos el área de la sección.

$$A = \pi * \frac{D^2}{4} = \pi * \frac{25^2}{4} = 490.87 mm^2 = 4.90 cm^2$$

Entonces nuestra tensión queda definida como P/2A.

$$\sigma_c = \frac{P}{2 * A} = \frac{10500 Kgf}{2 * 4.9 cm^2} = 1071 \frac{Kgf}{cm^2}$$

Decidimos utilizar un acero SAE 1045 para realizar la pieza datos:

$$\sigma_u = 6749 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_s = 5062 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_y = 4148 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_c = \sigma_y * 0.6 = 2488.8 \frac{Kg}{cm^2}$$

Para verificar esta pieza dividimos la tensión de fluencia de corte sobre la tensión de trabajo, de esta manera obtenemos el coeficiente de seguridad

$$N = \frac{2488,8}{1071} = 2.32$$

Este valor se encuentra en los parámetros según el libro de FAIRES, Diseño de Elementos de Máquina, recomienda un coeficiente de seguridad entre 1.5 y 2 (ver página 24).

Como este cilindro es el más solicitado los demás pernos verifican ya que están sometidos a menores cargas.

7.1.3. Cálculos de los cilindros auxiliares.

Los cilindros se encargan de la elevación de las ruedas auxiliares y hacen de soporte cuando la máquina remolca una carga utilizando el Ball/Pintle.

Para determinar el esfuerzo de estos cilindros debemos utilizar la carga máxima de arrastre que en el capítulo anterior se determinó que es de 270 Kgf.

Esta fuerza aplicada en (B) genera un momento respecto al centro de giro del soporte de las ruedas auxiliares (A), que se contrarresta con la fuerza de las ruedas auxiliares (C) (Figura 6.23).

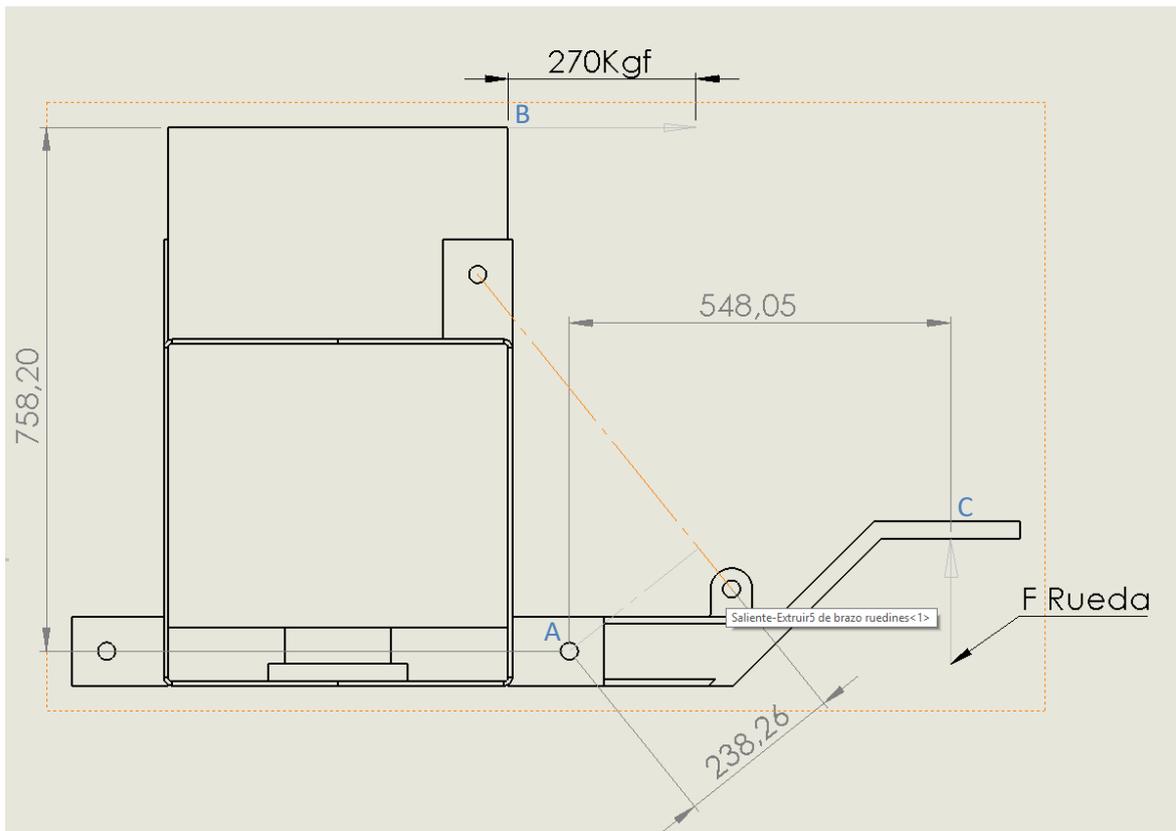


Figura 6.23

Tomamos como punto de giro el perno que une la estructura que soporta las ruedas auxiliares con el chasis (A), entonces realizamos la sumatoria de momentos en ese punto.

$$\sum MA = 759 \text{ mm} * 270 \text{ Kg}f - 548 \text{ mm} * F \text{ Rueda} \text{ Kg}f = 0$$

$$F \text{ Rueda} = \frac{204930 \text{ Kg}f \text{ mm}}{548 \text{ mm}} = 373.95 \text{ Kg}f$$

Una vez calculada la fuerza de las ruedas debemos calcular la fuerza del cilindro, para ello tomamos nuevamente momento en el perno (A).

$$\sum MA = F \text{ Cilindro} \text{ Kg}f * 238 \text{ mm} - 374 \text{ Kg}f * 548 \text{ mm} = 0$$

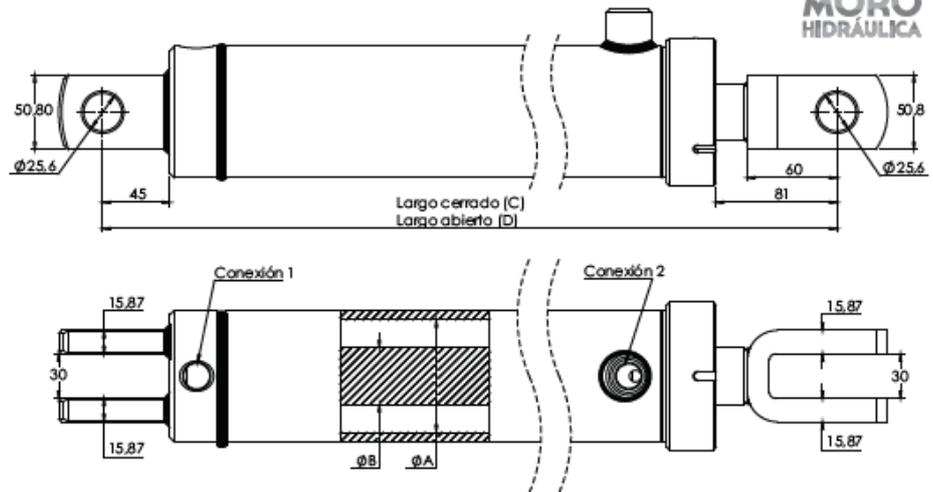
$$F \text{ Cilindro} = \frac{204952 \text{ Kg}f \text{ mm}}{238 \text{ mm}} = 861.14 \text{ Kg}f$$

Con este cálculo seleccionamos el cilindro adecuado de la siguiente tabla 6.5.

CILINDROS HIDRÁULICOS Y COMPONENTES



MORO
HIDRÁULICA



Código	Descripción	(A) Diámetro interno (mm)	Carrera (mm)	(B) Diámetro vástago (mm)	(C) Longitud Cerrado (mm)	(D) Longitud Abierto (mm)	Fuerza empuje a presión recom. (kgf)	Conexión 1	Conexión 2
70017	CIL. HCO. TOLVA AUTODESC./PLIEGUE ALERON 50,8 X 180 X 25,4	50,80	180	25,40	420	600	2400	1/4" NPT	1/2" NPT
70018	CIL. HCO. TOLVA AUTODESC./PLIEGUE ALERON 50,8 X 300 X 25,4	50,80	300	25,40	540	840	2400	1/4" NPT	1/4" NPT
70019	CIL. HCO. TOLVA AUTODESC./PLIEGUE ALERON 63,5 X 300 X 32	63,50	300	32,00	560	860	3800	1/2" NPT	1/2" NPT
70020	CIL. HCO. TOLVA AUTODESC./PLIEGUE ALERON 63,5 X 400 X 32	63,50	400	32,00	660	1060	3800	1/2" NPT	1/2" NPT
70021	CIL. HCO. TOLVA AUTODESC./PLIEGUE ALERON 63,5 X 500 X 32	63,50	500	32,00	760	1260	3800	1/2" NPT	1/2" NPT
70022	CIL. HCO. TOLVA AUTODESC./PLIEGUE ALERON 63,5 X 600 X 32	63,50	600	32,00	860	1460	3800	1/2" NPT	1/2" NPT
70023	CIL. HCO. TOLVA AUTODESC./PLIEGUE ALERON 76,2 X 300 X 38,1	76,20	300	38,10	560	860	5400	1/2" NPT	1/2" NPT
70024	CIL. HCO. TOLVA AUTODESC./PLIEGUE ALERON 76,2 X 400 X 38,1	76,20	400	38,10	660	1060	5400	1/2" NPT	1/2" NPT

Tabla 6.5

El primer cilindro de la tabla cumple con las especificaciones (código: 70017), aparte de cumplir con la fuerza necesaria también cumple las condiciones geométricas para el montaje en la máquina. Lo seleccionamos para nuestro proyecto.

Cerramos este capítulo de sistema de tracción luego de haber descripto los tres grandes bloques que nombramos al inicio Bloque motriz o bloque de entrada, Bloque transmisor y Sistema receptor o sistema de salida y a partir de ello y de los dimensionamientos necesarios tomamos las decisiones correspondientes para la construcción del vehículo.

8. Sistema de frenos de emergencia

Como lo anticipamos anteriormente nuestro dispositivo utiliza como frenos primarios los motores hidráulicos, pero en caso de una emergencia se puede activar de manera remota el freno de estacionamiento del semicopado.

El sistema de freno de aire (o freno neumático) de los camiones es muy simple y en casi todos los camiones funcionan de la misma manera.

Todos estos sistemas usan la presión del aire para que el freno funcione cuando se pone el pie en el pedal. El aire se almacena en varios tanques de presión y un compresor lo presuriza en el motor del camión. La mayoría, si no son todos los sistemas, funcionan a 685 Kpa, 99.5 PSI o 6.85 BAR de presión.

Este sistema libera el freno de mano y guarda un poco de aire de reserva para usarlo en caso de fuga. El funcionamiento del sistema de freno de mano en la mayoría de camiones tiene resortes en las cámaras de aire que están en el eje posterior o ejes del camión que hacen funcionar los frenos de mano. Para aplicar el freno de estacionamiento, las válvulas de control de la mano graduada se accionan hasta la posición ON y se produce la liberación de aire del circuito del freno de estacionamiento.

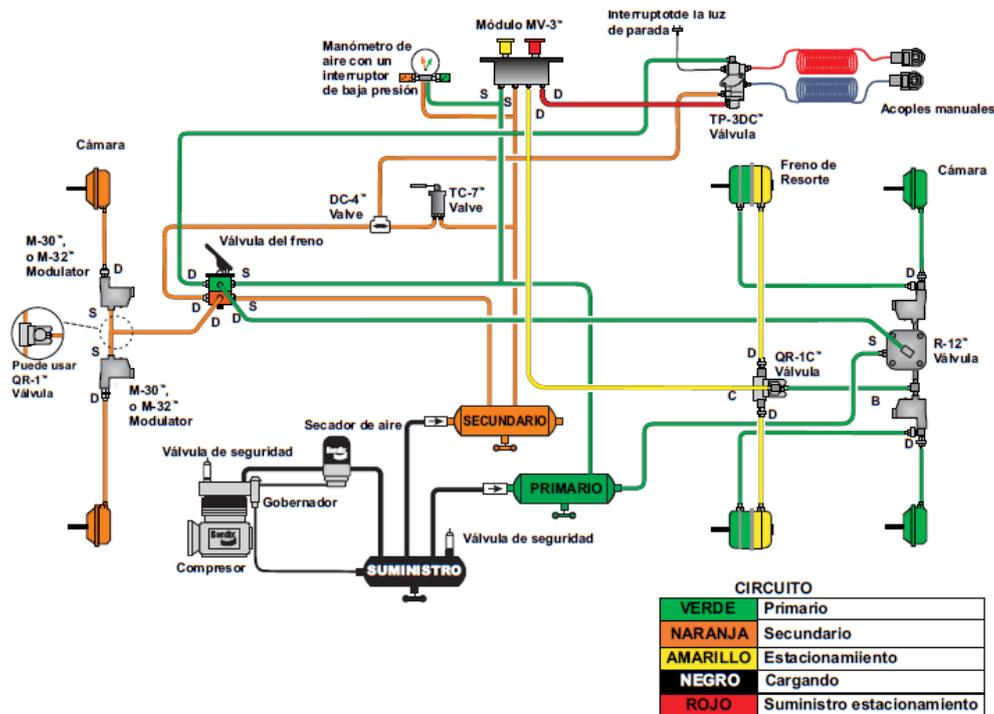
Por tanto, el muelle de frenos de estacionamiento se expande para mover el vástago y opera el S. Esto asegura las zapatas de freno para sostener los tambores de freno trasero, este proceso se activa cuando la presión se encuentra por debajo de 4.9 bares.

Entonces nuestro sistema de aire debe ser capaz de llegar a 5 bares y mantener esa presión hasta que se active la válvula de descarga la cual despresuriza el sistema.

Para lograr esta presión utilizaremos un compresor eléctrico el cual funciona con 12v corriente continua, un filtro de secado del aire, un depósito y una electroválvula de tres vías que permite presurizar el sistema y despresurizar el mismo.

Colocaremos dos compresores de doble pistón capas de entregar una presión máxima de 150 psi o 10,34 bar, pero nuestro sistema alcanza una presión máxima de 4,5 bar o 65psi, el depósito de aire posee un volumen de 30L.

A continuación colocamos un diagrama completo de un sistema de freno (Figura 6.24)



©2008 Bendix Commercial Vehicle Systems LLC • 0208 • Todos los derechos reservados

Figura 6.24

9. Sistema de comando a distancia

Utilizaremos un sistema de comando remoto para facilitar la operación. Decidimos usar un micro controlador, con el que lograremos controlar las electroválvulas proporcionales. Estas electroválvulas toman señales eléctricas y las transforman en un movimiento lineal que produce la apertura total o parcial de la válvula hidráulica.

En nuestro caso las electroválvulas utilizan una señal de 0v a 10v. Más adelante describiremos las mismas.

El micro controlador toma las señales de un joystick. El mismo tiene dos potenciómetros que varían su resistencia dependiendo de la posición del mismo. Este cambio de resistencia es detectado por el micro controlador, y éste es el encargado de generar la señal para las electroválvulas.

El micro controlador sólo maneja tensiones de hasta 5v, razón por la que se necesitará un circuito que transforme ese voltaje en el que utilizan nuestras electroválvulas. Esta variación de voltaje es posible gracias al PWM.

9.1. PWM

La modulación de ancho de pulso (PWM) o la modulación de duración de pulso (PDM) es una técnica de modulación utilizada para codificar un mensaje en una señal de pulso. Aunque esta técnica de modulación puede utilizarse para codificar información para la transmisión, su uso principal es permitir el control de la potencia suministrada a los dispositivos eléctricos, especialmente a cargas inerciales (de definición requerida), tales como motores. Además, PWM es uno de los dos principales algoritmos utilizados en los cargadores de baterías solares fotovoltaicas, el otro es el seguimiento del punto de máxima potencia.

El valor promedio de voltaje (y corriente) alimentado a la carga se controla al encender y apagar el interruptor entre suministro y carga a una velocidad rápida. Cuanto más tiempo esté

encendido el interruptor en comparación con los períodos de desconexión, mayor será la potencia total suministrada a la carga.

La frecuencia de conmutación de PWM debe ser mucho más alta que la que afectaría a la carga (el dispositivo que usa la potencia), lo que significa que la forma de onda resultante percibida por la carga debe ser lo más suave posible. La velocidad (o frecuencia) a la que debe cambiar la fuente de alimentación puede variar mucho según la carga y la aplicación.

El cambio debe hacerse varias veces por minuto en una estufa eléctrica; 120 Hz en un atenuador de lámpara; entre unos pocos kilohertz (kHz) y decenas de kHz para un accionamiento de motor; y en las decenas o cientos de kHz en amplificadores de audio y fuentes de alimentación de computadoras.

El término ciclo de trabajo describe la proporción de tiempo "conectado" al intervalo regular o "período" de tiempo; un ciclo de trabajo bajo corresponde a la baja potencia, ya que la energía está apagada la mayor parte del tiempo. El ciclo de trabajo se expresa en porcentaje, 100% siendo completamente activado.

La principal ventaja de PWM es que la pérdida de potencia en los dispositivos de conmutación es muy baja. Cuando un interruptor está apagado prácticamente no hay corriente, y cuando está encendido y la energía se transfiere a la carga, casi no hay caída de tensión en el interruptor. La pérdida de potencia, al ser el producto de voltaje y corriente, es, por lo tanto, en ambos casos cercano a cero. PWM también funciona bien con controles digitales, que, debido a su naturaleza de encendido / apagado, pueden establecer fácilmente el ciclo de trabajo necesario.

PWM también se ha utilizado en ciertos sistemas de comunicación donde su ciclo de trabajo se ha utilizado para transmitir información a través de un canal de comunicaciones.

9.2. Código de programación

A continuación, incorporamos los códigos de programación para la interfase Arduino (uno) que utilizaremos como base para realizar el control del vehículo de manera remota por intermedio de un dispositivo móvil (celular).

Configuración del bluetooth:

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

```
SoftwareSerial BT(2,3); // RX, TX
```

```
String nombre = "PROMETEC"; //Cambiar PROMETEC por el nombre deseado
```

```
String password = "5678"; //Cambiar 5678 por el la contraseña deseada
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
  BT.begin(9600);
```

```
  pinMode (13,OUTPUT);
```

```
  digitalWrite(13,LOW) ;
```

```
  BT.print("AT");
```

```
  delay(1000);
```

```
  BT.print("AT+NAME");
```

```
  Serial.print(nombre);
```

```
  delay(1000);
```

```
  BT.print("AT+PIN");
```

```
  BT.print(password);
```

```
  delay(1000);
```

```
  digitalWrite(13,HIGH) ;
```

```
}
```

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

```
SoftwareSerial BT(2,3); // RX, TX
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
  BT.begin(9600) ;
```

```
  // Declaramos todos los pines como salidas
```

```
  pinMode (ENA, OUTPUT);
```

```
pinMode (ENB, OUTPUT);
pinMode (IN1, OUTPUT);
pinMode (IN2, OUTPUT);
pinMode (IN3, OUTPUT);
pinMode (IN4, OUTPUT);
}
void loop()
{
// Motor gira en un sentido
if (BT.available())
switch (BT.read())
{
case 'F':
Adelante();
break;
case 'B':
Atras();
break;
case 'R':
Derecha();
break;
case 'L':
Izquierda();
break;
case 'S':
Parar();
break;
}
}
```

Configuración de los comandos:

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial BT(2, 3);
```

```
// Motor A
int ENA = 6;
int IN1 = 13;
int IN2 = 12;

// Motor B
int ENB = 5;
int IN3 = 11;
int IN4 = 10;

int vel = 180;

void setup()
{
  BT.begin(9600) ;
  // Declaramos todos los pines como salidas
  pinMode (ENA, OUTPUT);
  pinMode (ENB, OUTPUT);
  pinMode (IN1, OUTPUT);
  pinMode (IN2, OUTPUT);
  pinMode (IN3, OUTPUT);
  pinMode (IN4, OUTPUT);
}

void loop()
{
  // Motor gira en un sentido
  if (BT.available())
    switch (BT.read())
    {
      case 'F':
        Adelante();
        break;
      case 'B':
```

```
Atras();
break;
case 'R':
  Derecha();
  break;
case 'L':
  Izquierda();
  break;
case 'S':
  Parar();
  break;
}
}
void Adelante ()
{
  //Direccion motor A
  digitalWrite (IN1, LOW);
  digitalWrite (IN2, HIGH);
  analogWrite (ENA, vel); //Velocidad motor A
  //Direccion motor B
  digitalWrite (IN3, LOW);
  digitalWrite (IN4, HIGH);
  analogWrite (ENB, vel); //Velocidad motor B
}

void Atras ()
{
  //Direccion motor A
  digitalWrite (IN1, HIGH);
  digitalWrite (IN2, LOW);
  analogWrite (ENA, vel); //Velocidad motor A
  //Direccion motor B
  digitalWrite (IN3, HIGH);
  digitalWrite (IN4, LOW);
```

```
    analogWrite (ENB, vel); //Velocidad motor B
}
```

```
void Derecha ()
{
    //Direccion motor A
    digitalWrite (IN1, LOW);
    digitalWrite (IN2, HIGH);
    analogWrite (ENA, vel); //Velocidad motor A
    //Direccion motor B
    digitalWrite (IN3, HIGH);
    digitalWrite (IN4, LOW);
    analogWrite (ENB, vel); //Velocidad motor A
}
```

```
void Izquierda ()
{
    //Direccion motor A
    digitalWrite (IN1, HIGH);
    digitalWrite (IN2, LOW);
    analogWrite (ENA, vel); //Velocidad motor A
    //Direccion motor B
    digitalWrite (IN3, LOW);
    digitalWrite (IN4, HIGH);
    analogWrite (ENB, vel); //Velocidad motor A
}
```

```
void Parar ()
{
    //Direccion motor A
    digitalWrite (IN1, LOW);
    digitalWrite (IN2, LOW);
    analogWrite (ENA, 0); //Velocidad motor A
    //Direccion motor B
```

