

Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional de Villa María



Ingeniería Mecánica

“Semirremolque Batea Vuelco Trasero”

Autor: Serri Micael Xavier

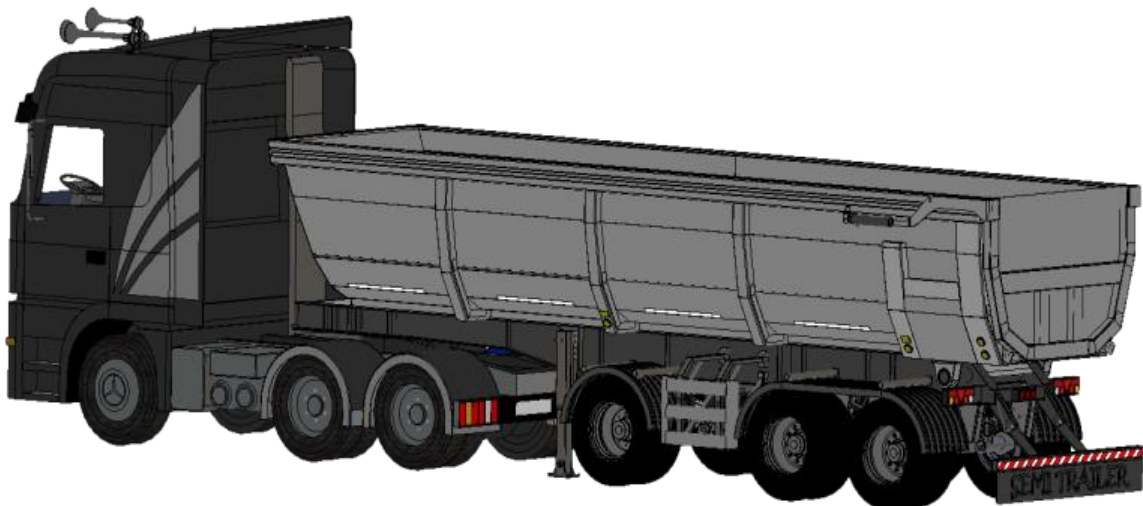
Directores: Ing. Costamagna Marcelo

Ing. Di Cola Américo

Universidad Tecnológica Nacional de Villa María

Departamento Mecánica

Proyecto Final de Carrera



Micael Xavier Serri

Año 2022

Tabla de Contenidos

1	INTRODUCCIÓN	19
1.1	Generalidades.....	19
1.2	Historia.....	19
1.2.1	Camión Volquete Estándar	21
1.2.2	Semirremolque Volcador.....	22
1.2.3	Camión Volquete de Transferencia	23
1.2.4	Bitren	24
1.2.5	Camiones Roll-Off	25
1.2.6	Otros tipos de Volcadores.....	25
2	MARCO LEGAL	28
2.1	Transporte terrestre de cargas	28
2.2	Características del parque	28
2.3	Categoría de vehículos.....	28
2.4	Pesos máximos por eje.....	30
2.5	Configuraciones autorizadas para el transporte automotor de Cargas – Escalabilidad (Art. 27 del Decreto N° 32/18).....	31
3	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y ELEMENTOS CONSTITUTIVOS	34
3.1	Generalidades.....	34
3.2	Elementos constitutivos	34
3.3	Sistema de suspensión.....	35
3.3.1	Suspensión mecánica.....	35

3.3.2	Suspensión neumática auto-direccional.....	36
3.4	Sistema de frenos	36
3.5	Ejes, llantas y neumáticos	41
3.6	Sistema eléctrico	42
3.6.1	Luces de posición	43
3.6.2	Luces de giro	43
3.6.3	Luces de freno traseras	43
3.6.4	Luces de retroceso	43
3.7	Sistema de acoplamiento.....	45
3.8	Patas de apoyo.....	45
3.9	Otros accesorios	47
3.10	Proceso de descarga	47
4	CÁLCULO Y DISEÑO DEL CHASIS	51
4.1	Generalidades.....	51
4.2	Distribución del tren rodante	51
4.3	Distribución de manotas	54
4.4	Material utilizado para la construcción del semirremolque	55
4.5	Cálculo de esfuerzos en vigas principales	56
4.5.1	Análisis de esfuerzos y cargas aplicadas sobre la viga.....	57
4.6	Sección de la viga principal	63
4.7	Deformación de la viga.....	67
4.8	Viga principal de sección variable	69

4.9	Análisis de la estructura del chasis	71
4.10	Material	72
4.11	Cargas aplicadas y condiciones de borde	73
4.12	Mallado.....	74
4.13	Análisis de los resultados	74
4.13.1	Análisis de tensiones	75
4.13.2	Análisis de deformaciones	75
4.14	Factor de seguridad	76
5	CÁLCULO Y DISEÑO DE LA BATEA	77
5.1	Generalidades.....	77
5.2	Cálculo teórico de presiones en las paredes y fondo de la batea	78
5.3	Diseño de la batea	82
5.4	Material utilizado en las paredes de la batea	82
5.5	Análisis de tensiones y deformaciones sobre las paredes laterales de la batea.....	83
5.6	Análisis del factor de seguridad FDS.....	87
5.7	Análisis de la puerta trasera	87
6	DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA COLISIONES	89
6.1	Dispositivos traseros de protección o Paragolpes trasero	89
6.2	Dispositivos laterales de protección.....	94
7	PIVOTE TRASERO	98
7.1	Generalidades.....	98
7.2	Cálculo del tubo pivote	99

8	SISTEMA HIDRÁULICO Y COMPONENTES	108
8.1	Generalidades.....	108
8.2	Cilindro hidráulico principal.....	109
8.2.1	Determinación del cilindro hidráulico principal.....	109
8.2.2	Bomba hidráulica.....	115
8.2.3	Depósito de aceite.....	118
8.2.4	Válvula direccional hidráulica.....	119
8.2.5	Filtro de retorno de aceite	120
8.2.6	Filtro de aire (Respiradero).....	121
8.2.7	Mangueras hidráulicas	121
8.2.8	Aceite hidráulico.....	125
8.2.9	Comando neumático	126
8.2.10	Válvula final de carrera.....	128
8.3	Cilindros hidráulicos de apertura de portón trasero	128
8.4	Circuito oleo-hidráulico	133
8.5	Cálculo de pernos del cilindro hidráulico principal	135
9	VERIFICACIÓN DE PARTES CRÍTICAS DEL EQUIPO.....	142
9.1	Generalidades.....	142
9.2	Resortes de hojas o Ballestas	142
9.3	Cálculo y verificación de los resortes hojas.....	144
9.4	Fatiga en resortes de hojas	146
9.5	Selección y verificación del tubo del eje	148

9.6	Suspensión neumática auto-direccional	155
9.6.1	Selección del fuelle neumático levanta eje	156
9.6.2	Selección del fuelle neumático de carga.....	159
9.7	Verificación y selección del Perno Rey y Quinta Rueda.....	160
9.7.1	Cálculo del valor “D” según la Directiva 94/20/	161
9.7.2	Selección y ubicación de la Quinta Rueda	168
10	SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN	171
10.1	Generalidades	171
10.2	Requisitos obligatorios de Iluminación y Señalización	171
11	SISTEMA DE CODIFICACIÓN	176
11.1	Generalidades	176
11.2	Sistema de codificación.....	176

Índice de Figuras

Figura 1.1 – Wagon Dumper	19
Figura 1.2 – Cuerpo Volquete	20
Figura 1.3 – Volquete hidráulico	20
Figura 1.4 – Volcador de 4 ejes con un eje elevable (E.E.U.U.).....	22
Figura 1.5 – Camión volquete Europeo de 4 ejes.....	22
Figura 1.6 - Tractor de 3 ejes y semirremolque de 2 ejes.....	23
Figura 1.7 - Tractor de 2 ejes y semirremolque de 3 ejes.....	23
Figura 1.8 – Camión volcador de transferencia.....	23
Figura 1.9 – Bitren tipo volcador bilateral	24
Figura 1.10 – Bitren tipo tolva	24
Figura 1.11 – Roll-Off con sistema a cable	25
Figura 1.12 – Roll-Off con sistema a gancho	25
Figura 1.13 – Haul Truck	26
Figura 1.14 – Dumper Articulado.....	26
Figura 1.15 – Batea vuelco trasero con barandas	27
Figura 2.1 – Tractor y Camión	29
Figura 2.2 – Acoplado y Semirremolque	30
Figura 3.1 – Suspensión mecánica con paquete de resorte.....	35
Figura 3.2 – Suspensión neumática auto-direccional	36
Figura 3.3 – Sistema de frenos	37
Figura 3.4 – Diagrama neumático del sistema de freno ABS con eje elevable.....	38

Figura 3.5 – Diagrama eléctrico del sistema de frenos ABS.....	40
Figura 3.6 – Esquema del sistema de frenos del EBS D con PREV, 2S/2M para Semi	41
Figura 3.7 – Eje y componentes	42
Figura 3.8 – Neumático y detalles técnicos	42
Figura 3.9 – Componentes del sistema eléctrico	44
Figura 3.10 - Circuito eléctrico	44
Figura 3.11 – Quinta Rueda.....	45
Figura 3.12 – Perno Rey	45
Figura 3.13 – Patas de apoyo.....	46
Figura 3.14 – Zapata tipo “T”	47
Figura 3.15 – Ángulo de talud de algunos materiales	47
Figura 3.16 – Diagrama de descarga	48
Figura 3.17 – Altura del C.D.G.	49
Figura 3.18 – Anomalías en la descarga.....	49
Figura 3.19 - Acumulación de carga en el suelo impidiendo la descarga	50
Figura 4.1 – Semirremolque Batea	51
Figura 4.2 – Modelo simplificado del semirremolque	54
Figura 4.3 – Dimensiones generales.....	54
Figura 4.4 – Dimensiones entre manotas y ejes	55
Figura 4.5 – Viga con eje levadizo trabajando y con cargas de impacto	57
Figura 4.6 – Diagrama de esfuerzos con eje auto-direccional trabajando.....	60
Figura 4.7 – Viga con eje auto-direccional levantado	60

Figura 4.8 – Diagrama de esfuerzos con el eje auto-direccional suspendido.....	63
Figura 4.9 – Doble “T”	65
Figura 4.10 – Deformación de la viga con el eje auto-direccional levantado	67
Figura 4.11 – Deflexión máxima.....	68
Figura 4.12 – Doble T 400	68
Figura 4.13- Dimensiones de la viga rebajada	69
Figura 4.14 – Tensiones resultantes en la viga.....	70
Figura 4.15 – Deformación de la viga rebajada.....	70
Figura 4.16 – Distribución del factor de seguridad en la viga.....	71
Figura 4.17 – Geometría del chasis	72
Figura 4.18 – Carga distribuida en el ala superior del chasis	73
Figura 4.19 – Mallado mixto del modelo	74
Figura 4.20 – Distribución de tensiones en la chasis según	75
Figura 4.21 – Distribución de desplazamientos en el chasis	76
Figura 4.22 – Distribución del FDS sobre el chasis	76
Figura 5.1 – Diseño de la batea	82
Figura 5.2 – Mallado, restricciones y presiones ejercidas sobre las paredes.....	84
Figura 5.3 – Trazado de tensiones de la batea.....	85
Figura 5.4 – Tensiones superiores debido a la falta de unión en el desahogo.....	85
Figura 5.5 – Trazado de deformaciones en la batea	86
Figura 5.6 – Trazado del FDS en la batea	87
Figura 5.7 – Trazado de tensiones en la puerta trasera.....	88

Figura 5.8 – Trazado de deformaciones en la puerta trasera	88
Figura 6.1 – Medidas reglamentarias y ubicación del paragolpes.....	90
Figura 6.2 – Puntos de aplicación de la carga	91
Figura 6.3 – Perspectiva del paragolpes	92
Figura 6.4 – Dimensiones principales del paragolpes	92
Figura 6.5 – Deformación debida a P1 (100.000 N)	93
Figura 6.6 – P1, P2 y P3 actuando simultáneamente.....	93
Figura 6.7 – Ejemplo de protección lateral – vista superior	94
Figura 6.8 – Altura mínima respecto al suelo.....	95
Figura 6.9 – Ubicación de la defensa lateral en la batea	96
Figura 6.10 – Defensa lateral.....	96
Figura 6.11 – Deformación aplicando F en un lateral	97
Figura 6.12 – Deformación aplicando F en el centro	97
Figura 7.1 – Pivote trasero.....	98
Figura 7.2 – Estado de carga propuesto para el pivote trasero	99
Figura 7.3 – Fuerzas actuantes en el tubo pivote.....	102
Figura 7.4 – Diagramas característicos	103
Figura 7.5 – Dimensiones del tubo.....	105
Figura 7.6 – Tensiones en el tubo pivote.....	106
Figura 7.7 – Deformación máxima en el tubo pivote	107
Figura 7.8 – FDS del tubo pivote	107
Figura 8.1 – Sistema hidráulico simple para camión.....	108

Figura 8.2 – Estado de carga más desfavorable para el cilindro hidráulico	110
Figura 8.3 – Especificaciones técnicas del cilindro hidráulico	114
Figura 8.4 – Bomba de engranajes 4H	115
Figura 8.5 – Depósito de aceite	119
Figura 8.6 – Válvula direccional hidráulica	120
Figura 8.7 – Filtro de aceite.....	121
Figura 8.8 – Filtro de aire	121
Figura 8.9 – Nomograma de mangueras.....	123
Figura 8.10 – Mando neumático.....	126
Figura 8.11 – Comando neumático y características	127
Figura 8.12 – Control multisección	127
Figura 8.13 – Sistema de apertura de portón trasero	128
Figura 8.14 – Posición cerrada del portón.....	129
Figura 8.15 – Portón trasero abierto	130
Figura 8.16 – Cilindro hidráulico de simple efecto	131
Figura 8.17 – Circuito oleo-hidráulico	133
Figura 8.18 – Accionamiento de la bomba y recirculación del aceite al tanque	134
Figura 8.19 – Equipo de bombeo.....	134
Figura 8.20 – Sistema hidráulico con válvula para apertura de portón trasero	135
Figura 8.21 – Esfuerzo cortante en la sección “A”.....	136
Figura 8.22 – Perno actuando como viga	137
Figura 8.23 – Perno pivote inferior del cilindro hidráulico.....	138

Figura 8.24 – Distribución de tensiones en el pivote superior	140
Figura 8.25 – Deformaciones en el pivote superior.....	140
Figura 8.26 – Distribución del FDS en el pivote superior.....	140
Figura 8.27 – Distribución de tensiones en el pivote inferior	141
Figura 8.28 – Distribución de deformaciones en el pivote inferior.....	141
Figura 8.29 – Distribución del FDS en el pivote inferior.....	141
Figura 9.1 – Características de los resortes de hojas	143
Figura 9.2 - Distribución de deformaciones en el pivote inferior.....	143
Figura 9.3 – Factor de corrección K_1 para la deformación.....	146
Figura 9.4 – Eje ensamblado y dimensiones	149
Figura 9.5 – Ubicación de asientos de elástico.....	150
Figura 9.6 – Diagramas de esfuerzos.....	151
Figura 9.7 – Suspensión neumática auto-direccional	156
Figura 9.8 – Plano lateral de la suspensión neumática auto-direccional.....	157
Figura 9.9 – Fuelle de carga	160
Figura 9.10 – Conjunto perno rey, placa de fijación y tornillos.....	162
Figura 9.11 – Tensiones generadas sobre el perno rey.....	164
Figura 9.12 – Desplazamiento en el perno rey	165
Figura 9.13 – Factor de seguridad del perno rey (FDS).....	165
Figura 9.14 – Quinta Rueda modelo JSK 37CX	168
Figura 9.15 – Características técnicas de la Quinta Rueda.....	169
Figura 9.16 –Capacidades y diemensiones en ejes del tractor	169

Figura 9.17 – Ubicación de la Quinta Rueda..... 170

Figura 10.1 – Faros y bandas reflectivas laterales..... 175

Figura 10.2 – Faros traseros y banda reflectiva cebrada 175

Índice de Tablas

Tabla 2.1 – Pesos máximos por eje y configuraciones.....	30
Tabla 2.2 – Vehículos que transportan cargas y de libre circulación en ruta nacional	32
Tabla 2.3 – Escalabilidad en vehículos	33
Tabla 3.1 – Características de patas de apoyo	46
Tabla 4.1 – Nuevas configuraciones autorizadas	52
Tabla 4.2 -Propiedades mecánicas del acero Strenx 700 MC	55
Tabla 4.3 - Composición química del acero Strenx 700 MC	56
Tabla 5.1 – Propiedades mecánicas acero Hardox 450	83
Tabla 6.1 – Strenx 960 Tubos.....	90
Tabla 6.2 – Fuerzas aplicadas en el paragolpes según la masa total del vehículo.....	90
Tabla 7.1 – Propiedades mecánicas del tubo pivote	103
Tabla 8.1 – Versiones y características de bombas de engranajes	116
Tabla 8.2 Características manguera SAE 100R4.....	124
Tabla 8.3 – Características manguera SAE 100R2.....	124
Tabla 8.4 – Análisis típicos de los fluidos hidráulicos	126
Tabla 8.5 – Características del cilindro hidráulico	131
Tabla 8.6 – Manguera de presión para Cil. Hidráulicos de apertura de portón trasero....	132
Tabla 8.7 – Propiedades del acero AISI C1045	136
Tabla 9.1 – Composición química acero SAE 5160.....	143
Tabla 9.2 – Propiedades mecánicas del acero SAE 5160.....	143

Tabla 9.3 – Características del fuelle levanta eje	158
Tabla 9.4 – Selección del catre	160
Tabla 9.5 – Resistencia de diseño de bulones	167
Tabla 9.6 – Capacidades según ejes y peso total	170
Tabla 10.1 – Características de los dispositivos de iluminación	173

Resumen

El siguiente proyecto final tiene como objetivo el cálculo y diseño de un semirremolque batea vuelco trasero, cuyo principal desempeño es el transporte o traslado de una variada gama de materiales. Es un equipo formado por un camión del tipo tractor y un semirremolque, los cuales según la disposición de sus ejes, permiten escalar la capacidad de carga de 45 Tn. a 52,5 Tn., de acuerdo a las nuevas reglamentaciones del Decreto N° 32/2018 de la Ley N° 24.449.

Los diferentes capítulos del trabajo final hacen referencia a las diferentes partes que componen al conjunto tractor y semirremolque, describiendo el funcionamiento y componentes de cada uno como así también el cálculo y diseño de las mismas, utilizando aceros con propiedades diferentes a lo convencional permitiendo crear estructuras más resistentes, ligeras y de mayor durabilidad. También se verificará distintas partes críticas del equipo, haciendo una comprobación tanto analítica como con un software de diseño para evaluar las zonas más solicitadas; y por último se determinará el cálculo y selección de los diferentes componentes que forman el sistema hidráulico para lograr el correcto desempeño del equipo a la hora de realizar la descarga del material.

Abstract

The following final project aims to calculate and design of a rolls back semi-trailer, whose main performance is to transport or transfer a wide range of materials. This equipment is made up of a tractor-type truck and a semi-trailer, which, depending on the arrangement of their axles, allow the 45 Tn. load capacity to be scaled to 52.5 Tn., according to the new regulations of Decree N° 32/2018 of Law N° 24.449.

The different chapters of the final work refer to the different parts that make up the tractor and semi-trailer, and describe the operation and components of each one as well as the calculation and design of the same. The equipment uses steels with different properties from the conventional allowing to create stronger, lighter and more durable structures. Different critical parts of the equipment will also be verified, making an analytical check as well as with a design software to evaluate the most requested areas. Finally, the calculation and selection of the different components that make up the hydraulic system will be determined to achieve the correct performance of the equipment when unloading the material.

Palabras Claves

Semirremolque batea, volcador trasero, equipo volcador, semirremolque 2 + 1, batea vuelco trasero, semirremolque volcador.

Capítulo 1

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

El semirremolque batea o volcador trasero, es un equipo formado por un camión del tipo articulado o tractor, y un semirremolque. Su principal función es la del movimiento, como el traslado de áridos, cereales o cualquier otro tipo de materiales, y está compuesto por una batea o cuchara superior que normalmente se eleva mediante la acción de un sistema hidráulico para lograr el vuelco del material. Cabe agregar que está equipado con un sistema de patas de apoyo que se pueden descender para sostenerlo cuando se desacopla del tractor.

1.2 Historia

La primera versión de un camión volquete usado para transportar y volcar el material, no era más que un simple estilo carrito-cuerpo volcador impulsado por caballos, como se puede observar en la Figura 1.1.

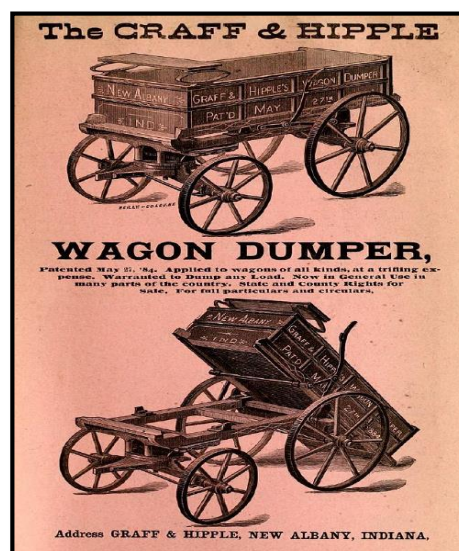


Figura 1.1 – Wagon Dumper

Estos carros fueron utilizados en minas a cielo abierto y tirado por caballos a lo largo de una vía férrea. En 1896, el ingeniero naval John Isaac Thornycroft formó el *Thornycroft Steam Carriage and Van Company*, que construyó su primera furgoneta a vapor. Esto se exhibió en el Crystal Palace Show, y podía transportar una carga de 1 tonelada. Se desarrolló una versión

modificada del vagón de vapor con un volquete de 6 yardas cúbicas y entro en servicio como un carro de polvo autopropulsado. Figura 1.2.

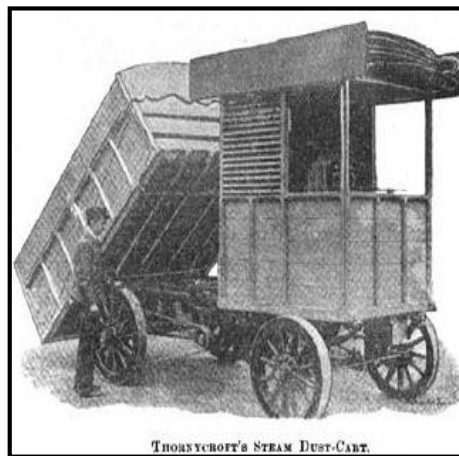


Figura 1.2 – Cuerpo Volquete

Los primeros volquetes motorizados en Estados Unidos fueron desarrollados por pequeñas empresas de equipos como Corporación Remolque Fruehauf, Galion Buggy Co. y Lauth-Juergens entre muchos otros alrededor de 1910^[1]. La compañía de remolques Fruehauf introdujo invenciones revolucionarias para el transporte por medio de camiones y el transporte con remolques de descarga hidráulica (Figura 1.3), remolques cisterna a granel y acoplamiento



Figura 1.3 – Volquete hidráulico

automático de quinta rueda entre sus más de mil patentes, incluido el contenedor de envío en 1956. Este tipo de empresas florecieron durante la Primera Guerra Mundial debido a la demanda masiva en tiempos de guerra. Fruehauf había obtenido contratos militares para su semirremolque, inventado en 1914 y más tarde creó el vehículo asociado, el semi-camión para su uso en la Primera Guerra Mundial.

Después de la guerra, Fruehauf introdujo el sistema hidráulico en sus remolques. Se ofrecieron puertas levadizas hidráulicas, cabrestantes hidráulicos y un remolque volcador para las ventas en la década de 1920 por lo que se convirtió en el principal proveedor de volquetes y su famoso "volcado bañera" fue considerado como el mejor por los transportistas pesados, por carretera y las empresas de construcción minera.

El primer camión volquete canadiense se desarrolló en San Juan, Nuevo Brunswick, cuando Robert T. Mawhinney fija una caja de descarga de un camión de cama plana en 1920. El dispositivo de elevación fue un cabrestante unido a un cable, más la polea montada en un mástil detrás de la cabina. El cable se conecta al extremo frontal inferior de la caja de descarga de madera que estaba unido por un pivote en la parte posterior del bastidor del camión. El operador movía una manivela para subir y bajar la caja.

Hoy en día, la mayoría de los equipos de volteo operan hidráulicamente y se pueden clasificar según la tarea específica a realizar. Dentro del área "volcador", podemos encontrar varias opciones:

1.2.1 Camión Volquete Estándar

Un camión volquete estándar es un chasis de camión con una caja basculante montado en el bastidor. La caja se eleva por medio de un cilindro hidráulico montado sobre el chasis y está articulada en la parte posterior del camión. El portón trasero se puede configurar para girar hacia arriba en las bisagras superiores (y a veces también de doblar hacia abajo sobre las bisagras inferiores) o puede ser configurado en el formato de "elevación asistida de la puerta posterior" en donde cilindros neumáticos o hidráulicos realizan la apertura de la misma.

En los camiones volquete estándar de la mayoría de los Estados Unidos tiene una dirección delantera del eje y una (4x2 *4-Wheeler*) o dos (6x4 *6-Wheeler*) ejes traseros que tienen típicamente ruedas dobles en cada lado. Figura 1.4.



Figura 1.4 – Volcador de 4 ejes con un eje elevable (E.E.U.U.)

Los ejes traseros en tándem son casi siempre los de tracción, los ejes de dirección delanteras son también a veces de tracción (4x4 y 6x6), los demás ejes se utilizan para soportar el peso extra.

En la Unión Europea (U.E.), los camiones pesados a menudo tienen dos ejes de dirección y las configuraciones del equipo de descarga tienen 2, 3 y 4 ejes (Figura 1.5). El más grande de los camiones volquete estándar europeo que comúnmente se llama "ciempiés", cuenta con siete ejes. El eje delantero es el eje de dirección, los dos ejes traseros son de tracción, y los cuatro restantes son ejes de elevación.



Figura 1.5 – Camión volquete Europeo de 4 ejes

1.2.2 Semirremolque Volcador

Este equipo es una combinación tractor-semirremolque y es el que se va a diseñar y calcular en el presente proyecto. En los EE.UU., un semi-volcador típico tiene un tractor 3 ejes que tira de un semirremolque de 2 ejes con neumáticos dobles.

En los tráiler de la U.E., a menudo tienen 3 ejes y neumáticos individuales. Figuras 1.6 y 1.7. La principal ventaja de estos equipos es su gran carga útil. Una desventaja clave es que son muy inestables en la posición de descarga que limita su uso en muchas aplicaciones.



Figura 1.6 - Tractor de 3 ejes y semirremolque de 2 ejes



Figura 1.7 - Tractor de 2 ejes y semirremolque de 3 ejes

Hoy en la Argentina, debido a las nuevas disposiciones de la norma, se utilizan diferentes configuraciones en estos equipos como 2 + 1, 1 + 1 + 1 y 3 ejes en tándem, refiriéndose siempre a las máximas cargas reglamentarias que se pueden transportar. A cada configuración le corresponde una cierta capacidad de carga según la distribución de sus ejes. Estos detalles se van a analizar más profundamente en el Capítulo 2 de la normativa legal y el Capítulo 3 donde se describe el equipo a estudiar.

1.2.3 Camión Volquete de Transferencia

Un volcador de transferencia es un camión volquete estándar acoplado con un remolque del tipo volcador también, el cual consta de un contenedor de carga móvil, donde también puede ser cargado. Figura 1.8.



Figura 1.8 - Camión volcador de transferencia

El segundo contenedor agregado en el remolque, es accionado por un motor eléctrico, un motor neumático o una línea hidráulica. Esto maximiza la capacidad de carga útil sin sacrificar la capacidad de maniobra del camión volquete estándar.

1.2.4 Bitren

El Bitren está formado por un tractor y al menos dos semirremolques que se articulan entre sí a través de un dispositivo llamado “Quinta Rueda”.

Este tipo de equipo permite transportar una mayor carga y mejorar así la eficiencia de la logística y abaratamientos de los fletes.

Se los puede utilizar para muchas aplicaciones: como volcador lateral, como cisterna, se los puede encontrar con barandas tipo volcables o todo cerrado tipo tolva para el transporte de cereales u otro tipo de productos. A su vez, puede variar también su configuración de ejes. En la Figura 1.9 y 1.10 se puede observar una de ellas.



Figura 1.9 – Bitren tipo volcador bilateral



Figura 1.10 – Bitren tipo tolva

1.2.5 Camiones Roll-Off

Un roll-off tiene un contenedor superior generalmente abierto que se caracteriza por una caja rectangular, que utiliza ruedas para facilitar el rodamiento del contenedor en su lugar.

El contenedor está diseñado para ser transportado por camiones especiales. Se usan comúnmente para contener cargas de residuos de construcción y demolición u otros tipos de residuos.

Los roll-off se colocan en camiones roll-off. A medida que la carretilla elevadora levanta su plataforma accionada hidráulicamente, el contenedor rodante sale de la cama. Se usa un cable para bajar lentamente el contenedor. Después de cargar el contenedor de desechos, la carretilla deslizante tira del contenedor lleno con el sistema de cable y cabrestante.

Si la carretilla no es un sistema de cabrestante, lo más probable es que sea un sistema de elevación con gancho. Un sistema de elevación con gancho funciona mediante el camión que extiende un brazo de 90 grados con un gancho en el extremo que se engancha debajo de una barra y levanta suavemente el contenedor de basura sobre el camión.

En la Figura 1.11 y 1.12 se pueden observar los dos sistemas descritos.



Figura 1.11 – Roll-Off con sistema a cable



Figura 1.12 – Roll-Off con sistema a gancho

1.2.6 Otros tipos de Volcadores

Los Haul truck son camiones de transporte para utilizar fuera de carretera, estos volquetes rígidos son específicamente para uso en la minería de alta producción y entornos de construcción de alta resistencia. Tienen una estructura rígida y de dirección convencional con

accionamiento a la rueda trasera. Los camiones de cantera de gran tamaño van desde 40 a 100 toneladas y también existen de mayor capacidad. En la Figura 1.13 se observa uno de ellos.



Figura 1.13 – Haul Truck

Otro tipo de volquete es el Dúmpér articulado (Figura 1.14), el cual es un volquete usado para transportar cargas sobre cualquier terreno y para trabajo pesado. El vehículo tiene tracción en todas las ruedas y se compone de dos unidades básicas: la sección frontal, llamado tractor, y la sección posterior que contiene el cuerpo de descarga. La dirección del equipo se realiza pivotando la parte delantera en relación a la trasera a través de cilindros hidráulicos.