```
digitalWrite (IN3, LOW);  
digitalWrite (IN4, LOW);  
analogWrite (ENB, 0); //Velocidad motor A  
}
```

<https://www.prometec.net/coche-bluetooth/#>

Para dar cierre a este capítulo, podemos asegurar el correcto funcionamiento del sistema de tracción a través de los cálculos realizados. El capítulo siguiente trata del sistema de codificación y los planos.

CAPITULO 7

SISTEMA DE CODIFICACION Y PLANIMETRIA

1. Introducción

En este capítulo mostraremos el sistema de codificación creado para organizar la documentación de ingeniería de nuestro trabajo.

Asimismo, presentaremos esta documentación que representa partes de las estructuras del vehículo que nos permitirán observar el diseño y la fabricación del mismo (ANEXO).

2. Sistema de codificación

A continuación definiremos el sistema de numeración alfanumérico el sistema de numeración de conjuntos, subconjunto y piezas.

Este Sistema de Codificación consta de 12 dígitos, alfa numéricos, de los cuales los 6 primeros identifican la máquina y el modelo correspondiente, el 7 dígito identifica los opcionales, el 8 y 9 denominan el conjunto que corresponde a la máquina, el 10 identifica al subconjunto y el 11 y 12 dígitos a una pieza en particular. Así:

AAA 000 0 00 0 22

AAA	-a) Máquina
000	-b) Modelo
0	-c) Opcional
00	- d) Conjunto
0	- e) Subconjunto
22	- f) Pieza

a) Máquina y modelo: Dígitos del Primero al Sexto.

Estos primeros 6 dígitos Identifican a la máquina que se describe y su respectivo modelo.

Ejemplo: Este es el código para el REMOLCADOR MOTORIZADO PARA SEMIACOP-
PLADO.

A	A	A	1	0	0
---	---	---	---	---	---

b) Opcional de Máquina: Séptimo dígito.

El séptimo dígito identifica las variaciones especiales que se implementan en determinados modelos de máquinas.

Ejemplo:

En el remolcador motorizado para semicopados podría existir una variante que posea mando inalámbrico esto se identifica con el número 1 al final.

A	A	A	1	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---

El número 1 nos indica que lleva mando inalámbrico, si no hay variaciones o el modelo es estándar, el dígito valdrá cero.

c) Conjuntos: Octavo y noveno dígitos.

Hasta la fecha se distinguen los siguientes conjuntos:

Sistema de Numeración de Piezas

Números	Conjuntos
01	Chasis
02	Ruedas Auxiliares
03	Torre
04	Punta de Eje y Transmisión

Ejemplo:

El **conjunto chasis** del remolcador motorizado para semicopados, denominada AAA 100, se identificara con los siguientes dígitos **hasta ahora definidos**.

A	A	A	1	0	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---

d) Subconjuntos: Décimo Dígito

El décimo dígito identifica al subconjunto, que es una subdivisión del conjunto, siendo variables de una máquina a otra:

Para el remolcador motorizado para semicopados ya citada será:

A	A	A	1	0	0	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

e) Numero de Pieza: Décimo Primero y Décimo Segundo dígitos.

Finalmente, el sistema de numeración completo identifica a las piezas de un modo que se plasmará en los siguientes ejemplos:

AAA 100 1 01 0 01

El número identifica a una pieza denominada chasis frontal, del conjunto chasis de la maquina remolcador motorizado para semicopados.

Ejemplo:

AAA
MÁQUINA 100
MODELO 0
OPCIONAL 01
CONJUNTOS 0
SUBCONJUNTOS 01
PIEZA

3. Planimetría (Ver anexo de planos).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL (2011). Componentes circuito hidráulico. Recuperado de <http://go.gl/images/touquiC>

CALZADA – SESÉ. Radiografía del Transporte de cargas en Argentina. Informe Bolsa de Comercio Rosario. 2018. Edición 1885.

CAMIÓN. (Sin fecha). En Wikipedia. Recuperado el 10 de Mayo de 2018 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Cami%C3%B3n>

CATÁLOGO MORO HIDRÁULICA. (Sin Fecha. Bombas Hidráulicas. (Sin fecha. Recuperado de <http://www.hydraulicspneumatics.com/blog/principios-ingenieriles-b-sicos-bombas-hidr-ulicas>.

CATALOGO MORO HIDRÁULICA. (Sin Fecha). Bombas, Equipos Hidráulicos, Componentes y Filtros. Ecuaciones y monogramas. (Sin Fecha). Recuperado de <http://www.morohidraulica.com.ar/wp-content/uploads/2018/01/Rubro-6-X3.pdf>

CATALOGO MORO HIDRÁULICA. (Sin Fecha). Accesorios distribuidores doble efecto monoblock de 45 l/min. Gms. Recuperado de www.morohidraulica.com.ar/producto

CECREDA, Centro Estratégico para el crecimiento y desarrollo Argentino, Buenos Aires. Recuperado de www.cecreda.org.ar/

CHASIS. (Sin fecha). En Wikipedia. Recuperado el 20 de mayo de 2018 de <https://es.wikipedia.org/wiki/chasis>.

EL TRANSPORTE AUTOMOTOR DE CARGAS EN LA ARGENTINA. Caracterización del sector. (Sin fecha). Argentina. Recuperado de <http://www.edutecne.utn.edu.ar/transporte/caracterizacion.pdf>.

<http://www.infotyl.com.ar/inteligencia-artificial-en-vehiculos/> Entrevista a ESPINOSA, M. Gerente de CAFAS. 2018.

FAIRES, V.M. Diseño de Elementos de máquina. Ed. Montaner y Simon S.A. Barcelona. España. Cuarta edición.

FICHA TÉCNICA HIDRÁULICO D YPF (2014). Recuperado de:

<https://www.ypf.com/productosyservicios/Descargas/Hidraulico-D.pdf>

FLEXIÓN MECÁNICA. (Sin Fecha). En Wikipedia. Recuperado 21 de Julio de 2018 en

https://es.wikipedia.org/wiki/Flexión_mecánica

FRICCIÓN. (Sin Fecha). En Wikipedia. Recuperado el 15 de Mayo de 2018 en <https://es.wi->

[wikipedia.org/wiki/Fricción](https://es.wikipedia.org/wiki/Fricción)

GIL, S. (Sin Fecha). Introducción a la Teoría de la elasticidad. UNSAM. Recuperado de

https://www.fisicarecreativa.com/papers_sg/papers_sgil/Docencia/elasticidad1.pdf