Figura 1.14 – Dumper Articulado

En lo que respecta de bateas vuelco trasero, actualmente en la Argentina se pueden encontrar diferentes versiones de semirremolques batea con distintas configuraciones.

Si bien la forma general del equipo siempre es el mismo, su capacidad de carga o volumen de carga depende del rubro al que esté destinado a trabajar. Hay capacidades de 25 m³, que se utiliza para el transporte de áridos y todo ese tipo de materiales de un elevado peso específico, hasta capacidades de 50 m³ o más, para el transporte de cereales y cualquier otro tipo de material de bajo peso específico, necesitando un mayor volumen de carga para alcanzar los kilogramos reglamentarios.

Según el tipo de configuración de ejes implementado, el semirremolque va admitir un cierto peso bruto máximo estipulado por la Ley.

También pueden encontrarse otro tipo de bateas vuelco trasero, como las desmontables o también llamadas con barandas tipo volcables, donde su uso puede ser más diversificado, permitiendo transportar áridos, cereales y también pallet por ejemplo.

En la Figura 1.15 se puede observar una de ellas.



Figura 1.15 – Batea vuelco trasero con barandas

Capítulo 2

2 MARCO LEGAL

2.1 Transporte terrestre de cargas

El sistema de transporte carretero de cargas de la República Argentina está integrado por un vasto y complejo conjunto de empresas de transporte carretero, con diversidad de servicios y heterogeneidad de componentes. El marco regulatorio, que responde a especificaciones técnicas bien precisas, ha determinado una morfología de mercados caracterizada por relativamente bajos requerimientos de capital empresario (la infraestructura es propiedad pública y de uso compartido) y la entrada a la actividad ha sido históricamente abierta.

2.2 Características del parque

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. Una primera división que se puede establecer es 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, etc.), y los que se denominan “TRACTORES”, 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 rodadura, una “Lanza” que les permite acoplarse a otro vehículos que los remolque, y los “SEMIRREMOLQUE”, que necesariamente deben recurrir a un “TRACTOR” para apoyar uno de sus extremos y valerse del mismo para su arrastre.

2.3 Categoría de vehículos

El Decreto 779 del año 1995, reglamentario de la Ley Nacional de Tránsito N° 24.449^[2],

clasifica a los vehículos de acuerdo a sus características técnicas, en las siguientes categorías:

- ✓ **L:** Vehículos automotores con menos de 4 ruedas. Los vehículos de este tipo carecen de relevancia en el transporte de cargas.
- ✓ **M:** Vehículos automotores utilizados para el transporte de pasajeros. Por su misma definición estos vehículos no son aptos para el transporte de cargas.
- ✓ **N:** Vehículos automotores que tengan por lo menos 4 ruedas, o que teniendo 3 ruedas, su peso máximo exceda los 1.000 kilogramos, y que sean utilizados para el transporte de carga. Como se mencionó anteriormente, en esta categoría se encuentran los vehículos de carga habitualmente denominados “camiones” y “tractores”, que a su vez son clasificados en algunas de las siguientes categorías:
 - **N1:** Vehículos utilizados para el transporte de carga, con un peso máximo que no exceda los 3.500 kilogramos, En esta categoría se encuentran los vehículos denominados utilitarios, camionetas y camiones livianos; los ejemplares de tractores son escasos.
 - **N2:** Vehículos utilizados para el transporte de carga con un peso máximo superior a los 3.500 kilogramos, pero inferior a los 12.000 kilogramos. En esta categoría se encuentran los camiones y tractores medianos y medio pesados.
 - **N3:** Vehículos para transporte de carga con un peso máximo superior a los 12.000 kilogramos. En esta categoría se encuentran los camiones y tractores pesados como se puede observar en la Figura 2.1.

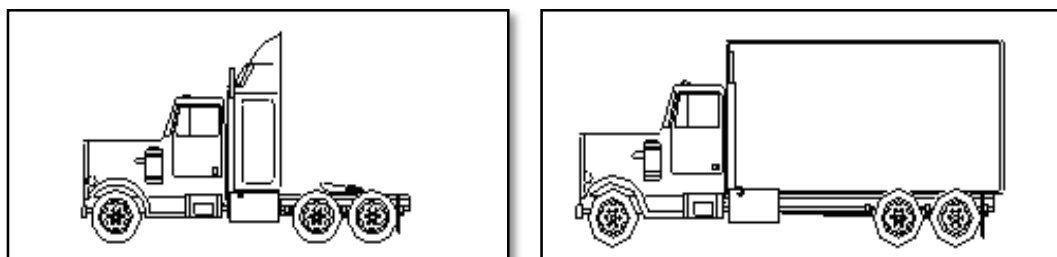


Figura 2.1 – Tractor y Camión

- ✓ **O:** Vehículos acoplados y semirremolques como se observa en la Figura 2.2. Este grupo se encuentra subdividido en cuatro categorías en función del peso máximo:
 - **O1:** Acoplados con 1 eje, que no sean semirremolques, con un peso máximo que no exceda los 750 kilogramos.
 - **O2:** Acoplados/semirremolques con un peso máximo que no exceda los 3.500 kilogramos y que no sean los acoplados de la Categoría O1.
 - **O3:** Acoplados/semirremolques con un peso máximo superior a los 3.500 kilogramos pero que no excedan los 10.000 kilogramos.
 - **O4:** Acoplados/semirremolques con un peso máximo superior a los 10.000 kilogramos.

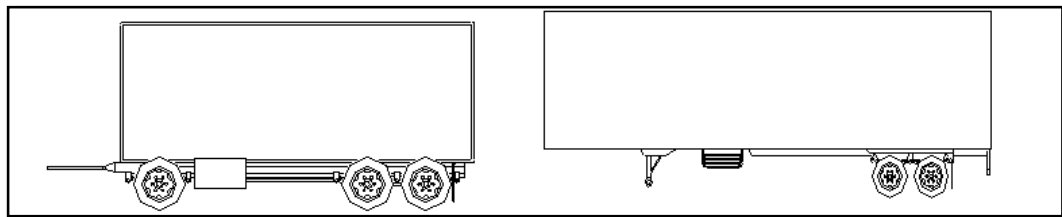


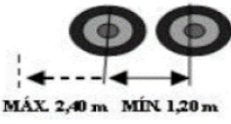
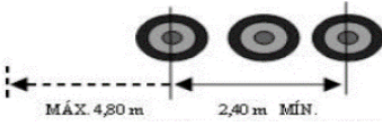


Figura 2.2 – Acoplado y Semirremolque

2.4 Pesos máximos por eje

Los pesos máximos, establecidos por la Ley, que los vehículos pueden transmitir a la calzada y las configuraciones que los complementan se presentan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 – Pesos máximos por ejes y configuraciones

CONFIGURACIÓN	CANTIDAD DE EJES/RUEDAS	CAPACIDAD MÁXIMA	TOLERANCIA	REPRESENTACIÓN GRÁFICA
Eje simple	Una rueda en cada extremo del eje	6.000 kg.	500 kg.	
Eje dual	Dos ruedas en cada extremo del eje	10.500 kg.	1.000 kg.	
Tándem doble	Ambos ejes simples	10.000 kg.	1.500 kg.	
	Un eje simple y un dual	14.000 kg.		
	Ambos ejes duales	18.000 kg.		
Tándem triple	Un eje simple y dos duales	21.000 kg.	2.000 kg.	
	Tres ejes duales	25.500 kg.		

Las tolerancias se admiten para armonizar las diferencias debidas a errores involuntarios en el estibaje (distribución y colocación adecuada de la carga), a pequeños corrimientos de la carga durante su transporte, a la dificultad de los sistemas de los vehículos para la perfecta distribución del peso, a la dificultad particular de algunas cargas para su distribución y a diferencias propias del sistema de pesaje (por tándem o por eje), incluyendo el error que se comete por considerar el peso total como suma de los pesos por eje.

Las tolerancias en los pesos por eje (o conjunto tándem) se admiten siempre y cuando no se supere el peso máximo total permitido, por lo que el exceso en un eje debe compensarse con el defecto en otro. El peso total será el que resulte de la suma de los pesos por eje, de la aplicación de la relación potencia-peso o del peso máximo para el tipo de vehículo, para los casos en que estuviera establecido.

2.5 Configuraciones autorizadas para el transporte automotor de Cargas – Escalabilidad

(Art. 27 del Decreto N° 32/18)














El Decreto N° 32/2018 publicado en el Boletín Oficial /11 de enero de 2018, estableció nuevas configuraciones de vehículos. La medida autoriza mayor capacidad de carga en distintas configuraciones, reglamenta los bitrenes y coadyuva al anunciado objetivo de mejorar la eficiencia en la logística y en el abaratamiento de los fletes que impulsa el gobierno nacional. La Ley N° 24.449 y sus Decretos Reglamentarios N° 779/95, 79/98 y 574/14 son modificadas por este Decreto N° 32/18^[3].

El Decreto incorpora también, a través del Anexo R, cambios en las características de las unidades que transportan mercadería. Se aprueba una nueva escala de distribución de ejes, y con ello aumentan los valores de Tara + Carga. Se establece que las unidades tractoras deben tener mayor relación Potencia / Peso, y se eleva el límite de 45 toneladas para combinaciones de vehículos existentes, pudiendo alcanzar hasta 55,5 toneladas.

En nuestro caso, el proyecto se trata de un equipo del tipo escalable, donde el peso máximo pasa a ser de 45 toneladas a 52,5 toneladas. Se describen también las dimensiones máximas permitidas y reglamentarias.

Respecto a las configuraciones de ejes, se detallan las mismas en la Tabla 2.2. Otro punto importante, acerca de la configuración general del equipo, es la adición de un eje más o tercer eje como se dice, en el tractor. La relación de potencia/peso del mismo deberá ser de 6 CV/Tn (min).

Tabla 2.2 – Vehículos que transportan cargas y son de libre circulación en rutas nacionales

N°	TIPO DE VEHÍCULO	CONFIGURACIÓN N° DE EJES	DIMENSIONES MÁXIMAS			PESO MÁXIMO (t)	Relación POT./PESO (CV/t) mín.
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)		
15		S1-D1-D1-D1-D1	18,60	2,60	4,30	45,00	4,25
16		S1-D1-D1-D1	20,00	2,60	4,30	37,50	4,25
17		S1-D1-D1-D2	20,00	2,60	4,30	45,00	4,25
18		S1-D2-D1-D1	20,00	2,60	4,30	45,00	4,25
19		S1-D2-D1-D2	20,00	2,60	4,30	52,50	6,00
20		S1-D1-D2-D2	20,00	2,60	4,30	52,50	6,00
21		S1-D1-D1-D1-D1	20,50	2,60	4,30	45,00	4,25
22		S1-D2-D2	22,40	2,60	4,30	42,00	4,25
23		S1-D2-D1-D1	22,40	2,60	4,30	45,00	4,25
24		S1-D2-D1-D2	18,60	2,60	4,30	52,50	6,00
25		S1-D2-D1-D1-D1	18,60	2,60	4,30	55,50	6,00
26		S1-D2-D2-D2	20,50	2,60	4,30	60,00	6,75
27		S1-D2-D2-D2	22,40	2,60	4,30	60,00	6,75

La configuración identificada en el orden N° 23 puede adoptar la disposición de ejes descrita en la configuración N° 13.


La configuración de Bitrén identificada en el orden 27, sólo podrá circular sin Permiso de Tránsito y con libre circulación en rutas nacionales, siempre que transporte carga indivisible. El tipo de carga considerada como indivisible será establecida por normas complementarias.

CONSIDERACIONES ADICIONALES DE LA TABLA I:

*Los equipos con configuración S1-D2-D3 dotados con suspensión neumática en el tándem del tractor y en el tridem del semirremolque estarán autorizados a un Peso Bruto Total Combinado de CINCUENTA Y DOS TONELADAS (52 t).

*Los semirremolques con configuración D1-D1-D1 deberán contar con suspensión neumática en todos los ejes y no se admitirá la reconversión o modificación de equipos usados.

REFERENCIAS







 NUEVA CONFIGURACIÓN	D1 EJE CON RODADOS DOBLES
S1 EJE CON RUEDAS INDIVIDUALES	D2 DOS EJES CON RODADOS DOBLES
S2 DOS EJES CON RODADOS INDIVIDUALES	D3 TRES EJES CON RODADOS DOBLES

El tipo de vehículo en cuestión es el número 24, con una configuración de ejes S1-D2-D1-D2 expresados en la tabla 2.2.

Los vehículos o semirremolques que se fabriquen dotados de ejes móviles (ejes levadizos), deben construirse de forma tal que el vehículo pueda girar estando todos sus ejes apoyados sobre el suelo, es decir que sean direccionales y que la transmisión del peso al pavimento sea invariablemente la misma, estando el vehículo cargado. Los vehículos que cuenten con ejes que puedan levantarse, deben poseer un dispositivo (no accionable desde la cabina), que automáticamente baje el eje cuando el vehículo está cargado.

A continuación se representa en la Tabla 2.3 las condiciones necesarias y obligatorias para la escalabilidad del vehículo que se va a proyectar.

Tabla 2.3 – Escalabilidad en vehículos

Equipo Actual	Equipo Escalado	%	Condición Tractor	Condición Remolcado
 PBTC 42 t	 PBTC 52 t (Susp. Neumática)	24	Potencia > 312 cv Antigüedad ≤ 20 años 0 km ABS 0 km desde 2022 EBS y ESC Se debe agregar eje Deben contar con suspensión neumática en el tandem	Sistema de Frenos acorde UN ECE R13/A Sistema ABS Equipos 0km Sistemas EBS y RSS Spring Chamber 2 últimos ejes Suspensión neumática en el tridem Dispositivo lateral de protección Paragolpes trasero Iluminación reglamentaria tipo "led" Neumáticos de tipo radial Guardabarros y faldón protector
 PBTC 45 t	 PBTC 52,5 t	17	Potencia > 315 cv Antigüedad ≤ 20 años 0 km ABS 0 km desde 2022 EBS y ESC Se debe agregar eje	Sistema de Frenos acorde UN ECE R13/A Sistema ABS Equipos 0km Sistemas EBS y RSS Spring Chamber 2 últimos ejes Dispositivo lateral de protección Paragolpes trasero Iluminación reglamentaria tipo "led" Neumáticos de tipo radial Guardabarros y faldón protector
	 PBTC 55,5 t		Potencia > 333 cv Antigüedad ≤ 15 años 0 km ABS 0 km desde 2022 EBS y ESC Se debe agregar eje	Deben ser equipos 0 km. No se admiten transformaciones. Sistema de Frenos acorde UN ECE R13/A Sistema ABS Sistemas EBS y RSS Spring Chamber 2 últimos ejes Susp. Neumática en los tres ejes Dispositivo lateral de protección Paragolpes trasero Iluminación reglamentaria tipo "led" Neumáticos de tipo radial Guardabarros y faldón protector

Capítulo 3

3 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

3.1 Generalidades

Como se viene mencionando, el equipo de transporte está formado por una unidad tractora y un semirremolque batea, los cuales están articulados a través de un perno rey o King Pin dispuesto en la unidad arrastrada, y un plato de arrastre o también llamado Quinta Rueda acoplada sobre el chasis del tractor. Estos dispositivos (King pin – Quinta Rueda), son los que permiten el acoplamiento o desacoplamiento del tractor y semirremolque.

El semirremolque tipo batea se puede dividir en dos partes fundamentales: el chasis del semirremolque, compuesto por dos vigas principales del tipo armadas (soldadas) en forma de “T” con alma y alas de acero de alta resistencia calidad Strenx, y que a través de otros elementos necesarios dispuestos de tal manera, forman una estructura rígida metálica capaz de soportar cargas.

La otra parte constitutiva es la batea o cuchara, la cual apoya sobre las dos vigas principales y es utilizada para almacenar el material a transportar. Ésta se acopla al semirremolque a través de un pivote en la parte trasera y un cilindro hidráulico en la parte delantera. Cuando el cilindro hidráulico actúa, el pivote trasero permite el basculamiento de la batea para la descarga del material. La misma está formada por un acero calidad Hardox de alta resistencia al desgaste y tiene una compuerta trasera con apertura hidráulica.

3.2 Elementos constitutivos

Existen ciertos elementos o sistemas que conforman al equipo en sí y que se pueden encontrar en la mayoría de estos tipos de vehículos. Estos son: sistema de suspensión, sistema de acoplamiento, sistema de frenos, sistema eléctrico, sistema hidráulico, patas de apoyo para el desacople de los vehículos, ejes, neumáticos y ciertos accesorios que generalmente se encuentran en cualquier semirremolque o remolque.

3.3 Sistema de suspensión

Se llama suspensión al conjunto de elementos elásticos que se interponen entre los elementos suspendidos como lo es el chasis, y los elementos no suspendidos como las ruedas y ejes. Su función es absorber todas las reacciones producidas en las ruedas debido a la irregularidad del terreno y distribuir la carga a los diferentes ejes, asegurando de esta manera la estabilidad del vehículo y de la carga.

El equipo estudiado en este proyecto tiene una configuración de ejes 2 + 1, esto quiere decir, el tándem trasero es una suspensión mecánica y el eje restante es una suspensión neumática auto-direccional.

3.3.1 Suspensión mecánica

La configuración constructiva de la suspensión mecánica consta principalmente de las denominadas ballestas o resortes como elemento elástico, las cuales se encuentran formadas por hojas de acero templado de elevada resistencia a la flexión. Éstas absorben todo tipo de oscilaciones en la marcha del semirremolque.

Además de los resortes, también forman parte de la suspensión las manotas, tensores, abrazaderas, pernos y bujes, soportes, balancines, etc. En la Figura 3.1 se puede ver una suspensión mecánica.

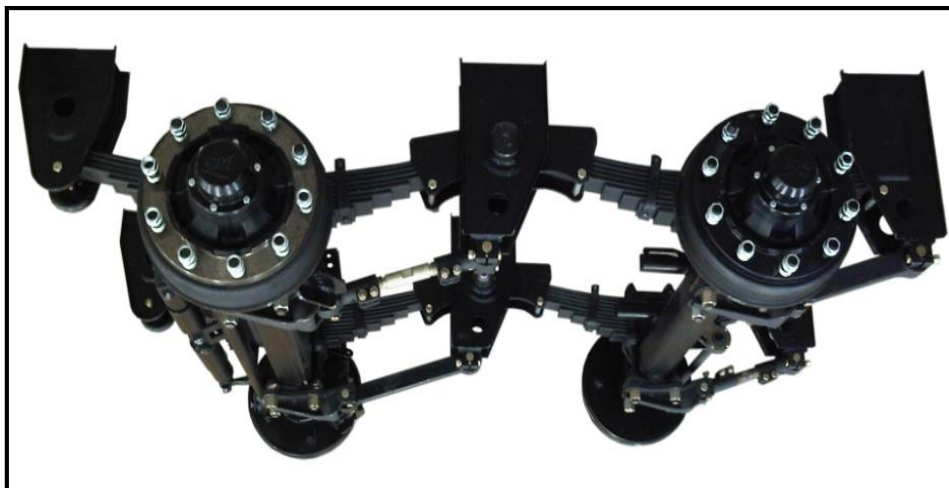


Figura 3.1 – Suspensión mecánica con paquete de resorte

3.3.2 Suspensión neumática auto-direccional

La función principal de la suspensión neumática auto-direccional es absorber irregularidades del terreno o que sean lo más suaves posibles cuando el equipo se encuentra en marcha y transferir una determinada fuerza a la calzada para aumentar la carga útil del equipo. Esto se logra colocando fuelles de goma reforzados o también llamados pulmones de carga entre el eje y la carrocería que funcionan con aire a presión para el ascenso o descenso del eje (Figura 3.2). El sistema se complementa con un amortiguador estabilizador que permite el giro del eje de aproximadamente 16° desde su centro hacia cada extremo.



Figura 3.2 – Suspensión neumática auto-direccional

3.4 Sistema de frenos

El sistema de frenado es el componente más importante para la seguridad vial del vehículo. Según el sistema de accionamiento, el semirremolque estará equipado con un sistema de freno neumático en el cual puede adherirse complementariamente sistemas como el ABS (antibloqueo de frenos), EBS (sistema electrónico de frenos), etc. Para unidades 0 Km es obligatorio que el sistema de frenos cuente con ABS y EBS.

El sistema de suministro de aire se basa en un compresor de aire accionado por el motor del tractor. El control del aire comprimido consiste en una serie de válvulas que dirigen el aire y

controlan la presión enviada a los pulmones de frenos. En el semirremolque, el sistema de control de frenos es un solo circuito para todos sus ejes, destacándose por su importancia la válvula relay en conexiones estándar, encargada de distribuir a las cámaras de frenos la señal o presión de aire que recibe desde la válvula de pedal o de comando manual.

En el sistema de desaceleración por fricción se puede encontrar el freno a tambor o freno a disco, que consiste en un conjunto o combinación de partes y piezas, cuya función es disminuir su velocidad, detenerlo a voluntad del conductor (de una forma segura y con el mínimo esfuerzo) o mantenerlo detenido.

El tipo más común utilizado es la campana de freno con leva en "S" cuyas partes se pueden observar en la Figura 3.3.

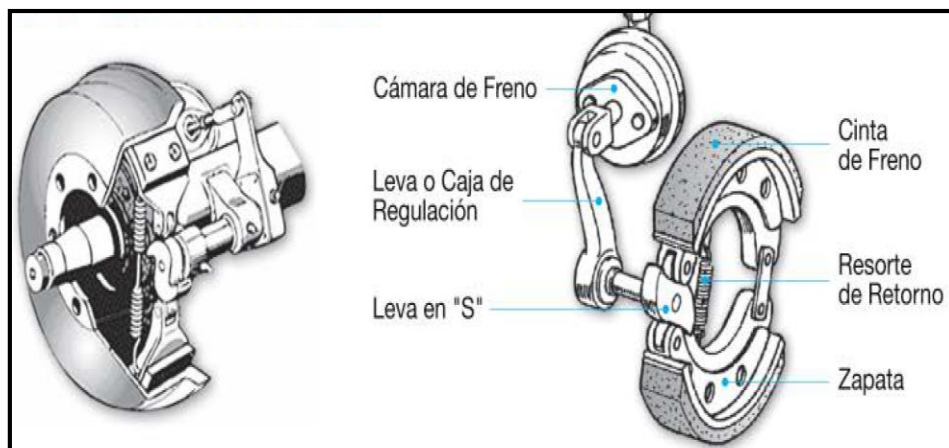


Figura 3.3 – Sistema de frenos

Al accionar el pedal de freno en este sistema, el aire comprimido ingresa en cada cámara o pulmón de freno, y por intermedio del diafragma allí alojado empuja hacia afuera la varilla, solidaria a la leva de regulación, haciendo girar la leva "S" (dentro de la campana), la que fuerza las zapatas hacia afuera y las oprime contra el interior de la campana. Al soltar el pedal de freno, la leva en "S" gira hacia atrás y un resorte aleja las zapatas de la campana, permitiendo girar la rueda libremente.

El sistema de frenos antibloqueo ABS (Antilock Braking System) es un sistema complementario y electrónico que monitorea las velocidades de las ruedas en todo momento y

controla el frenado en situaciones de bloqueo de ruedas. Este sistema trabaja con sistemas de frenos neumáticos estándar. De esta manera, el sistema mejora la estabilidad direccional y el control del vehículo, reduciendo el bloqueo de las ruedas durante el frenado.

La unidad ECU recibe y procesa las señales procedentes de los sensores de velocidad de las ruedas, y cuando detecta un bloqueo de ruedas, procede a activar la válvula moduladora respectiva, con lo cual se controla la presión de aire. La ECU proporciona asistencia adicional para mantener la estabilidad direccional del semirremolque por medio del Sistema Anti-volcadura RSS (Roll Stability Support). Combinando los datos recibidos de los sensores de las ruedas y de un acelerómetro lateral interno, se activa de manera proactiva el Sistema Anti-volcadura RSS a fin de aumentar la estabilidad del semirremolque y reducir la probabilidad de volcadura. Los principales componentes del sistema son la Unidad de Control Electrónica (ECU)/Válvulas, el aro dentado y el sensor de la velocidad de la rueda.

En la Figura 3.4 se puede observar el circuito de freno con ABS^[5]

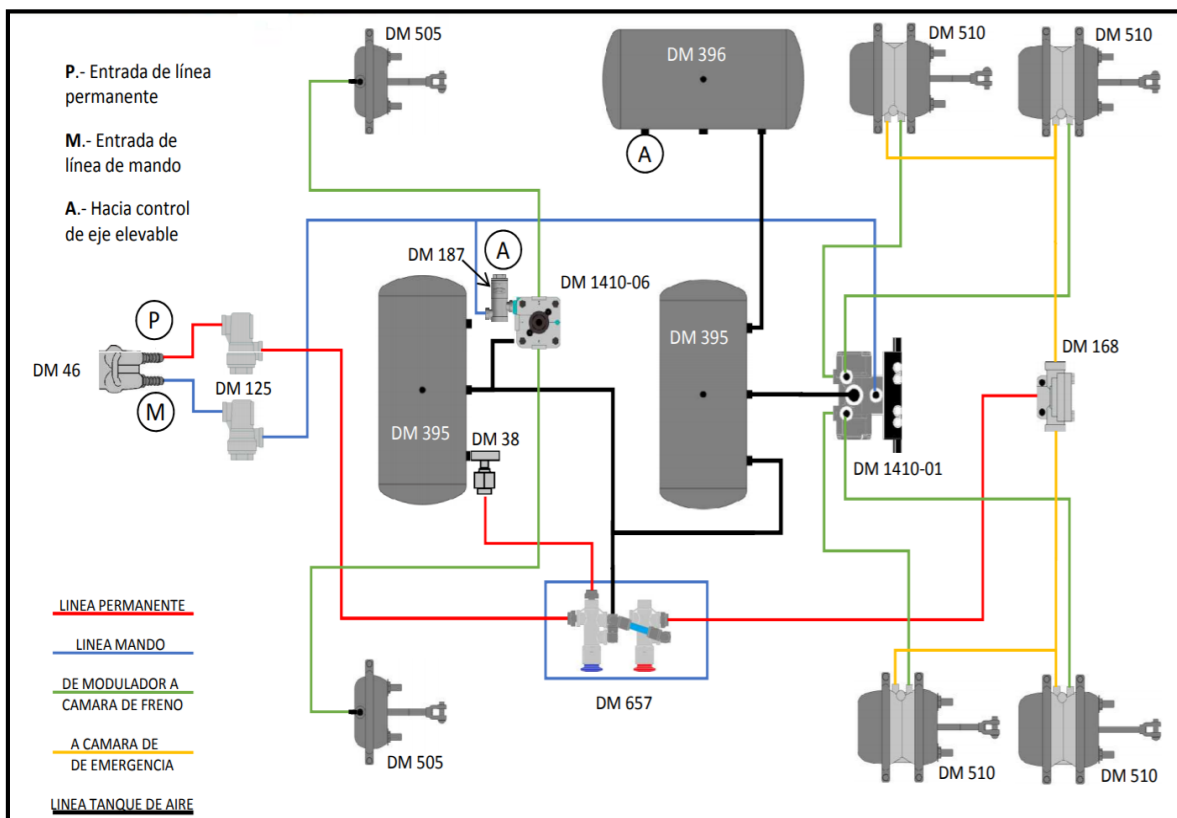


Figura 3.4 – Diagrama neumático del sistema de freno ABS con eje elevable

Donde:

- DM 46: Acople de 2 líneas
- DM 125: Filtro de aire
- DM 657: Pulsadores
- DM 38: Retención
- DM 187: Válvula interruptora de freno
- DM 1410-06: Válvula modulado ABS
- DM 395/396: Tanque de almacenamiento de aire
- DM 505: Spring Brake simple
- DM 510: Spring Brake doble
- DM 1410-01: ECU/ABS
- DM 168: Descarga rápida con retardador de presión

En la Figura 3.4 del diagrama neumático de frenos, requiere un diagrama eléctrico ya que las señales captadas por la ECU que provienen de los sensores de velocidad, son señales eléctricas. Por lo tanto en la Figura 3.5 representamos dicho circuito. Donde:

- 1410-02/03: Cable de extensión con sensores
- 1410-04: Cable de extensión tipo “Y”
- 1410-05: Cable ECU a 3er modulador
- 1410-07: Cable de alimentación

Los equipos de freno con EBS (sistema de freno electrónico) contribuyen a distribuir mejor la fuerza de frenado de acuerdo con las condiciones del vehículo (carga y velocidad). Este sistema permite una mayor rapidez y precisión del control de frenado tanto para el camión como para el remolque.

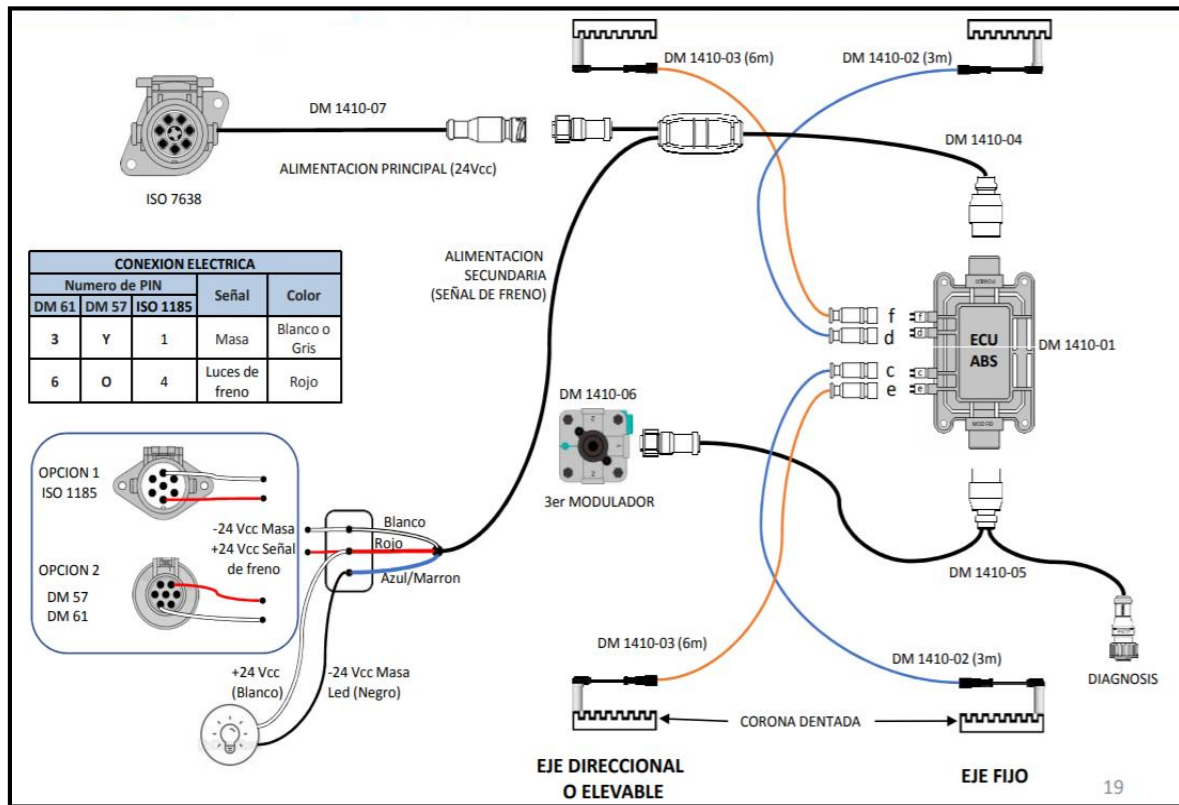


Figura 3.5 – Diagrama eléctrico del sistema de frenos ABS

Los remolques equipados con estos sistemas de frenos sólo pueden llevarse con:

- Cabezas tractoras con conexión rápida avanzada ISO 7638-1996 (7 polos; 24 V).
- Cabezas tractoras con conexión rápida ISO 7638-1985 (5 polos; 24 V).