GONZALES J. H., MARTINEZ, J. M.A. (2013). Proyecto Final de Ingeniería Industrial.

ITBA. Buenos Aires. Recuperado de <https://ri.itba.edu.ar/.../Proyecto>

HONDA. (Sin Fecha). Rendimiento del motor de combustión interna. Recuperado de

<http://engines.honda.com/models/model-detail/gx390>

KRONE FLEET. (2016). ¿Conocés los diferentes tipos de semirremolques? Recuperado de

<https://www.krone-fleet.es/conoces-los-diferentes-tipos-semirremolques/>

KROP INDUSTRIAL INC, (2012, Abril 24) Haulle Hydraulic Trailer Tug [Archivo de vi-

deo] Recuperado de <http://www.youtube>.

LEY N° 24449. Decreto 32/2018. Boletín Oficial de la República Argentina. Ciudad de Buenos

Aires, 10/01/2018.

MARTINEZ, F. G., CRISTOFORO, Gilda de, SANCHEZ, L. S., HANTKE B. y DIAZ, A. (Sin fecha). "El sistema de transporte en Argentina" Diagnóstico y propuesta para su desarrollo.

MOSQUERA J. y GONZÁLEZ TRUQUE C., (2005). Análisis y Evaluación Estructural de la Quinta Rueda. Trabajo de grado. Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingeniería. Santiago de Cali. Colombia. Recuperado de red.uao.edu.co/bitstream/10614/6117/1/T04119.pdf

QUINTA RUEDA. (Sin fecha). Recuperado de <http://www.pruebaderuta.com/la-quinta-rueda-php>

PARKER. (Sin Fecha). Motores hidráulicos. Recuperado de ph.parker.com/ar/es/hydraulic-motors

Proceso de Soldadura, s.f. esab.com.ar Recuperado de https://www.esab.com.ar/ar/sp/education/blog/proceso_soldadura_gmaw.cfm

PRUEBA DE RUTA. (Sin Fecha). La quinta rueda. Recuperado de <https://www.pruebaderuta.com/la-quinta-rueda.php>

RESOLUCIÓN 960/2015. Ministerio de trabajo, empleo y seguridad social, Superintendencia de Riesgos de Trabajo. Buenos Aires, 4 de mayo de 2015.

RESISTENCIA A LA RODADURA. (Sin Fecha). En Wikipedia. Recuperado el 15 de Mayo 2018 de https://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_a_la_rodadura

RODRÍGUEZ HERRERA, Alex Eduardo (2010). "Diseño de un Semi-Remolque de dos Niveles para la Transportación de Pallets". Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/>

SANDOVAL SERVA B. (2017). Tesis "Sistema de suspensión para disminución del desgaste en los neumáticos en el tracto – bombona en el Consorcio Río Mantero. Universidad Nacional del Centro de Perú.

SISTEMAS HIDRÁULICOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (Sin Fecha). Tutorial nº 212. Ingemecánica. Recuperado de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>

TERNIUM Argentina. Aplicación de Aceros HSLA Tendencias Potencial F24-26

MLC420 MLC500 WORKSHOP AGRO '18 – Aceros de Alta resistencia

TRAILER TUG. Airtug (Sin fecha). Recuperado de <https://airtug.com/product/trailer-tug-hd-gas-manual-or-auto/>

TUG TRUCK PTT3 (Sin fecha). Recuperado de <http://www.hedin.se/news/hedin-electric-tug/>

TRÁILER TUG (Sin fecha). Recuperado de <http://www.kropfindustrial.com/conolift/trailer-tugs>

Graficos

REMOLQUES OMBÚ. (Sin fecha). Recuperado de www.maquinasombu.com.ar/

AUTOELEVADORES (Sin fecha). Recuperado de <https://www.autoelevadoresheli.com.ar/>

EL TRANSPORTE. El origen de la quinta rueda. (Sin Fecha). Recuperado de www.eltransporte.es/el-origen-de-la-quinta-rueda.html

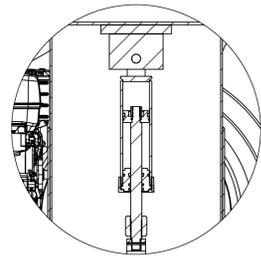
BOMBAS, EQUIPOS HIDRÁULICOS, COMPONENTES Y FILTROS. Bombas a engranajes grupo 2- tipo standard y Ficha Técnica (Sin Fecha). Catálogo Moro Hidráulica. Recuperado de <http://www.morohidraulica.com.ar/wp-content/uploads/2018/01/Rubro-6-X3.pdf>

HYDRAULICS Y PNEUMATICS (2016). Principios ingenieriles Básicos. Bombas hidráulicas. Recuperado de <https://hydraulicspneumatics.com.blog/principios-ingenieriles-b-sicos-bombas-hidr-ulicas>

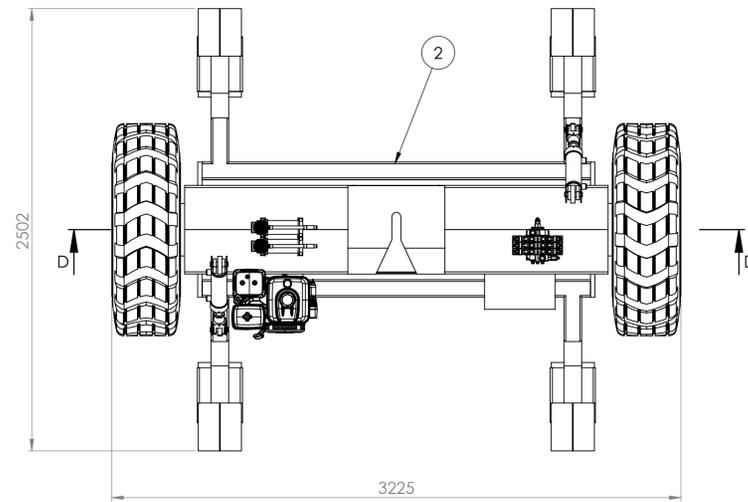
NEUMÁTICOS MICHELIN (Sin Fecha). Prospecto. Recuperado de www.michelinearthmover.com/esl_la/neumaticos-/michelin-xzm

TORQUE. (Sin Fecha). En Wikipedia. Recuperado 18 de Mayo de 2018 de <https://en.wikipedia.org/wiki/Torque>.

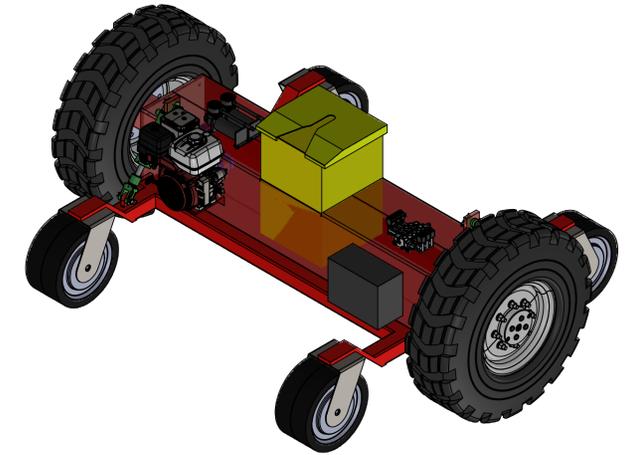
ANEXO



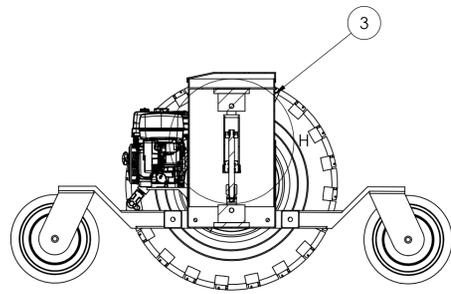
DETALLE H
ESCALA 1 : 10



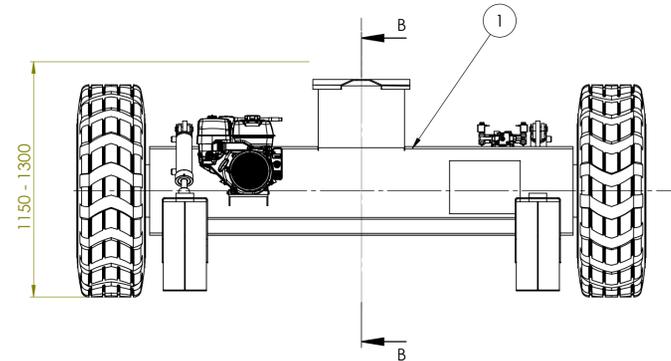
Vista Superior



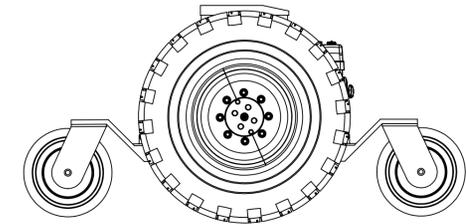
Vista Isometrica



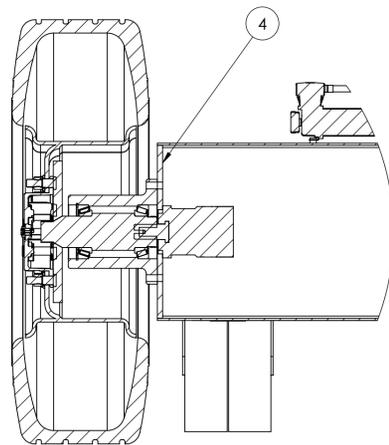
SECCIÓN B-B



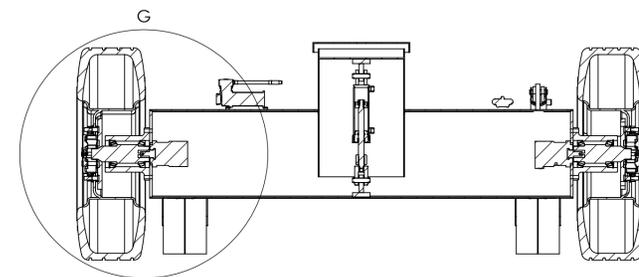
Vista Frontal



Vista Lateral



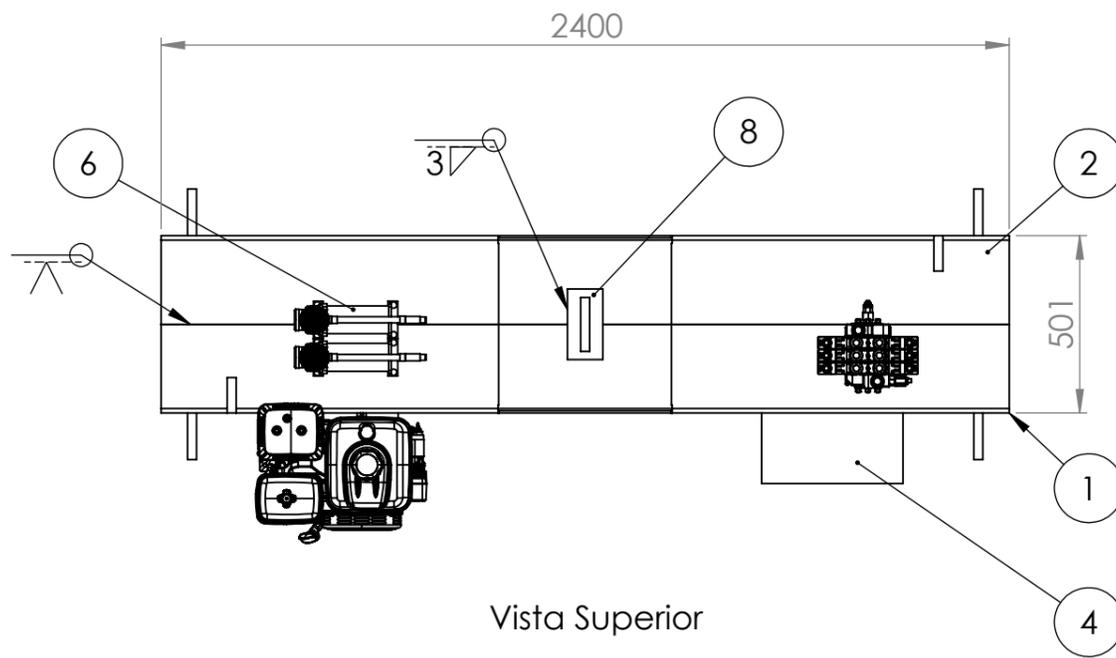
DETALLE G
ESCALA 1 : 10



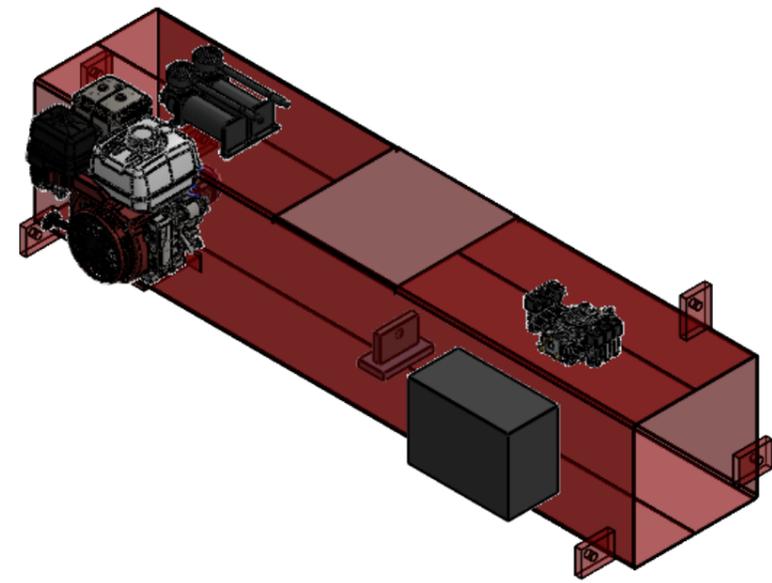
SECCIÓN D-D

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 01 0 00	Chasis	1
2	AAA 100 0 02 0 00	Ruedas Auxiliares	2
3	AAA 100 0 03 0 00	Torre	1
4	AAA 100 0 04 0 00	Punta de eje y Transmision	2

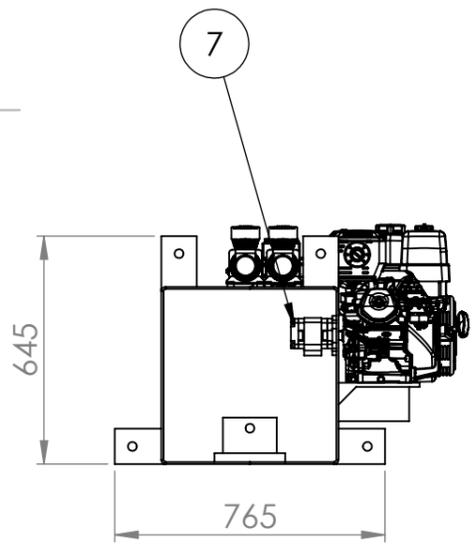
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO, LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBRE LA ESCALA	REVISIÓN 0
NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:		
DIBUJ.	J.M.V.V		Remolcador Motorizado para Semiremolque		
VERIF.	F.B		Nº DE DIBUJO		
APROB.			AAA 100 0 00 0 00		
FABR.			A1		
CALID.			ESCALA: 1:20		
PESO:		HOJA 1 DE 1			



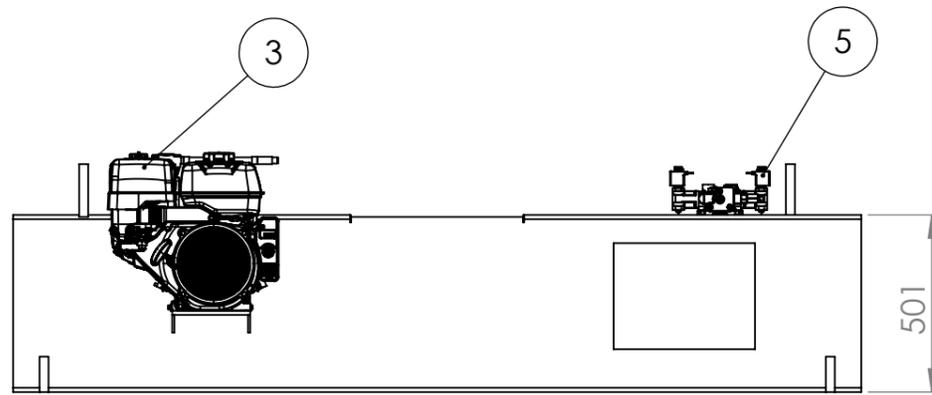
Vista Superior



Vista Isometrica



Vista Lateral

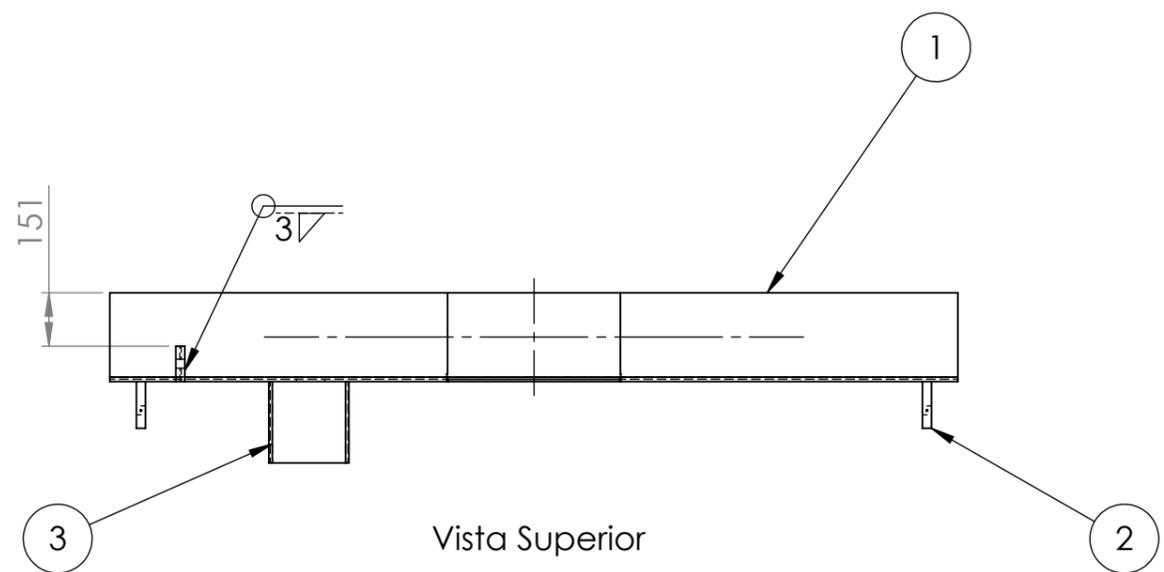


Vista Frontal

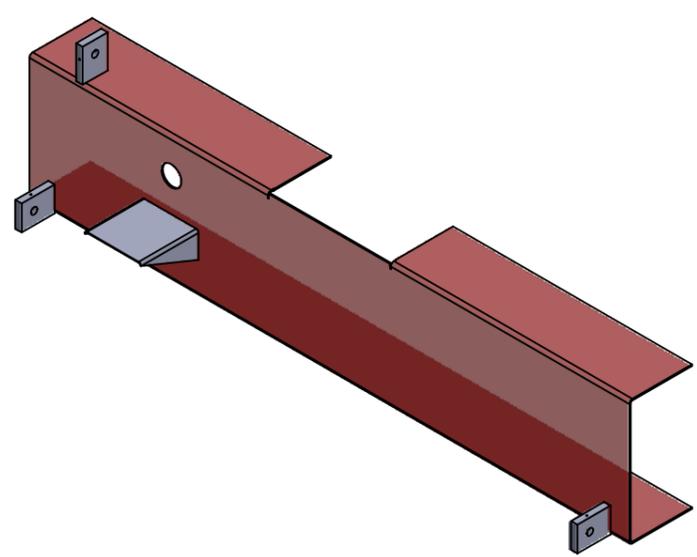
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 01 1 01	Chasis Frontal	1
2	AAA 100 0 01 1 02	Chasis Posterior	1
3	AAA 100 0 01 0 01	Motor Combustion	1
4	AAA 100 0 01 0 02	Deposito Aceite	1
5	AAA 100 0 01 0 03	Cuerpo Valvulas	1
6	AAA 100 0 01 0 04	Compresor Aire	2
7	AAA 100 0 01 0 05	Bomba Hidraulica	1
8	AAA 100 0 01 3 00	Soporte Cilindro	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS NO INDICADAS ± 0.5 mm		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN 0																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ. Juan M VICTORIO</td> <td></td> <td>26/11/19</td> </tr> <tr> <td>VERIF. Facundo Berardo</td> <td></td> <td>20/11/19</td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ. Juan M VICTORIO		26/11/19	VERIF. Facundo Berardo		20/11/19	APROB.			FABR.			CALID.				<h2>Conjunto</h2> <h3>Chasis</h3>	
NOMBRE	FIRMA	FECHA																					
DIBUJ. Juan M VICTORIO		26/11/19																					
VERIF. Facundo Berardo		20/11/19																					
APROB.																							
FABR.																							
CALID.																							
MATERIAL:			N.º DE DIBUJO	AAA 100 0 01 0 00																			
PESO:			ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1																			

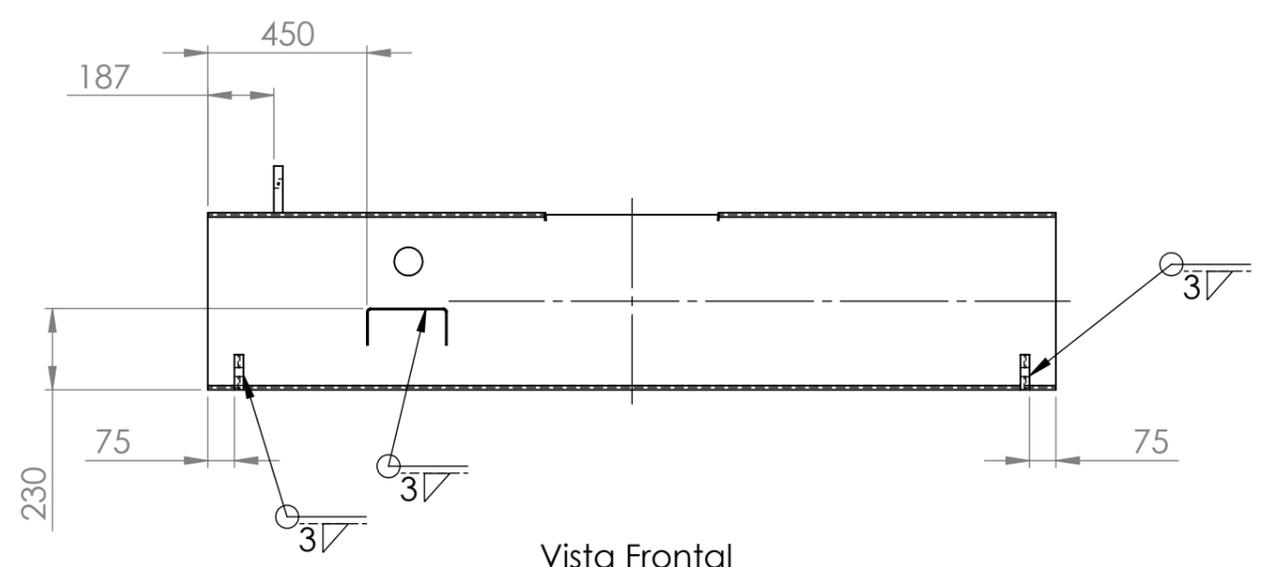
A3



Vista Superior



Vista Isometrica



Vista Frontal

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 01 1 01	Chasis frontal	1
2	AAA 100 0 01 1 03	Soporte	3
3	AAA 100 0 01 1 04	Soporte Motor	1

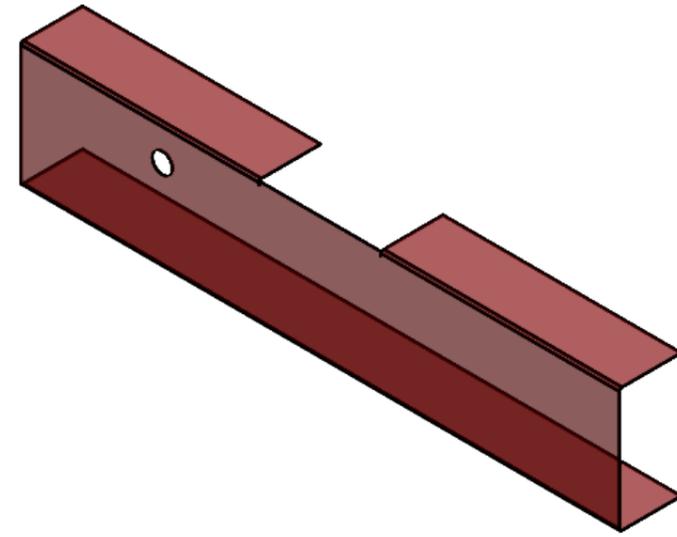
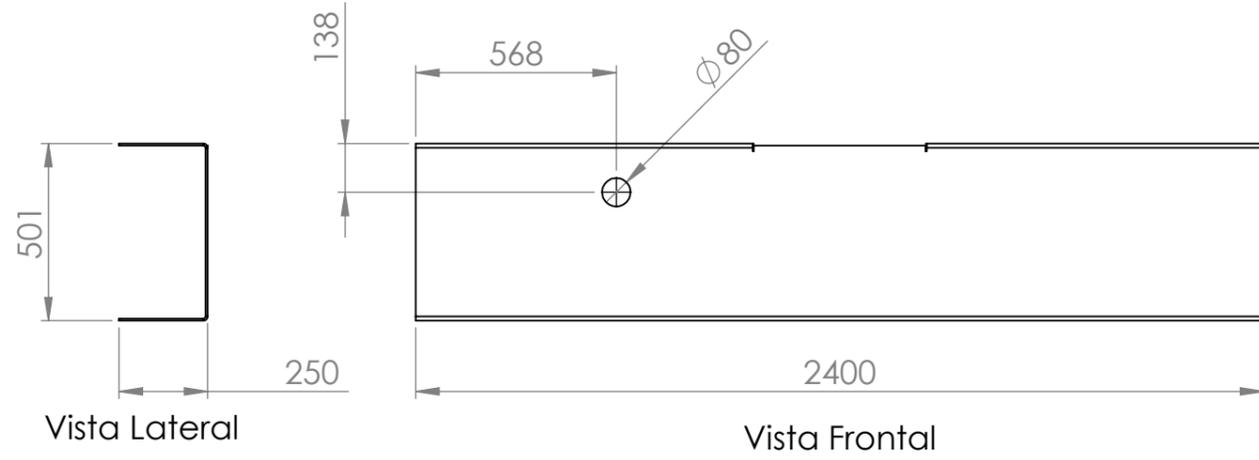
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS NO INDICADAS ± 0.5 mm	ACABADO: Pintura poliuretánica Esp. min 60um	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN	0
			Subconjunto		
			Chasis Frontal		
			TÍTULO:		
			N.º DE DIBUJO		
			AAA 100 0 01 0 00		
			A3		
			ESCALA: 1:20		
			HOJA 1 DE 1		

NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.		
VERIF.		
APROB.		
FABR.		
CALID.		

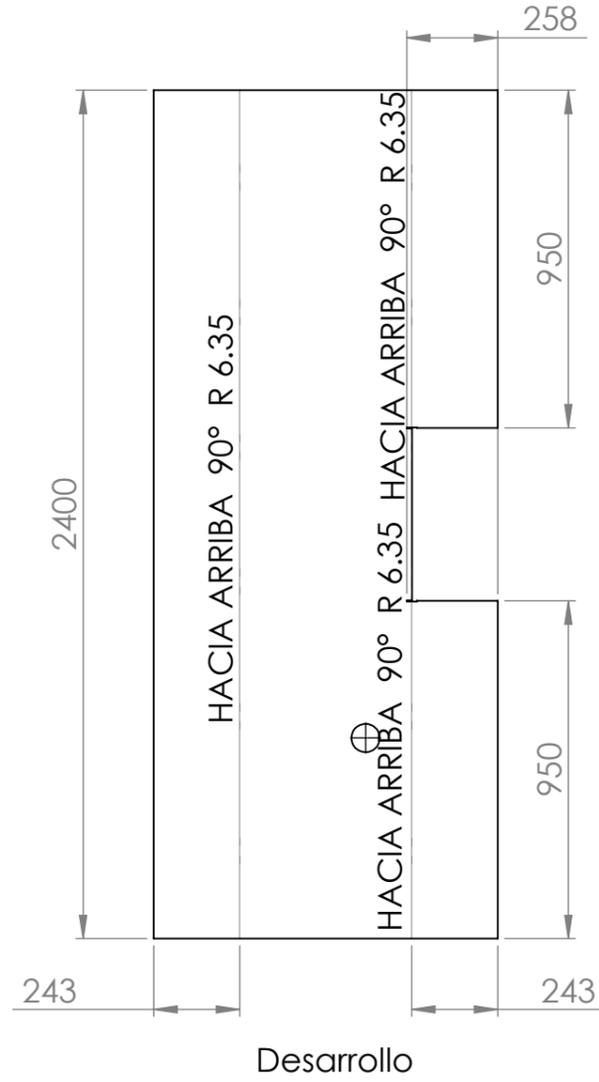


MATERIAL:
MLC-420

PESO:

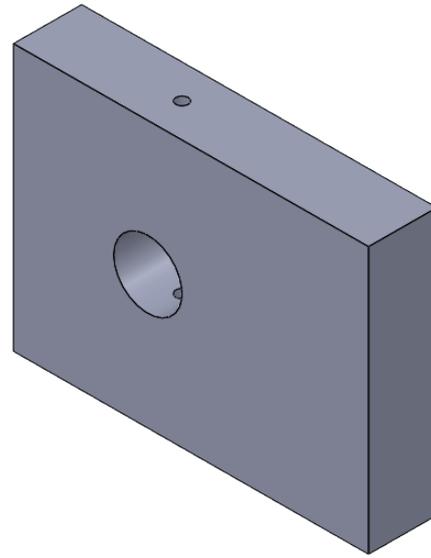


Vista Isometrica

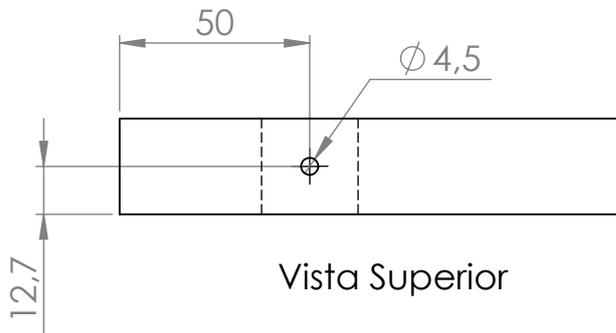


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS NO INDICADAS ± 0.5 mm		ACABADO: Pintura Poliuretónica Esp. Min 60um		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN	0
					Pieza		
					TÍTULO: Chasis Frontal		
				MATERIAL: MLC 420		N.º DE DIBUJO AAA 100 0 01 0 00	
				PESO:		ESCALA:1:20	
						HOJA 1 DE 1	
DIBUJ.		FIRMA		FECHA		A3	
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
CALID.							

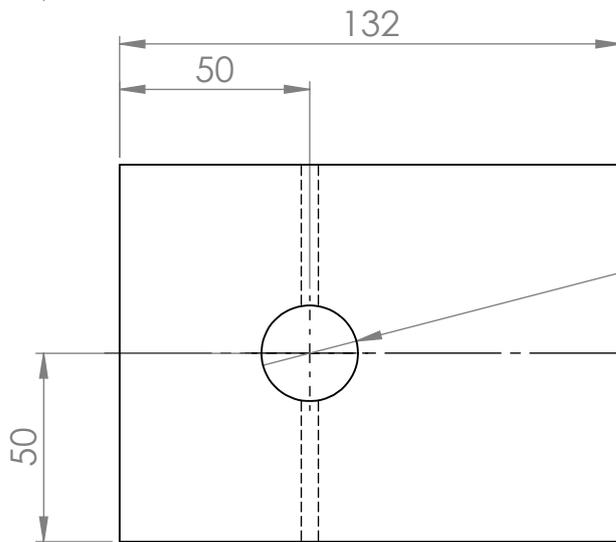




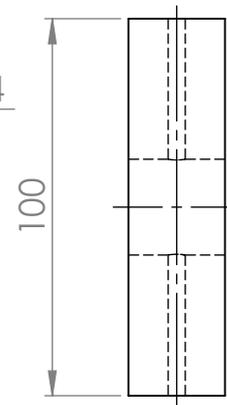
Vista Isometrica



Vista Superior



Vista Frontal



Vista Lateral

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS NO INDICADAS
+/-0,5 mm

ACABADO:
Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones

REBARBAR Y
ROMPER ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN 0

Pieza

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	F.B		
VERIF.	J.M.V.V		
APROB.			
FABR.			
CALID.			



TÍTULO:

Placa Auxiliar

MATERIAL:
MLC-420

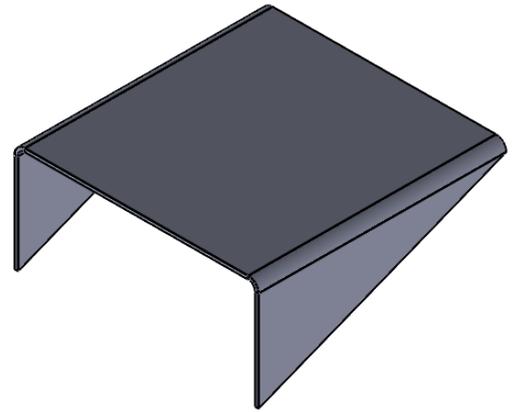
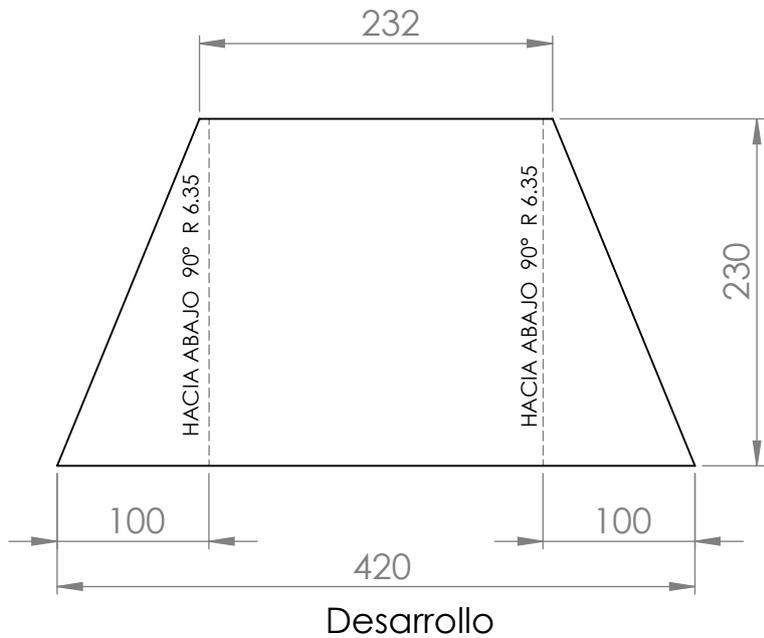
N.º DE DIBUJO
AAA 100 0 01 1 03

A4

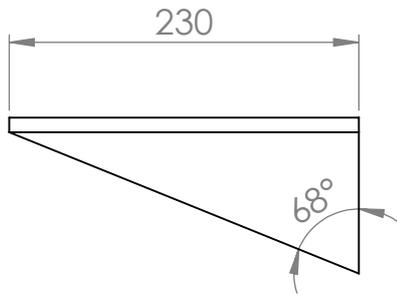
PESO:

ESCALA:1:2

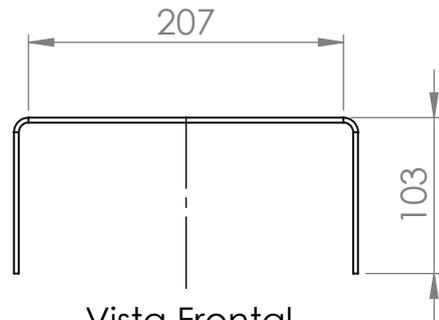
HOJA 1 DE 1



Vista Isometrica



Vista Lateral



Vista Frontal

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS NO INDICADAS
+/-0,5 mm

ACABADO:
Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones

REBARBAR Y
ROMPER ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN 0

Pieza

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	J.M.V.V		
VERIF.	F.B		
APROB.			
FABR.			
CALID.			



TÍTULO:

Soporte Motor

MATERIAL:
MLC-420

N.º DE DIBUJO

AAA 100 0 01 1 04

A4

PESO:

ESCALA:1:5

HOJA 1 DE 1

8 7 6 5 4 3 2 1

F

E

D

C

B

A

F

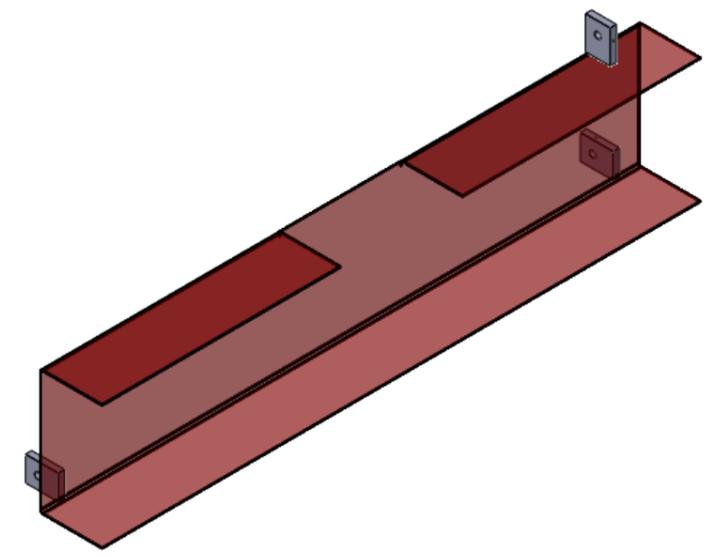
E

D

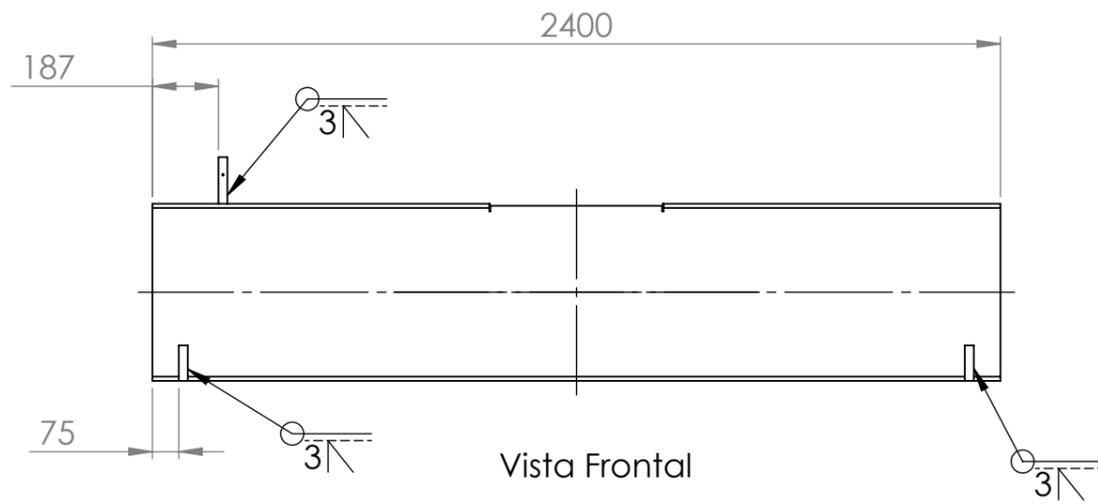
C

B

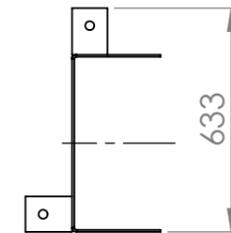
A



Vista Isometrica



Vista Frontal

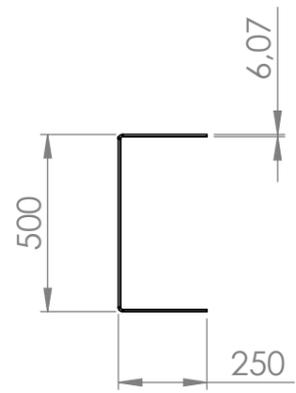


Vista Lateral

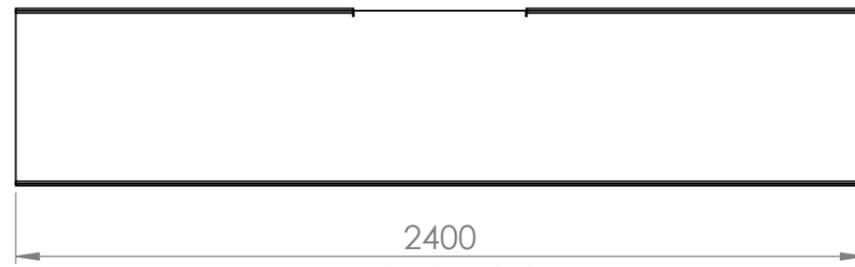
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 01 1 02	Chasis Posterior	1
2	AAA 100 0 01 1 03	Soporte	3

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS NO INDICADAS +/- 0.5 mm		ACABADO: Pintura poliuretánica Esp. Min 60um	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN 0																	
<table border="1"> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> <tr> <td>DIBUJ. F.B</td> <td></td> <td>22/10/19</td> </tr> <tr> <td>VERIF. J.M.V.V</td> <td></td> <td>22/10/19</td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ. F.B		22/10/19	VERIF. J.M.V.V		22/10/19	APROB.			FABR.			CALID.				
NOMBRE	FIRMA	FECHA																				
DIBUJ. F.B		22/10/19																				
VERIF. J.M.V.V		22/10/19																				
APROB.																						
FABR.																						
CALID.																						
			TÍTULO: Chasis Posterior																			
			N.º DE DIBUJO: AAA 100 0 01 0 00		A3																	
			ESCALA: 1:20		HOJA 1 DE 1																	

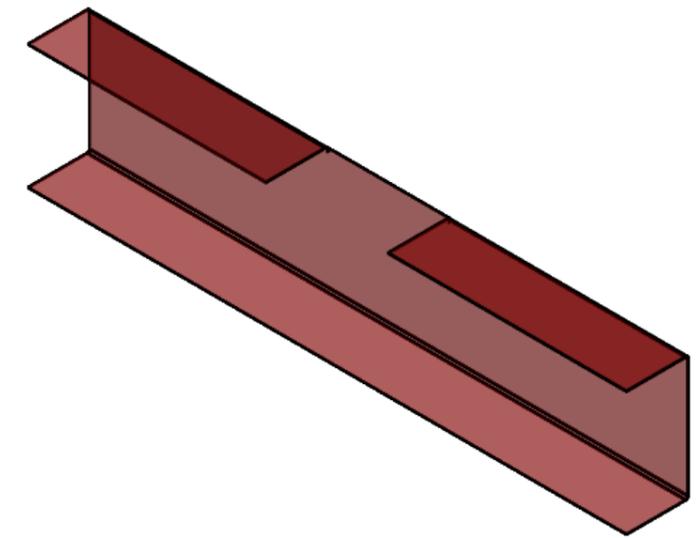
8 7 6 5 4 3 2 1



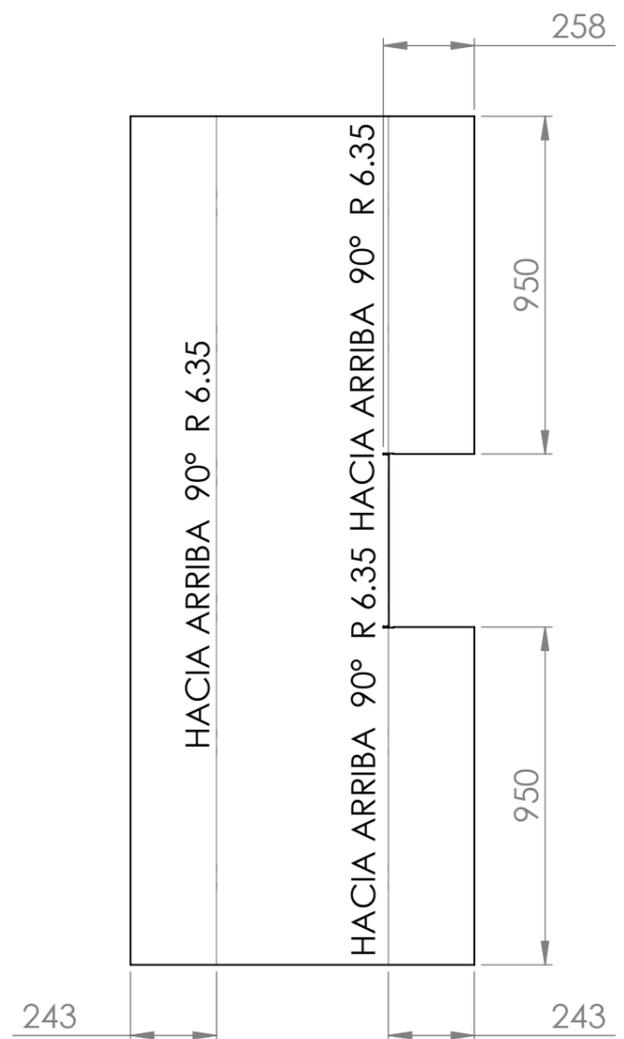
Vista Lateral



Vista Frontal



Vista Isometrica



Desarrollo

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS NO INDICADAS ± 0.5 mm		ACABADO: Pintura poliuretánica Esp. Min 60um		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN	0
					Pieza		
					Chasis Posterior		
					TÍTULO:		
					N.º DE DIBUJO		
					AAA 100 0 01 0 00		
					A3		
					ESCALA: 1:20		
					HOJA 1 DE 1		

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	J.M.V.V		
VERIF.	F.B		
APROB.			
FABR.			
CALID.			

MATERIAL:
MLC 420

PESO:



TÍTULO:
Chasis Posterior

N.º DE DIBUJO
AAA 100 0 01 0 00

ESCALA: 1:20