El sistema EBS D viene integrado con válvula ALB (regulación automática de la fuerza de frenado en función de la carga) y los sensores de presión para la presión de pilotaje del sistema de freno están integrados en el modulador. Este EBS de generación D, se compone de una válvula de doble aflojamiento con emergencia (PREV) (1), del modulador para remolque EBS (2), una unidad de regulación electro-neumática con un equipo de control electrónico integrado, sensores de presión y válvulas relé 3/2 integrados, así como el cableado y entubado de los componentes. Figura 3.6.

Esta configuración se denomina, en función de los sensores del número de revoluciones (S) y de los circuitos de regulación (M), como sistema 2S/2M o 4S/2M.

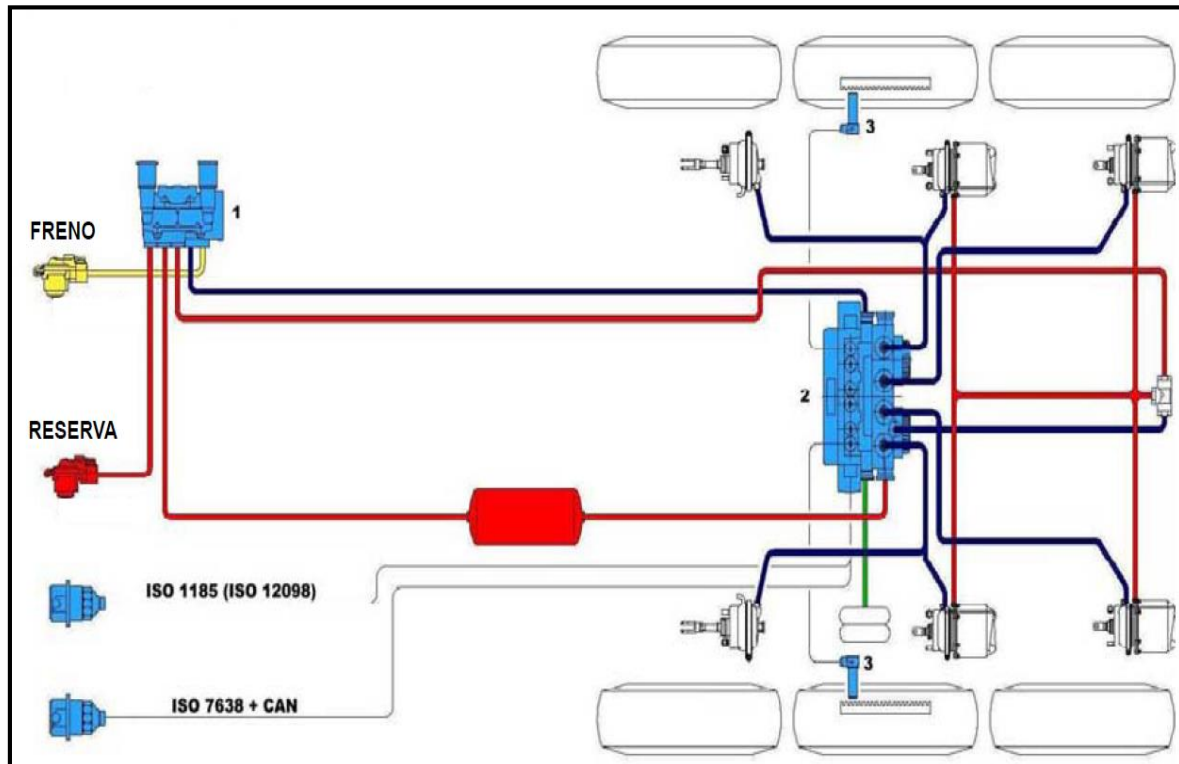


Figura 3.6 – Esquema del sistema de frenos del EBS D con PREV, 2S/2M para Semi

La ampliación de la configuración 4S/2M con un tercer modulador EBS para la regulación de la presión en el eje delantero en remolques por lanza o de un eje auto-direccional en semirremolques se denomina sistema 4S/3M (4 sensores de revoluciones, un modulador de remolque y un tercer modulador EBS para remolques de 2 a 5 ejes y semirremolques de 2 a 4 ejes).

3.5 Ejes, llantas y neumáticos

Son elementos que van acoplados al sistema de suspensión y que soportan el peso tanto del semirremolque como el de la carga a transportar. Además sirven para el montaje de los brazos rígidos de la suspensión y pulmones de aire, sistema de frenos, entre otras. En la Figura 3.7 se observa lo mencionado.

El eje utilizado en el equipo consta de un tubo de acero sin costura según norma EN 10297-1:2003 / Grado E355 +AR, punta de eje de acero SAE 1045, maza de fundición nodular y campana de fundición gris. Rodado de 22.5" x 8.25" con llanta tipo disco.

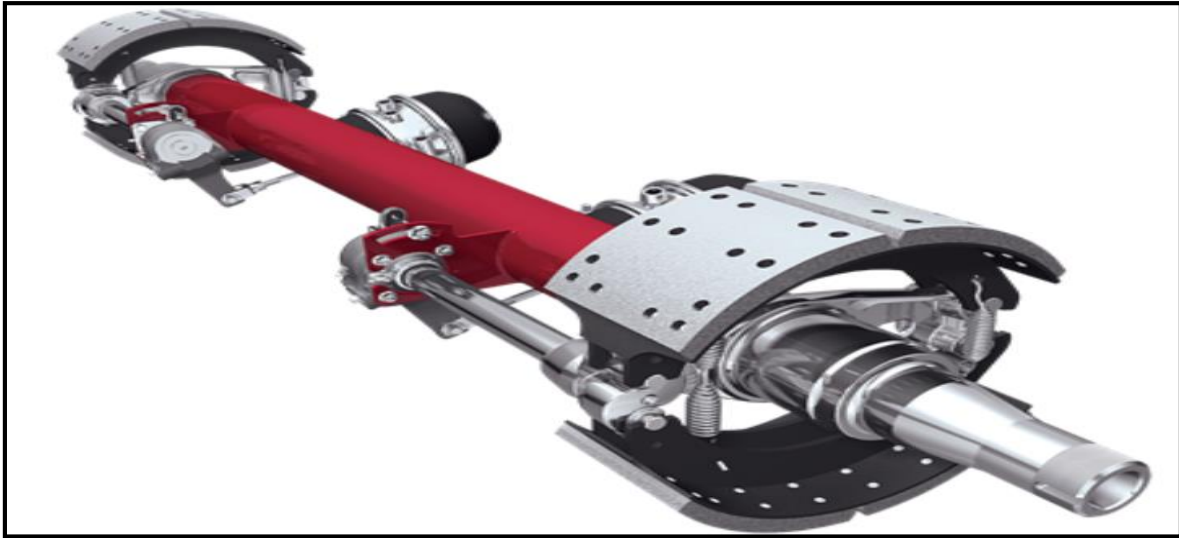


Figura 3.7 – Eje y componentes

El neumático utilizado es un Michelin **295/80R22.5** con las características que se dan en la Figura 3.8.

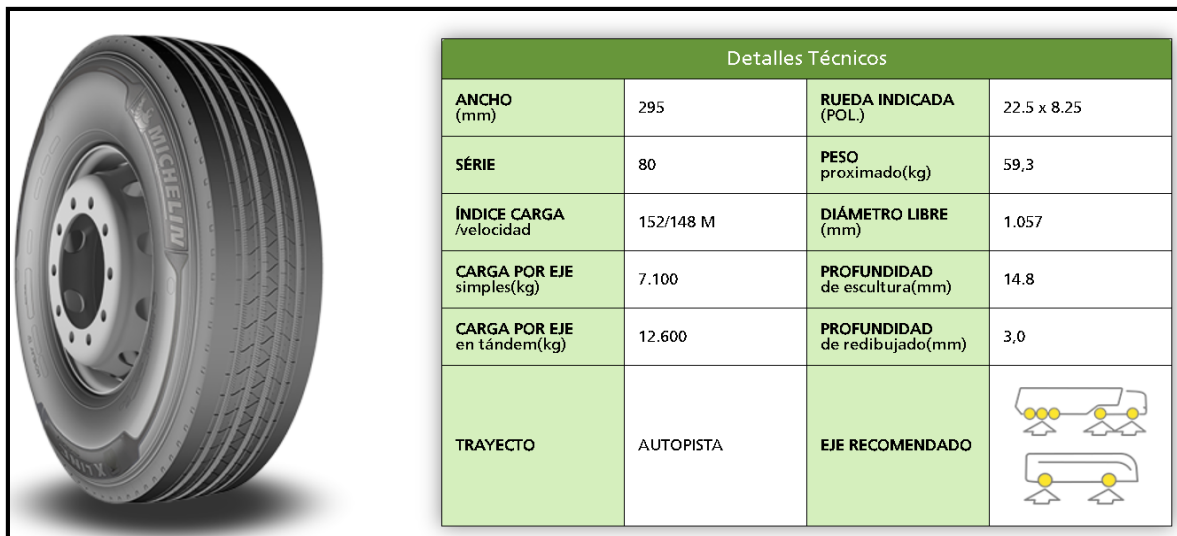


Figura 3.8 – Neumático y detalles técnicos

3.6 Sistema eléctrico

Tiene la finalidad de señalar el semirremolque, cuando frena, cuando va a realizar algún giro, cuando se encuentra en algún estado de alerta o simplemente de señalización tanto diurna como nocturna. El sistema es conectado desde el vehículo tractor al semirremolque, a través de un par de enchufe hembra-macho que pueden ser de 5 polos o 7 polos, llamados también *Triler*.

Según el nuevo decreto reglamentario 32/2018 de la Ley Nacional de Transito 24.449^[2], los remolques deben contar con los siguientes sistemas y elementos de iluminación tipo “LED”:

3.6.1 Luces de posición

Indican dimensión y sentido de marcha desde los puntos de observación reglamentados:

- Traseras de color rojo
- Laterales de color amarillo o ambar en los cuales pos su largo las exija la reglamentación.

3.6.2 Luces de giro

Señalizan realizar una acción por parte del conductor como el giro hacia algún sentido del vehículo. Deben ser intermitentes de color amarillo o ambar.

En el caso de los vehículos importados que cumplieren con las normas americanas respectivas, la luz de giro trasera podrá ser de color rojo. En los vehículos que indique la reglamentación llevarán otras a los costados.

3.6.3 Luces de freno traseras

De color rojo, encenderán al accionarse el mando de frenos antes de actuar éste.

3.6.4 Luces de retroceso

De color blanco o cristal, las cuales se encienden al colocar el vehículo en sentido de marcha en reversa.

Se pueden encontrar otro tipo de luces como luz para la patente trasera, luces intermitentes de emergencia que incluye a todos los indicadores de giro, entre otras.

Otro tipo de señalización son las cintas reflectivas reglamentarias donde se utiliza un 33% del largo del equipo en cada lateral de color blanco, y cinta reflectiva de color rojo y blanco tipo cebrado en la parte trasera la cual puede ir fijada al paragolpes.

Los elementos utilizados en el sistema eléctrico se puede observar en la Figura 3.9.



Figura 3.9 – Componentes del sistema eléctrico

En la Figura 3.10 se representa el plano eléctrico del semirremolque.

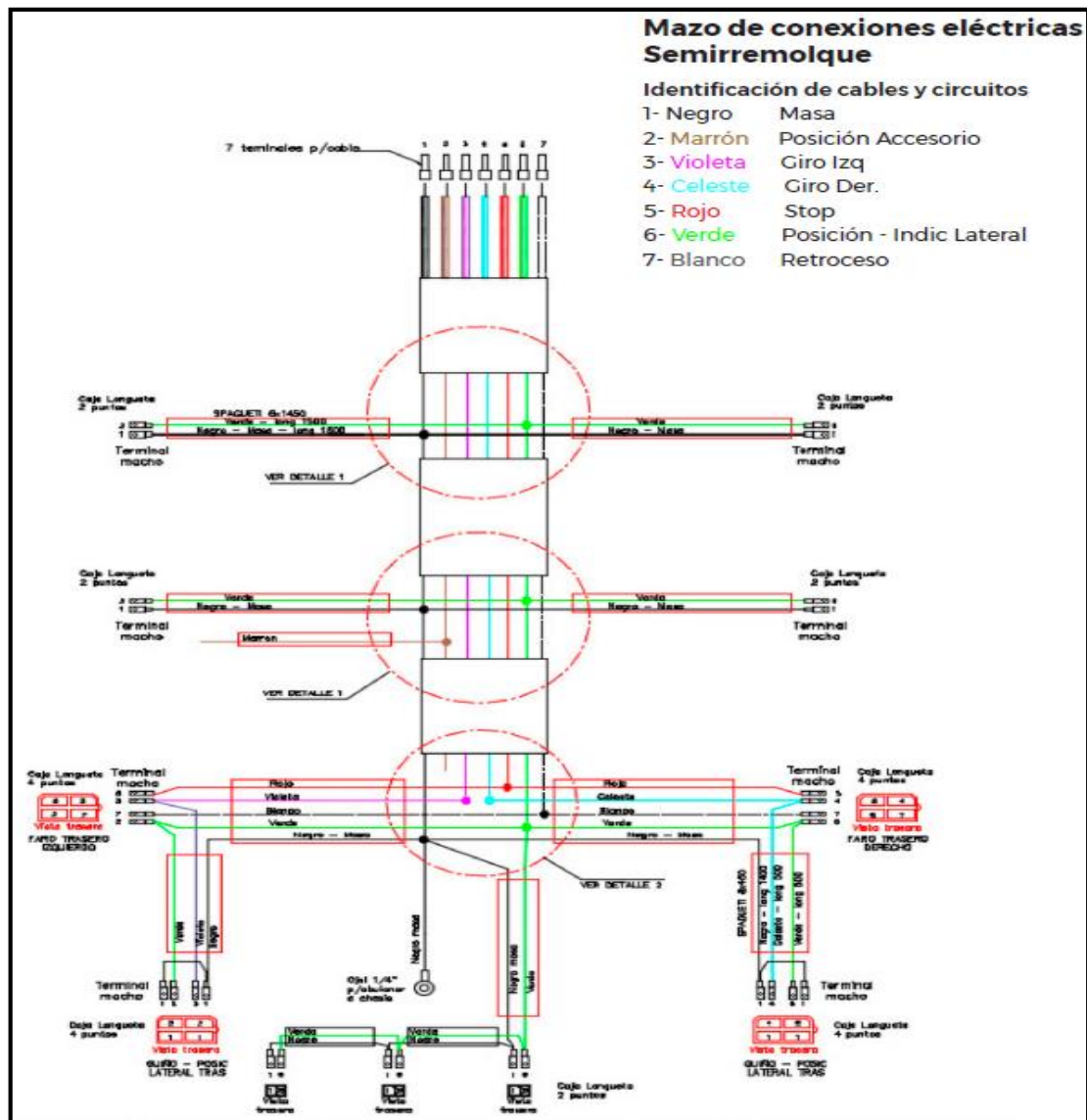


Figura 3.10 Circuito eléctrico

3.7 Sistema de acoplamiento

El sistema de acoplamiento consta de dos partes principales, una que va amarrada al tractor y se denomina quinta rueda, y otra acoplada al semirremolque llamado perno rey o King Pin.

El perno rey facilita un acoplamiento firme entre el semirremolque y la quinta rueda permitiendo también la rotación entre ambos. Además debe cumplir con todas las normas internacionales vigentes de fabricación para su correcto desempeño.

En la Figura 3.11 y 3.12 se pueden observar dichos componentes, productos *JOST*^[6].



Figura 3.11 – Quinta Rueda



Figura 3.12 – Perno Rey

En el capítulo 9, “*Verificación de partes críticas del equipo*”, se determinará qué tipo de quinta rueda se va a utilizar en el tractor, como así también el perno rey del semirremolque.

También se va a determinar la ubicación del “plato” sobre el camión y la verificación de resistencia del King Pin debido a los diferentes esfuerzos a los que está solicitado.

3.8 Patas de apoyo

Son elementos complementarios que ayudan mantener nivelado el equipo, tanto cuando está cargado como cuando está vacío, soportando una parte de la carga total. Facilitan el acople o desacople de la unidad tractora y el semirremolque. Las patas de apoyo utilizadas son marca *JOST*^[6] modelo B200, aptas para todos los tipos de semirremolques. En la Figura 3.13 se puede observar una de ellas.



Figura 3.13 – Patas de apoyo

Como características generales, constan de dos velocidades de operación operando a través de un conjunto de engranajes: una velocidad alta, para la aproximación de la zapata al suelo y otra baja, para el levantamiento de la carga. Sus especificaciones técnicas se detallan en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 – Características de patas de apoyo

Característica	Valor
Capacidad de levantamiento	24 ton
Capacidad de carga estática	50 ton
Avance de aproximación del zapata al suelo (velocidad alta)	10,6 mm / vuelta
Avance de trabajo con carga (velocidad baja)	1,0 mm / vuelta
Peso del conjunto (aproximado)	90 Kg
Fuerza del operador en la manivela:	
- Con 12 ton de carga	17 Kg
- Con 24 ton de carga	35 Kg

La zapata utilizada es del tipo “T”, usada en semirremolques con suspensión mecánica, soportando inclinaciones en el sentido de la marcha. Figura 3.14.

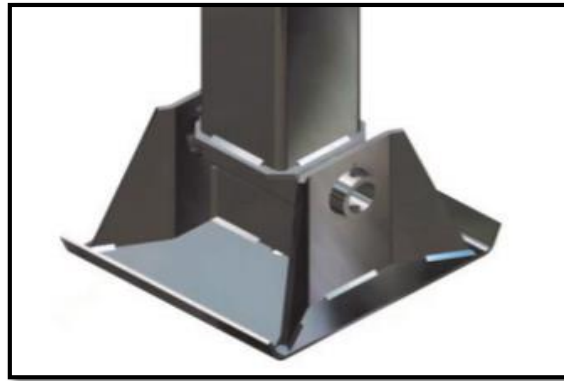


Figura 3.14 – Zapata tipo “T”

3.9 Otros accesorios

Otros tipos de accesorios que se encuentran en un semirremolques es la porta auxiliar para la rueda auxiliar del equipo, cajón de herramientas, tanque de agua, guardabarros, cintas reflectantes reglamentarias, arcos y lona, entre otros.

3.10 Proceso de descarga

Una batea está diseñado para efectuar una descarga progresiva, iniciándose normalmente a partir de $20^\circ - 30^\circ$ y produciéndose de manera completa a los $40^\circ - 42^\circ$.

El ángulo de talud de un montículo de granel sólido es el ángulo formado entre la cresta y la horizontal de la base cuando el material se estabiliza por sí mismo. También se puede definir como la pendiente máxima de una porción de producto granular sin que se produzca un deslizamiento. Para nosotros es el ángulo a partir del cual la mercancía se desliza y cae por sí misma. En la Figura 3.15 se pueden observar los ángulos de talud de algunos materiales.

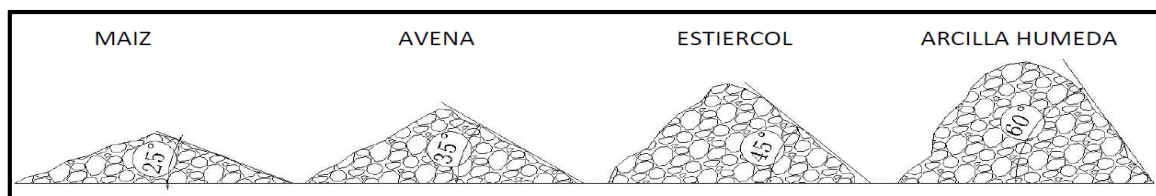


Figura 3.15 – Ángulo de talud de algunos materiales

No se puede descargar una mercancía con un ángulo de talud mayor que el ángulo máximo de elevación de la caja. Se puede considerar como norma general que la caja debe bascular entre 2 y 3 grados más que el ángulo de talud del producto a descargar.

Por ejemplo:

- El maíz, la avena, etc. se podrían descargar con una caja con un ángulo de basculación entre 39° y 43° .
- Para el estiércol, se necesitaría una caja con $49^\circ - 50^\circ$.
- La arcilla húmeda, barro, etc. serían imposibles descargarlos con medios normales.

Si realizamos un diagrama de descarga como modo de ejemplo en la Figura 3.16, y considerando que no se tiene en cuenta el efecto de deslizamiento de la carga sobre la caja.

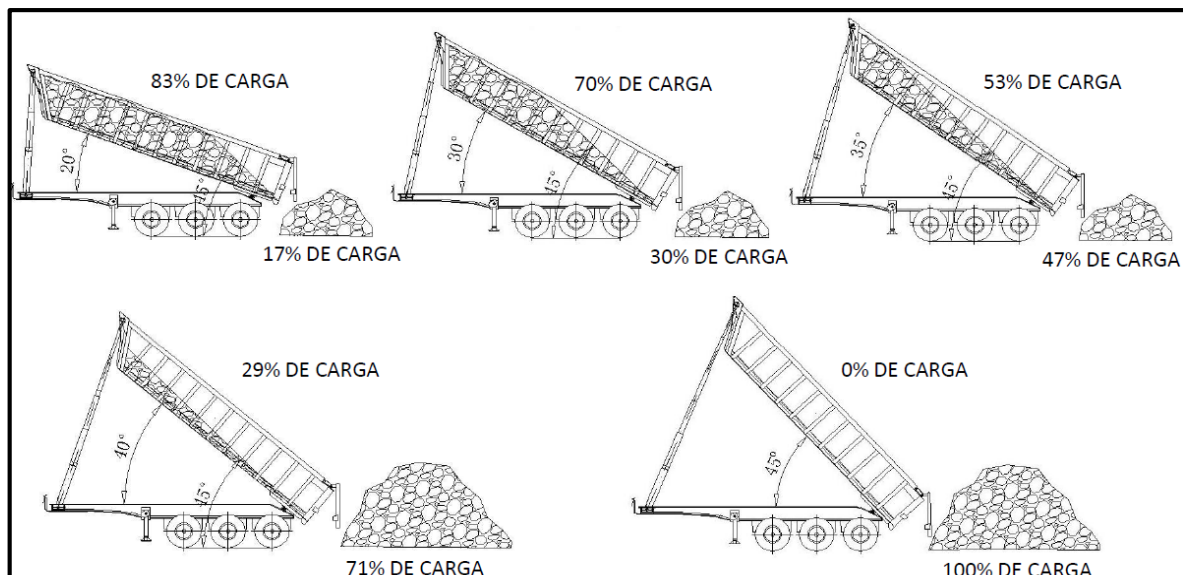


Figura 3.16 – Diagrama de descarga

El diagrama anterior está basado en una mercancía con ángulo de talud de 45° . Como puede observarse en los dibujos anteriores, toda carga que esté por encima del ángulo de 45° habría caído al suelo. Este es el caso más desfavorable dentro del grupo de cargas que pueden descargarse con cajas de 45° de basculación.

Con la caja a 30° de elevación, un 30% de la carga habría caído en el suelo, y con 40° de elevación habríamos descargado un 71% de la mercancía.

Otro factor importante es la altura del centro de gravedad como se ve en la Figura 3.17.

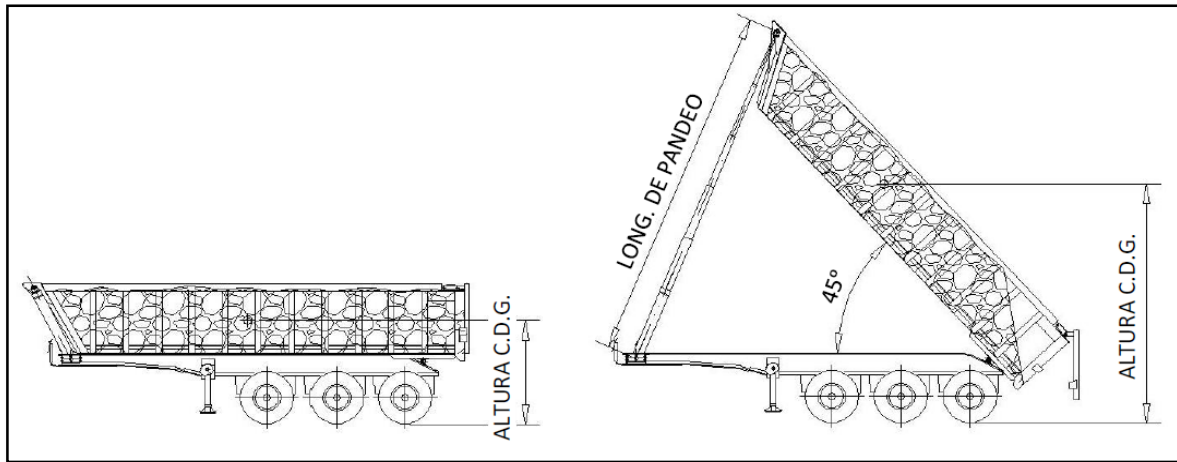


Figura 3.17 – Altura del C.D.G.

Se puede ver la diferencia entre la altura del centro de gravedad (C.D.G.) de un semirremolque con la caja a 0° y con la caja a 45° . La altura del C.D.G. determina en buena parte la estabilidad de un semirremolque durante la descarga. Si la carga permanece en la caja al final de la elevación, estaremos comprometiendo la estabilidad, y el accidente será inevitable. Por eso se aconseja no descargar nunca con un ángulo de talud mayor al ángulo de basculación de la caja. Si con una inclinación de 35° de la caja no ha caído al menos un 45% de la carga, se deberá bajar el basculante y efectuar la descarga por otros medios. Si seguimos elevando la caja provocaremos un alto riesgo de vuelco o pandeo y el consecuente accidente. Otras anomalías en la descarga se producen por mercancía pegadas a las paredes de la caja, que pueden acarrear una falta de desprendimiento o un desprendimiento lateral de la carga. En ambos casos, la inestabilidad del semirremolque es alta y la posibilidad de desencadenar procesos de vuelco o pandeo, muy grande. Figura 3.18.

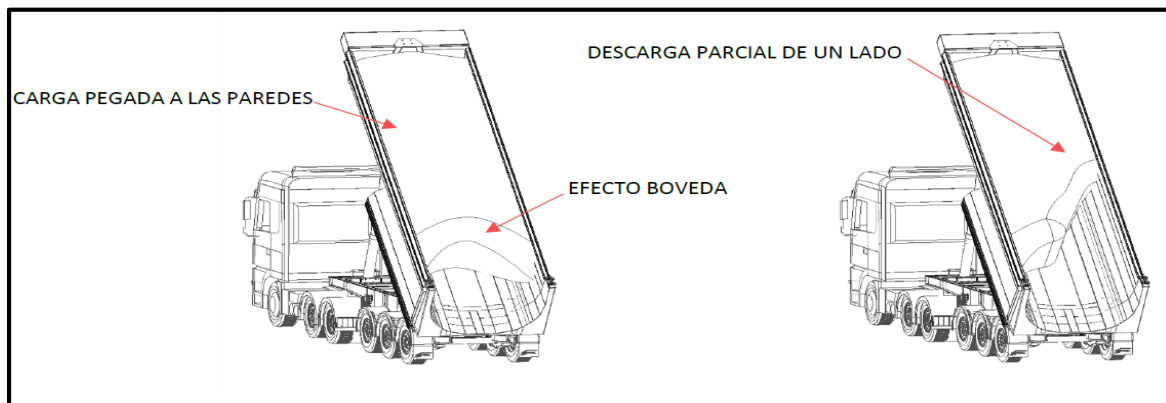


Figura 3.18 – Anomalías en la descarga

En vehículos con cajas muy largas, al efectuar la descarga, el material se acumula en el suelo, impidiendo el desalojo completo de la carga (Figura 3.19). Esta posición es muy inestable, considerando además que se el vehículo debe moverse para poder desalojar la carga. Se debe evitar este tipo de descargas por su riesgo y, en todo caso, realizarlas únicamente con materiales con un ángulo de talud máximo de 35°. De esta manera, se garantiza tener la menor cantidad de carga dentro de la caja cuando se interrumpa su desalojo y que, por lo tanto, el centro de gravedad quede lo más bajo posible.