HOJA 1 DE 1

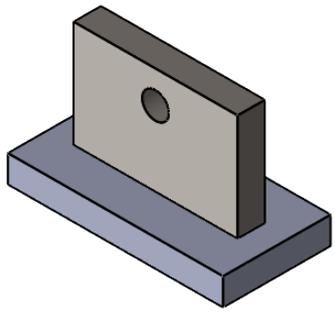
4 3 2 1

F

F

E

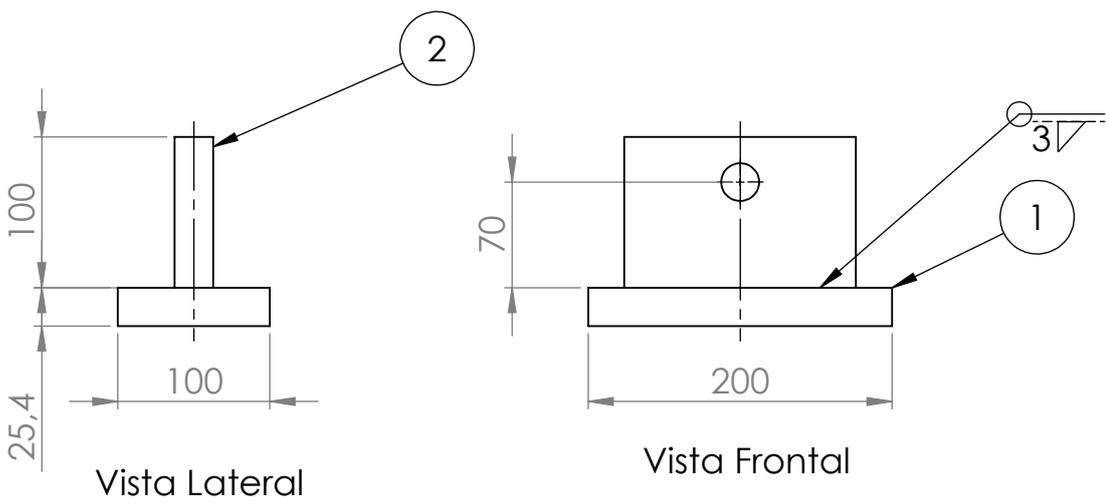
E



Vista Isometrica

D

D



Vista Lateral

Vista Frontal

C

C

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 01 3 00	Placa Inferior	1
2	AAA 100 0 01 3 02	Placa Superior	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm	ACABADO: Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN 0
---	--	---------------------------------------	---------------------	------------

Subconjunto

DIBUJ. J.M.V.V VERIF. F.B APROB. FABR. CALID.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO: <h1>Soporte Cilindro</h1>	
	MATERIAL: MLC-420				N.º DE DIBUJO: AAA 100 0 01 3 00
	PESO:				ESCALA: 1:5
					HOJA 1 DE 1

A

A

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

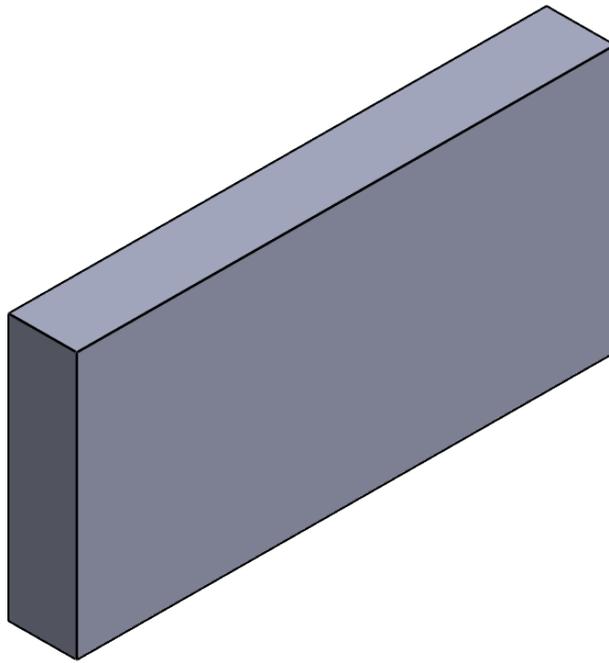
C

B

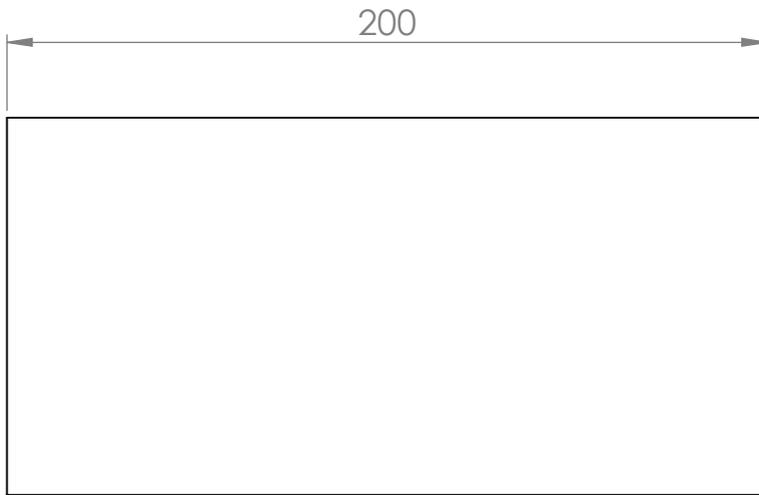
B

A

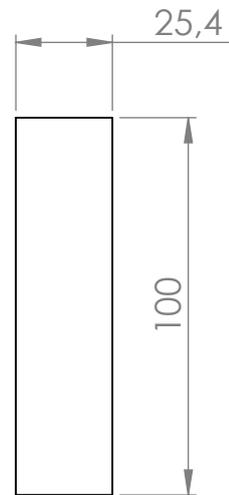
A



Vista Isometrica



Vista Lateral



Vista Frontal

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS NO INDICADAS
+/-0,5 mm

ACABADO:
Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones

REBARBAR Y
ROMPER ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN 0

Pieza

TÍTULO:

Placa Inferior

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	F.B		
VERIF.	J.M.V.V		
APROB.			
FABR.			
CALID.			



MATERIAL:
MLC-420

N.º DE DIBUJO
AAA 100 0 01 3 01

A4

PESO:

ESCALA:1:2

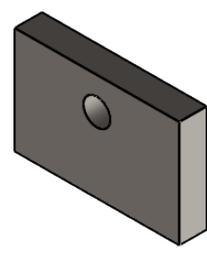
HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F



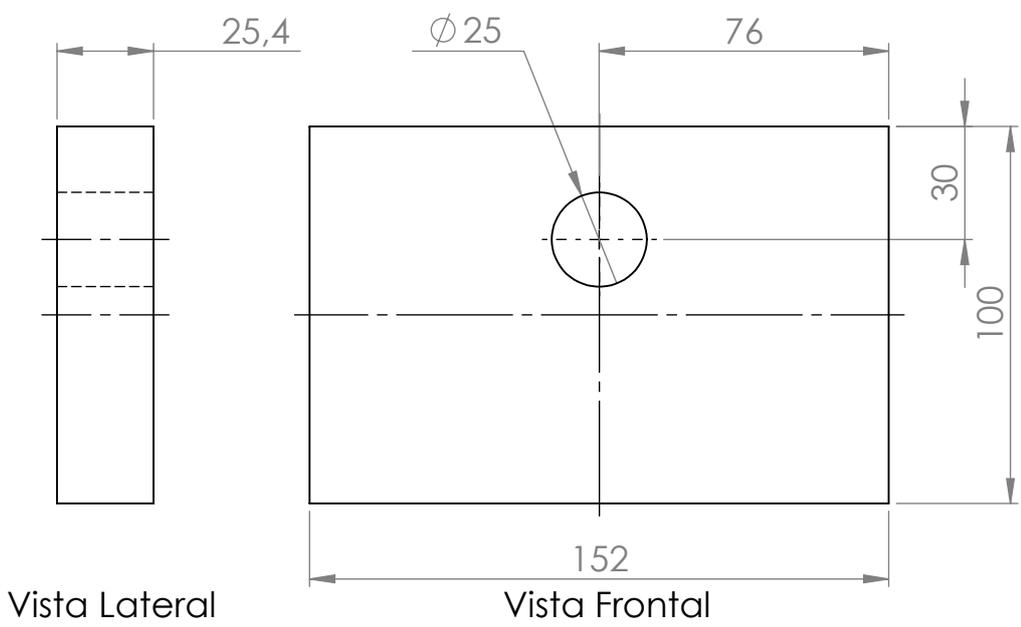
Vista Isometrica
Escala 1/5

E

E

D

D



C

C

B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm	ACABADO: Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN 0
Pieza				

A

A

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	F.B		
VERIF.	J.M.V.V		
APROB.			
FABR.			
CALID.			

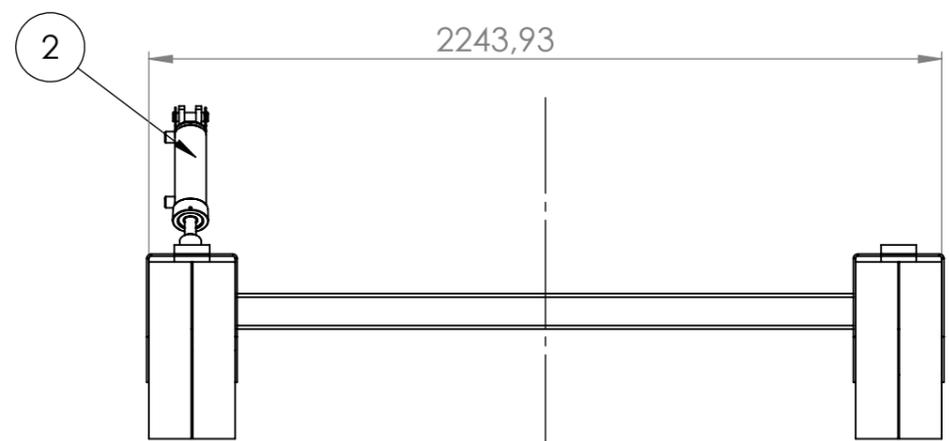


TÍTULO: Placa Superior
N.º DE DIBUJO AAA 100 0 01 3 02
A4
ESCALA:1:2
HOJA 1 DE 1

4 3 2 1



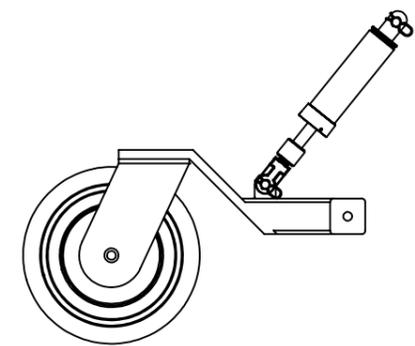
Vista Superior



Vista Frontal



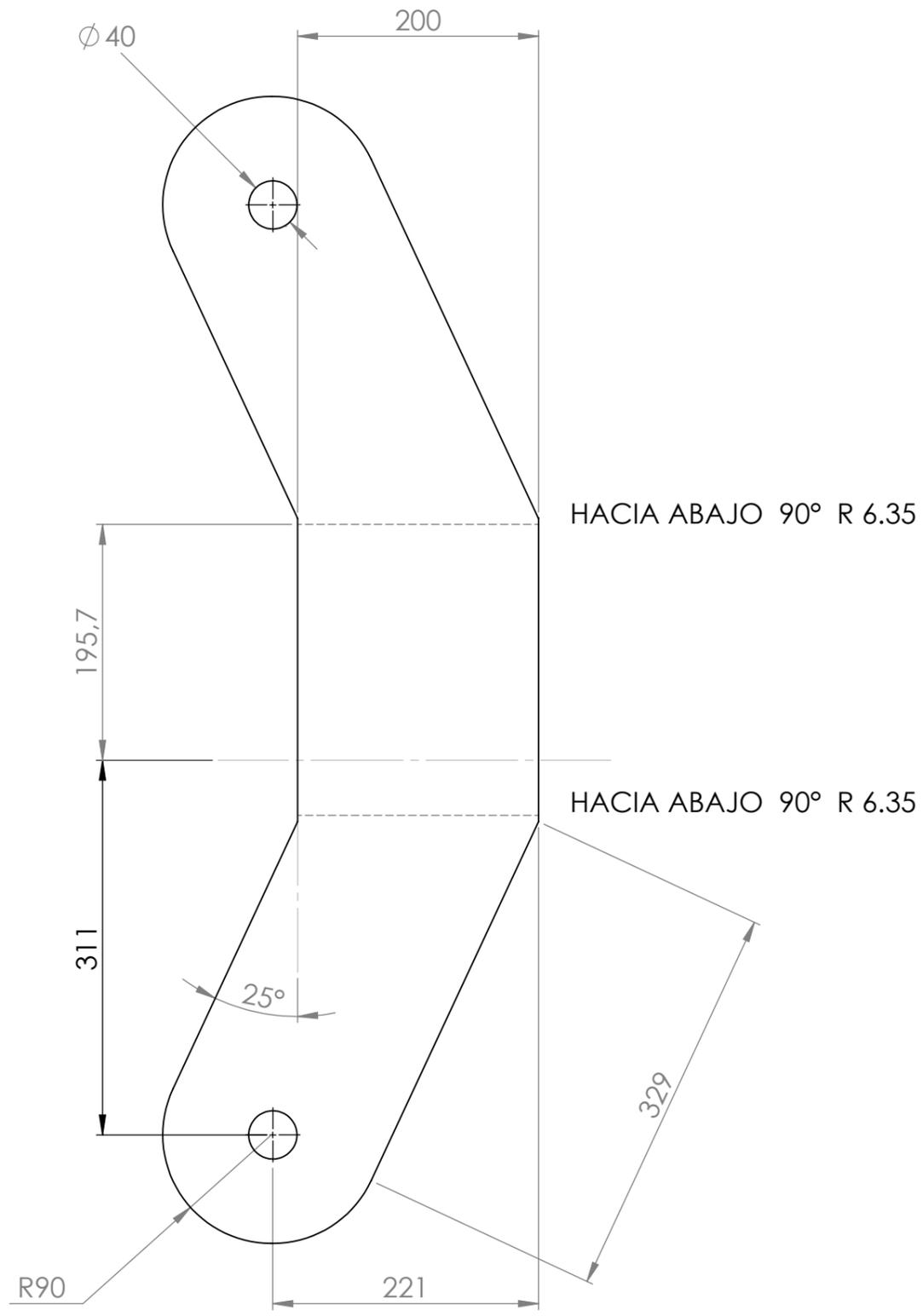
Vista Isometrica



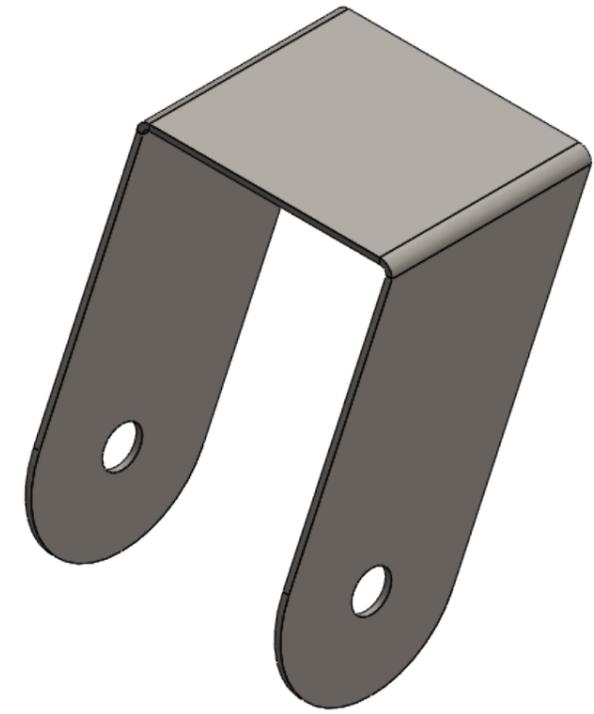
Vista Lateral

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 02 0 09	Rueda Auxiliar	4
2	AAA 100 0 03 0 05	Cil.HCO.TOLVA ALERON 50.8x180x25.4	1
3	AAA 100 0 02 1 01	Ruedas Auxiliares	1
4	base rueda plegada	Soporte Rueda Aux	2

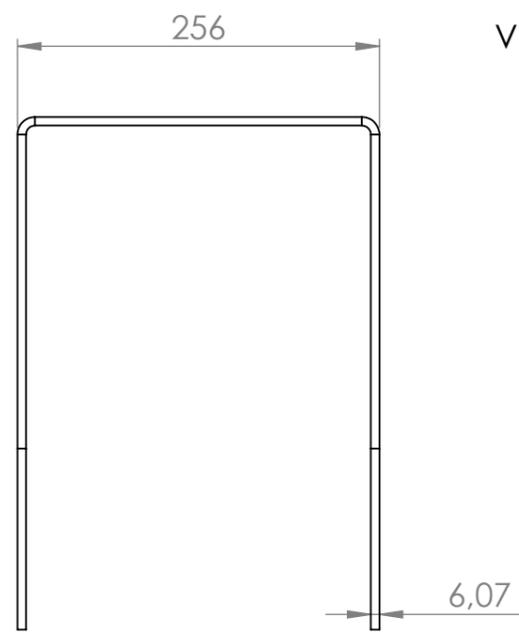
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS NO INDICADAS +- 0.5MM		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN 0																		
<table border="1"> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> <tr> <td>DIBUJ. J.M.V.V</td> <td></td> <td>22/10/19</td> </tr> <tr> <td>VERIF. F.B</td> <td></td> <td>22/10/19</td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ. J.M.V.V		22/10/19	VERIF. F.B		22/10/19	APROB.			FABR.			CALID.				<h2>Conjunto</h2>	
NOMBRE	FIRMA	FECHA																					
DIBUJ. J.M.V.V		22/10/19																					
VERIF. F.B		22/10/19																					
APROB.																							
FABR.																							
CALID.																							
			<h1>Ruedas Auxiliares</h1>																				
			MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A3																		
			PESO:	AAA 100 0 02 0 00																			
			ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1																			



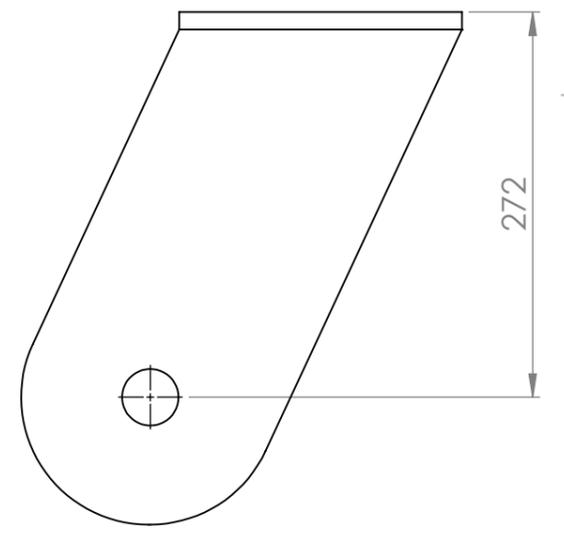
Desarrollo Chapa



Vista Isometrica



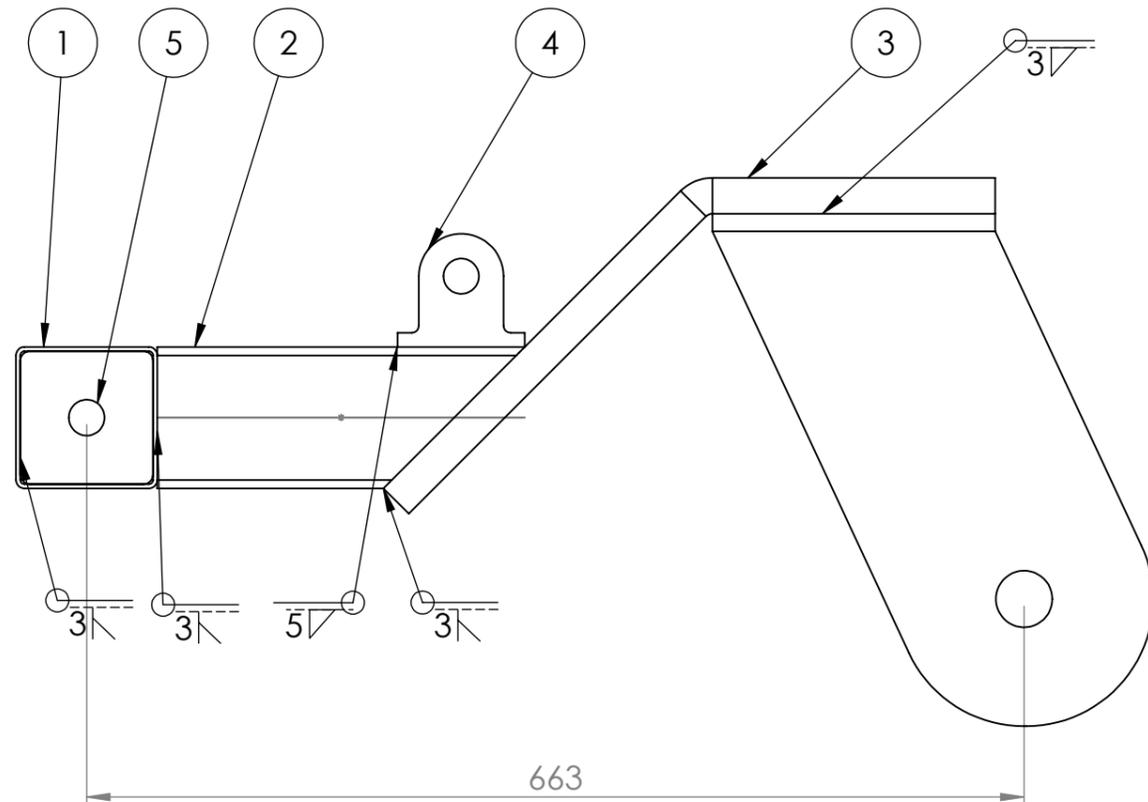
Vista Frontal



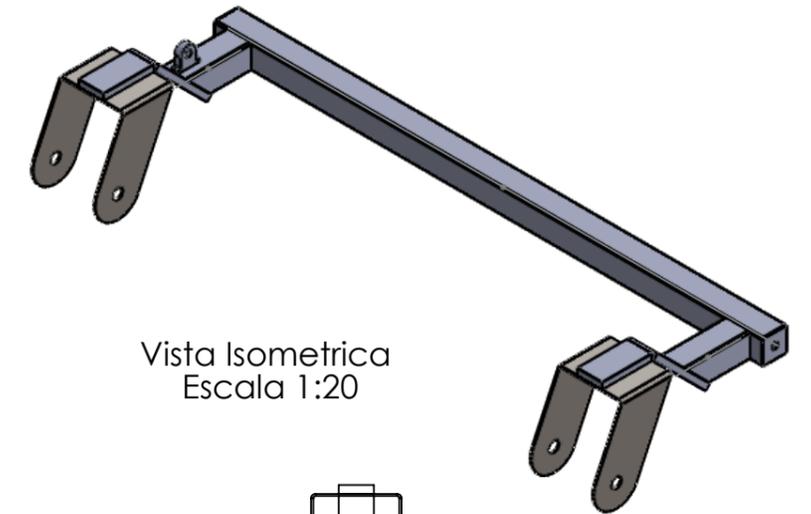
Vista Lateral

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS NO INDICADAS +/- 0.5MM			ACABADO: Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN 0		
							Pieza				
							Soporte Rueda AUX				
DIBUJ. J.M.V.V			FIRMA		FECHA 22/10/19		TÍTULO:		N.º DE DIBUJO		
VERIF. F.B					22/10/19		AAA 100 0 02 0 01		A3		
APROB.							MATERIAL:		ESCALA: 1:5		
FABR.							MLC-420		HOJA 1 DE 1		
CALID.							PESO: 8,5Kg				





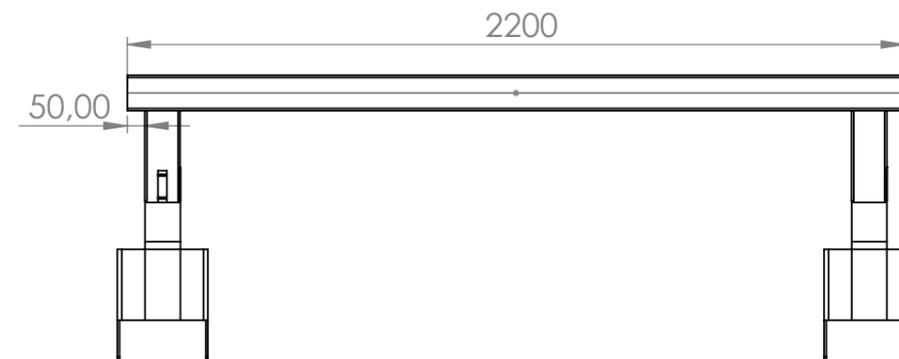
Vista Lateral
Escala 1:5



Vista Isometrica
Escala 1:20



Vista Frontal
Escala 1:20



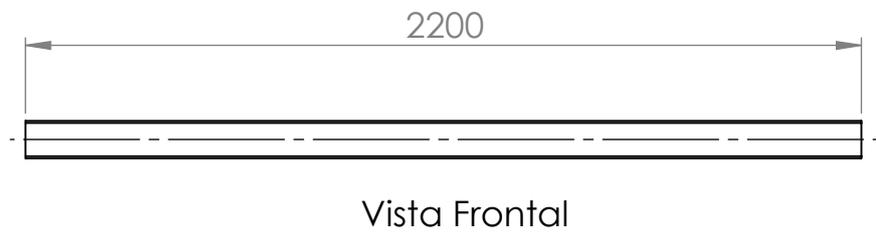
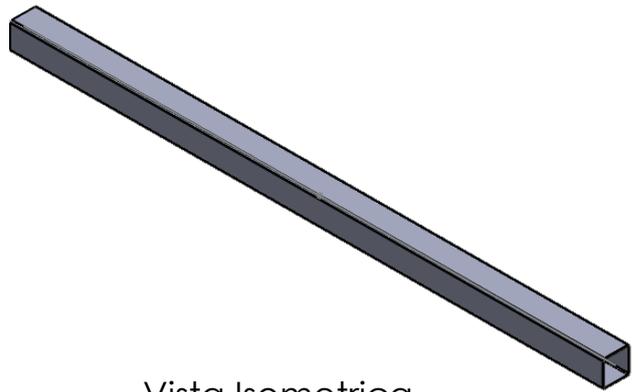
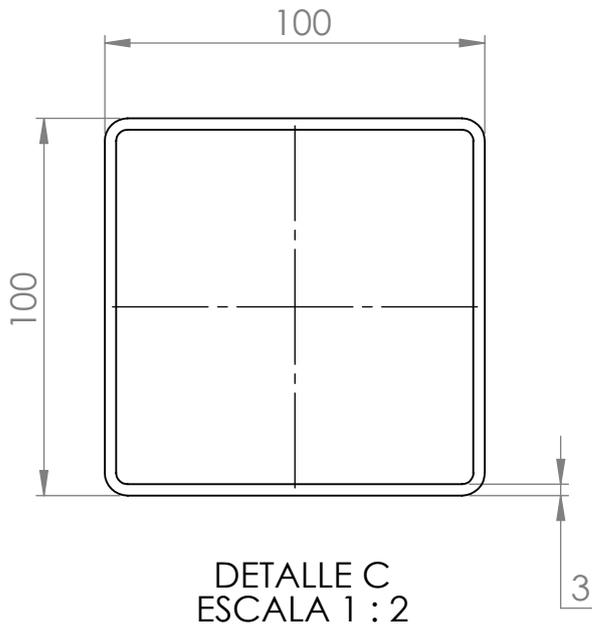
Vista Superior
Escala 1:20

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 02 1 01	Caño Principal	1
2	AAA 100 0 02 1 02	Caño Secundario	2
3	AAA 100 0 02 1 04	Porta Rueda	2
4	AAA 100 0 02 1 03	Soporte Cilindro Aux	1
5	AAA 100 0 02 1 05	Tapa Lateral	2
6	AAA 100 0 02 0 01	Soporte Rueda Aux	2

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS NO INDICADAS +/- 0.5MM			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN	0
				Subconjunto			
				Brazo Auxiliares			
DIBUJ. J.M.V.V			FIRMA		FECHA		TÍTULO:
VERIF. F.B					22/10/19		
APROB.					22/10/19		
FABR.							
CALID.							
				MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
				MLC-420		AAA 100 0 02 1 00	
				PESO:		ESCALA:1:20	
						HOJA 1 DE 1	



A3



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS NO INDICADAS
+/-0,5 mm

ACABADO:
Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones

REBARBAR Y
ROMPER ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN 0

Pieza

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	F.B		10/10/19
VERIF.	J..M.V.V		10/10/19
APROB.			
FABR.			
CALID.			



TÍTULO:

Caño Principal

MATERIAL:
Caño estructural 100x100 Calidad F-24

N.º DE DIBUJO

AAA 100 0 02 1 01

A4

PESO:

ESCALA:1:20

HOJA 1 DE 1