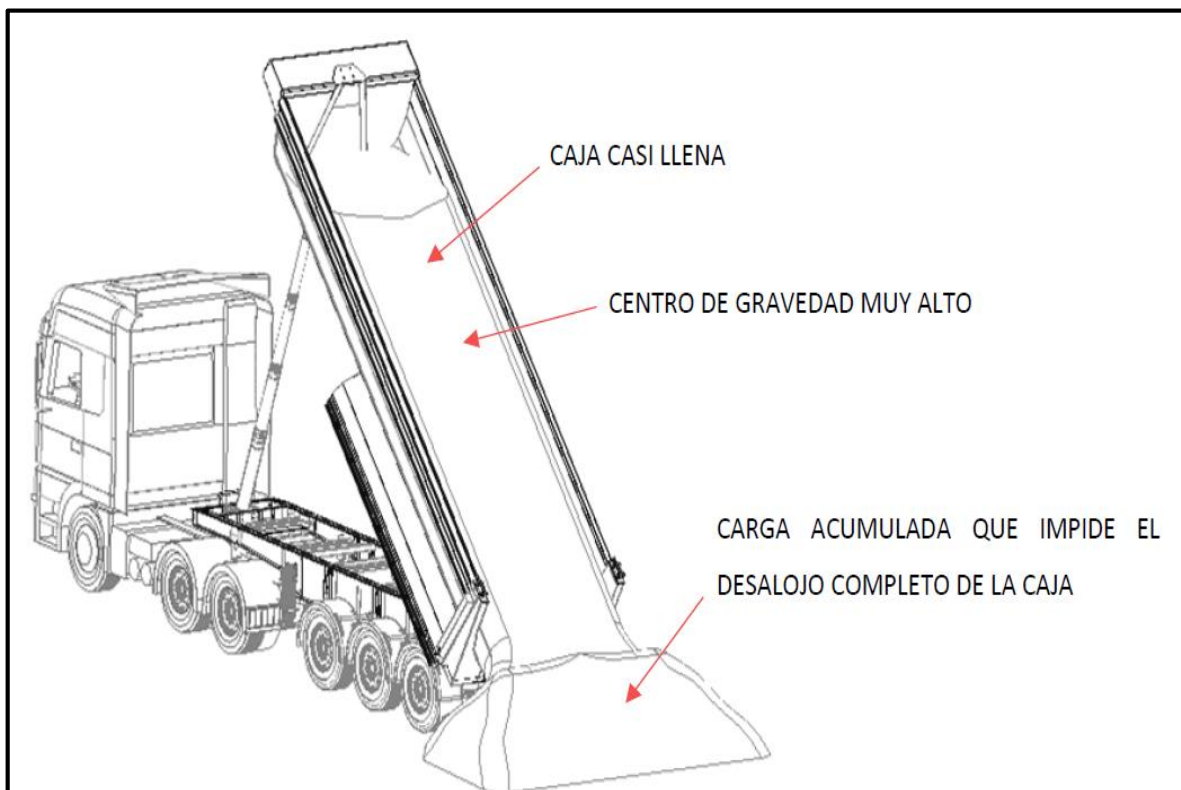


Figura 3.19 - Acumulación de carga en el suelo impidiendo la descarga

Por último, el fabricante del vehículo determinará el ángulo máximo de basculación en función del tipo de caja, su longitud, fortaleza y rigidez de la misma. Todo elemento que favorezca el deslizamiento de la carga sobre la caja mejorará dicho proceso, como por ejemplo cajas cónicas por la parte inferior, cajas lo más cortas posibles y con el mayor ángulo de basculación, materiales antiadherentes, etc.

Capítulo 4

4 CÁLCULO Y DISEÑO DEL CHASIS

4.1 Generalidades

Como se dispuso en el Capítulo 3, el equipo se puede dividir básicamente en dos partes fundamentales: el chasis y la batea o cuchara, como se puede observar en la Figura 4.1. Este capítulo hace referencia al cálculo y diseño del chasis, el cual se lo puede considerar la columna vertebral del equipo compuesto principalmente por dos vigas principales.



Figura 4.1 – Semirremolque Batea

4.2 Distribución del tren rodante

Se considera que el chasis tiene 3 (tres) ejes acoplados al sistema de suspensión, de los cuales 2 (dos) son del tándem doble compuesto por suspensiones mecánicas tipo ballestas o con elásticos como también se conoce, y el eje restante de levante neumático llamado eje auto-direccional. Si observamos la Tabla 4.1, la configuración que nos representa es la penúltima de la tabla. Si bien el chasis del semirremolque puede variar un poco respecto a las configuraciones anteriores, la diferencia no es excesiva. La posición del perno rey se va a ubicar algo más atrás que la posición habitual debido a la condición de agregar un eje más en el tractor y también el hecho de la transferencia de carga.

Por lo tanto, nuestro vehículo completo tendrá un peso máximo en bruto de 52,5 Tn y la relación Potencia/Peso del tractor será de 6 CV/Tn.

Tabla 4.1 – Nuevas configuraciones autorizadas

ESCALABILIDAD	TIPO DE VEHÍCULO	DIMENSIONES MÁXIMAS			PESO MÁXIMO (t)	Relación POT/PESO (CV/t) máx.
		LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)		
<ul style="list-style-type: none"> • Incorporación de nuevos modelos • Aumento de productividad de entre 15-20% • Eleva el límite de la carga de 45 tn a 55 tn 		18,60	2,60	4,30	49,50	6,00
		20,00	2,60	4,30	52,50	6,00
		20,00	2,60	4,30	52,50	6,00
		18,60	2,60	4,30	52,50	6,00
		18,60	2,60	4,30	55,60	6,00

Para determinar la distribución del tren rodante, que en este caso es el tándem doble, hay que estudiar que cargas actúan en el semirremolque y que reacciones soportarán estas cargas, como así también adoptar anteriormente algunas dimensiones como la posición del perno rey y el centro del eje neumático.

La carga máxima permitidas por la ley condicionan la carga útil sobre el semirremolque, la cual se considera uniformemente distribuidas a lo largo de toda la viga principal y situadas simétricamente respecto al eje longitudinal.

Debido al máximo peso reglamentario de 52.500 kg para este tipo de configuración de semirremolque y considerando las capacidades máximas a trasferir por ejes, el peso bruto total es $F_{BR} = 46.500$ kg, el cual incluye:

- ✓ Peso propio del semirremolque batea
- ✓ Peso de la carga útil

La carga utilizada se toma como una carga distribuida y se obtiene de la razón entre el máximo peso que soporta el semirremolque y la longitud de la caja en que se distribuye la carga. El balde sobresale unos 730 mm, generando un momento importante al final del chasis. Por lo tanto:

$$Q = \frac{q}{l} = \frac{46.500 \text{ Kg}}{940 \text{ cm}} = 49,5 \text{ Kg/cm}$$

Los límites de carga permitidos según la legislación son los siguientes:

- ✓ R_A = Máxima carga permitida en el doble eje traseros del tractor =18.000 Kg.
- ✓ R_B = Máxima carga permitida en el tándem doble del semirremolque =18.000 Kg.
- ✓ F_{AUT} = Reacción generada sobre el semirremolque debida a la fuerza que ejerce el eje auto-direccional suponiendo que tiene 4 neumáticos = 10.500 Kg.
- ✓ Eje delantero del tractor = 6000 Kg.

Sumando los límites de carga que se pueden transferir a través del tándem doble, los ejes traseros del tractor y el eje restante auto-direccional, surgen los 46.500 kg que transfiere el semirremolque.

Se establece que el eje direccional va ubicado a una distancia de 3000 mm, desde el centro de la manota central del tándem doble al centro del eje del direccional; y que el perno rey de acople, después de algunas mediciones en semirremolques escalados, se decide ubicarlo unos 1000 mm desde el parte frontal del chasis. Finalmente, considerando las cargas y las medidas de los componentes mencionados anteriormente, se determina la ubicación del tren rodante para una correcta distribución de carga sobre cada reacción (ejes y perno rey) a lo largo del chasis.

Como se puede observar en la Figura 4.2, se plantea el equilibrio de fuerzas simplificado del modelo de semirremolque tomando como centro de momento el punto “A”.

Donde:

$$\sum M_A = \frac{Q \times (700)^2}{2} - \frac{Q \times (7970)^2}{2} + F_{AUT} \times (X - 3000) + R_B \times X - M_1 = 0$$

$$\sum M_A = \frac{49,5 \times (70)^2}{2} - \frac{49,5 \times (797)^2}{2} + 10500 \times (X - 300) + 18000 \times X - \frac{49,5 \times (73)^2}{2} = 0$$

$$X = 6.630 \text{ mm}$$

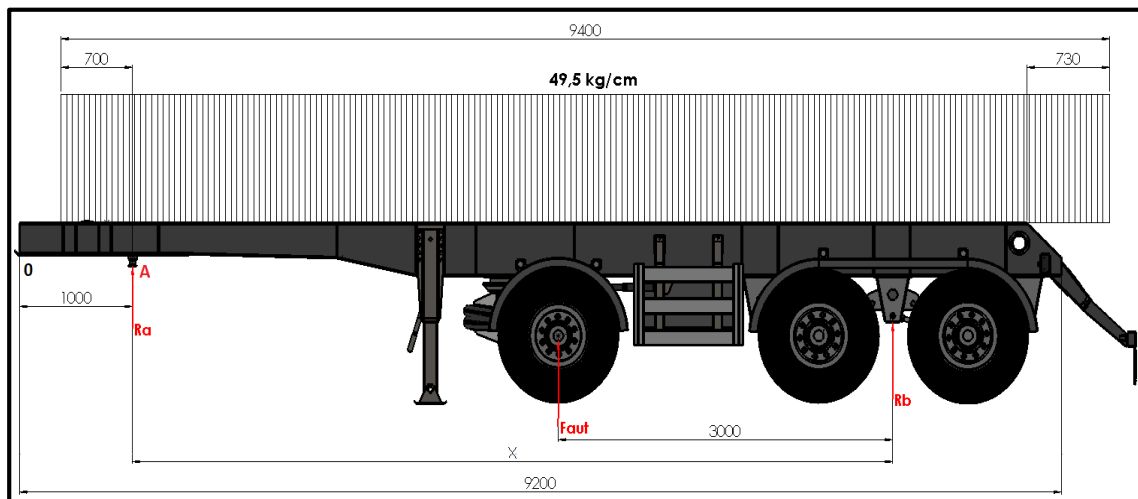


Figura 4.2 – Modelo simplificado del semirremolque

Por lo tanto, la distancia desde la Reacción “A” donde se encuentra el perno rey al centro del tándem dual será de 6.630 mm. En la siguiente Figura 4.3 podemos observar las dimensiones finales adoptadas y calculadas para el semirremolque.

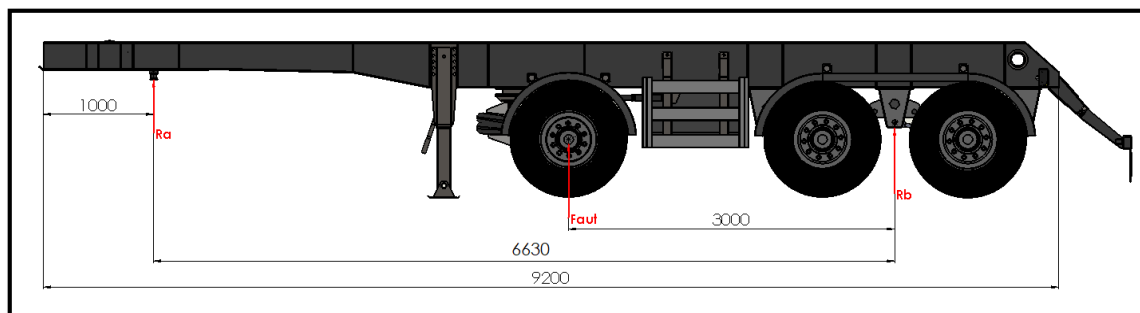


Figura 4.3 – Dimensiones generales

4.3 Distribución de manotas

Las manotas son utilizadas para soportar los elásticos o suspensiones tipo ballestas para luego acoplar éstos y los ejes a través de grampas. Estas manotas se unen al ala inferior de la viga principal del chasis por medio de uniones soldadas.

Una vez ubicada la posición del tren rodante en el chasis del semirremolque, se distribuyen las manotas en el mismo. La distancia que se optó para éstas es de 1100 mm.

La distancia entre ejes será 1200 mm como se puede ver en la Figura 4.4.

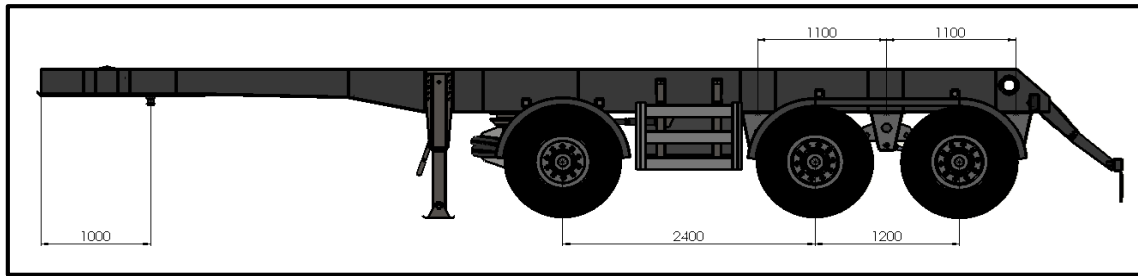


Figura 4.4 – Dimensiones entre manotas y ejes

4.4 Material utilizado para la construcción del semirremolque

El acero seleccionado para el chasis es un acero estructural de alta resistencia laminado en caliente llamado **Strenx 700 MC**, fabricado para su conformado en frío con un límite de elasticidad mínimo de 700 MPa, y diseñado para crear estructuras más resistentes y ligeras. Producto proporcionado por SSAB^[4].

Strenx 700 MC se encuentra disponible en espesores de 2 a 10 mm y anchos de hasta 1.600 mm en forma de rollo, rollo cortado y placa cortada a la medida en longitudes de hasta 16 metros.

Presenta buenas cualidades para la soldadura y es un acero para conformado en frío no apto para tratamientos térmicos a temperaturas superiores a 580 °C, ya que el material podría perder sus propiedades características.

A continuación presentamos en las Tablas 4.2 y 4.3, sus propiedades mecánicas, como así también la composición química del mismo.

Tabla 4.2 – Propiedades mecánicas del acero Strenx 700MC

Propiedades mecánicas					
Espesor (mm)	Límite de elasticidad R_{eH} ^{1) 2)} (min MPa)	Tensión de rotura R_m (MPa)	Elongación A_{80} ⁴⁾ (min %)	Elongación A_5 (min %)	Radio mínimo de plegado interior para un plegado de 90° ³⁾
2 - 3	700	750 - 950	10	12 ⁵⁾	0.8 x t
3.01 - 6	700	750 - 950		12	1.2 x t
6.01 - 10	700	750 - 950		12	1.6 x t

Las propiedades mecánicas se ensayan en sentido longitudinal.
¹⁾ Si no se puede aplicar R_{eH} , se usa $R_p 0.2$.
²⁾ Para espesores > 8 mm, el límite elástico mínimo puede ser 20 MPa o inferior.
³⁾ Tanto en sentido longitudinal como transversal
⁴⁾ El valor A_{80} se puede aplicar a grosores de chapa < 3,00 mm
⁵⁾ El valor A_5 se puede aplicar a grosores de chapa $t \geq 3$ mm.

Tabla 4.3 – Composición química del acero Strenx 700MC

Composición química (análisis de colada)								
C (max %)	Si ¹⁾ (max %)	Mn (max %)	P (max %)	S (max %)	Al _{tot} (min %)	Nb ²⁾ (max %)	V ²⁾ (max %)	Ti ²⁾ (max %)
0.12	0.21	2.10	0.020	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15

¹⁾ Si este material se va a galvanizar por inmersión en caliente, conforme a las categorías A o B de la norma EN 10149-2, debe especificarse en el momento de realizar el pedido. Consulte acerca de la disponibilidad de otras clases para galvanización con alto contenido de silicio.

²⁾ Suma de Nb, V y Ti = máx 0,22 %

El grano del acero se ha refinado.

4.5 Cálculo de esfuerzos en vigas principales

Como se indicó anteriormente, el chasis se puede considerar como la columna vertebral del equipo y está compuesto por dos vigas principales.

Los métodos de cálculos que se van adoptar son por resistencia o tensión y los referidos a la deformación, ya que es un factor muy limitante respecto al óptimo desempeño del equipo.

Una vez que las reacciones de apoyo están ubicadas en su posición, se procede al cálculo de los momentos flectores generados a lo largo de la viga, utilizando un estado de carga uniformemente distribuido para el dimensionamiento de las mismas. En este caso, y por una cuestión de simetría, solo se calcula una de ellas considerando que soporta la mitad de la carga actuante en la estructura.

La configuración de semirremolque utilizado en el proyecto es del tipo 2+1. Cuando el equipo está cargado y en posición de transporte, por ejemplo viajando por ruta, el eje direccional tiene que estar trabajando conjuntamente con el tándem trasero como lo estipula la ley, es decir, deben contar con un dispositivo (no accionable de la cabina), que automáticamente baje el eje cuando el vehículo está cargado. Pero hay ciertas zonas con difícil maniobrabilidad o lugares con dificultad de acceso que obligan el levante del eje neumático (de modo manual), generando una redistribución de carga sobre los ejes restantes.

Por tal motivo, el cálculo de los esfuerzos en la viga se adopta para dos configuraciones diferentes, una con el eje trabajando y otra con el eje levantado, con el fin de determinar los

momentos flectores máximos, compararlos y utilizar el más desfavorable en el dimensionamiento de la viga.

4.5.1 Análisis de esfuerzos y cargas aplicadas sobre la viga

El software utilizado para realizar el estudio de los esfuerzos es MD Solids donde se obtienen las reacciones y los diagramas de esfuerzo cortante y momentos flectores. De todas maneras, también se realiza una comprobación de cálculo manual. Como se dijo anteriormente, al calcular solo una viga, se considera la mitad de las cargas. Estos valores son:

- ✓ $F_{AUT} = 5250 \text{ Kg}$ (Eje levadizo)
- ✓ $q = 24,75 \text{ Kg/cm}$

Antes de realizar el análisis de esfuerzos, hay que tener en cuenta los efectos dinámicos que se generan en la estructura debido a irregularidades del terreno o cargas de impacto, lo que puede traer consecuencias sobre la rigidez del chasis. Por este motivo el efecto de la carga transportada sobre la estructura se incrementa un 30%, según la *AASTHO*^[7], quedando:

$$Q = 49,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} + 14,5 \text{ kg/cm} = 64 \text{ Kg/cm}$$

Finalmente, la mitad de la carga distribuida para el cálculo es $q = 32 \text{ Kg/cm}$ y se representa en la Figura 4.5, considerando que el eje auto-direccional se encuentra trabajando.

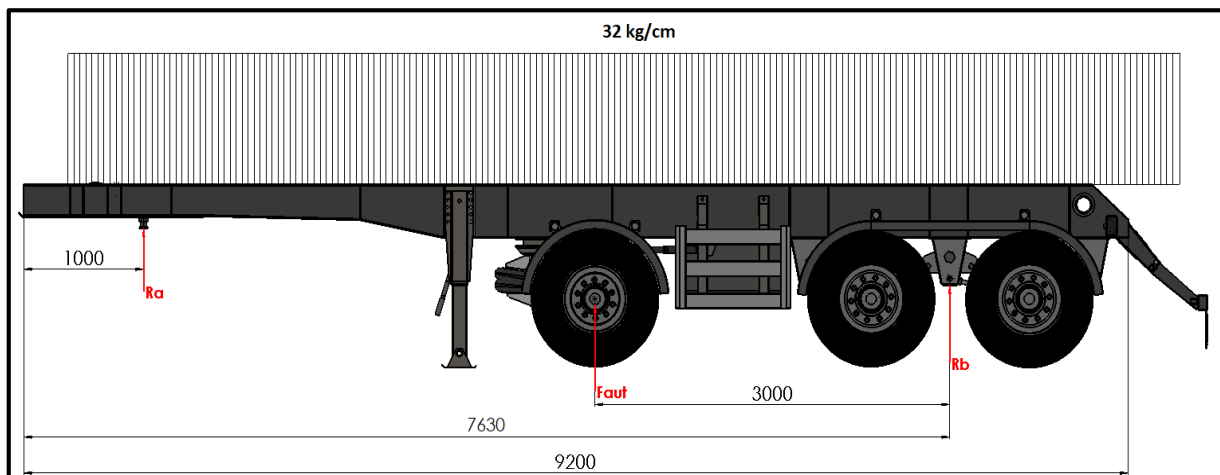


Figura 4.5 – Viga con eje levadizo trabajando y con cargas de impacto

Planteando las ecuaciones de equilibrio tomando como centro de momento el punto "A" podemos determinar las reacciones Ra y Rb.

$$\sum M_A = \frac{q \times (700)^2}{2} - \frac{q \times (7970)^2}{2} + F_{AUT} \times 3630 + R_B \times 6630 - M_1 = 0$$

$$\sum M_A = \frac{32 \times (70)^2}{2} - \frac{32 \times (797)^2}{2} + 5250 \times 363 + R_B \times 663 - \frac{32 \times (73)^2}{2} = 0$$

$$R_B = 12.465 \text{ Kg } \uparrow$$

$$\sum F_y = R_A + F_{AUT} + R_B - q \times 8670 =$$

$$\sum F_y = R_A + 5.250 + 12.465 - 32 \times 867 = 0$$

$$R_A = 10.000 \text{ Kg } \uparrow$$

A continuación se determina el momento flector máximo planteando las ecuaciones de momento en los diversos sectores de la viga.

Tramo $0 \leq x \leq 30$

$$Q = 0 \text{ kg}$$

$$M_f = 0 \text{ kg.cm}$$

Tramo $30 \leq x \leq 100$

$$Q = -q \times (X - 30) = \begin{cases} X = 30 \rightarrow Q = 0 \text{ kg} \\ X = 100 \rightarrow Q = 2.240 \text{ Kg } \downarrow \end{cases}$$

$$M_f = -q \times \frac{(X - 30)^2}{2} = \begin{cases} X = 30 \rightarrow M_f = 0 \text{ kg.cm} \\ X = 100 \rightarrow M_f = -78.400 \text{ kg.cm} \end{cases}$$

Tramo $100 \leq x \leq 463$

$$Q = -q x (X - 30) + R_A = \begin{cases} X = 100 \rightarrow Q = 7.760 \text{ Kg} \uparrow \\ X = 463 \rightarrow Q = -3.856 \text{ Kg} \downarrow \end{cases}$$

$$M_f = -q x \frac{(X - 30)^2}{2} + R_A x (X - 100) = \begin{cases} X = 100 \rightarrow M_f = -78.400 \text{ kg.cm} \\ X = 463 \rightarrow M_f = 630.176 \text{ kg.cm} \end{cases}$$

Tramo $463 \leq x \leq 763$

$$Q = -q x (X - 30) + R_A + F_{AUT} = \begin{cases} X = 463 \rightarrow Q = 1.394 \text{ kg} \uparrow \\ X = 763 \rightarrow Q = 8.206 \text{ kg} \downarrow \end{cases}$$

$$M_f = -q x \frac{(X - 30)^2}{2} + R_A (X - 100) + F_{AUT} (X - 463) =$$

$$= \begin{cases} X = 463 \rightarrow M_f = 630.176 \text{ kg.cm} \\ X = 763 \rightarrow M_f = -391.624 \text{ kg.cm} \end{cases}$$

Tramo $763 \leq x \leq 897$

$$Q = -q x (X - 30) + R_A + F_{AUT} + R_B = \begin{cases} X = 763 \rightarrow Q = 4.259 \text{ kg} \uparrow \\ X = 897 \rightarrow Q = 0 \text{ kg} \downarrow \end{cases}$$

$$M_f = -q x \frac{(X - 30)^2}{2} + R_A (X - 100) + F_{AUT} (X - 463) + R_B (X - 763) - M_1 =$$

$$= \begin{cases} X = 763 \rightarrow M_f = -391.624 \text{ kg.cm} \\ X = 897 \rightarrow M_f = 0 \text{ kg.cm} \end{cases}$$

El máximo momento flector para esta configuración de viga se da a los 3434 mm desde el frente del chasis y tiene un valor de:

$$M_f = -q x \frac{(X - 30)^2}{2} + R_A x (X - 100) = \{ X = 343,4 \rightarrow M_f = 862.500 \text{ kg.cm}$$

Verificamos con el software **MD Solids** los resultados y representamos en la Figura 4.6 de la siguiente página, los diagramas de esfuerzos.

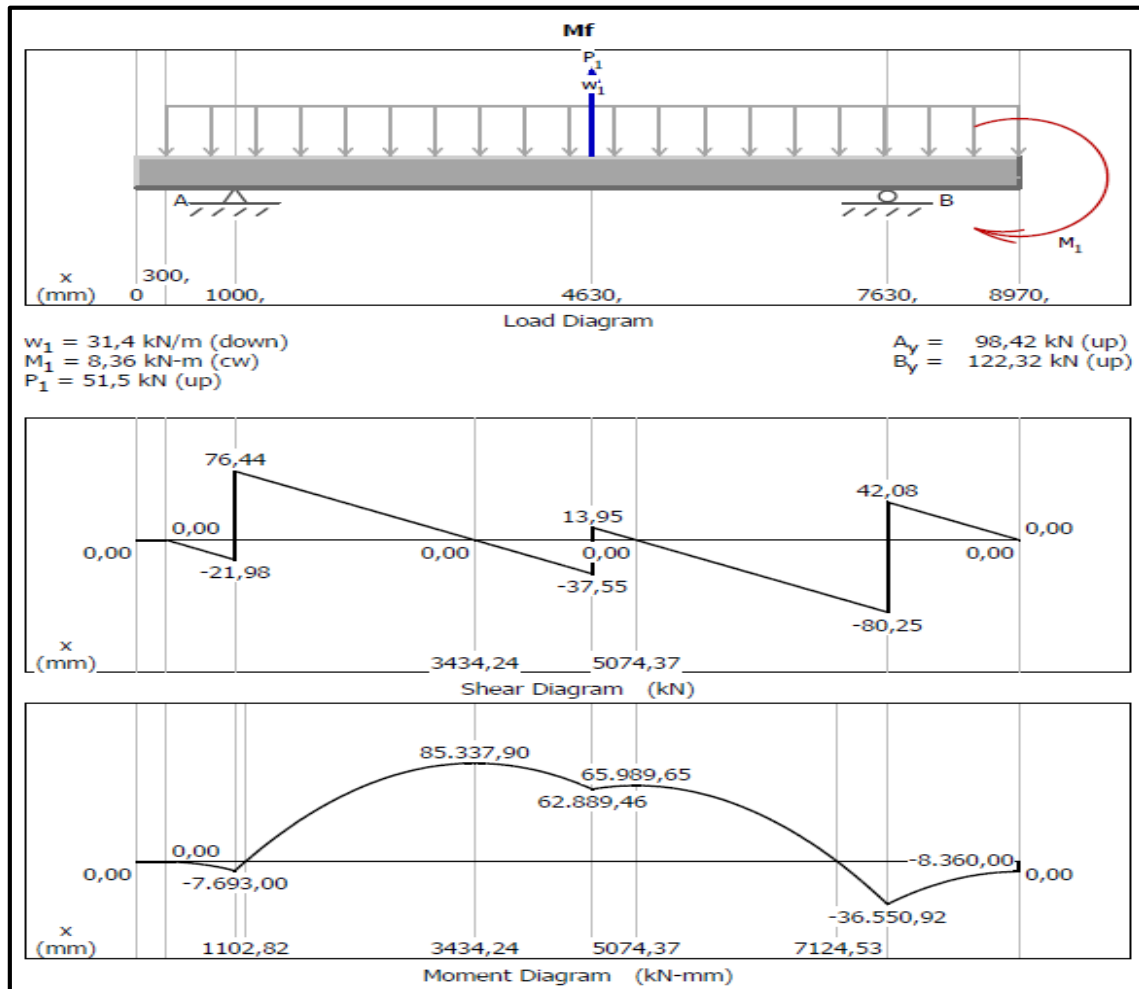


Figura 4.6 – Diagrama de esfuerzos con eje auto-direccional trabajando

La otra configuración de viga, como se dijo, con el eje neumático suspendido, se puede observar en la Figura 4.7. En este caso, la fuerza F_{AUT} deja de existir y hay una redistribución de carga sobre las otras reacciones por lo que sus valores cambian. Este tipo de configuración será más desfavorable que la anterior.

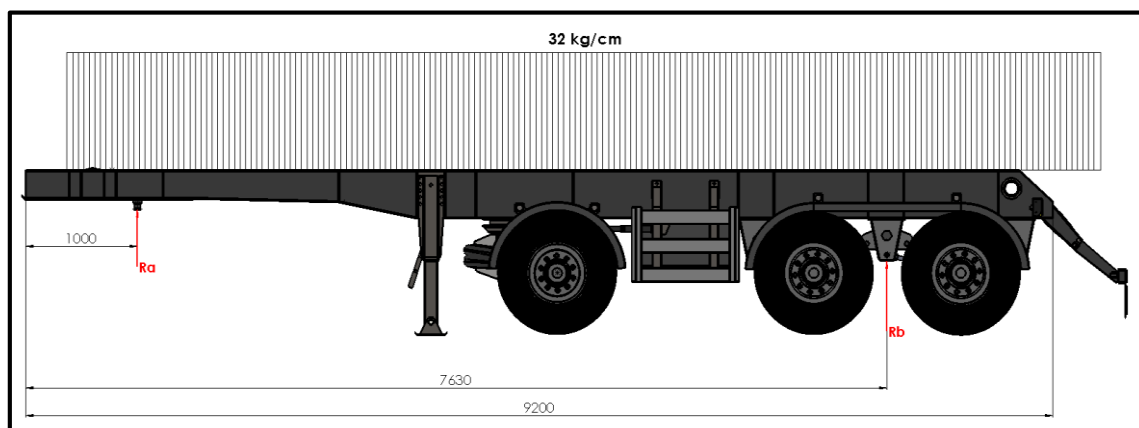


Figura 4.7 – Viga con eje auto-direccional levantado

Planteando las ecuaciones de equilibrio tomando como centro de momento el punto "A" podemos determinar las reacciones Ra y Rb.

Entonces:

$$\sum M_A = \frac{q \times (70)^2}{2} - \frac{q \times (797)^2}{2} + R_B \times 663 - M_1 = 0$$

$$\sum M_A = \frac{32 \times (70)^2}{2} - \frac{32 \times (797)^2}{2} + R_B \times 663 - 85.264 = 0$$

$$R_B = 15.340 \text{ Kg } \uparrow$$

$$\sum F_y = R_A + R_B - q \times 867 = 0$$

$$\sum F_y = R_A + 15.340 - 32 \times 867 = 0$$

$$R_A = 12.400 \text{ Kg } \uparrow$$

A continuación se determina el momento flector máximo planteando las ecuaciones de momento en los diversos sectores de la viga.

Tramo $0 \leq x \leq 30$

$$Q = 0 \text{ kg}$$

$$M_f = 0 \text{ kg.cm}$$

Tramo $30 \leq x \leq 100$

$$Q = -q \times (X - 30) = \begin{cases} X = 30 \rightarrow Q = 0 \text{ kg} \\ X = 100 \rightarrow Q = 2.240 \text{ Kg } \downarrow \end{cases}$$

$$M_f = -q \times \frac{(X - 30)^2}{2} = \begin{cases} X = 30 \rightarrow M_f = 0 \text{ kg.cm} \\ X = 100 \rightarrow M_f = -78.400 \text{ kg.cm} \end{cases}$$

Tramo $100 \leq x \leq 763$

$$Q = -q x (X - 30) + R_A = \begin{cases} X = 100 \rightarrow Q = 10.160 \text{ Kg } \uparrow \\ X = 763 \rightarrow Q = -11.056 \text{ Kg } \downarrow \end{cases}$$

$$M_f = -q x \frac{(X - 30)^2}{2} + R_A x (X - 100) = \begin{cases} X = 100 \rightarrow M_f = -78.400 \text{ kg.cm} \\ X = 763 \rightarrow M_f = -375.424 \text{ kg.cm} \end{cases}$$

Tramo $763 \leq x \leq 897$

$$Q = -q x (X - 30) + R_A + R_B = \begin{cases} X = 763 \rightarrow Q = 4.284 \text{ kg } \uparrow \\ X = 897 \rightarrow Q = 0 \text{ kg } \downarrow \end{cases}$$

$$M_f = -q x \frac{(X - 30)^2}{2} + R_A(X - 100) + R_B(X - 763) - M_1 =$$

$$= \begin{cases} X = 763 \rightarrow M_f = -375.424 \text{ kg.cm} \\ X = 897 \rightarrow M_f = 0 \text{ kg.cm} \end{cases}$$

El máximo momento flector para esta configuración de viga se da a los 4176 mm desde el frente del chasis y tiene un valor de:

$$M_f = -q x \frac{(X - 30)^2}{2} + R_A x (X - 100) = \{X = 417,6 \rightarrow M_f = 1.534.500 \text{ kg.cm}\}$$

A continuación verificamos con el software MD Solids los resultados y representamos en la Figura 4.8, los diagramas de esfuerzos. Como se puede observar, el momento flector máximo para este caso es aproximadamente un 43% mayor que para el estado anterior con el eje neumático puesto en tierra, por lo que el valor calculado recientemente es el que se va a utilizar para dimensionar. Este valor máximo es para el punto más desfavorable de la viga, que no será uniforme en todo el largo sino que poseerá un cambio de sección en el comienzo de la misma por cuestiones de alturas debido a la necesidad de acoplar del semirremolque con el tractor. Estos cambios de secciones también serán verificados teniendo en cuenta los máximos momentos generados y las secciones de cada punto en cuestión.

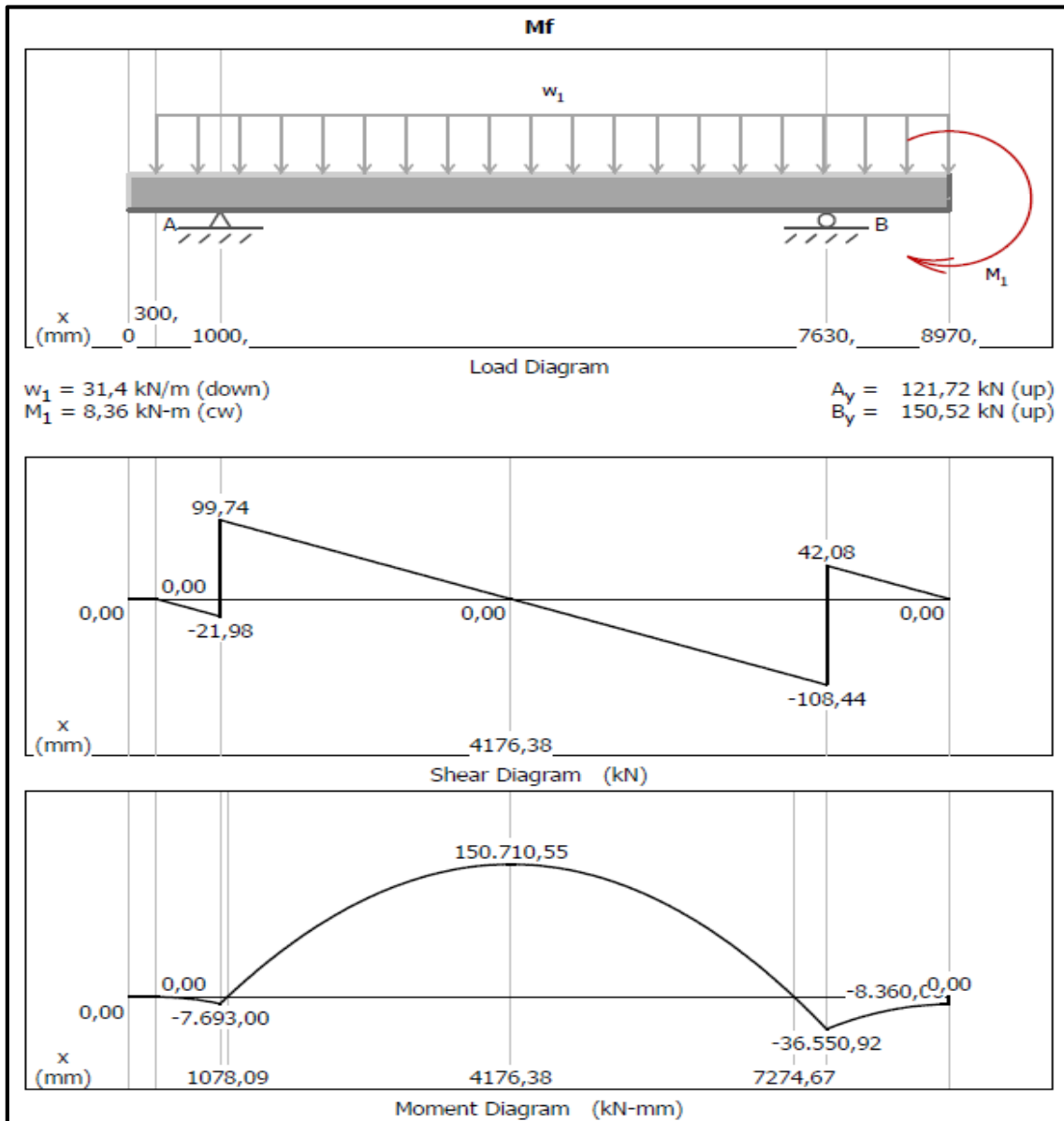


Figura 4.8 – Diagrama de esfuerzos con el eje auto-direccional suspendido

4.6 Sección de la viga principal

Anteriormente obtuvimos los valores de los momentos flectores generados a lo largo de toda la viga y para sus diferentes estados de solicitación, siendo el más desfavorable cuando el chasis se encuentra con su eje neumático levantado. Teniendo en cuenta el valor máximo de momento flector, el perfil de estructura a utilizar y el material que ya definimos, se realizan los cálculos necesarios para definir el dimensionamiento de la viga principal. El perfil de la estructura que se va a utilizar para conformar la viga es tipo doble T, el cual está constituido por láminas de

chapa de calidad STREX 700MC, con un límite elástico de 7000 Kg/cm². Ver Tablas 4.2 y 4.3.

Para el cálculo se omitirán los esfuerzos normales, cortantes y de torsión que se generan al cargar y descargar el equipo, como así también las vibraciones inducidas que se producen en el chasis al desplazarse, ya que fueron consideradas anteriormente como carga dinámica incrementando un 30% la carga total.

De todas maneras, se adopta un coeficiente de seguridad de N=2, obteniendo una tensión admisible menor con el fin de mantener siempre un margen de seguridad:

$$S_{adm} = \frac{S_y}{N} = \frac{7000}{2} = 3.500 \text{ kg/cm}^2$$

Aplicando la *Ley de Navier*^[8], podemos determinar el modulo resistente “W” necesario para la viga y para todos los estados de carga, es decir, se determinará la sección resistente para el máximo momento flector generado lo que resulta una viga de sección uniforme y constante en toda su longitud. Pero como se nombró anteriormente, la viga tiene un tramo rebajado lo que permite el acople con el tractor, por lo que las dimensiones de la sección rebajada serán determinadas más adelante teniendo en cuenta los momentos flectores en los puntos más desfavorables en cada tramo de viga principal.

Si M_f es el momento flector que actúa en una sección de la viga, “I” es el momento de inercia de esa sección respecto a la línea neutra e “y” la distancia desde el eje neutro a la fibra considerada, se cumple:

$$S = \frac{M_f \cdot y}{I} = \frac{M_f}{W} \quad \text{donde } W \text{ es el módulo resistente}$$

$$W = \frac{M_f}{S_{adm}} = \frac{1.534.500 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{3.500 \text{ kg/cm}^2} = 438 \text{ cm}^3$$

A partir de este valor se calcula la sección de viga necesaria para soportar el máximo momento flector. La Figura 4.9 muestra la viga comúnmente llamada “doble T” formada por un ala superior, un alma central y un ala inferior unidas a través de soldaduras. Las dimensiones propuestas son:

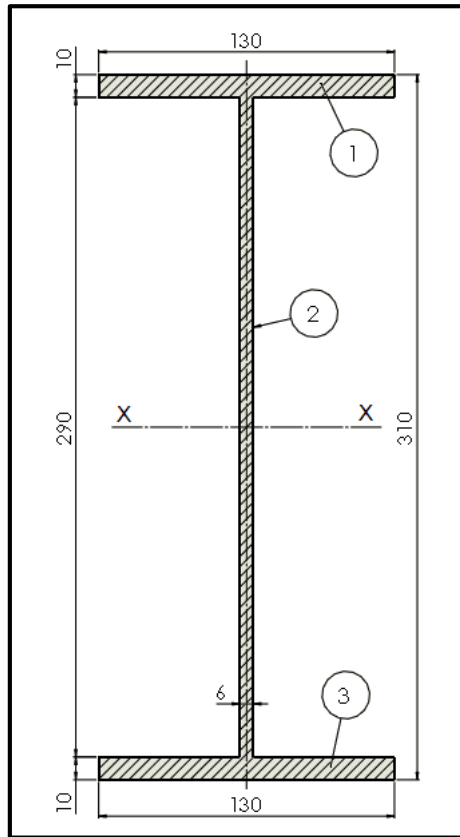


Figura 4.9 – Doble “T”

A continuación se realiza la verificación de dicho perfil para asegurarse que la tensión admisible es mayor a la tensión de trabajo. Primero se determina el momento de inercia de la sección:

Áreas parciales:

$$A_1 = A_3 = A = 13 \times 1 = 13 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 0.6 \times 29 = 17,4 \text{ cm}^2$$

$$A_{total} = 2A + A_2 = 43,4 \text{ cm}^2$$

Momento de inercia de A1, A2 y A3 con respecto a su eje baricentro:

$$I_1 = I_3 = I = \frac{13 \times (1)^3}{12} = 1,08 \text{ cm}^4$$

$$I_2 = \frac{0,6 \times (29)^3}{12} = 1.220 \text{ cm}^4$$

Aplicando el Teorema de Steiner se calcula el momento de inercia de la sección con respecto al eje X-X:

$$I^{xx} = I_2 + 2(I + A \times d^2)$$

$$I^{xx} = 1.220 + 2 \times (1,08 + 13 \times (15)^2)$$

$$I^{xx} = 7.072 \text{ cm}^4$$

El módulo resistente W es:

$$\frac{I}{y} = \frac{7.072}{15,5} = W = 456 \text{ cm}^3$$

Teniendo en cuenta que el máximo momento flector se da a los 4176 mm desde el frente de chasis y cuando el eje neumático se encuentra suspendido, cuyo valor es 1.534.500 kg.cm, se procede a verificar la tensión de trabajo sobre la fibra más alejada del perfil aplicando Navier:

$$\sigma_{\text{trabajo}} = \frac{M_{\text{fmax}} \cdot y}{I} = \frac{1.534.500 \text{ kg. cm} \times 15,5 \text{ cm}}{7.072 \text{ cm}^4} = 3.363 \text{ kg/cm}^2$$

La tensión de trabajo generada por las cargas existentes es menor a la tensión admisible calculada con la viga propuesta, demostrando que la sección propuesta puede funcionar sin problemas.

4.7 Deformación de la viga

A través del software Analysis Structural se determinará un factor muy importante en el cálculo del chasis como es la deformación de la viga. Se considera como deformación límite de la viga 1 mm/metro, resultando la flecha máxima admisible unos 9 mm.

Hay que tener en cuenta que el cálculo que se está realizando es sobre una viga simple sin tener en cuenta los refuerzos o cruceros internos que tiene la estructura completa del chasis siendo esto muy importante para la rigidez del mismo, por este motivo algunos valores de deformación pueden ser excesivos.

La deformación a verificar es para la configuración de viga con el eje auto-direccional suspendido, como se puede observar en la Figura 4.10, ya que tendrá una deformación mayor respecto a cuándo el eje neumático está en posición de trabajo.

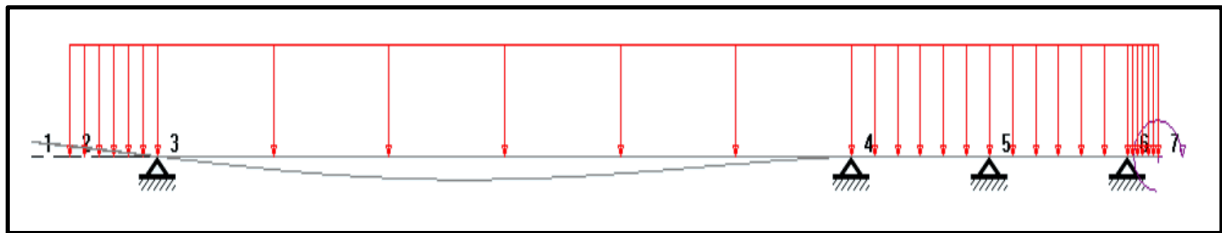


Figura 4.10 – Deformación de la viga con el eje auto-direccional levantado

En el modelo simulado se han colocado restricciones fijas al final del chasis que representan las manotas de amarre para las ballestas. Los resultados arrojados por el software se pueden observar en la Figura 4.11 (página siguiente) e indican que la máxima deflexión se da en el miembro Número 3 de la estructura con un valor de 12,3 mm a los 3460 mm desde la parte frontal del chasis. Por este motivo de flecha excesiva se decide aumentar la sección de la viga principal para estar dentro de los límites correctos, siendo representadas en la Figura 4.12, las dimensiones finales de la sección a utilizar.

Sus propiedades de sección son:

$$A_{\text{total}} = 48,8 \text{ cm}^2 ; I^{\text{x}} = 12.632 \text{ cm}^4 ; I^{\text{y}} = 367 \text{ cm}^4$$

[mm]	Stress [N/mm ²]						Deflection [mm]		Stress [N/mm ²]
Distance	N	T _y	T _z	M _x	M _y	M _z	f _y	f _z	Sres
2239.650	0.000	9.695				-7288.234	-12.168		156.651
2267.300	0.000	99.115				-7286.730	-12.195		156.629
2294.950	0.000	188.536				-7282.753	-12.218		156.570
2322.600	0.000	277.956				-7276.304	-12.238		156.474
2350.250	0.000	367.376				-7267.382	-12.254		156.343
2377.900	0.000	456.797				-7255.988	-12.266		156.175
2405.550	0.000	546.217				-7242.121	-12.275		155.970
2433.200	0.000	635.638				-7225.782	-12.279		155.730
2460.850	0.000	725.058				-7206.971	-12.281		155.454
2488.500	0.000	814.479				-7185.686	-12.278		155.142
2516.150	0.000	903.899				-7161.930	-12.272		154.795
2543.800	0.000	993.319				-7135.701	-12.262		154.412
2571.450	0.000	1082.740				-7106.999	-12.249		153.995
2599.100	0.000	1172.160				-7075.825	-12.232		153.544
2626.750	0.000	1261.581				-7042.179	-12.212		153.059
2654.400	0.000	1351.001				-7006.060	-12.188		152.540

Member nr: Select the members to be drawn: 1 2 3 4 5 6

Number of divisions: All members

Figura 4.11 – Deflexión máxima

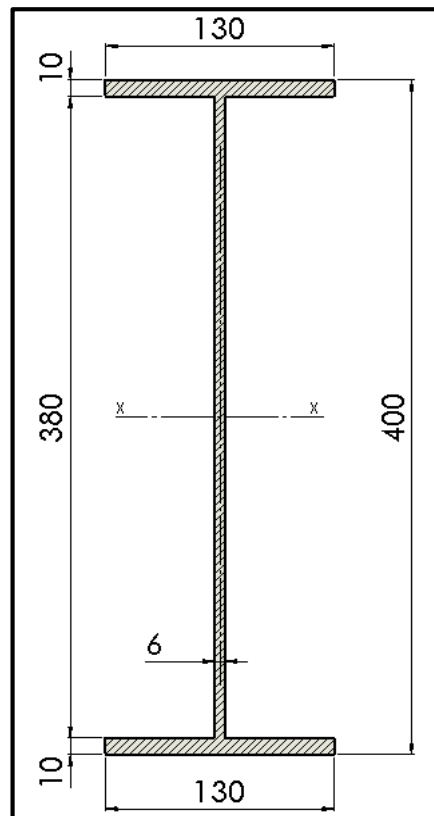


Figura 4.12 – Doble T 400

Aumentar la altura de la viga es una de las formas más eficientes para aumentar la rigidez a la flexión. Para esta nueva sección la flecha máxima es de 7 mm aproximadamente, por lo que se considera apropiada en lo que se refiere a cálculo por deformación y necesaria para el correcto desempeño de la estructura en conjunto. En este caso la máxima tensión de trabajo será todavía aún menor que la tensión admisible del material.

$$\sigma_{\text{trabajo}} = \frac{M_{\text{fmax}} \cdot y}{I} = \frac{1.534.500 \text{ kg. cm} \times 20 \text{ cm}}{12.632 \text{ cm}^4} = 2.430 \text{ kg/cm}^2$$

4.8 Viga principal de sección variable

Si bien hasta el momento obtuvimos una viga resistente tanto en tensión como en deformación para la totalidad de las cargas incluyendo las que pueden llegar a ser de impacto, la viga final requiere un diseño tanto en la parte inicial para lograr el acople con el camión tractor siendo la misma rebajada, como en la parte final para poder inclinar la batea un cierto ángulo necesario para la descarga, siendo la función principal del equipo.

A continuación se representa en la Figura 4.13 las dimensiones finales de la viga para verificar posteriormente que los esfuerzos generados en las nuevas secciones doble “T” pueden funcionar correctamente con las mismas sollicitaciones de carga. Hay que tener en cuenta que el camión tractor tiene doble eje trasero debido a la escalabilidad, por lo tanto el doble “T” al comienzo del chasis será algo más largo que lo normal para posibilitar el giro del vehículo, evitando que el último eje trasero del camión haga contacto con algunas de las partes del chasis.

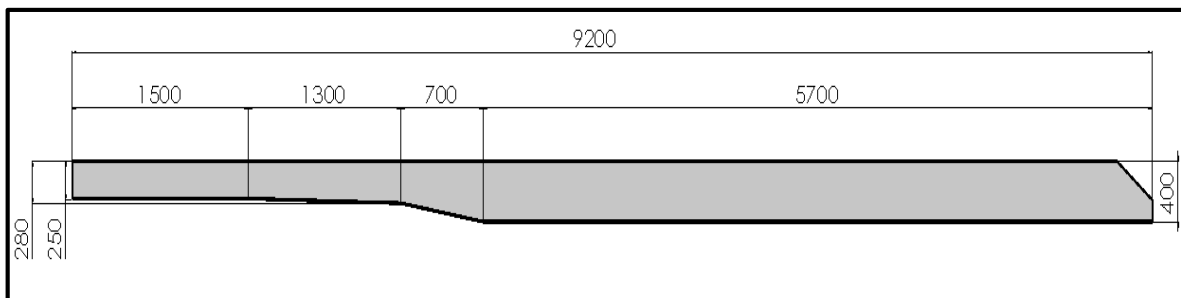


Figura 4.13- Dimensiones de la viga rebajada

Se procede a determinar las tensiones y deformaciones en las secciones más desfavorables de la viga utilizando el software de simulación Solid Works Simulation y compararlas con la tensión admisible calculada del material elegido. En la Figura 4.14 se puede observar que la máxima tensión de trabajo resultante es de 2.441 kg/cm², siendo la misma un 30% menor que la tensión admisible del material, y se ubica en la zona donde están las manotas. La tensión en la zona de rebaje de la viga y en la posición donde el esfuerzo cortante cruza el eje neutro

resultando el máximo momento flector, la tensión es aún menor siendo del orden de los 1600 Kg/cm², por lo tanto la viga cumple con lo requerido en cuanto a criterios de tensión.

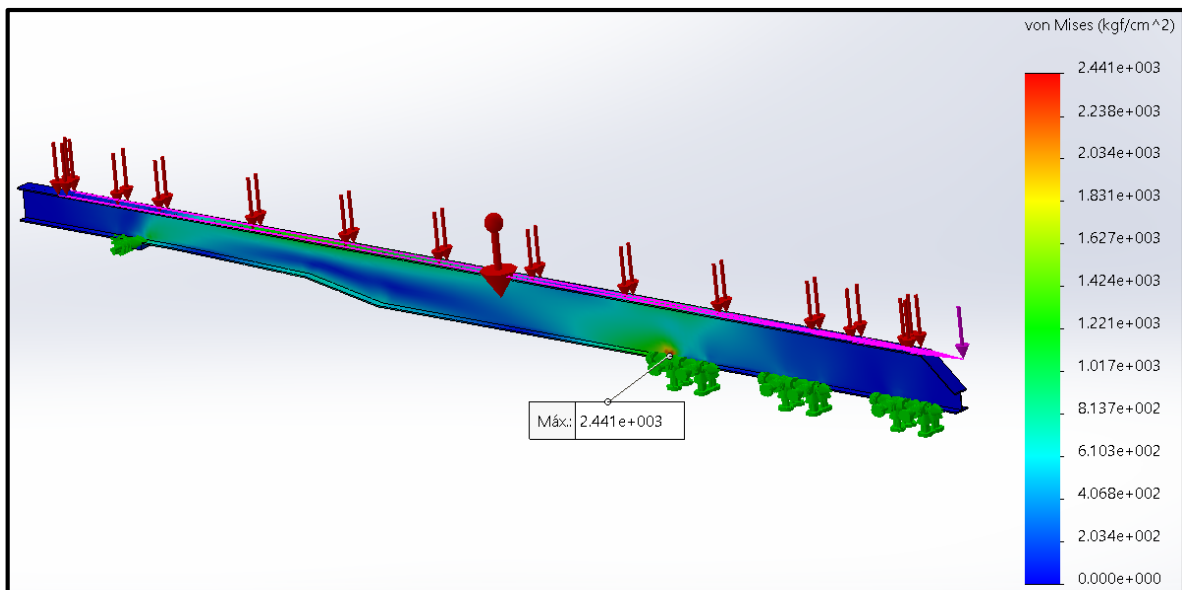


Figura 4.14 – Tensiones resultantes en la viga

Respecto a la deformación de la viga, se tiene que verificar que en la zona más comprometida de la misma como es la parte de menor sección, no se sobrepase la flecha máxima admisible. En la Figura 4.15 se puede observar que la máxima flecha se da aproximadamente a los 3230 mm y tiene un valor de 6,8 mm, encontrándose dentro de los límites correctos en cuanto a deformación.

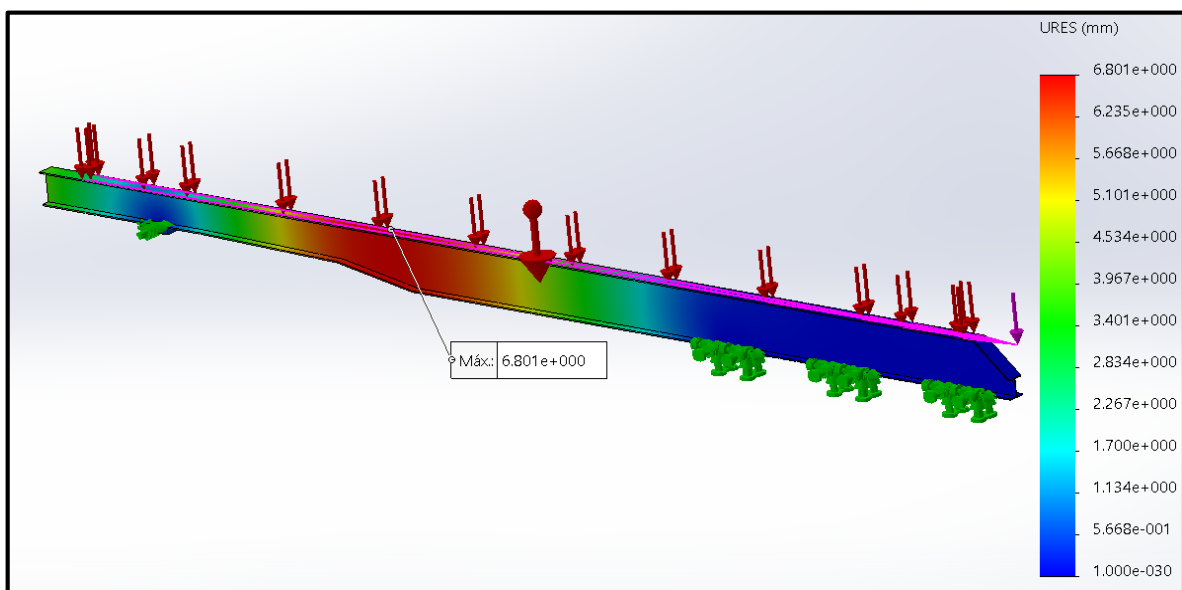


Figura 4.15 – Deformación de la viga rebajada

Para localizar zonas del modelo con tensiones por encima del valor límite elástico del material se puede utilizar el trazado del factor de seguridad permitiendo dar una idea de cómo está cargada la pieza y si puede llegar a soportar las cargas a la que está sometida. Este factor relaciona la máxima tensión resultante en un punto con la tensión máxima que puede llegar a soportar el material.

En la Figura 4.16 se puede ver la distribución del factor de seguridad verificando que la estructura está por encima de los valores recomendados. El mínimo FDS se da en la zona de las manotas y tiene un valor por encima de 2,86 siendo un valor aceptable para la estructura.

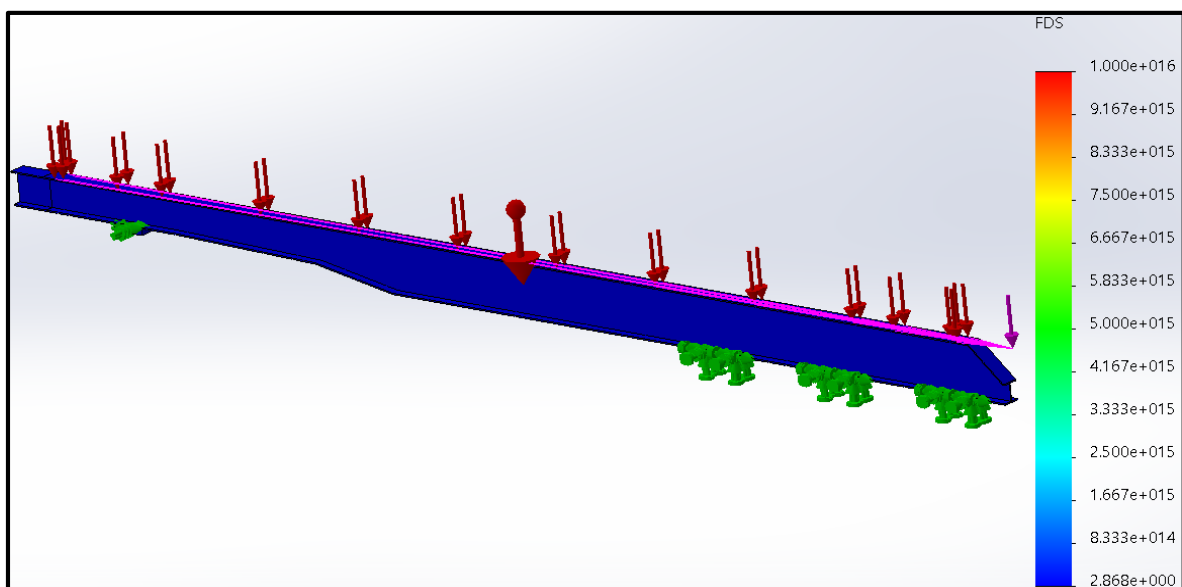


Figura 4.16 – Distribución del factor de seguridad en la viga

4.9 Análisis de la estructura del chasis

A continuación se analiza el comportamiento del chasis correspondiente al semirremolque batea vuelco trasero el cual se encuentra solicitado con una carga estática, permitiendo investigar o localizar posibles puntos críticos de inicio de rotura o fractura siendo los mismos datos preliminares para un estudio de vida a la fatiga y de la durabilidad de la estructura. En la Figura 4.17 se representa la geometría del chasis del semirremolque para la simulación correspondiente. El software utilizado para el análisis también es Solid Works Simulation, el cual definiendo anteriormente varios parámetros como material utilizado, tipo de cargas,

restricciones o condiciones de bordes a la que está sometido el chasis y el tipo de discretización o mallado, se puede determinar a través de un cálculo estático lineal las zonas de mayor tensión-deformación y los desplazamientos correspondientes.

Se puede aclarar que para resolver este tipo de estudio estático lineal se consideran dos hipótesis. La primera de ellas es la estática, donde se considera que las cargas se aplican en forma lenta y gradual hasta que se alcanzan las magnitudes completas. A continuación las cargas permanecen constantes. Esto permite ignorar las fuerzas inerciales y de amortiguamiento debidas a pequeñas aceleraciones y velocidades significativas. La segunda es la de linealidad, esto es la relación entre cargas y respuestas es lineal. Esta suposición considera el comportamiento de todos los materiales dentro del rango lineal de la Ley de Hooke. Esto es, pequeños desplazamientos que no originan un cambio considerable en la rigidez y que tanto las condiciones de contorno como las cargas no varían.

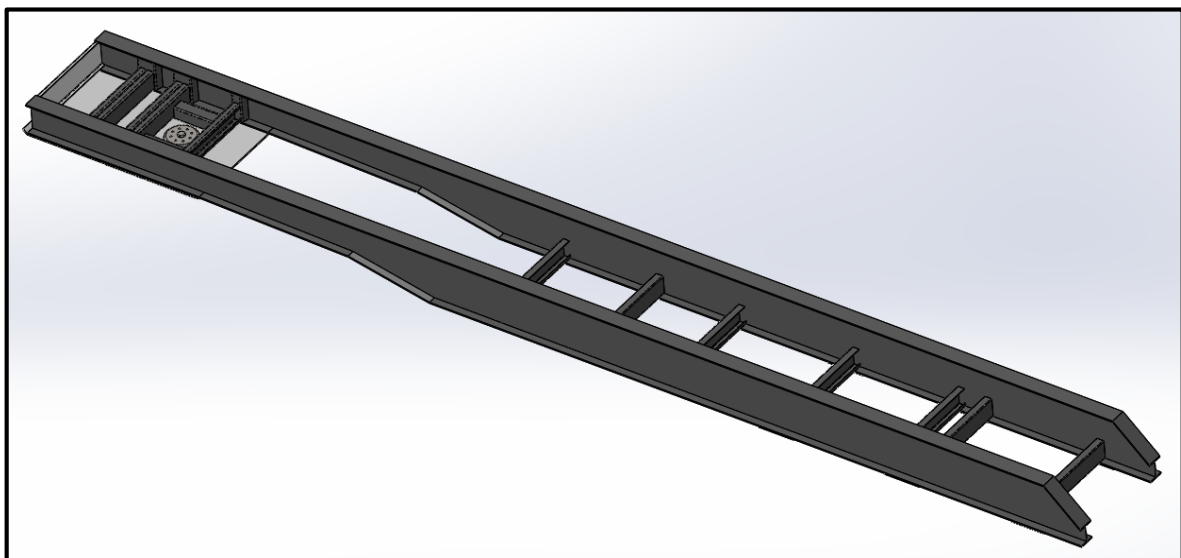


Figura 4.17 – Geometría del chasis

4.10 Material

Como se viene utilizando en todo el cálculo y diseño del chasis, el material utilizado para la simulación es un acero micro-aleado llamado STRENGTH 700 MC. Las propiedades mecánicas se puede observar en la Tabla 4.2.