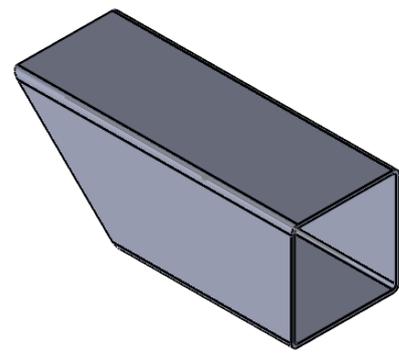
4 3 2 1

F

F

E

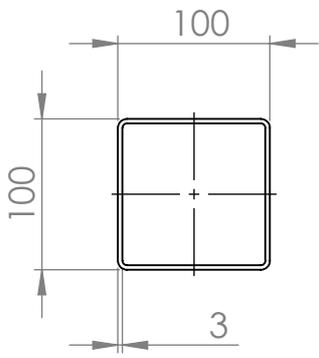
E



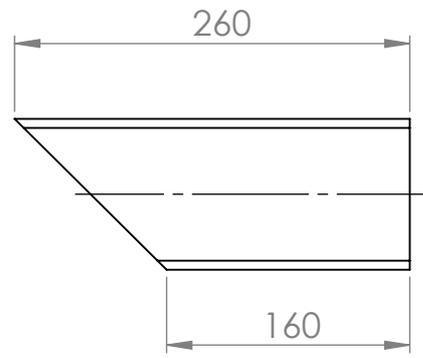
Vista Isometrica

D

D



Vista Frontal



Vista Lateral

C

C

B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm	ACABADO: Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN 0
<h2>Pieza</h2>				

A

A

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	F.B		1/10/19
VERIF.	J.M.V.V		1/10/19
APROB.			
FABR.			
CALID.			

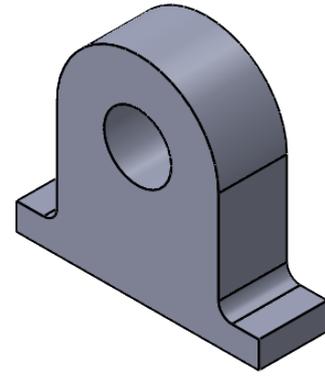

**Facultad Regional
UTN VILLA MARIA**

MATERIAL:
Caño estructural 100x100 Calidad F-24

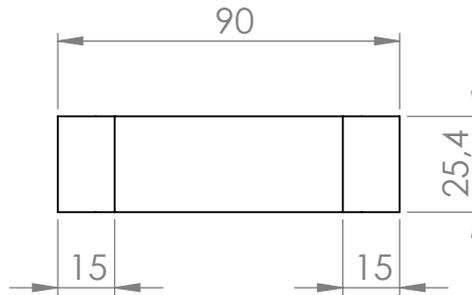
PESO:

TÍTULO: <h1>Caño Secundario</h1>	N.º DE DIBUJO <h2>AAA 100 0 02 1 02</h2>	A4
ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1	

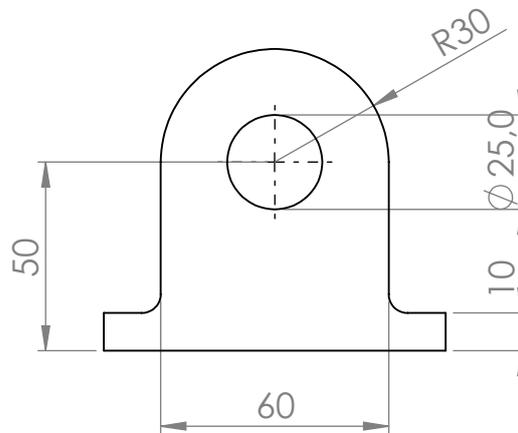
4 3 2 1



Vista Isometrica



Vista Superior



Vista Frontal

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS NO INDICADAS
+/-0,5 mm

ACABADO:
Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones

REBARBAR Y
ROMPER ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN 0

Pieza

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	F.B		1/10/19
VERIF.	J.M.V.V		1/10/19
APROB.			
FABR.			
CALID.			



TÍTULO:

Soporte Cilindro Aux

MATERIAL:
Chapa esp. 25.4 mm Calidad F-24

N.º DE DIBUJO

AAA 100 0 02 1 03

A4

PESO:

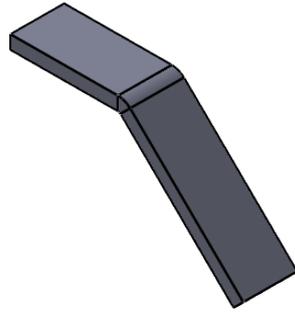
ESCALA:1:1

HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

F

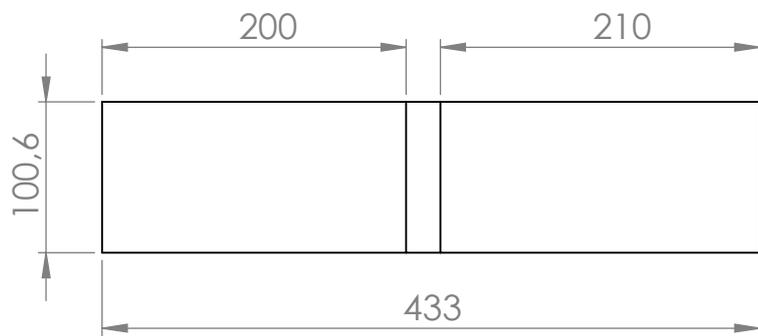
F



Vista Isometrica
Escala 1/10

E

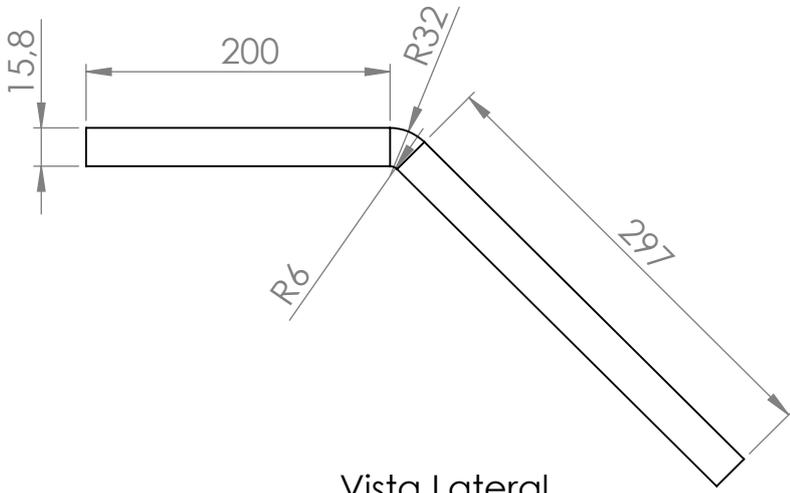
E



Vista Superior

D

D



Vista Lateral

C

C

B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS NO INDICADAS
+/-0,5 mm

ACABADO:
Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones

REBARBAR Y
ROMPER ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN 0

Pieza

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	J.M.V.V		1/10/19
VERIF.	F.B		1/10/19
APROB.			
FABR.			
CALID.			



TÍTULO:
Porta Rueda

MATERIAL:
Planchuela 101,6x15,87 mm Calidad F-24

N.º DE DIBUJO
AAA 100 0 02 1 04

A4

PESO:

ESCALA:1:5

HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

A

A

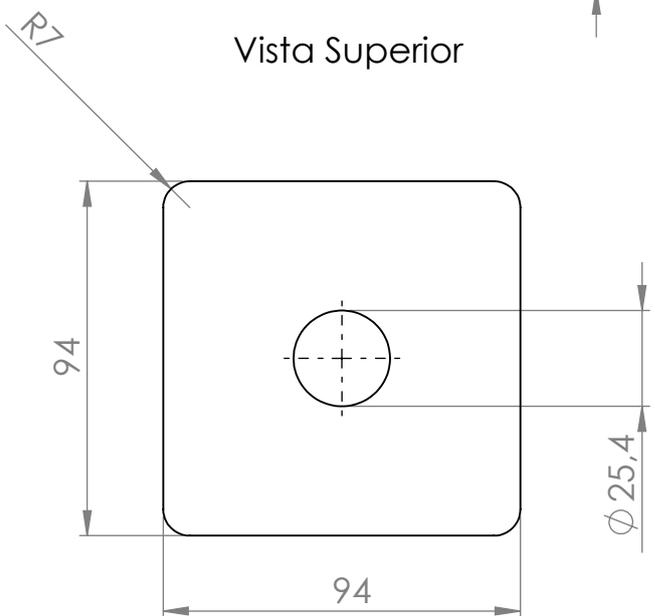
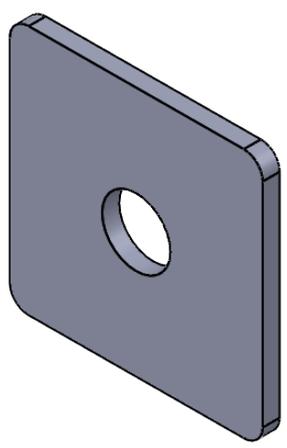
4 3 2 1

F

F

E

E



D

D

C

C

B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS NO INDICADAS
+/-0,5 mm

ACABADO:
Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones

REBARBAR Y
ROMPER ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN 0

Pieza

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	F.B		1/09/19
VERIF.	J.M.V.V		1/09/19
APROB.			
FABR.			
CALID.			



TÍTULO:
Tapa Lateral

N.º DE DIBUJO
AAA 100 0 02 1 05

ESCALA:1:2

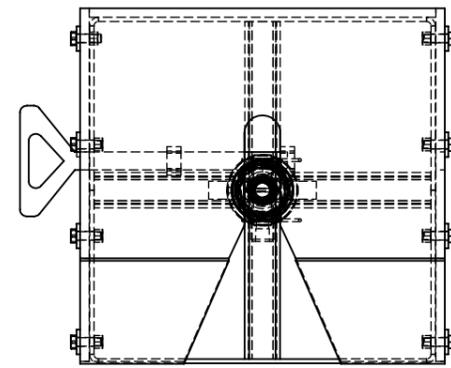
HOJA 1 DE 1

A4

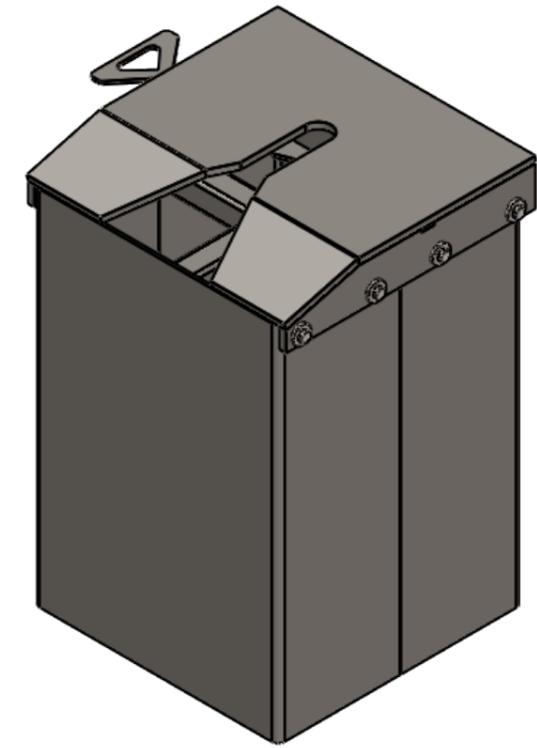
A

A

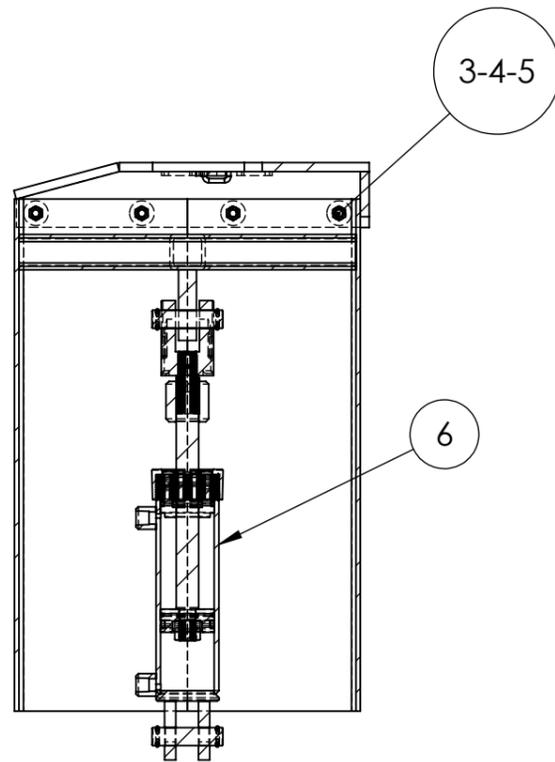
4 3 2 1



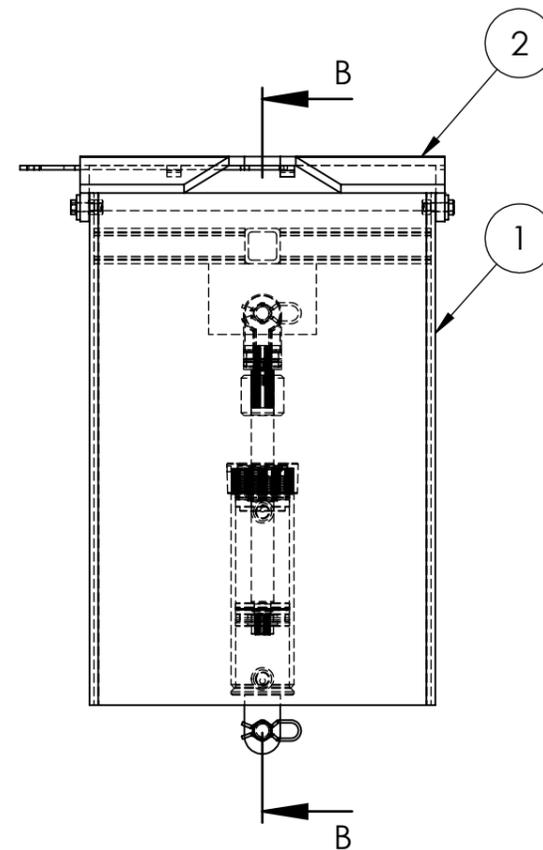
Vista Superior



Vista isometrica



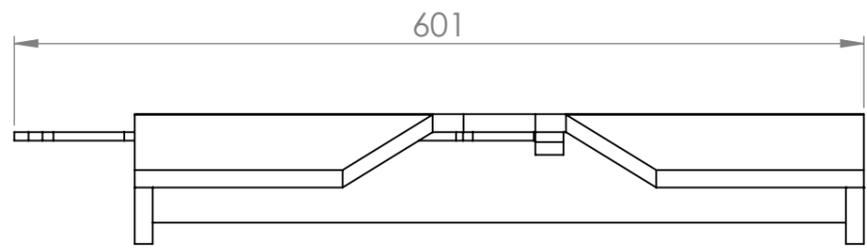
SECCIÓN B-B



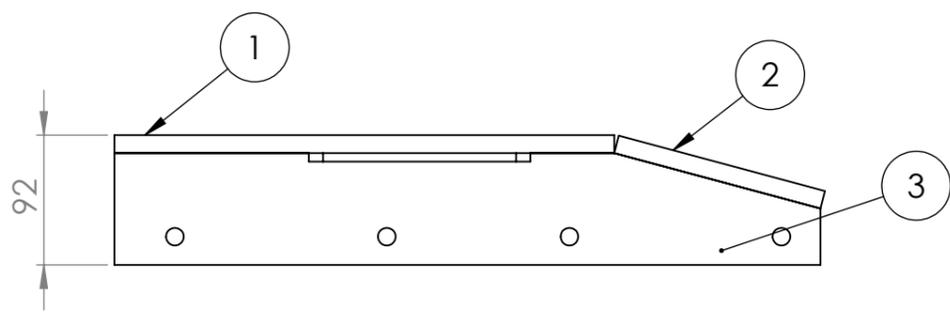
Vista Frontal

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 03 2 00	TORRE	1
2	AAA 100 0 03 1 00	QUINTA RUEDA	1
3	Hexagon Nut ISO 4034 - M12 - N	TUERCA M12	8
4	DIN 6340-13	ARANDELA	8
5	DIN 7990 - M12 x 35- WN	TORNILLO	8
6	AAA 100 0 03 0 05	Cil.HCO.TOLVA ALERON 50.8x180x25.4	1

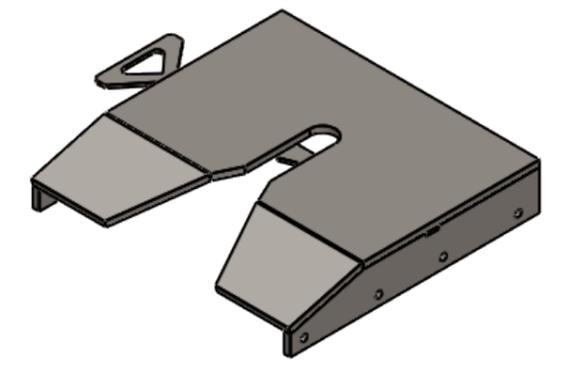
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS NO INDICADAS +/- 0.5MM		ACABADO: Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN 1																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ. J.M.V.V</td> <td></td> <td>22/10/19</td> </tr> <tr> <td>VERIF. F.B</td> <td></td> <td>22/10/19</td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ. J.M.V.V		22/10/19	VERIF. F.B		22/10/19	APROB.			FABR.			CALID.				
NOMBRE	FIRMA	FECHA																				
DIBUJ. J.M.V.V		22/10/19																				
VERIF. F.B		22/10/19																				
APROB.																						
FABR.																						
CALID.																						
			Título: <h1>Conjunto Torre y Quinta Rueda</h1>																			
			N.º DE DIBUJO: <h2>AAA 100 0 0 03 0 00</h2>		A3																	
			PESO: 123Kg		ESCALA: 1:10																	
			HOJA 1 DE 1																			



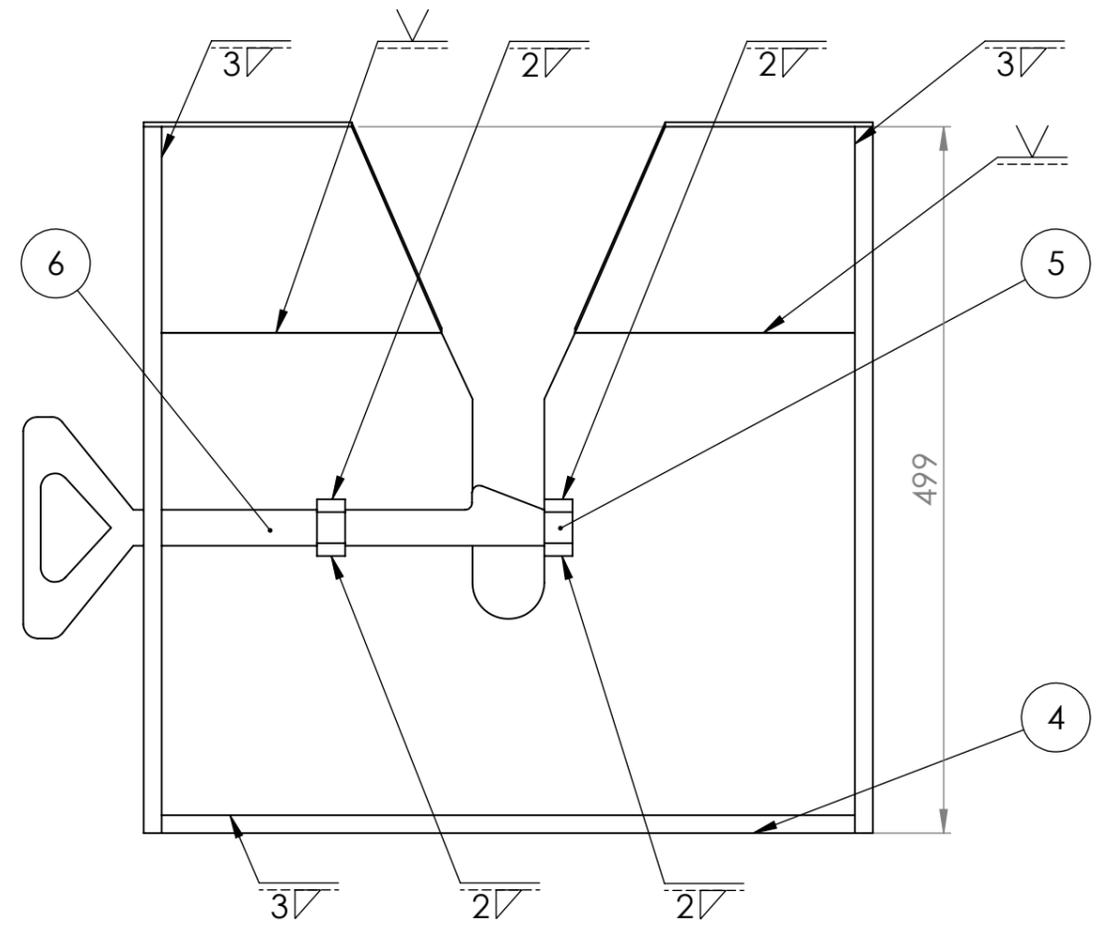
Vista Frontal



Vista Lateral



Vista Isometrica



Vista Inferior

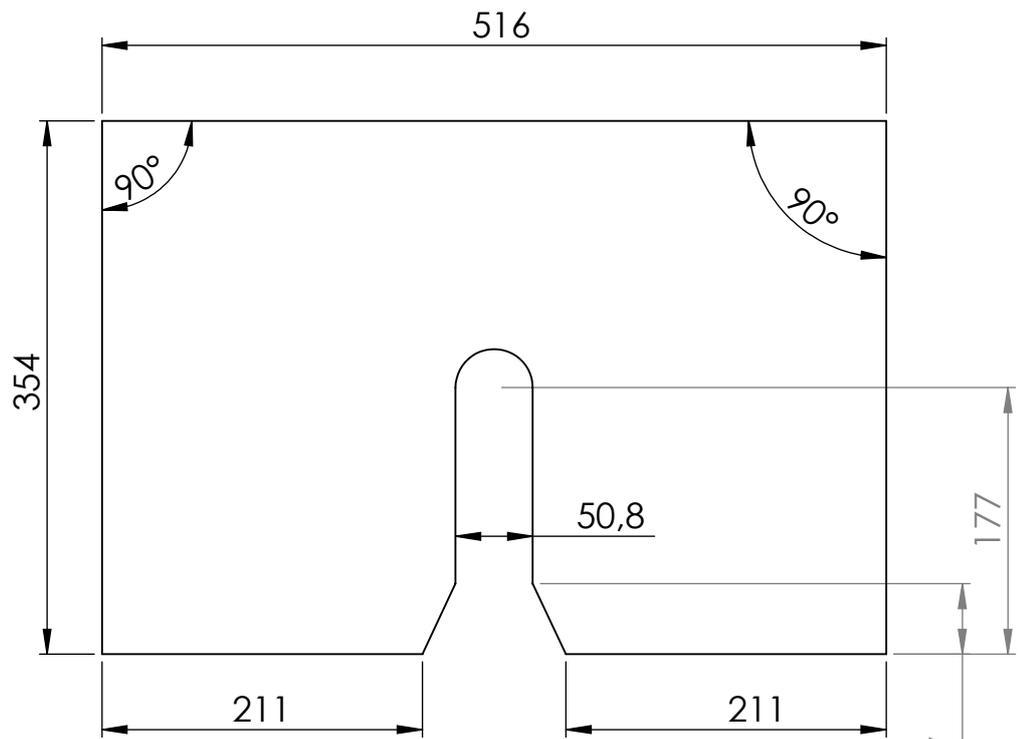
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 03 1 01	Base	1
2	AAA 100 0 03 1 02	Placa	2
3	AAA 100 0 03 1 03	Lateral	2
4	AAA 100 0 03 1 04	Posterior	1
5	AAA 100 0 03 1 05	Guia	2
6	AAA 100 0 03 1 06	Pasador	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS NO INDICADAS +/- 0.5MM		ACABADO: Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN 1																		
<table border="1"> <tr><td>NOMBRE</td><td>FIRMA</td><td>FECHA</td></tr> <tr><td>DIBUJ. J.M.V.V</td><td></td><td>22/10/19</td></tr> <tr><td>VERIF. F.B</td><td></td><td>22/10/19</td></tr> <tr><td>APROB.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>FABR.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CALID.</td><td></td><td></td></tr> </table>			NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ. J.M.V.V		22/10/19	VERIF. F.B		22/10/19	APROB.			FABR.			CALID.					TÍTULO: QUINTA RUEDA
NOMBRE	FIRMA	FECHA																					
DIBUJ. J.M.V.V		22/10/19																					
VERIF. F.B		22/10/19																					
APROB.																							
FABR.																							
CALID.																							