4.11 Cargas aplicadas y condiciones de borde

El modelo es cargado con una carga estática distribuida uniformemente sobre el ala superior de la viga principal, cuyo valor tiene en cuenta el peso propio de la estructura y de la carga útil siendo la misma de 46.500 Kg. Esta carga estática se supone como una presión uniforme obtenida de la razón entre la máxima carga soportada y el área total de contacto en la superficie superior (ala superior). Por lo tanto la presión es:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{46.500 \text{ Kg}}{23140 \text{ cm}^2} = 2 \text{ kg/cm}^2$$

P= Presión (kg/cm²)

F= Carga aplicada (kg)

A= Área de contacto total (cm²)

Las condiciones de bordes propuestas, tanto en la zona frontal del chasis donde el perno rey se acopla con el plato del tractor como en la zona de manotas donde se acoplan los elásticos, se consideran que transmiten toda la carga del equipo a los ejes y desde ahí a la calzada. En la Figura 4.18 se observa lo anteriormente dicho.

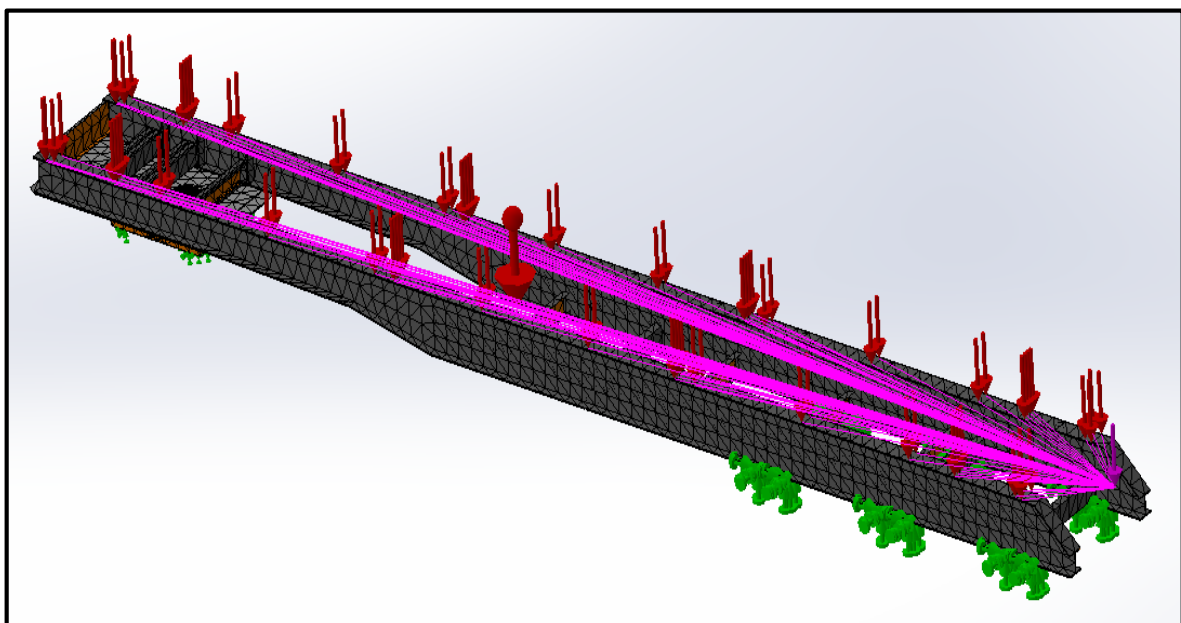


Figura 4.18 – Carga distribuida en el ala superior del chasis

4.12 Mallado

El mallado utilizado es del tipo mixto, es decir parte de la geometría contiene elementos del tipo cascara (Shell) y parte contiene elementos sólidos. En este caso se utilizaron elementos sólidos para los largueros y del tipo cascara para el resto de las piezas como perfiles transversales, chapa de fricción, y demás componentes.

También se aplicó un control de mallado en los dos largueros, que son los componentes principales de la estructura, refinando el mallado para obtener mejores resultado sobre posibles picos de tensión en ciertas zonas.

El mallado del modelo se puede observar en la Figura 4.19.

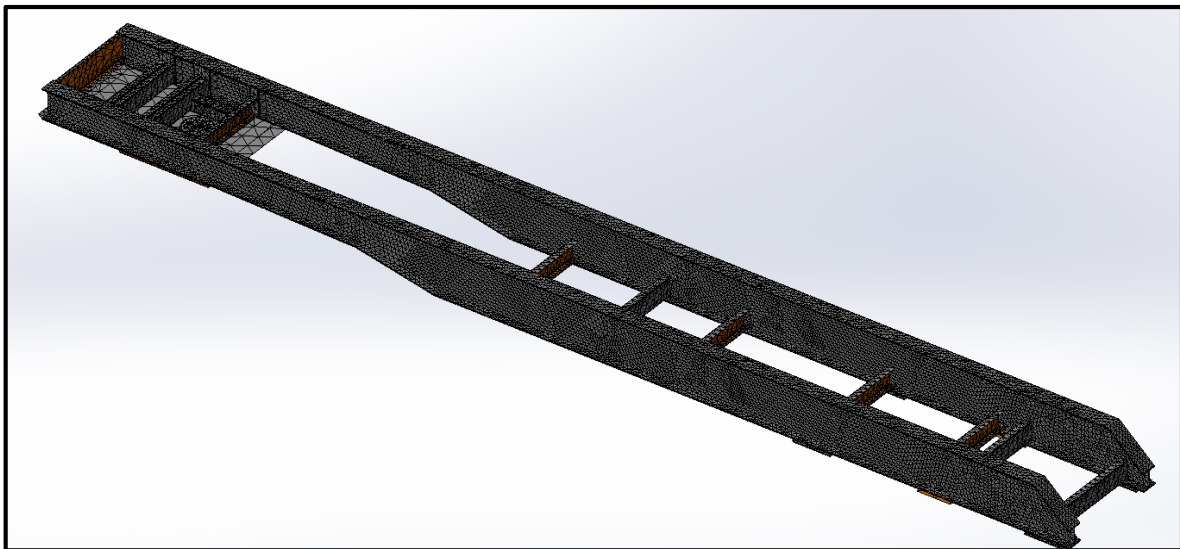


Figura 4.19 – Mallado mixto del modelo

4.13 Análisis de los resultados

El análisis de los resultados se basa en determinar las tensiones y deformaciones a las que está sometido el equipo en función del estado de carga propuesto.

Existen dos puntos críticos a tener en cuenta a la hora de diseñar la estructura que soporta la carga. Una es la resistencia de fluencia del material utilizado, considerando que las tensiones obtenidas deben ser menor para evitar deformaciones permanentes, y la otra limitante es la deformación, ya que la misma debe ser menor respecto a la que fue diseñado el equipo.

4.13.1 Análisis de tensiones

Como se puede observar en la Figura 4.20, las tensiones de trabajo inducidas en la estructura son menores a la fluencia del material mencionado en la Tabla 4.4, incluso menor a la admisible de 3500 kg/cm², obtenida teniendo en cuenta un coeficiente de seguridad de 2. Las máximas tensiones arrojadas por el software son del orden de los 2435 kg/cm² y se dan precisamente en la zona de manotas donde las mismas se unen al ala inferior de la viga principal y en la zona donde se encuentra el perno rey. De todas maneras se puede decir que la estructura soporta correctamente el estado de carga propuesto.

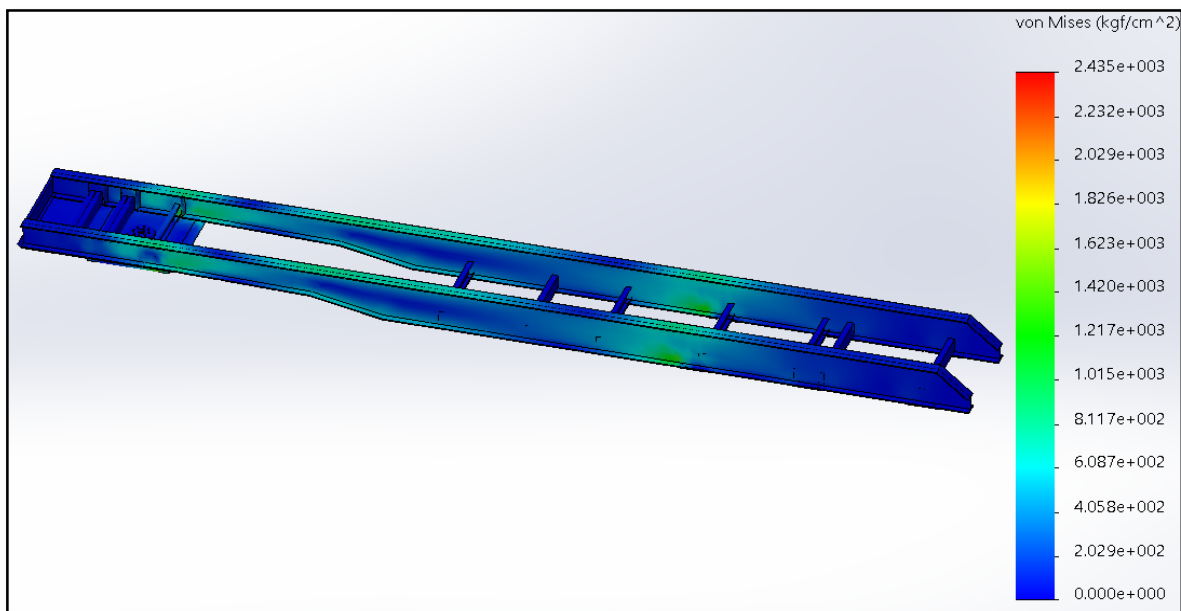


Figura 4.20 – Distribución de tensiones en la chasis

4.13.2 Análisis de deformaciones

En la Figura 4.21 se puede ver la flecha máxima generada para el estado de carga propuesto. Con el chasis ensamblado como se representa, las vigas y cruceros van a trabajar como un conjunto y por ende las deformaciones no serán iguales comparado con el cálculo de la viga simple como en el caso anterior.

Se puede decir que para dicho estado, la estructura se encuentra dentro de los parámetros admisibles (1 mm/m) para un correcto funcionamiento.

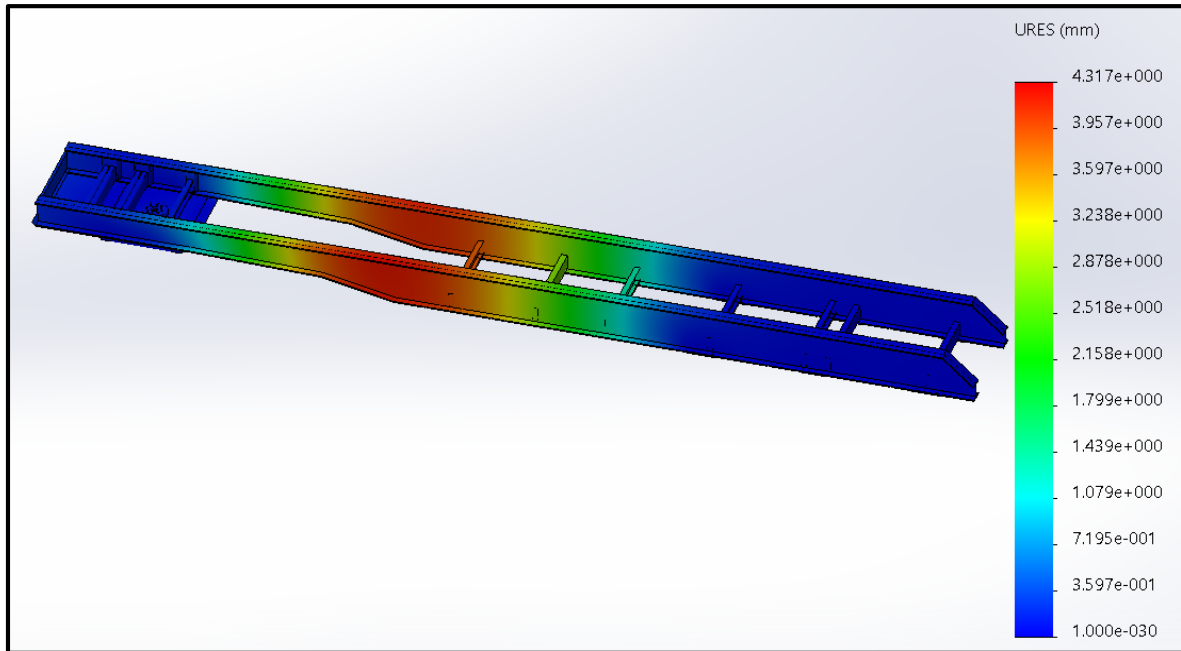


Figura 4.21 – Distribución de desplazamientos en el chasis

4.14 Factor de seguridad

En la Figura 4.22 se observa la distribución del factor de seguridad en todo el chasis. Se puede decir que toda la estructura se encuentra por encima de los valores mínimos recomendados para el correcto funcionamiento. Es decir, en color azul se representa el valor de FDS mayores de 9, mientras que en los colores restantes el FDS disminuye. En este caso, el FDS mínimo del chasis es de 2,38 como se puede ver en la figura.

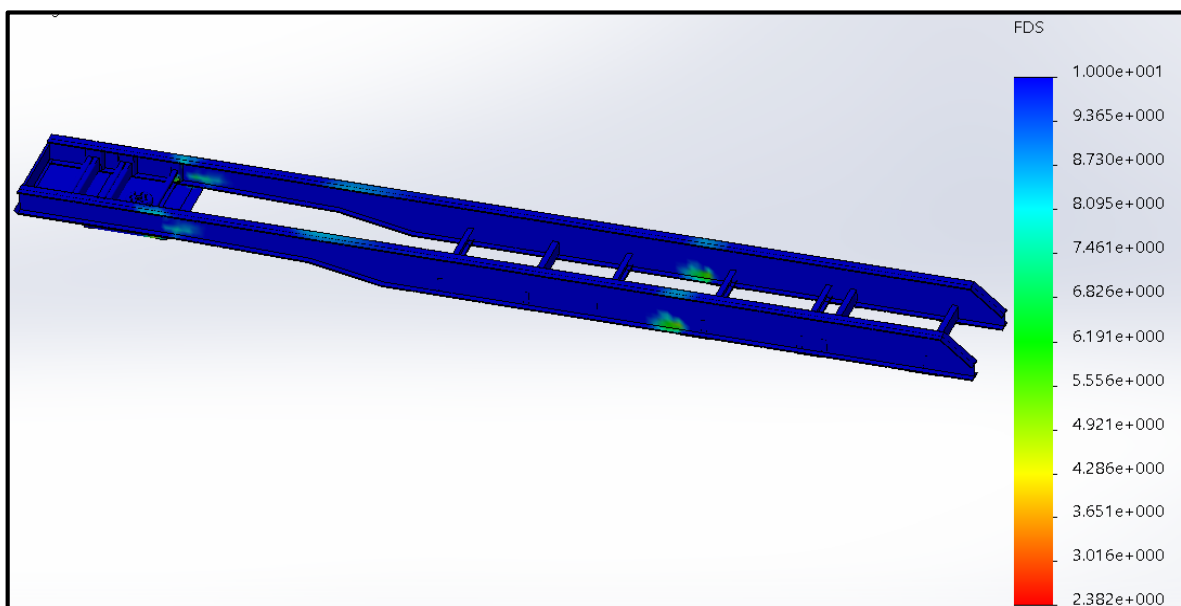


Figura 4.22 – Distribución del FDS sobre el chasis

Capítulo 5

5 CÁLCULO Y DISEÑO DE LA BATEA

5.1 Generalidades

Cuando se vierte una materia pulverulenta en un espacio cerrado (en este caso, la batea del semirremolque) se ejerce sobre las paredes y el fondo de ésta, presiones cuya resultante es el empuje Q que, a consecuencia del frotamiento de la materia contra las paredes, es oblicuo en relación a la superficie de éstas. Este empuje admite, por lo tanto, dos componentes: una, N normal a la pared considerada y otra tangencial T , paralela a la pared.

La presión normal recibe el nombre de *empuje lateral*. Llamando φ' al *ángulo de frotamiento de la materia contra las paredes*, el coeficiente de frotamiento es $\text{tg } \varphi'$.

En función del empuje oblicuo Q , tenemos:

$$N = Q \times \cos \varphi'$$

$$T = Q \times \text{sen } \varphi'$$

Donde:

$$T = N \times \tan \varphi'$$

T es, por lo tanto, la carga equilibrada por el frotamiento correspondiente al empuje N .

A medida que la profundidad crece, de manera similar lo hace la presión, pero a consecuencias del frotamiento de la materia contra las paredes, solo es una fracción del peso de la materia almacenada, puesto que el frotamiento absorbe una parte de ella, y este frotamiento es tal que en las grandes profundidades, la presión se hace constante, siendo entonces máxima.

Hacemos la misma observación para la curva que representa el empuje lateral sobre las paredes.

5.2 Cálculo teórico de presiones en las paredes y fondo de la batea

Para poder determinar la presión ejercida sobre el piso de la batea y sobre las paredes laterales, es importante destacar de antemano las características principales del material a transportar.

En este caso, la batea tiene una capacidad de 28 m³, la cual, para este tipo de capacidades, se utiliza para el transporte de piedra triturada, carbón, tierra, entre otros, y todo tipo de áridos que poseen un alto peso específico y mucho mayor comparado con el de los cereales. A este tipo de batea se le suele agregar una sobre baranda para poder aumentar su capacidad de almacenamiento y llevar los mismos kilogramos reglamentarios comparados con los que se pueden cargar con la batea sin sobre baranda. Esto se debe a la diferencia de pesos específicos entre un material y otro, resultando para una misma carga, volúmenes diferentes ($P = \delta \times Vol$).

De esta manera, con y sin sobre baranda, tenemos un producto que sirve para el transporte de diferentes tipos de carga, pudiéndose acoplar y desacoplar la misma en cualquier ocasión según conveniencia.

A continuación se definen las características principales del material a transportar, en este caso se tomó un valor promedio del peso específico referido a los materiales nombrados con anterioridad, por lo tanto:

- $\delta=1700 \text{ kg/m}^3$ (Peso específico del material a transportar)
- $\varphi=42^\circ$ (Ángulo de talud natural o frotamiento interno de la materia sobre si misma)
- $\varphi'=33^\circ$ (Angulo de frotamiento de la materia contra las paredes)

Para obtener los valores de los empujes o presiones laterales y sobre el fondo de la batea, se utilizó como referencia las ecuaciones surgidas de silos rectangulares del libro *Silos, teoría y práctica*^[9], tomando en nuestro caso para simplificar el cálculo una batea rectangular de dimensiones 2300 mm de ancho por 9300 mm de largo con una profundidad de

1500 mm. Si bien el volumen con estas dimensiones es mayor que 28 m³, se adoptan las mismas como modo de seguridad, ya que los valores de los empujes serán más grandes y por lo tanto el diseño tendrá que soportar los mismos kilogramos sin tener problemas. Entonces tenemos:

- Empuje lateral máximo sobre las paredes menores, (a)

$$P_{max}^a = \frac{\delta \times a}{4 \times \tan \varphi'}$$

- Abscisa característica correspondiente a las paredes menores, (A_1)

$$A_1 = \frac{a}{\pi \times \tan \varphi' \times \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)} - \frac{h}{3}$$

$$h = \frac{a}{2} \times \tan \varphi$$

- Empuje lateral sobre las paredes menores a una profundidad z , (P_z^a)

$$P_z = P_{max}^a \times \left[1 - \left(\frac{z}{A_1} + 1 \right)^{-2} \right]$$

- Empuje lateral máximo sobre las paredes mayores, (b)

$$P_{max}^b = \frac{\delta \times a'}{4 \times \tan \varphi'}$$

$$a' = \frac{2ab - a^2}{b}$$

- Abscisa característica correspondiente a las paredes mayores, (A_2)

$$A_2 = \frac{a'}{\pi \times \tan \varphi' \times \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)} - \frac{h}{3}$$

- Empuje lateral sobre las paredes mayores a una profundidad z , (P_z^b)

$$P_z = P_{max}^b \times \left[1 - \left(\frac{z}{A_2} + 1 \right)^{-2} \right]$$

- Presión vertical sobre el fondo a una profundidad z , (Q_z)

$$Q_z = \delta x \left[Z - \left(\frac{z}{A_2} + 1 \right)^{-1} + \frac{h}{3} \right]$$

Donde:

- δ Peso específico del material a transportar
- φ Ángulo de talud natural
- φ' Ángulo de frotamiento de la materia contra las paredes
- a Longitud horizontal de la pared menor
- b Longitud horizontal de la pared mayor
- h Altura del cono superior formado por el frotamiento de la materia sobre si misma
- z Profundidad de cálculo
- A Abscisa característica, donde define la abscisa en el origen de la asíntota a la curva de las cargas equilibradas por el frotamiento. Tiene las dimensiones de una longitud.

Definimos de antemano los valores de algunos parámetros, para después reemplazar los valores en las ecuaciones directamente.

$$\tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{42^\circ}{2} \right) = 0.2$$

$$h = \frac{2.3}{2} x \tan 42^\circ = 1 \text{ mts}$$

$$a' = \frac{2 x 2.3 x 9.3 - (2.3)^2}{9.3} = 4 \text{ mts}$$

Para las paredes menores:

$$A_1 = \frac{a}{\pi \times \tan \varphi' \times \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)} - \frac{h}{3} = \frac{2.3}{\pi \times \tan 33^\circ \times 0.2} - \frac{1}{3} = 5.3 \text{ mts}$$

$$P_{max}^a = \frac{\delta \times a}{4 \times \tan \varphi'} = \frac{1700 \times 2.3}{4 \times \tan 33^\circ} = 1500 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_z = 1500 \times \left[1 - \left(\frac{1.5}{5.3} + 1 \right)^{-2} \right] = 590 \text{ Kg/m}^2$$

Para las paredes mayores:

$$A_2 = \frac{a'}{\pi \times \tan \varphi' \times \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)} - \frac{h}{3} = \frac{4}{\pi \times \tan 33^\circ \times 0.2} - \frac{1}{3} = 9.12 \text{ mts}$$

$$P_{max}^b = \frac{\delta \times a'}{4 \times \tan \varphi'} = \frac{1700 \times 4}{4 \times \tan 33^\circ} = 2615 \text{ kg/m}^2$$

$$P_z = P_{max}^b \times \left[1 - \left(\frac{z}{A_2} + 1 \right)^{-2} \right] = 2615 \times \left[1 - \left(\frac{1.5}{9.12} + 1 \right)^{-2} \right] = 690 \text{ kg/m}^2$$

Para la presión ejercida sobre el fondo de la batea:

$$Q_z = \delta \times \left[z - \left(\frac{z}{A_2} + 1 \right)^{-1} + \frac{h}{3} \right] = 1700 \times \left[1.5 - \left(\frac{1.5}{9.12} + 1 \right)^{-1} + \frac{h}{3} \right]$$

$$Q_z = 2760 \text{ Kg/m}^2$$

Estos son los valores de los empujes laterales y sobre el fondo de la batea que se van a utilizar para simular y determinar las tensiones y deformaciones generadas en la estructura predeterminada. El diseño de la batea se puede observar en la Figura 5.1.

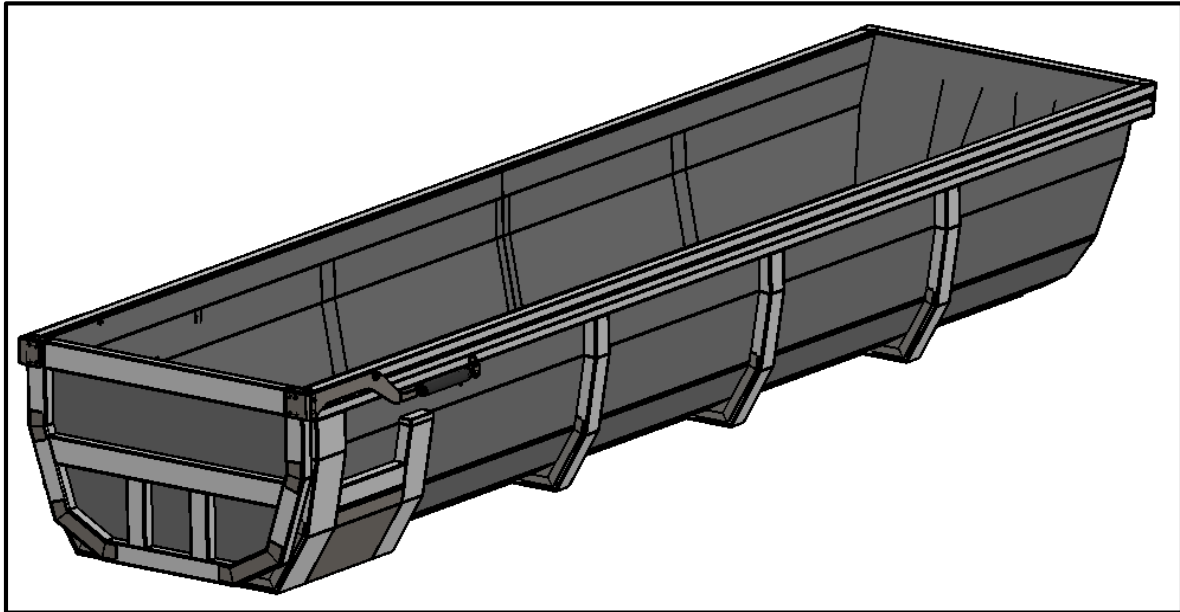


Figura 5.1 – Diseño de la batea

5.3 Diseño de la batea

La estructura general está compuesta por diferentes piezas que en conjunto conforman la batea. Podemos dividir a esta configuración en dos partes principales. Una, el esqueleto o estructura de resistencia formado por largueros inferiores y superiores, cruceros, como así también las costillas laterales de contención. Y otra, las paredes propiamente dichas, haciendo posible el almacenamiento del producto a transportar.

Una vez realizados los cálculos de las presiones que actúan tanto en las paredes laterales como en el fondo de la batea, el siguiente paso es realizar el análisis de tensiones y desplazamientos de la estructura predeterminada. A través del software de análisis Solid Works Simulación se van a comprobar estos parámetros y verificar si el diseño es apropiado en cuanto a resistencia y deformación.

5.4 Material utilizado en las paredes de la batea

El material utilizado en la estructura de resistencia, como se dijo anteriormente, es el Strenx 700 MC^[4], donde sus propiedades mecánicas ya fueron descritas en la Tabla 4.2, del capítulo anterior.

Para la chapa plegada interna que contiene o almacena el material a transportar, unida al esqueleto exterior y encargada de sostener el material cargado, se utiliza chapa de calidad Hardox 450^[4], un acero resistente a la abrasión con una dureza nominal de 450 HBN y excelentes propiedades estructurales. En la Tabla 5.1, podemos observar sus propiedades. (www.ssab.com)

La chapa refuerzo soldada en los laterales de las costillas son de acero de calidad comercial.

Tabla 5.1 – Propiedades mecánicas del acero Hardox 450

Propiedades mecánicas				
Calidad	Espesor (mm)	Dureza ¹⁾ (HBW)	Tensión de rotura R_m (MPa) garantizado	Límite de elasticidad típico (MPa), no garantizado
Hardox® 450 Chapa CR	0.7 - 2.10	425 - 475 ²⁾	1370 - 1600	1250
Hardox® 450 Chapa	2.0 - 8.0	425 - 475	-	1250
Hardox® 450 Chapa gruesa	3.2 - 80.0	425 - 475	-	1250

5.5 Análisis de tensiones y deformaciones sobre las paredes laterales de la batea

La batea está formada por un conjunto de piezas unidas entre sí, las cuales poseen diferentes calidades de materiales seleccionados, con el fin de desempeñar las mejores cualidades respecto al trabajo a realizar.

Para la simulación, la batea se encuentra sobre sus puntos de apoyo, es decir, las manotas traseras que la vinculan con el chasis y el perno superior de amarre con el cilindro hidráulico, los cuales no están indicados para facilitar el tiempo de cálculo. Las presiones utilizadas en el cálculo son las obtenidas en el punto 5.2, donde se representa en conjunto las presiones ejercidas en las paredes laterales y en el fondo, ya que el material que ejerce la presión actúa sobre todas las paredes. El análisis de tensiones y deformaciones de la puerta trasera se va a realizar por separado. Un detalle importante también, es que en la siguiente simulación no se tiene en cuenta la puerta trasera, la cual es una pieza importante para evitar la deformación y mantener la rigidez de la estructura general. También, a lo largo de la misma, y no representados en la simulación,

existen cruceros o cadenas tensoras que ayudan a mantener la posición de las paredes y así evitar una deformación excesiva.

El tipo de malla utilizado es del tipo mixta, y el mallado empleado es el que se basa en la curvatura. En la Figura 5.2, se muestra dicho mallado y sus restricciones necesarias para el estudio en cuestión.

El límite de fluencia del acero Hardox 450 es mayor respecto al acero Strenx 700MC, por lo tanto se va a utilizar el valor menor como referencia. También se aplica un coeficiente de seguridad con el fin de obtener una tensión admisible que me permita comparar los resultados de la simulación, y asegurar así que no existan deformaciones permanentes.