MATERIAL:			N.º DE DIBUJO AAA 100 0 03 1 00		A3																		
PESO:			ESCALA:1:5		HOJA 1 DE 1																		

4 3 2 1

F

F



Vista Superior

Vista Frontal

C

C

B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm	ACABADO: Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN 0
			Pieza	

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	F.B		10/10/19
VERIF.	J.M.V.V		10/10/19
APROB.			
FABR.			
CALID.			



Facultad Regional
UTN VILLA MARIA

MATERIAL:
MLC 420 Esp. 12.7mm

PESO: 17Kg

TÍTULO:	Base
N.º DE DIBUJO	AAA 100 0 03 1 01
ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1

A

A

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

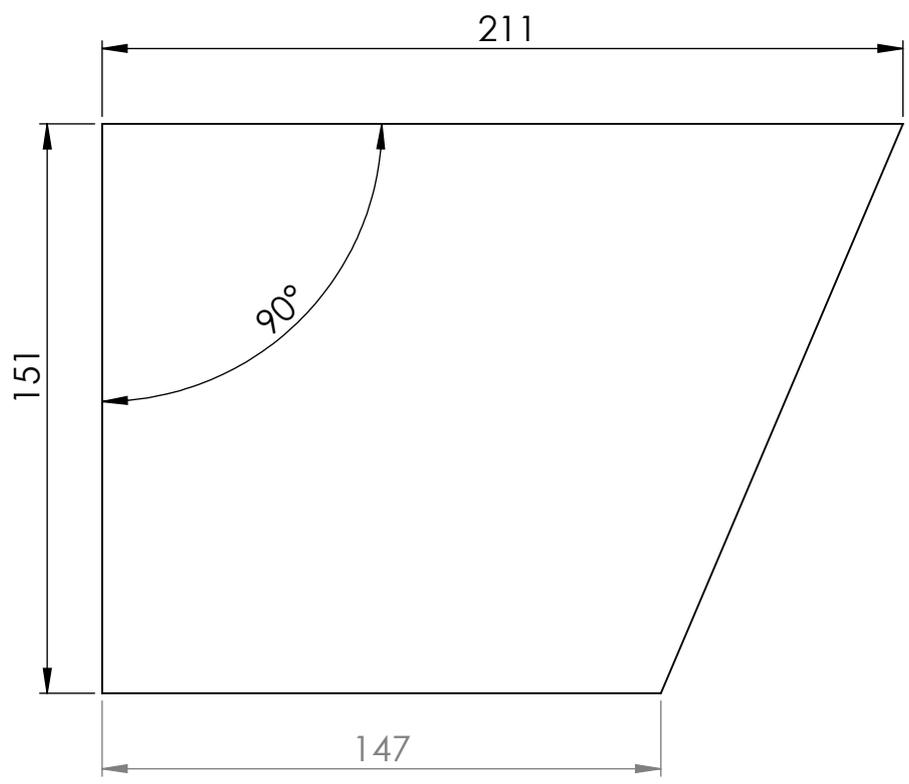
D

C

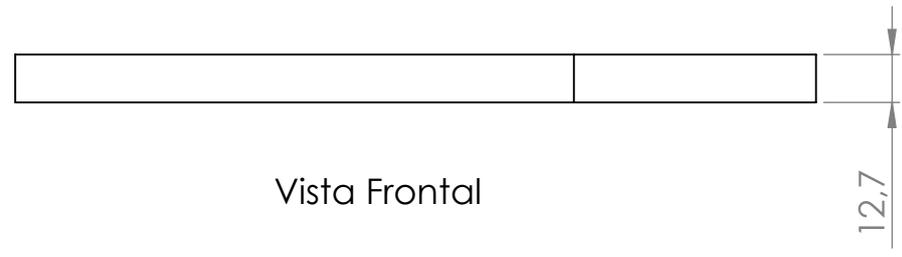
C

B

B



Vista Superior



Vista Frontal

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm	ACABADO: Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN 0
	<h2>Pieza</h2>			

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	J.M.V.V		10/10/19
VERIF.	F.B		10/10/19
APROB.			
FABR.			
CALID.			


**Facultad Regional
UTN VILLA MARIA**

MATERIAL:
 MLC 420 Esp. 12.7mm

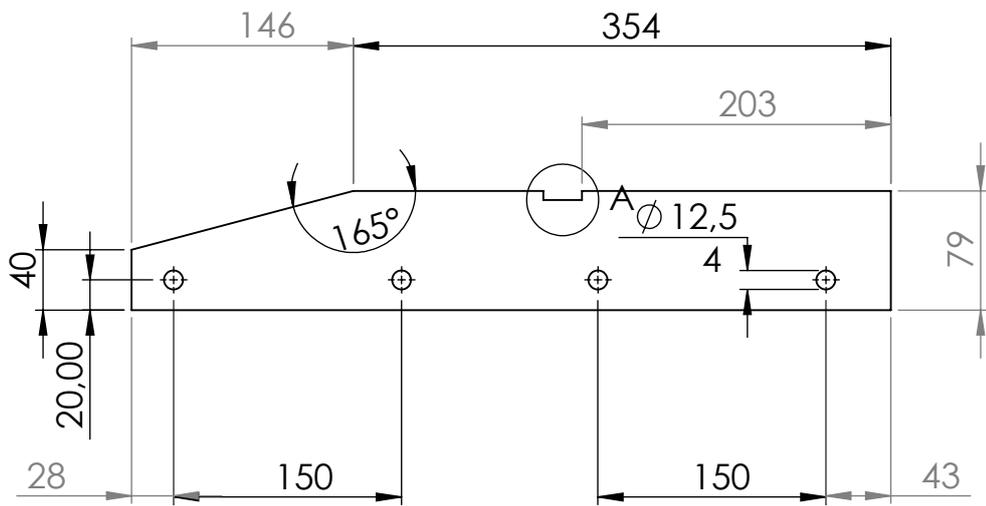
PESO: 2.7Kg

TÍTULO: <h1>Placa</h1>	N.º DE DIBUJO <h2>AAA 100 0 03 1 02</h2>	A4
ESCALA: 1:5		HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

A

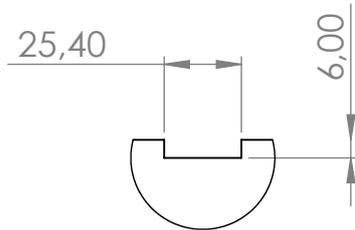
A



Vista Frontal



Vista Superior



DETALLE A
ESCALA 2 : 5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS NO INDICADAS
+/-0,5 mm

ACABADO:
Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones

REBARBAR Y
ROMPER ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN 0

Pieza

TÍTULO:

Lateral

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	J.M.V.V		10/10/19
VERIF.	F.B		10/10/19
APROB.			
FABR.			
CALID.			



MATERIAL:
MLC 420 Esp. 12.7mm

N.º DE DIBUJO

AAA 100 0 03 1 03

A4

PESO: 3,5 Kg

ESCALA:1:5

HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

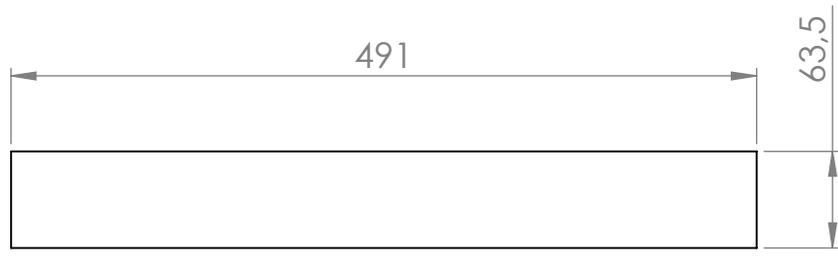
D

C

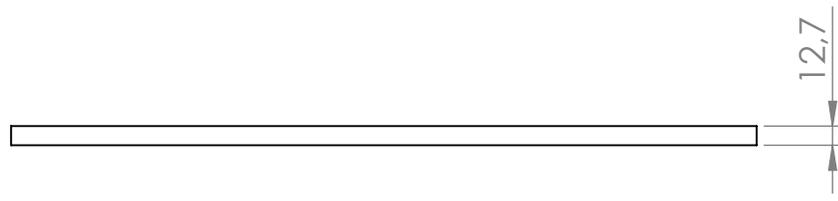
C

B

B



Vista Frontal



Vista Superior

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm	ACABADO: Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN 0
	<h1>Pieza</h1>			

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	F.B		10/10/19
VERIF.	J.M.V.V		10/10/19
APROB.			
FABR.			
CALID.			



MATERIAL:
Planchuela MIC 420 63,5mm

PESO: 3Kg

TÍTULO: <h1>Posterior</h1>	N.º DE DIBUJO <h1>AAA 100 0 03 1 04</h1>	A4
ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1	

4 3 2 1

A

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

C

B

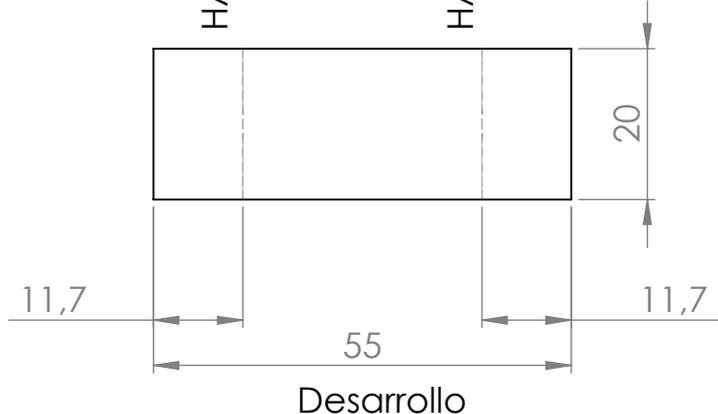
B

A

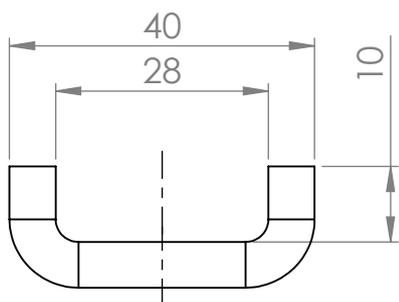
A

HACIA ABAJO 90° R 3

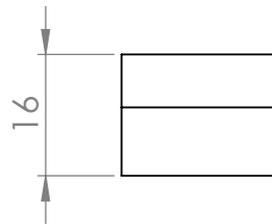
HACIA ABAJO 90° R 3



Desarrollo



Vista Frontal



Vista lateral

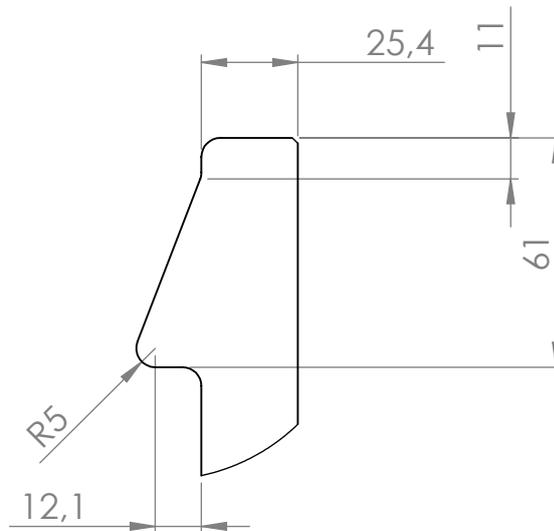
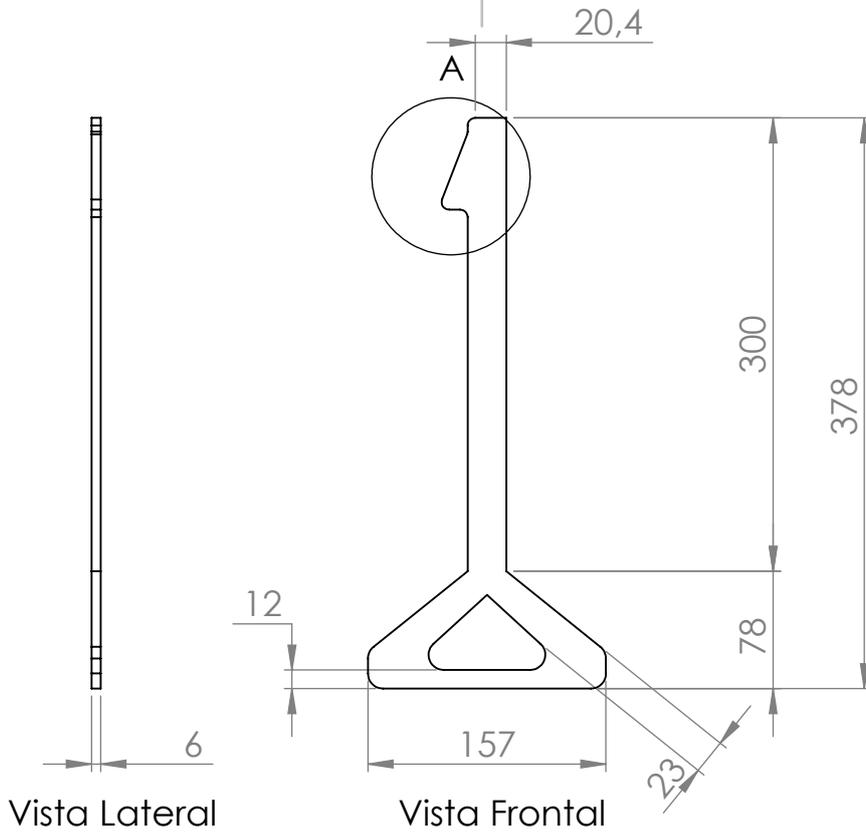
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm	ACABADO: Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN 0
	<h1>Pieza</h1>			

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	J.M.V.V		10/10/19
VERIF.	F.B		10/10/19
APROB.			
FABR.			
CALID.			



MATERIAL: MLC 420	N.º DE DIBUJO AAA 100 0 03 1 05	A4
PESO:	ESCALA:1:1	HOJA 1 DE 1

4 3 2 1



DETALLE A
ESCALA 1 : 2

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS NO INDICADAS
+/-0,5 mm

ACABADO:
Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones

REBARBAR Y
ROMPER ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN 0

Pieza

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	J.M.V.V		10/10/19
VERIF.	F.B		10/10/19
APROB.			
FABR.			
CALID.			



TÍTULO:

Pasador

MATERIAL:
MLC 420

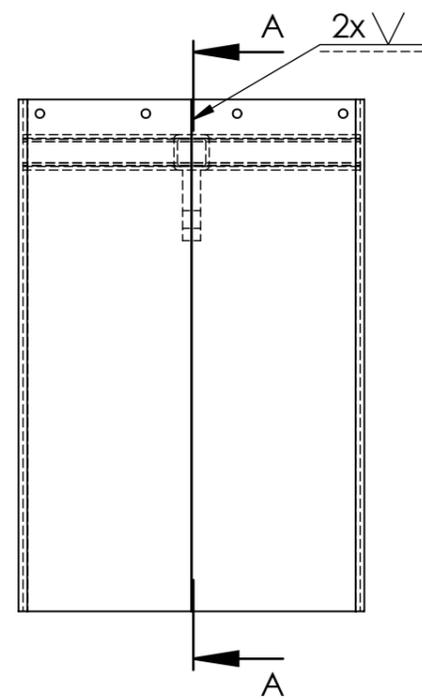
N.º DE DIBUJO
AAA 100 0 03 1 06

A4

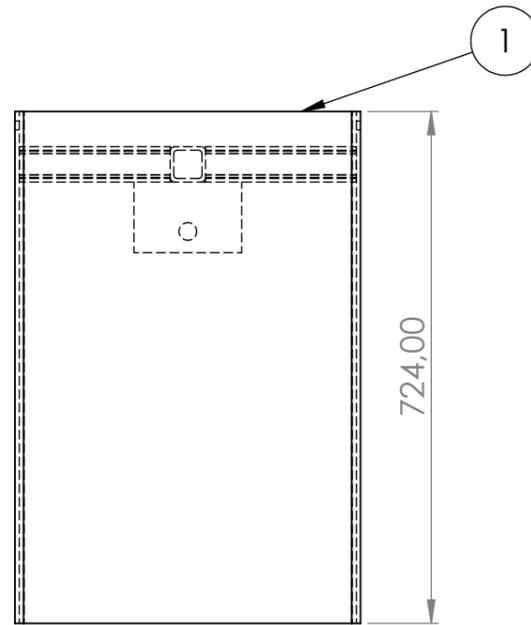
PESO: 2 Kg

ESCALA:1:5

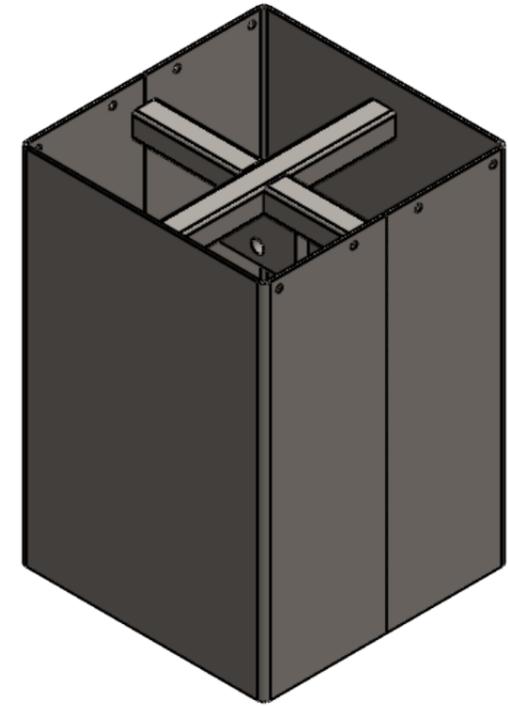
HOJA 1 DE 1



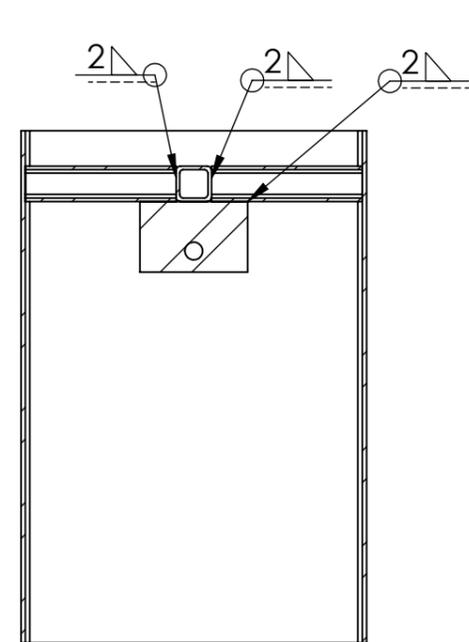
Vista Lateral



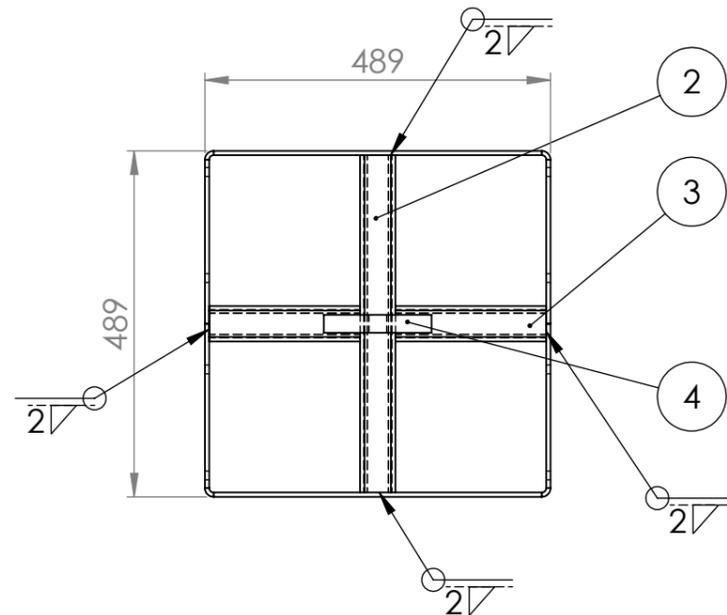
Vista Frontal



Vista Isometrica



SECCIÓN A-A



Vista Inferior

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 03 2 01	C Plegada	2
2	AAA 100 0 03 2 02	Caño 50x50x5	1
3	AAA 100 0 03 2 03	Caño 50x50x5	2
4	AAA 100 0 01 3 02	Placa Superior	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS NO INDICADAS +/- 0.5MM		ACABADO: Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN 1																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ. J.M.V.V</td> <td></td> <td>22/10/19</td> </tr> <tr> <td>VERIF. F.B</td> <td></td> <td>22/10/19</td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ. J.M.V.V		22/10/19	VERIF. F.B		22/10/19	APROB.			FABR.			CALID.				
NOMBRE	FIRMA	FECHA																				
DIBUJ. J.M.V.V		22/10/19																				
VERIF. F.B		22/10/19																				
APROB.																						
FABR.																						
CALID.																						
TÍTULO: Subconjunto TORRE					N.º DE DIBUJO AAA 100 0 03 2 00																	
MATERIAL: PESO: 75Kg			ESCALA: 1:10	A3 HOJA 1 DE 1																		

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

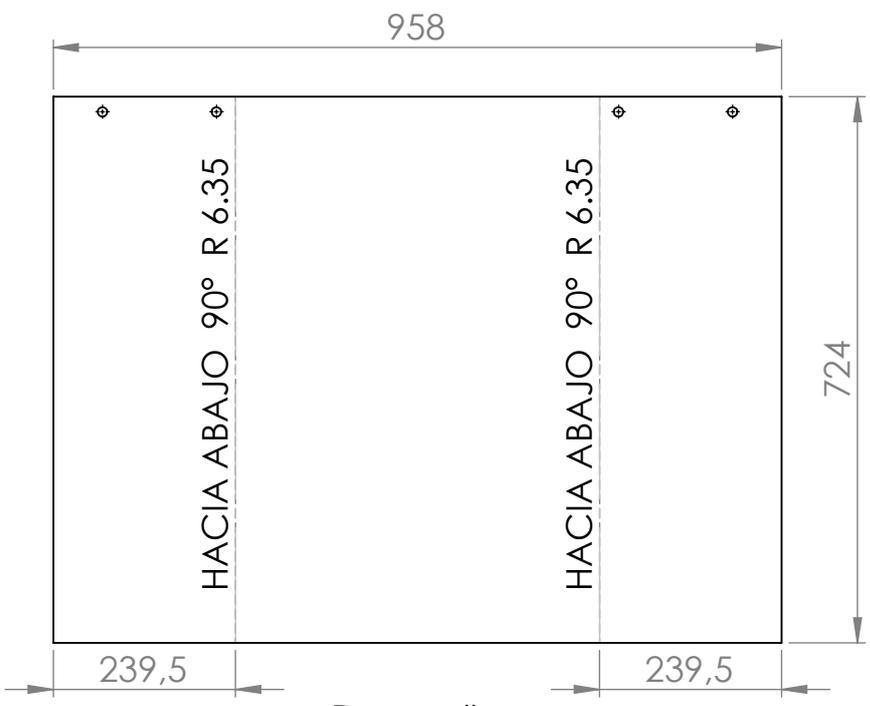
C

B

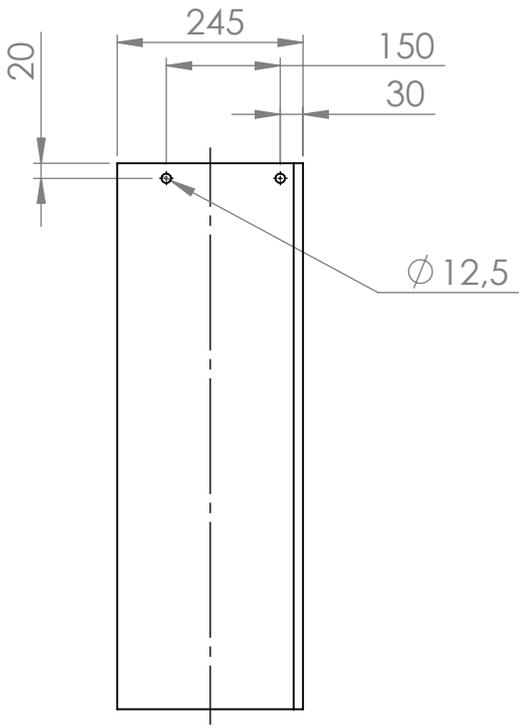
B

A

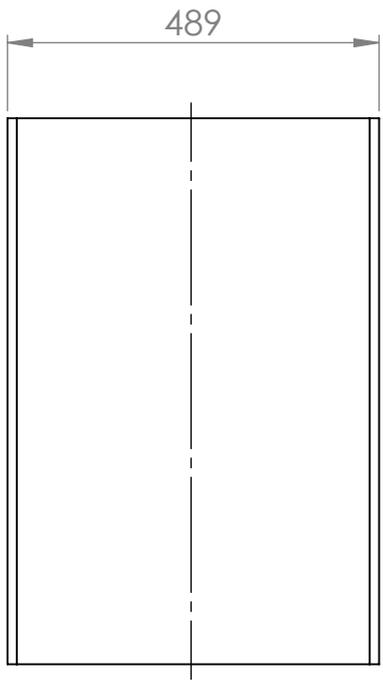
A



Desarrollo



Vista Lateral



Vista Frontal

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS NO INDICADAS
+/-0,5 mm

ACABADO:
Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones

REBARBAR Y
ROMPER ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN 0

Pieza