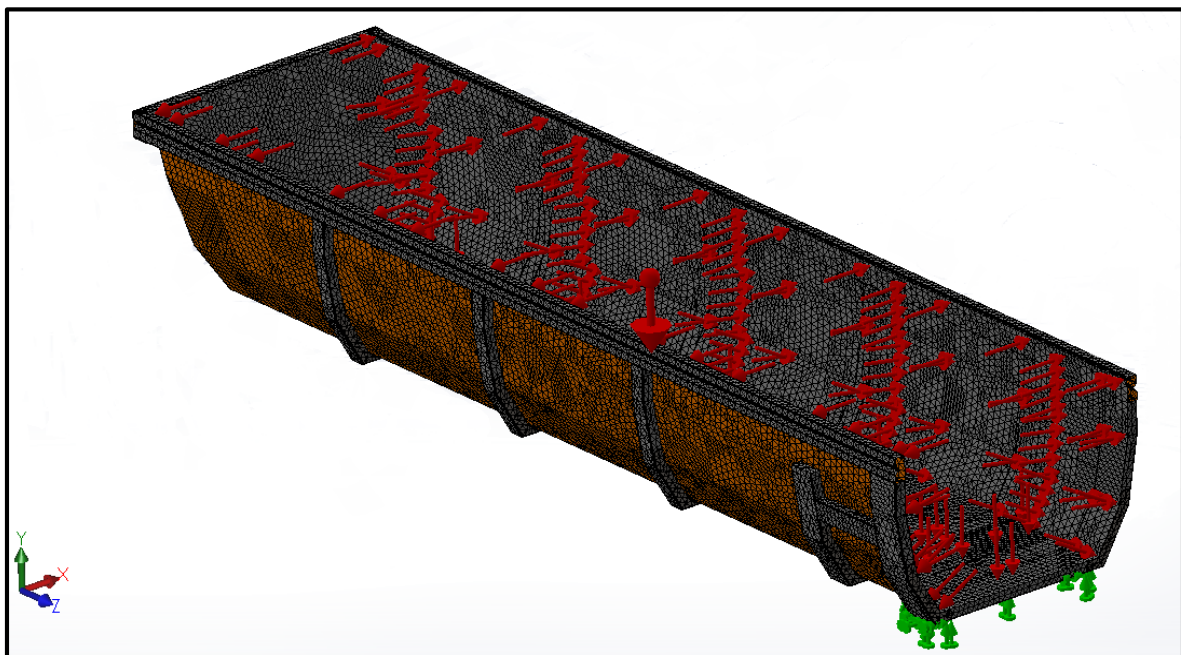


Figura 5.2 – Mallado, restricciones y presiones ejercidas sobre las paredes

De esta manera:

$$S_{adm} = \frac{S_y}{N} = \frac{7000}{2} = 3500 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto en la Figura 5.3 se representan las tensiones generadas según el estado de carga propuesto. Como valor máximo de tensión se representa la tensión admisible de 3500 kg/cm²,

como se puede observar a la derecha de la imagen en el trazado de tensiones. Los diferentes colores muestran la distribución de tensiones en toda la estructura.

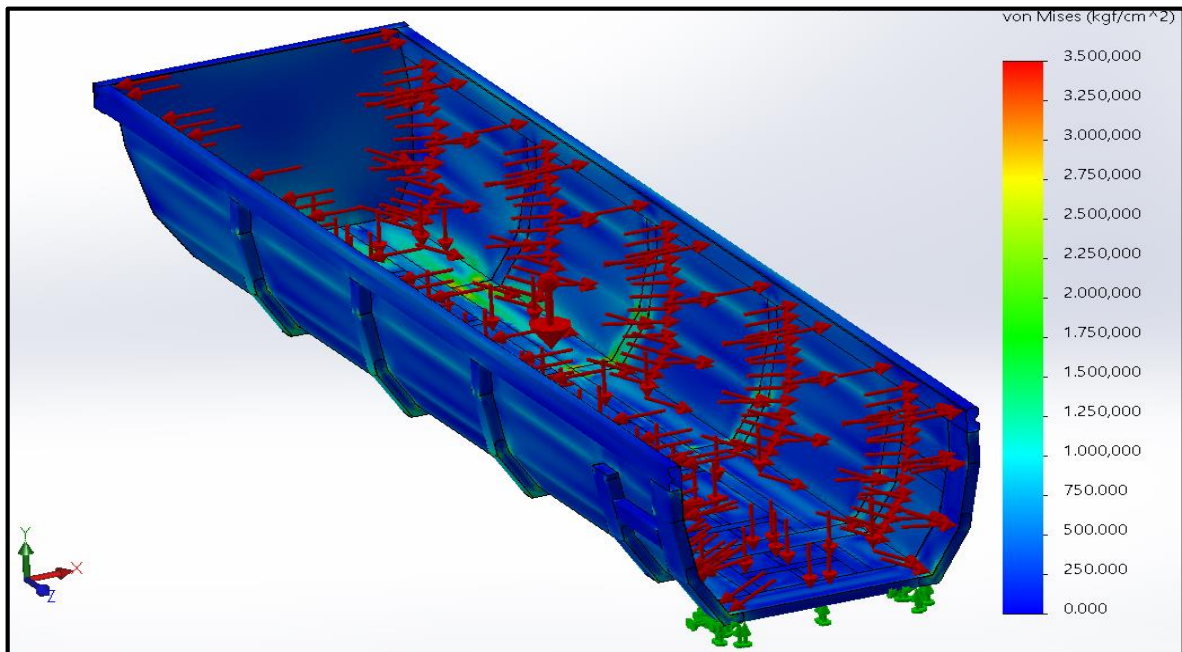


Figura 5.3 – Trazado de tensiones de la batea

Existen ciertas zonas, como las costillas de la batea, donde la tensión oscila entre los 1500 kg/cm² y 2750 kg/cm², esto se debe a que al ser plegada y no tener ningún tipo de unión en el desahogo debido a simplificar la simulación y el tiempo de cálculo, el programa interpreta que no hay ninguna soldadura o tipo de unión por lo tanto la tensión puede ser mayor que el valor normal; En la Figura 5.4 se puede ver lo indicado.

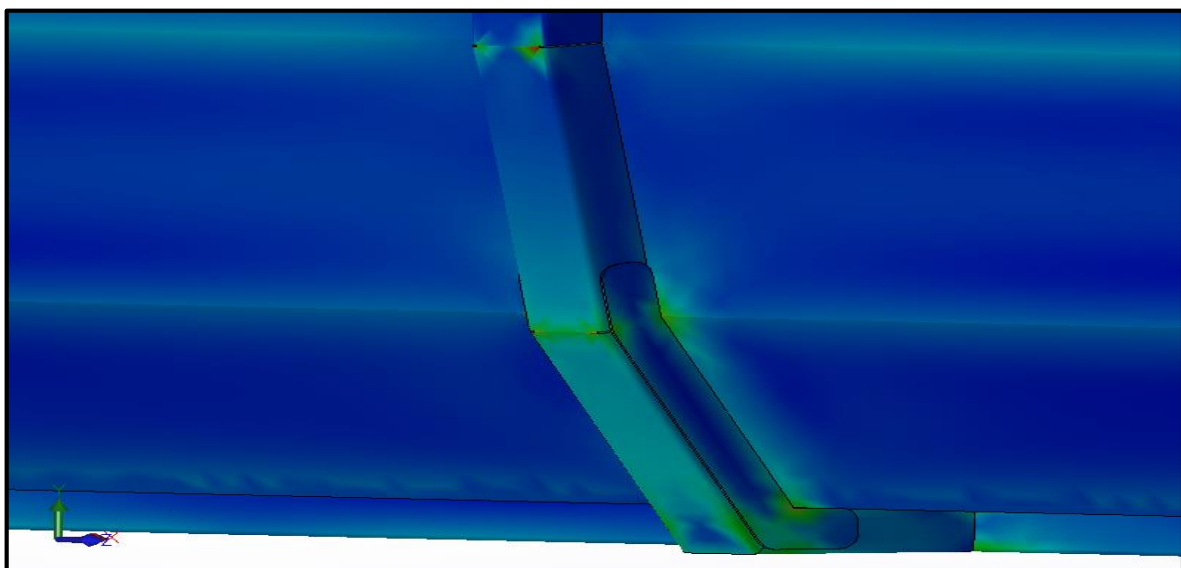


Figura 5.4 – Tensiones superiores debido a la falta de unión en el desahogo

Respecto a la deformación, se representa en la Figura 5.5 el trazado de desplazamientos debido al estado de carga impuesto. Si tomamos como deformación admisible 1 mm/ metro, se puede decir que la deformación total admisible a lo largo de todo el equipo, es aproximadamente unos 9 mm.

Por lo tanto, vemos que la zona verde corresponde al desplazamiento aproximadamente de unos 9 mm. Si bien hay partes en amarillo correspondiente a unos 12 mm de deformación, hay que tener en cuenta que la unidad fue simulada sin la puerta trasera, la cual genera una rigidez importante evitando el desplazamiento en esa zona, y sin tener en cuenta los tensores internos a lo largo de toda la batea que impiden el desplazamiento en la dirección transversal.

Otro punto muy importante a recalcar, es que la presión ejercida por el material almacenado, en este caso, dentro de la batea y sobre las paredes, crece desde un 0 en la parte superior hasta un máximo en el fondo de la misma, es decir, crece con la profundidad. En la simulación, se impuso una presión uniforme y constante en toda la profundidad de la pared como cálculo de seguridad, por lo que se puede decir que en cuanto a deformación, la unidad cumple con los requisitos necesarios para su buen desempeño.

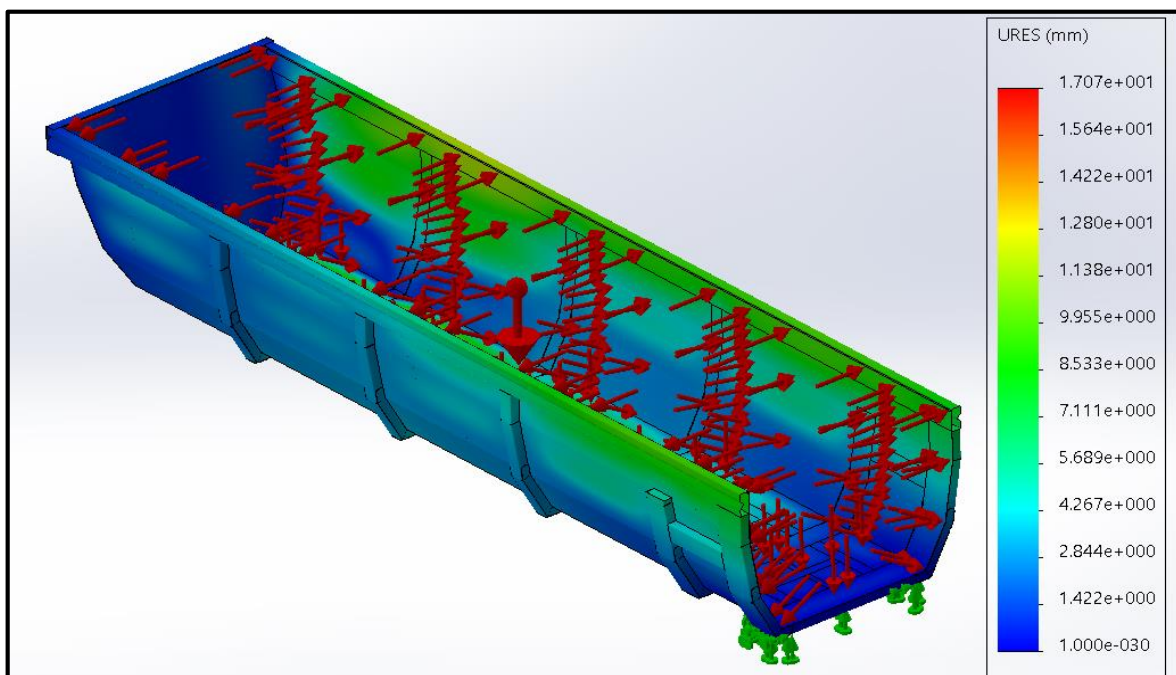


Figura 5.5 – Trazado de deformaciones en la batea

5.6 Análisis del factor de seguridad FDS

En la Figura 5.6 se observa la distribución del factor de seguridad en toda la batea. Se puede decir que el equipo completo se encuentra por encima de los valores mínimos, es decir que en color azul se representa valores de FDS de 10 o mayores, mientras que en los colores restantes el FDS disminuye hasta el color rojo. En este caso el FDS mínimo es de 1. Los sectores de FDS mínimo y alta concentración de tensión, como es la zona de las costillas laterales, se deben a la falta de unión como se nombró anteriormente para facilitar el cálculo, pero de todas formas vemos que esa zona se mantiene prácticamente en un color verde correspondiendo a un coeficiente de seguridad de 4. Finalmente, se concluye que los valores obtenidos son aceptables.

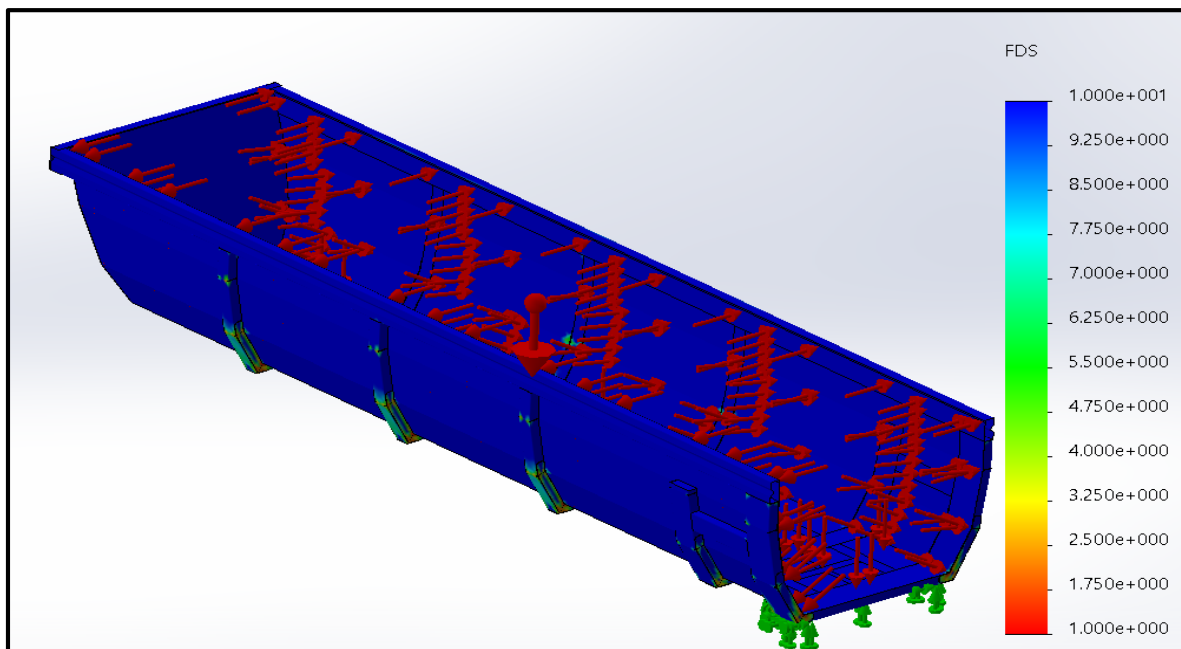


Figura 5.6 – Trazado del FDS en la batea

5.7 Análisis de la puerta trasera

Previamente obtuvimos del punto 5.2, la presión ejercida sobre las paredes menores, que en este caso viene a representar la presión ejercida sobre la puerta trasera. El valor de la misma corresponde a 590 kg/cm². Si bien la presión crece desde cero en la parte superior hasta un máximo en la inferior, para este caso se considera uniforme en toda el área de la puerta como condición desfavorable de cálculo. Para esta condición se representan las tensiones generadas sobre el material y las deformaciones correspondientes.

La carga distribuida se puede observar en la Figura 5.7, en el que la tensión máxima es aproximadamente de 656 kg/cm², un valor muy inferior al límite elástico del material, por lo tanto respecto a tensión no existe problema.

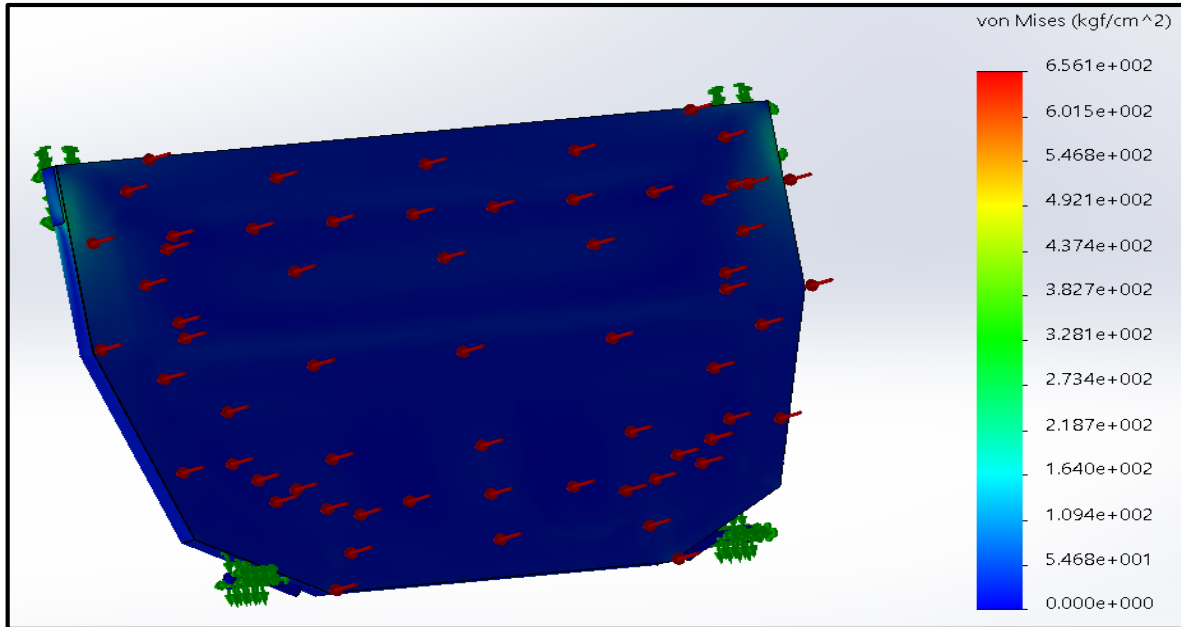


Figura 5.7 – Trazado de tensiones en la puerta trasera

La deformación se toma como límite admisible, 1 mm/m. La máxima deformación se va dar sobre el fondo de la puerta, donde actúa la mayor carga. Se puede ver que la misma es aproximadamente el valor admisible anteriormente mencionado, por lo tanto estamos del lado de la seguridad. Ver figura 5.8.

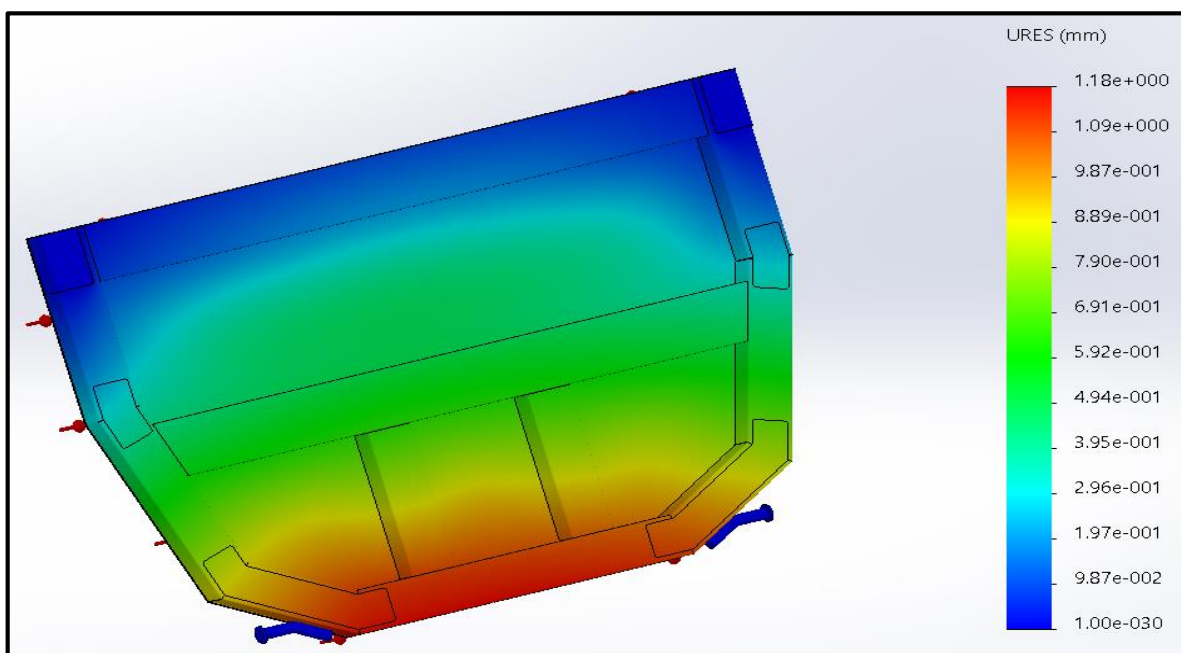


Figura 5.8 – Trazado de deformaciones en la puerta trasera

Capítulo 6

6 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA COLISIONES

6.1 Dispositivos traseros de protección o Paragolpes trasero

El paragolpes es un elemento de protección destinado a reducir los daños causados a otros vehículos que colisionan en la parte trasera del vehículo en cuestión, en este caso el semirremolque batea. Estos responden a las especificaciones de la norma IRAM/AITA 10.260^[10] la cual establece los requisitos y los métodos de ensayo que deben cumplir los dispositivos traseros de protección de los vehículos de las categorías N2, N3, O3 y O4.

La batea corresponde al vehículo de categoría O4 siendo un semirremolque cuya masa supera las 10 toneladas. Algunos de los requisitos a tener en cuenta para el estudio son:

- El paragolpes no debe presentar bordes filosos ni estar curvado hacia afuera.
- Puede ser rebatible y con altura regulable.
- El largo no podrá superar el ancho de la carrocería y como máximo ser 100 mm más corto en cada extremo de la carrocería (Figura 6.1).
- La altura máxima de la cara inferior del paragolpes no podrá ser mayor a 450 mm (Figura 6.1).
- El paragolpes deberá estar en el mismo plano vertical que la carrocería.
- En el caso de Transportes de Cargas Peligrosas el paragolpes deberá sobresalir en 150 mm del plano que contiene el extremo trasero del vehículo.
- Un material de resistencia a la tracción igual o mayor que 370 MPa.

La calidad de acero utilizado para el paragolpes, donde en este caso se seleccionó uno de sección rectangular, es el acero de alta resistencia Strenx 960^[4], reforzando y mejorando la seguridad de los dispositivos traseros contra las colisiones por alcance. El mismo se puede

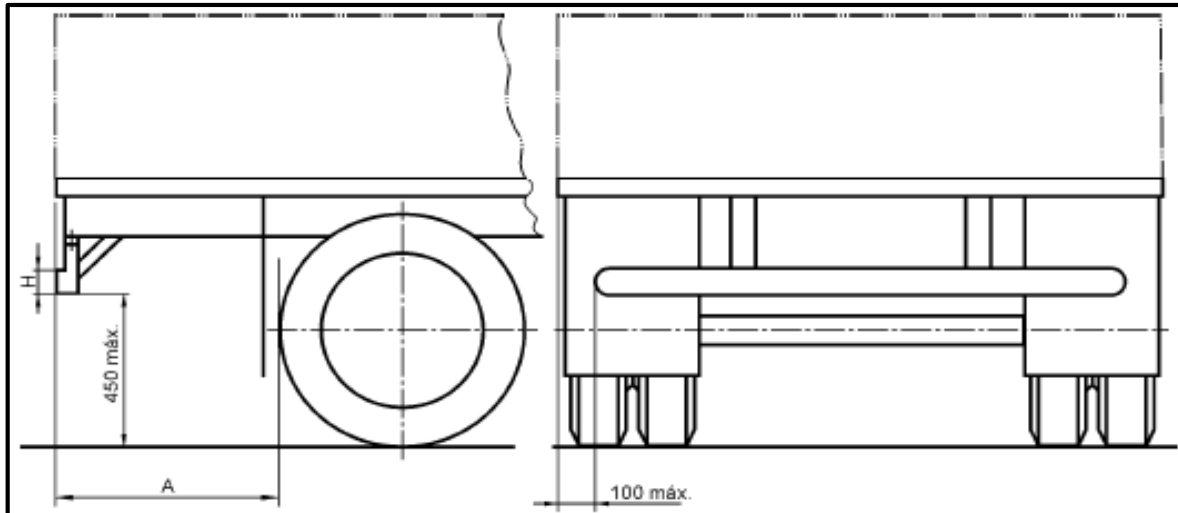


Figura 6.1 – Medidas reglamentarias y ubicación del paragolpes

encontrar como chapas, placas o tubos de las diferentes formas. Las dimensiones del tubo rectangular seleccionado son de 120 x 80 x 8 mm y se puede observar en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1 – Strenx 960 Tubos

Forma	Intervalo de dimensiones [mm]	Espesor de pared [mm]	Longitud de producto [m]	Cumple la norma
Circular	114,3-244,5	8-50	6-12/18	Tolerancias basadas en los requisitos de la norma EN 10219
Cuadrada	100x100-200x200	8-50	6-12/18	Tolerancias basadas en los requisitos de la norma EN 10219
Rectangular	120x80-250x150	8-50	6-12/18	Tolerancias basadas en los requisitos de la norma EN 10219

En la Tabla 6.2 se puede ver un resumen de cómo realizar el cálculo debido al nuevo reglamento.

Tabla 6.2 – Fuerzas aplicadas en el paragolpes según la masa total del vehículo

Masa total máximo del vehículo MT (kg)	Fuerzas aplicadas en P1 (daN)	Fuerzas aplicadas en P2 (daN)	Fuerzas aplicadas en P3 (daN)	Secuencia de aplicación de las fuerzas
$5\ 000 < MT \leq 7\ 500$	5 000	7 500	5 000	P1 , P3 y P2
$7\ 500 < MT \leq 10\ 000$	6 000	9 000	6 000	P1 , P3 y P2
$10\ 000 < MT \leq 24\ 000$	8 000	12 000	8 000	P1 , P3 y P2
$MT > 24\ 000$	10 000	15 000	10 000	P1 , P3 y P2

Estas fuerzas deben ser aplicadas de una a la vez y en la secuencia mencionada en la Tabla 6.2.

Para realizar el análisis de tensiones y desplazamientos se utiliza el software de simulación Solid Works Simulation. Las deformaciones máximas permanentes obtenidas deben ser igual o menor a 200 mm en cualquier de los puntos de aplicación de la carga (P_1 , P_2 y P_3 indicados en la Figura 6.2).

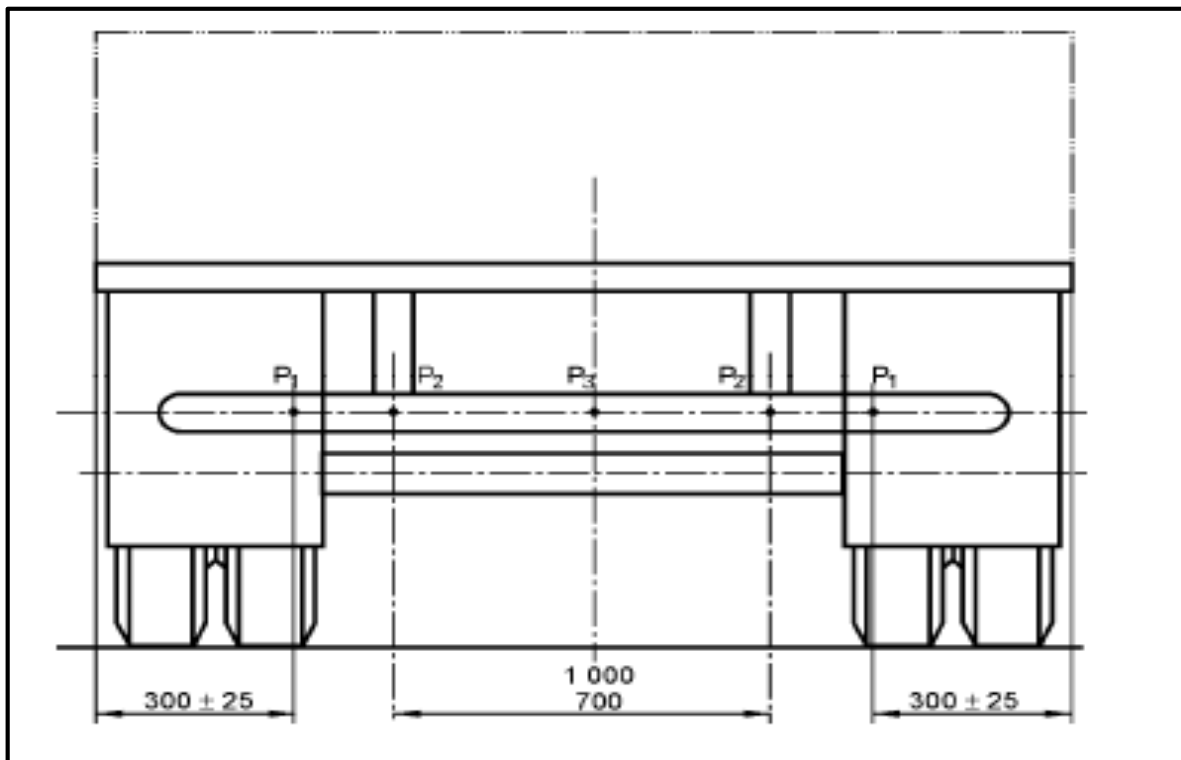


Figura 6.2 – Puntos de aplicación de la carga

Como las fuerzas deben ser aplicadas una por vez y en una cierta secuencia, en las siguientes figuras se representará las deformaciones causadas por la acción de cada fuerza solitaria y la deformación generada por la acción de todas las fuerzas en conjunto.

El diseño del paragolpes y sus medidas principales para la simulación se ven en las Figuras 6.3 y 6.4. Cabe destacar que el mismo consta de un tornillo que trabaja como bisagra y que vincula la parte fija y la parte móvil del paragolpes, con el fin de que pueda rebatirse hacia atrás evitando alguna deformación que pueda existir si el vehículo golpea o choca algo en el sentido de marcha.