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	J.M.V.V		10/10/19
VERIF.	F.B		10/10/19
APROB.			
FABR.			
CALID.			



TÍTULO:
C Plegada

MATERIAL:
MLC 420 Esp. 6 mm

N.º DE DIBUJO
AAA 100 0 03 2 01

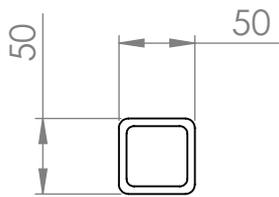
A4

PESO: 30Kg

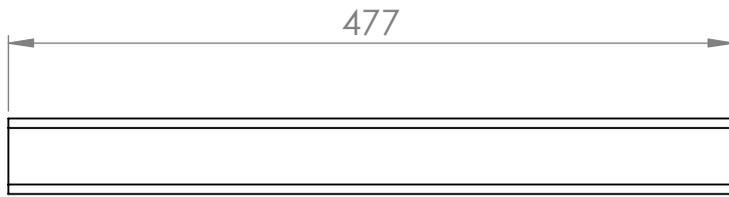
ESCALA:1:10

HOJA 1 DE 1

4 3 2 1



Vista Lateral



Vista Frontal

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS NO INDICADAS
+/-0,5 mm

ACABADO:
Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones

REBARBAR Y
ROMPER ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN 0

Pieza

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	F.B		10/1019
VERIF.	J.M.V.V		10/10/19
APROB.			
FABR.			
CALID.			



TÍTULO:

Caño 50x50x5

MATERIAL:
Cañoestructural 50x50x5

N.º DE DIBUJO

AAA 100 0 03 2 02

A4

PESO: 3Kg

ESCALA:1:5

HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

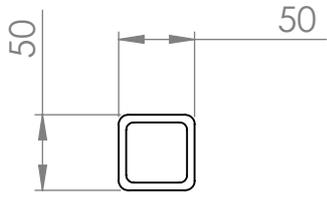
D

C

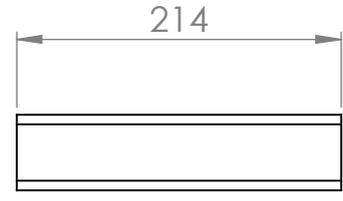
C

B

B



Vista Lateral



Vista Frontal

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS NO INDICADAS
+/-0,5 mm

ACABADO:
Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones

REBARBAR Y
ROMPER ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN 0

Pieza

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	F.B		10/10/19
VERIF.	J.M.V.V		10/10/19
APROB.			
FABR.			
CALID.			



TÍTULO:
Caño 50x50x5

MATERIAL:
Caño Estructural 50x50x5

N.º DE DIBUJO
AAA 100 0 03 2 03

A4

PESO: 1,5Kg

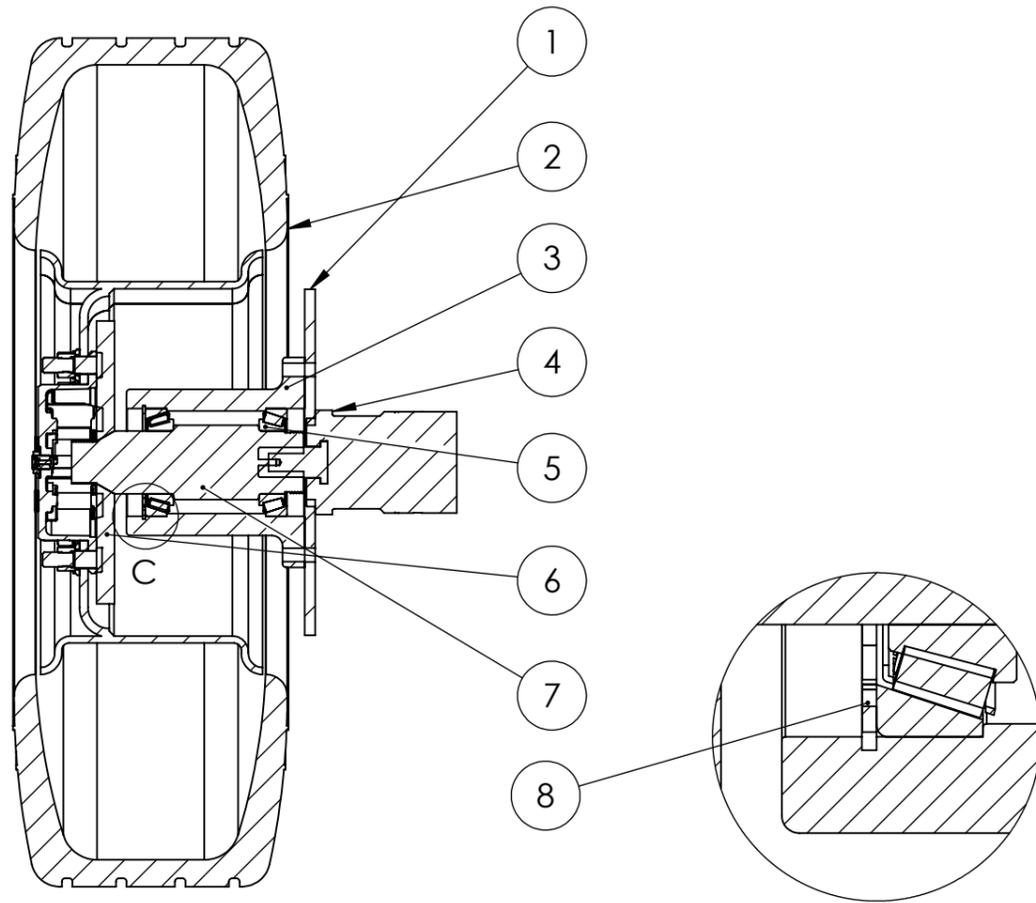
ESCALA:1:5

HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

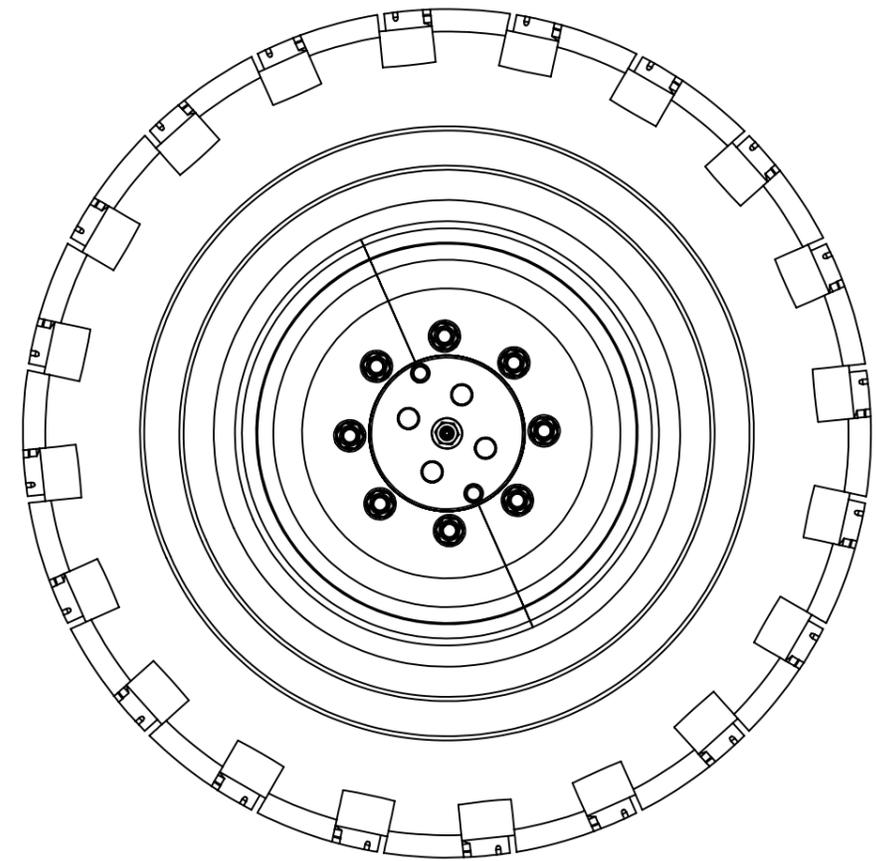
A

A



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 10

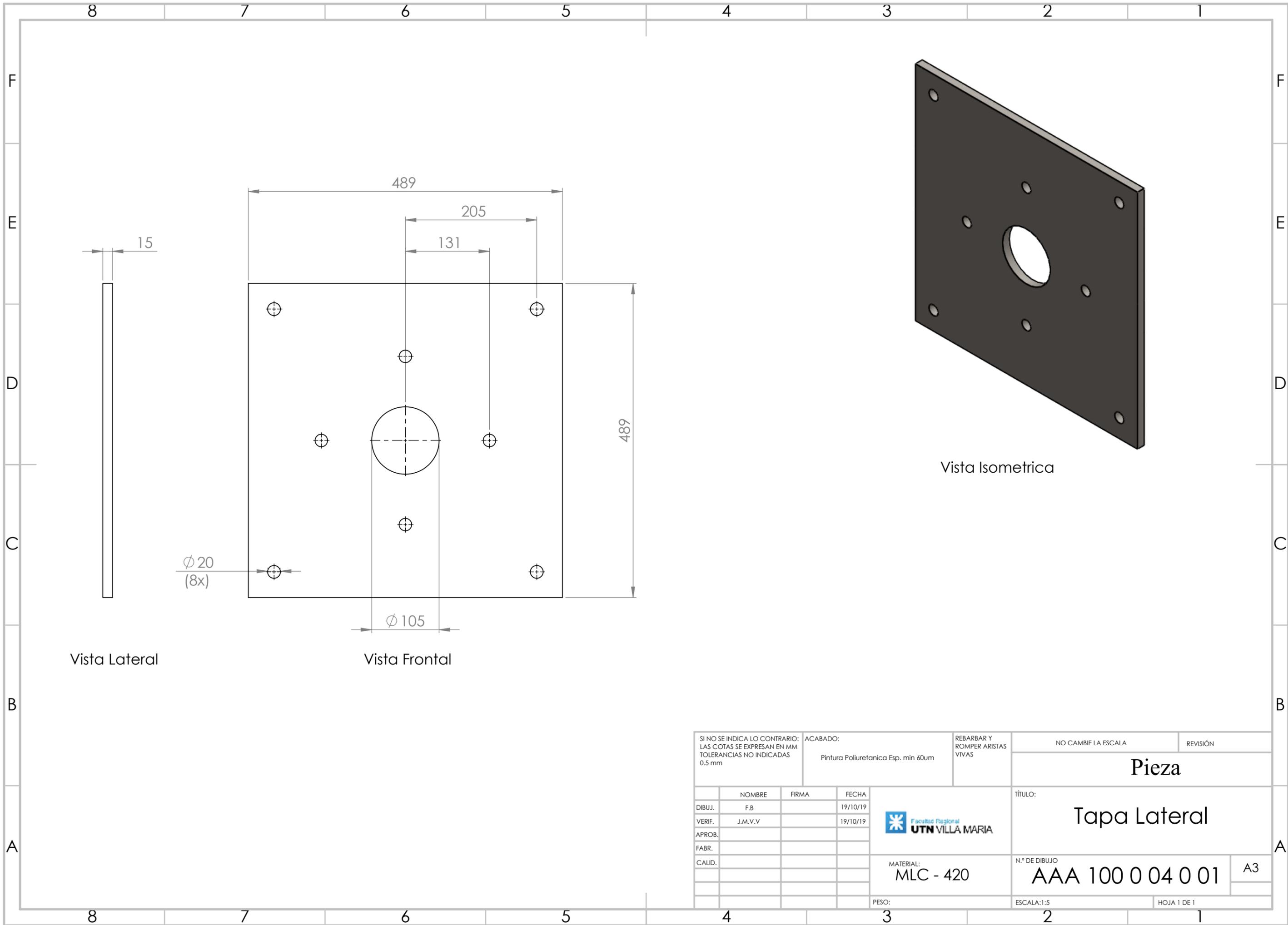
DETALLE C
ESCALA 1 : 2



Vista Frontal

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 04 0 01	Tapa Lateral	1
2	AAA 100 0 04 0 02	Rueda	1
3	AAA 100 0 04 0 03	Masa	1
4	AAA 100 0 04 0 05	Motor Hidraulico	1
5	593-592A	Rodamiento	2
6	AAA 100 0 04 06	Plato	1
7	AAA 100 0 04 0 07	Eje	1
8	Circlip DIN 472 - 150 x 4		1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS NO INDICADAS +/- 0.5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN	0																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ. Juan. M Victorio</td> <td></td> <td>19/10/19</td> </tr> <tr> <td>VERIF. Facundo Berardo</td> <td></td> <td>19/10/19</td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ. Juan. M Victorio		19/10/19	VERIF. Facundo Berardo		19/10/19	APROB.			FABR.			CALID.					Conjunto Punta de Eje y Transmision	
NOMBRE	FIRMA	FECHA																							
DIBUJ. Juan. M Victorio		19/10/19																							
VERIF. Facundo Berardo		19/10/19																							
APROB.																									
FABR.																									
CALID.																									
MATERIAL:				N.º DE DIBUJO		AAA 100 0 04 0 00																			
PESO:				ESCALA:1:20		HOJA 1 DE 1																			
				A3																					



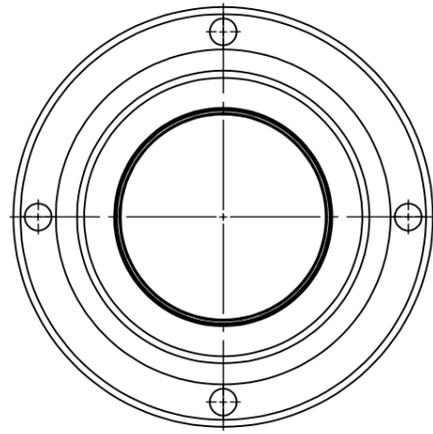
Vista Isometrica

Vista Lateral

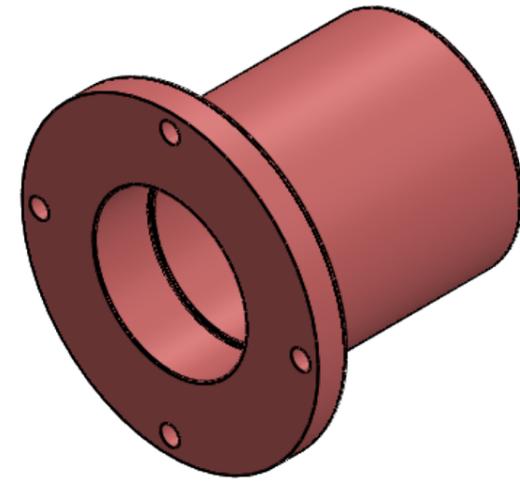
Vista Frontal

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS NO INDICADAS 0.5 mm		ACABADO: Pintura Poliuretánica Esp. min 60um		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					Pieza	
				TÍTULO: Tapa Lateral		
				N.º DE DIBUJO AAA 100 0 04 0 01		A3
				ESCALA:1:5		HOJA 1 DE 1
MATERIAL: MLC - 420		PESO:				
NOMBRE	FIRMA	FECHA				
DIBUJ. F.B		19/10/19				
VERIF. J.M.V.V		19/10/19				
APROB.						
FABR.						
CALID.						

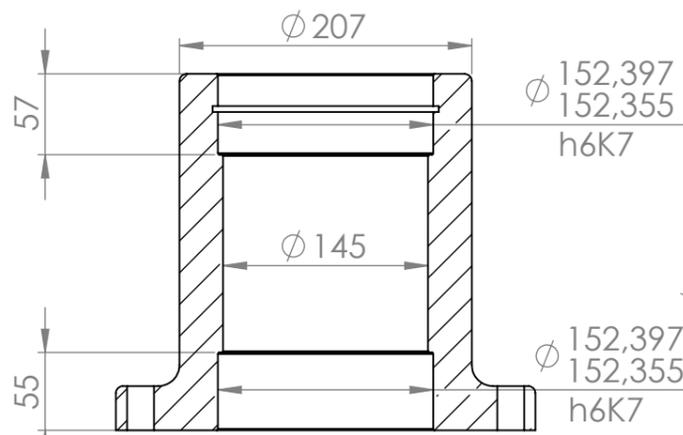




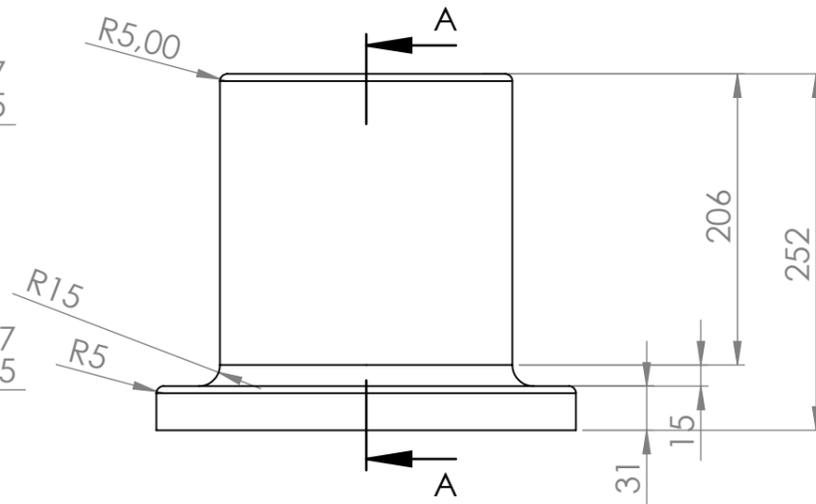
VISTA SUPERIOR



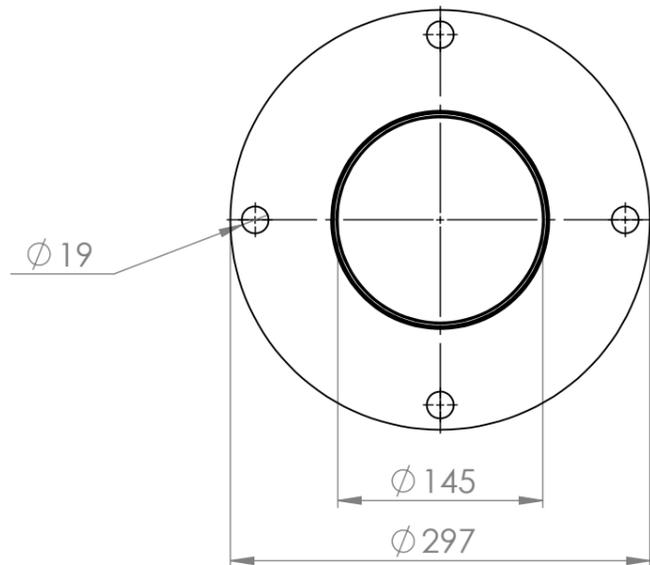
VISTA ISOMETRICA



SECCIÓN A-A



VISTA FRONTAL



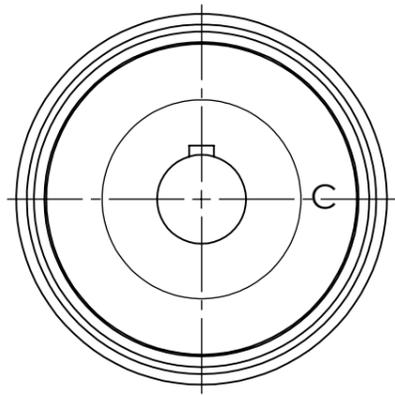
VISTA INFERIOR

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS NO INDICADAS 0,5 mm		ACABADO: Pintura poliuretánica Esp. Min 60um	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN 0
				Pieza	
				Masa	
				TÍTULO:	
				AAA 100 0 04 0 03	
				N.º DE DIBUJO	
				A3	
				ESCALA:1:5	
				HOJA 1 DE 1	

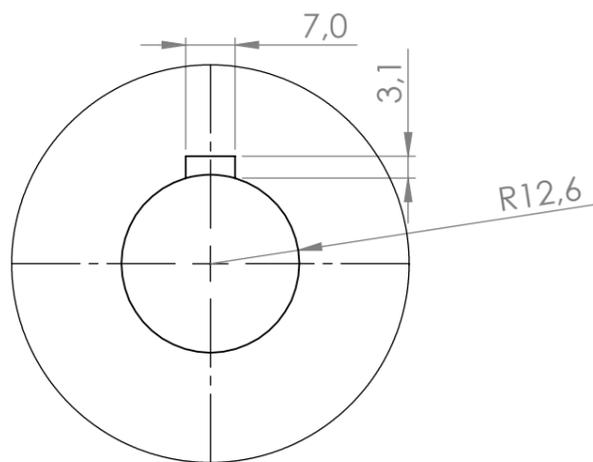
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	J.M.V.V		
VERIF.	F.B		
APROB.			
FABR.			
CALID.			


 MATERIAL:
FUNDICION GRIS
 PESO:

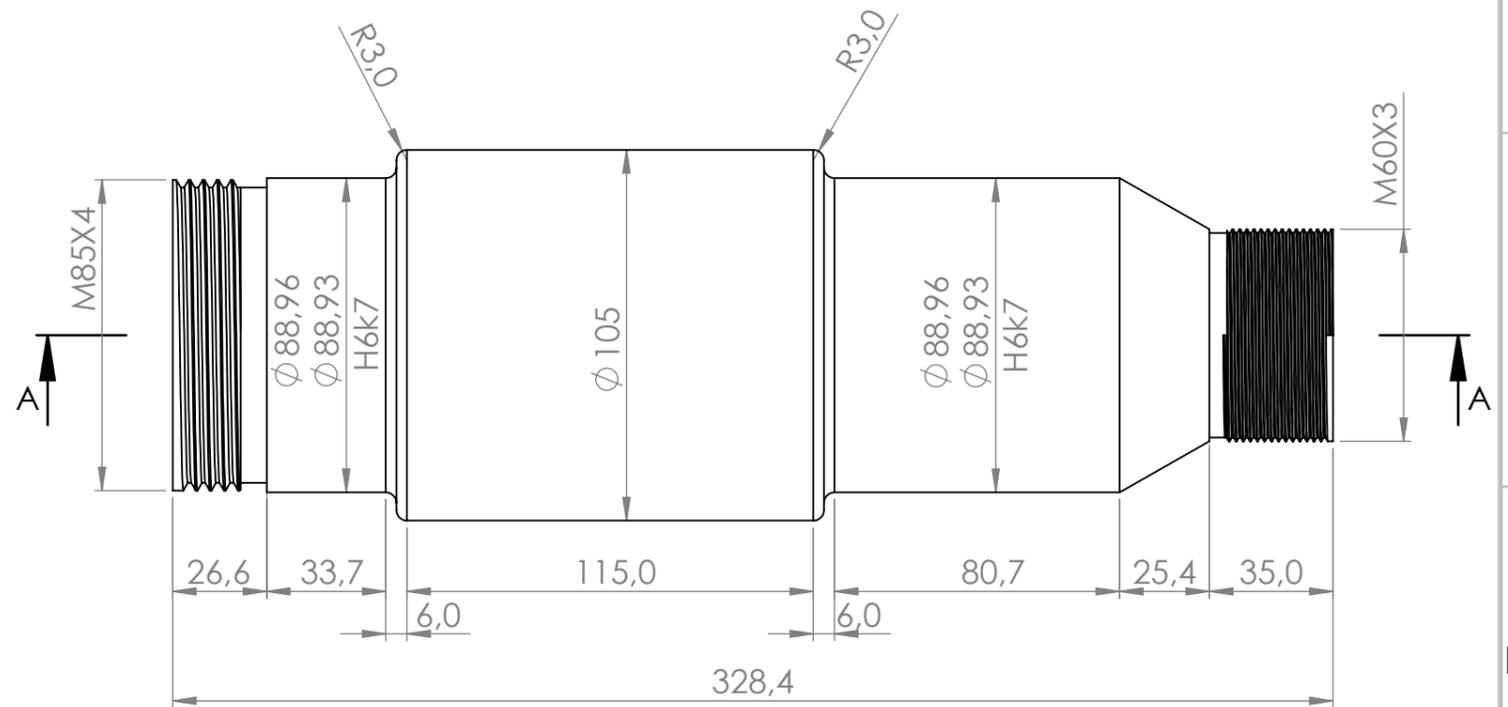
TÍTULO:	
AAA 100 0 04 0 03	
N.º DE DIBUJO	
A3	
ESCALA:1:5	
HOJA 1 DE 1	



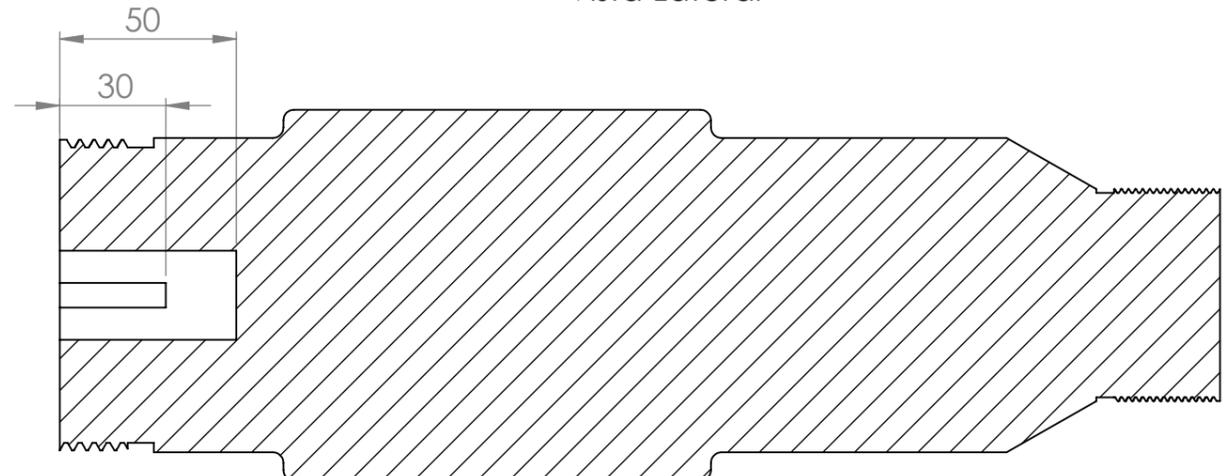
Vista Frontal



DETALLE C
ESCALA 1 : 1



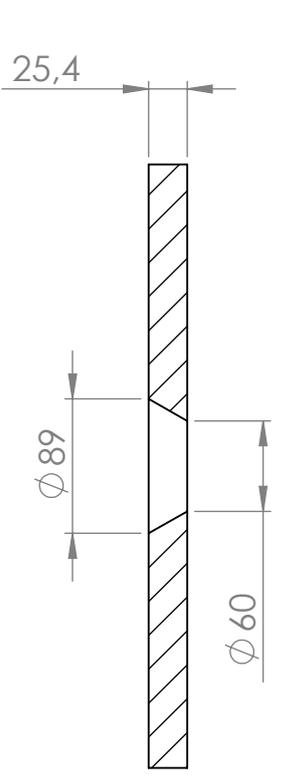
Vista Lateral



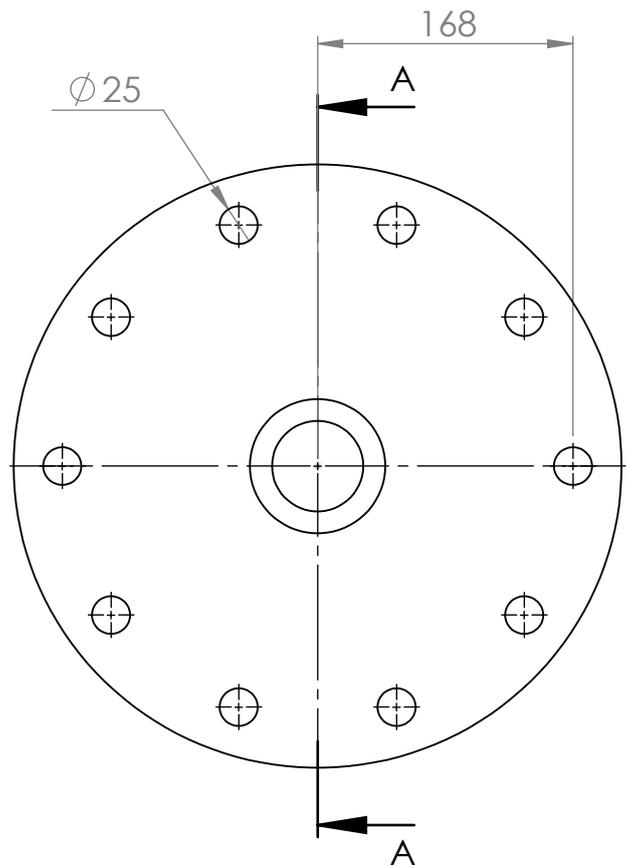
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS NO INDICADAS ± 0.5 mm			ACABADO: Maquinado	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN	0
					Pieza		
					TÍTULO: Punta de Eje		
DIBUJ. F.B			FIRMA		FECHA		MATERIAL: SAE 1045 N.º DE DIBUJO AAA 100 0 04 1 01 ESCALA: 1:5 HOJA 1 DE 1
VERIF. J.M.V.V							
APROB.							
FABR.							
CALID.							
			PESO:		A3		

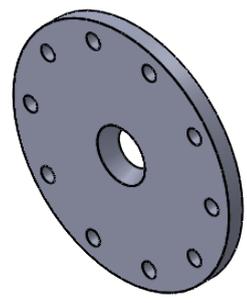




SECCIÓN A-A



Vista Frontal



Vista Isometrica

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO: Pintura poliuretánica esp. min 60 micrones		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN A		
							Pieza				
							Placa				
							TÍTULO:				
							AAA 100 0 04 1 02				
							MATERIAL: Chapa F-24				
							ESCALA:1:5				
							HOJA 1 DE 1				
							A4				

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	F.B		19/10/19
VERIF.	J.M.V.V		19/10/19
APROB.			
FABR.			
CALID.			



A

A