Figura 6.3 – Perspectiva del paragolpes

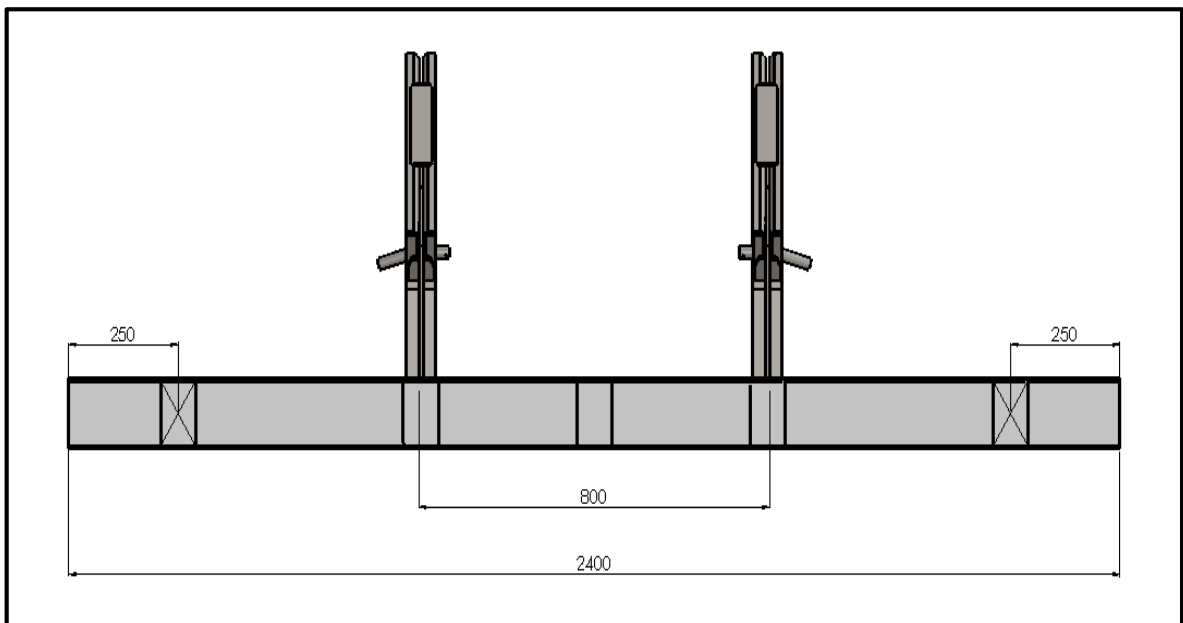


Figura 6.4 – Dimensiones principales del paragolpes

A continuación se pueden observar las deformaciones causadas por las fuerzas P1 y la actuación de todas en conjunto, respectivamente.

En la Figura 6.5 se ve que la deformación máxima es aproximadamente de 30 mm dándose en la zona de los extremos del paragolpes.

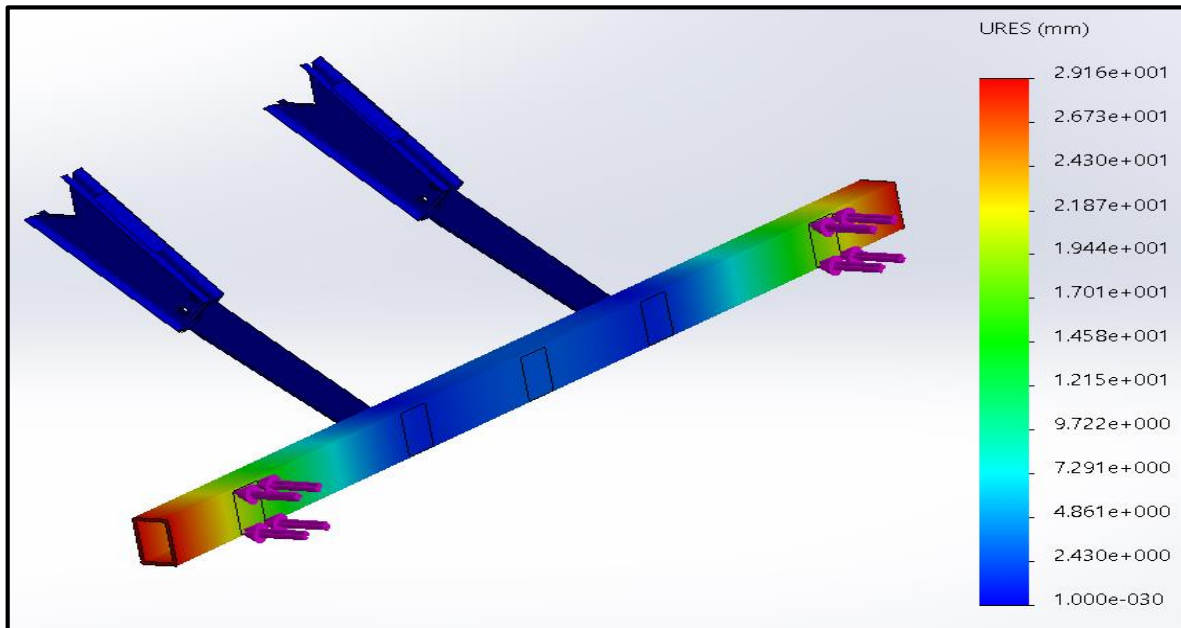


Figura 6.5 – Deformación debida a P1 (100.000 N)

Las deformaciones generadas por P3 y P2 no se va a representar ya que las mismas son mínimas y menores a las que genera P1. A continuación se muestra en la Figura 6.6 la deformación causada por las fuerzas actuando en conjunto.

Como conclusión, el paragolpes adoptado de sección rectangular es apto y cumple con la normativa respecto a dispositivos de protección contra colisiones por alcance. También se puede decir que, debido al nuevo reglamento de escalabilidad, una mayor capacidad de carga requiere un material más resistente.

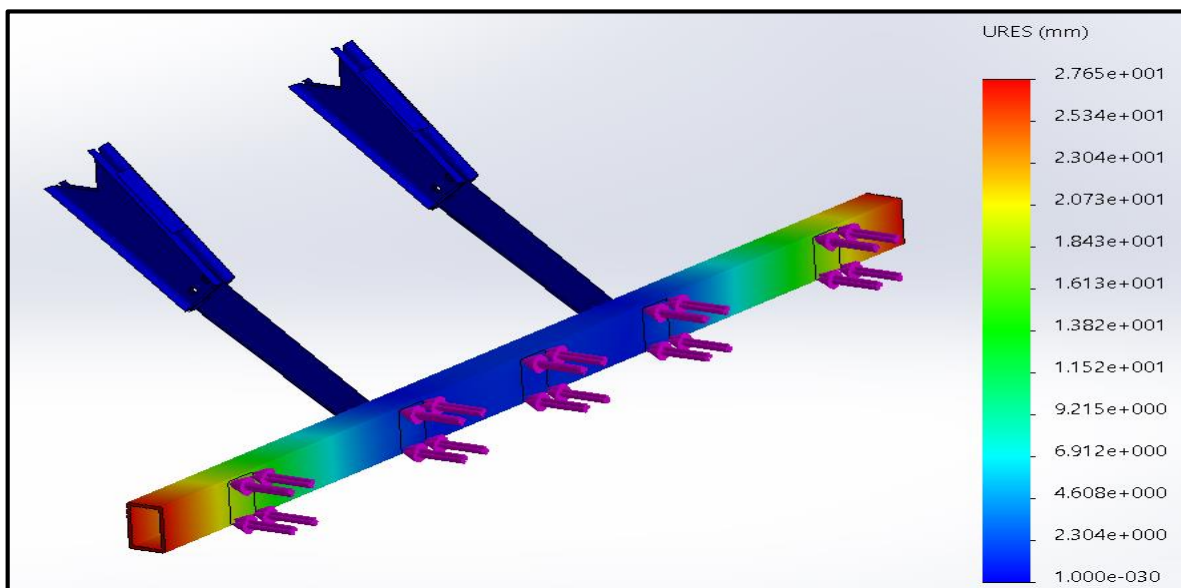


Figura 6.6 – P1, P2 y P3 actuando simultáneamente

6.2 Dispositivos laterales de protección

Los vehículos de carga de categorías de mayor peso deben llevar en sus laterales barras de protección de forma que ofrezca a los usuarios más vulnerables de las vías (peatones, ciclistas y motociclistas) una protección contra la posibilidad de caer debajo del vehículo.

Los tanques de combustible, las cajas de herramientas y los porta llantas, se pueden utilizar como defensas laterales, siempre que cumplan con las dimensiones requeridas por la reglamentación.

Estos responden a las especificaciones de la norma IRAM/AITA 10.276^[11] la cual establece los requisitos y los métodos de ensayo que deben cumplir los dispositivos laterales de protección de los vehículos de categorías N2, N3, O3 y O4.

Algunos de los requisitos para el diseño de estos dispositivos son:

- El dispositivo no debe aumentar el ancho máximo del vehículo, la parte principal de su cara externa no debe adentrarse más de 120 mm respecto al plano exterior más alejado del vehículo y el extremo delantero puede curvarse hacia adentro. El extremo trasero no debe adentrarse más de 30 mm respecto al flanco de los neumáticos. (Figura 6.7).

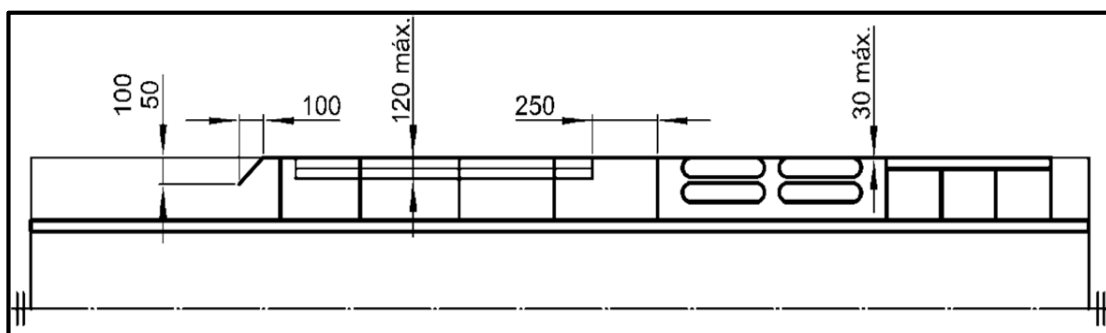


Figura 6.7 – Ejemplo de protección lateral – vista superior

- Cara externa lisa y continua que no generen enganches.
- Tornillos o remaches con cabezas sin aristas cortantes pueden sobresalir 10 mm como máximo.

- Los largueros continuos no deben distanciarse más de 300 mm entre sí y deben tener una altura de 100 mm para categorías de vehículos N3 y O4.
- Debe consistir de un elemento que cubra toda la altura de la protección lateral y estar curvados hacia el interior.
- El borde superior de la protección lateral debe estar situado a 950 mm como máximo por encima del suelo y ningún punto del borde inferior debe estar situado a más de 550 mm por encima del suelo. (Figura 6.8)

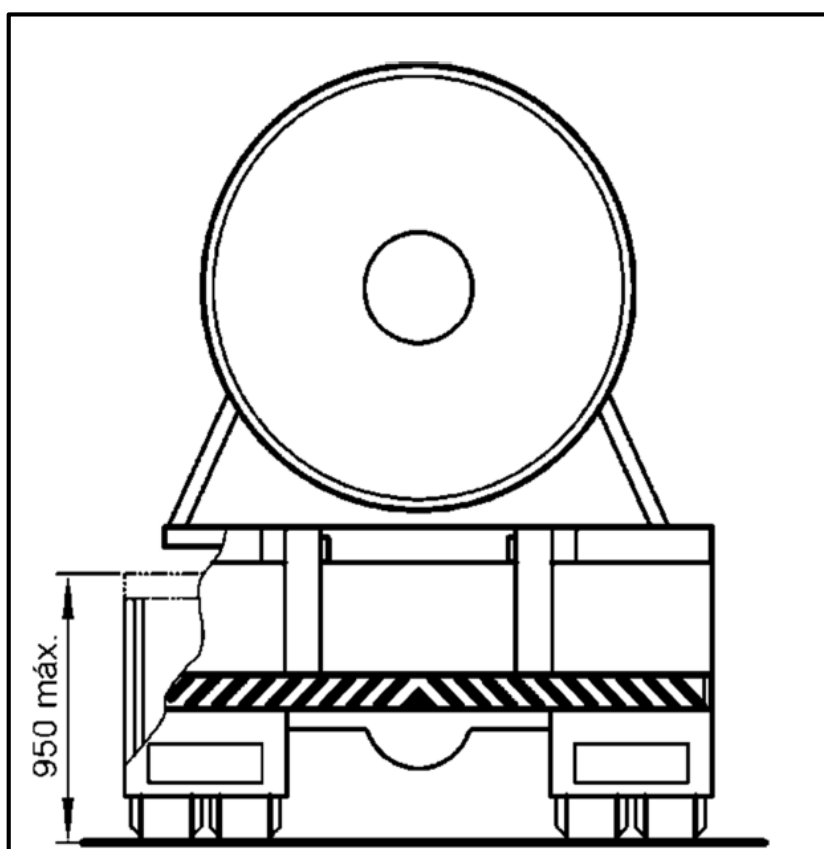


Figura 6.8 – Altura mínima respecto al suelo

- La protección lateral debe soportar una fuerza estática horizontal de 1000 N aplicada perpendicularmente sobre cualquier parte de su cara externa por el centro de un ariete de sección circular y plana de diámetro 220 mm, y que la deformación no sea superior a 30 mm en los 250 mm de los extremos de la protección y una deformación menor a 150 mm en el resto de la protección.

La posición de la defensa lateral en el equipo se puede observar en la Figura 6.9 cumpliendo con los requisitos anteriormente descritos.

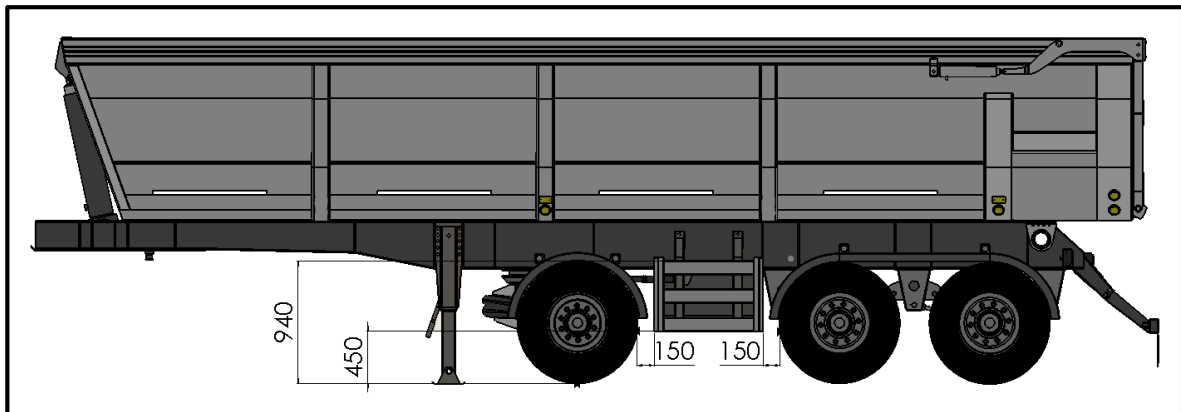


Figura 6.9 – Ubicación de la defensa lateral en la batea

Las restricciones se colocan en la posición donde el dispositivo está atornillado al chasis de la batea. La fuerza se va a aplicar en dos puntos diferentes del dispositivo, una en el medio y otra sobre uno de los refuerzos ya que al ser simétrico se va a obtener teóricamente la misma deformación de un lado que del otro.

Se representa en la Figura 6.10 el dispositivo de defensa lateral para la simulación.

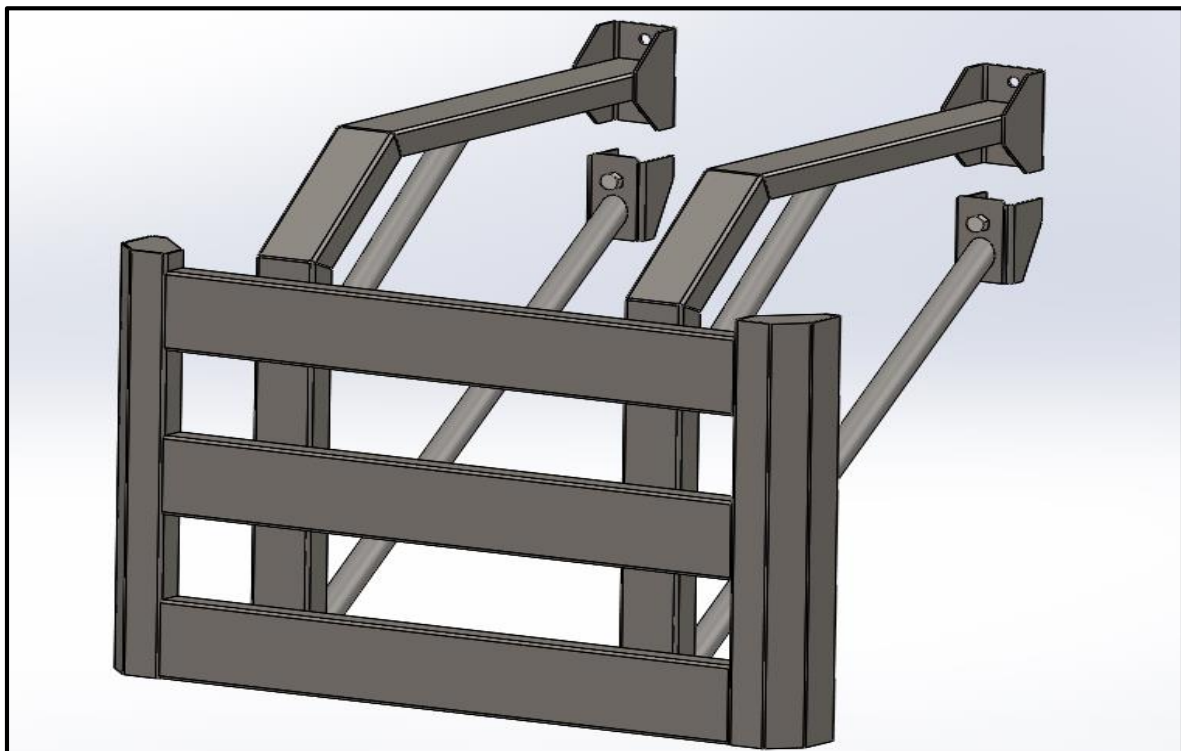


Figura 6.10 – Defensa lateral

El material utilizado para la construcción de la defensa es un acero o chapa de calidad comercial SAE 1010 y a través del software de simulación SolidWorks Simulation vamos a obtener las deformaciones producidas en las dos posiciones del ariete de sección circular y corroborar que no sobrepasen los límites establecidos.

Los resultados de la simulación registran deformaciones menores y casi despreciables a las que exigen los requisitos por lo que el dispositivo es adecuado para cumplir su función.

En las Figuras 6.11 y 6.12 se ven los valores de los desplazamientos para los dos puntos de aplicación de la fuerza.

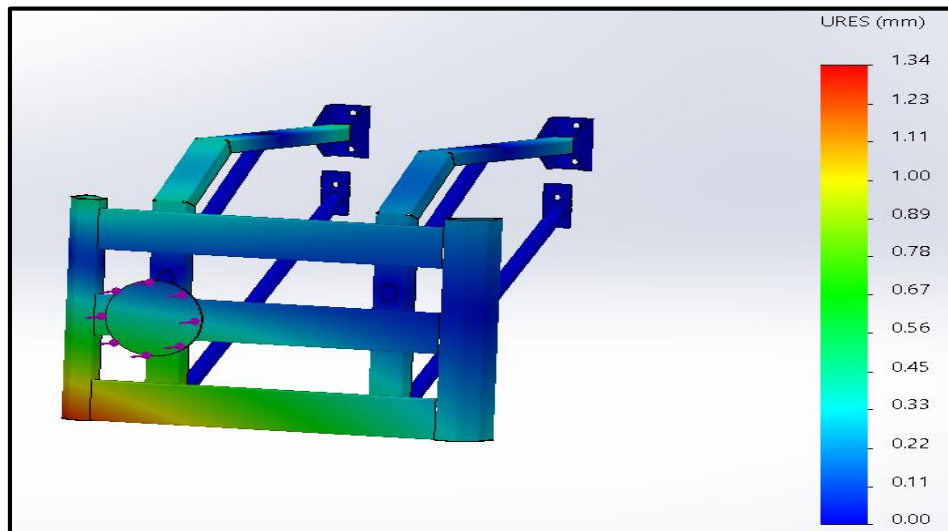


Figura 6.11 – Deformación aplicando F en un lateral

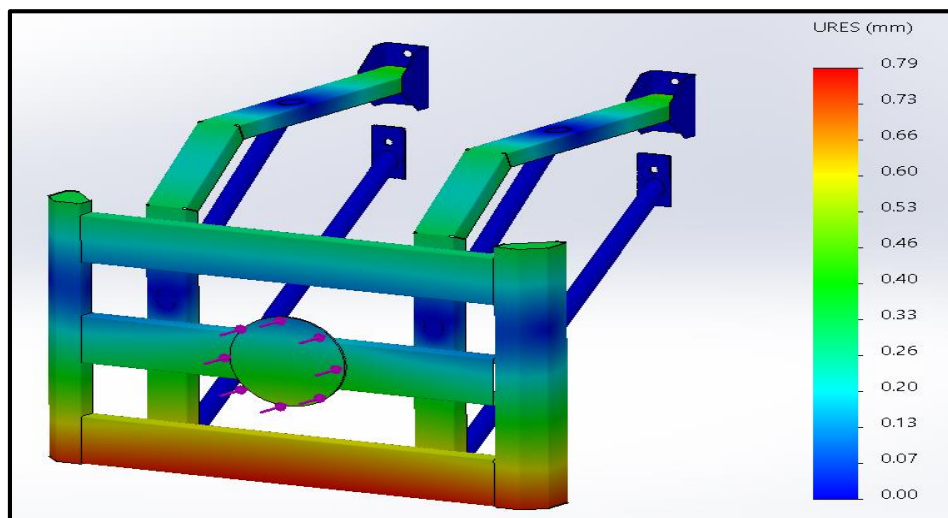


Figura 6.12 – Deformación aplicando F en el centro

Capítulo 7

7 PIVOTE TRASERO

7.1 Generalidades

Como se mencionó en el Capítulo 3, el pivote trasero es el encargado de vincular el chasis del semirremolque con la batea, soportando el vuelco al momento de la descarga del material almacenado.

El pivote trasero está conformado por manotas que van acopladas al balde a través de tornillos, las cuales giran alrededor de un tubo sin costura soldado a las vigas principales del chasis manteniendo una linealidad y ajuste apropiado para el deslizamiento. Cabe aclarar que entre manotas y el tubo se aloja un buje de grilon que puede ser mecanizado a la medida necesaria cumpliendo la función de evitar el contacto metal-metal, permitiendo de esta manera ser reemplazado una vez producido el desgaste. En la Figura 7.1 se puede observar el pivote trasero de la unidad.

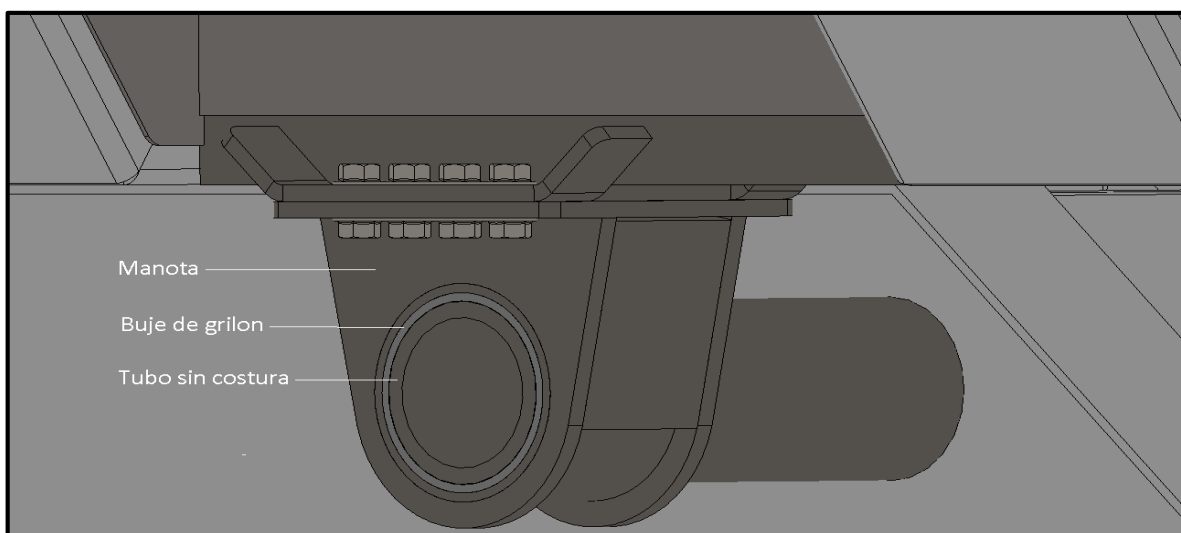


Figura 7.1 – Pivote trasero

Antes de empezar con el cálculo y verificación del pivote trasero, se mencionan algunos consejos de maniobrabilidad en un volcador trasero:

- Realizar la descarga solo cuando el tractor se encuentre alineado con la unidad.
- Realizar el vuelco en un lugar seguro y una superficie plana.

- Controlar la presión de los neumáticos antes de realizar el vuelco.
- No descargar la unidad si no se encuentra enganchada al tractor.
- Antes de realizar el vuelco verificar que la puerta trasera se encuentre abierta.
- No transitar con la batea elevada.
- Cargar la unidad uniformemente.
- Si se transportan cargas húmedas utilizar algún producto antiadherente.

7.2 Cálculo del tubo pivote

Una vez que el balde despega de las vigas principales del chasis, la carga queda sostenida entre el pivote trasero y el cilindro hidráulico principal. La carga en el pivote, se transmite a través de las manotas del balde, y éstas al tubo pivote amarrado al chasis.

Para verificar el diámetro y sección del tubo ya seleccionado, se considera un estado de la batea que represente la ubicación más desfavorable, de modo que el mismo cubra todos los estados de carga que se puedan dar en el trayecto de trabajo del equipo. Por este motivo, en la Figura 7.2 se representa el estado propuesto para obtener las reacciones en el acoplamiento de chasis-batea.

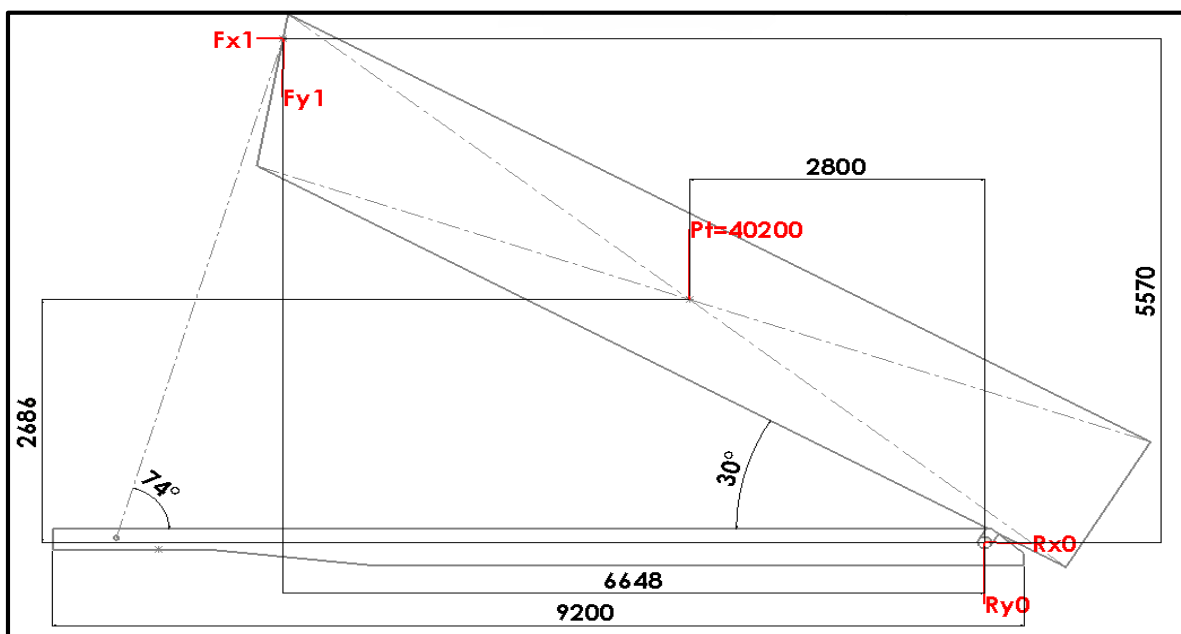


Figura 7.2 – Estado de carga propuesto para el pivote trasero

En este caso, se supone que para ciertos materiales, como lo puede ser la tierra con cierta humedad o materiales de tamaños de grano muy fino, la descarga no empieza hasta una posición de la batea de 30° respecto al chasis horizontal. Con esta suposición, se procede a obtener las fuerzas que se ejercen sobre el pivote de 5” de diámetro nominal (Schedule 120), y así poder determinar un coeficiente de cálculo “N” de modo que indique el grado de seguridad con que se está trabajando.

Hay que tener en cuenta que la carga resultante se va a dividir a la mitad ya que los puntos de apoyos a través de las manotas son dos.

Tomando momento en “0”, la sumatoria nos queda:

$$\sum M_o = F_1 \times \sin(74) \times 6648 + F_1 \times \cos(74) \times 5570 - P_T \times 2800 = 0$$

$$F_1 = \frac{40.200 \times 2.800}{\sin(74) \times 6.648 + \cos(74) \times 5.570}$$

$$F_1 = 14.200 \text{ Kg}$$

Las componentes en X e Y son:

$$F_{x1} = F_1 \times \cos(74) = 3.913 \text{ Kg} \rightarrow$$

$$F_{y1} = F_1 \times \sin(74) = 13.650 \text{ Kg} \uparrow$$

Haciendo sumatorias de fuerzas en X e Y, se obtiene:

$$\sum F_x = F_{x1} - R_{x0} = 0$$

$$F_{x1} = R_{x0}$$

$$R_{x0} = 3.913 \text{ Kg} \leftarrow$$

$$\sum F_Y = F_{Y1} + R_{Y0} - P^T = 0$$

$$R_{Y0} = P^T - F_{1Y}$$

$$R_{Y0} = 26.550 \text{ Kg } \uparrow$$

Donde R_{X0} y R_{Y0} son las reacciones que ejerce el pivot trasero, para la posición mostrada en la Figura 7.2.

La fuerza resultante que actúa en el tubo es:

$$F_R = \sqrt{(R_{X0})^2 + (R_{Y0})^2} = \sqrt{(3.913)^2 + (26.550)^2} = 26.800 \text{ kg}$$

Se emplea la ecuación de los esfuerzos combinados utilizando la teoría del esfuerzo cortante octaédrico, por lo tanto:

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

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

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

Si se considera que no existe una variación de esfuerzos sobre el tubo pivote, sino que la carga llega hasta un máximo de forma gradual con una inclinación de la batea de 30° , el segundo término de las ecuaciones anteriores son nulos.

Se hace uso de la fuerza resultante ya que el momento de inercia de una sección transversal circular es el mismo respecto a cualquier eje que pase por su centroide. Por lo tanto la fuerza ejercida en cada extremo del tubo es de 13.400 kg.

Representando en la Figura 7.3 el estado de fuerzas que actúan en el tubo, en este caso se considera que la carga se distribuye en una cierta porción en cada extremo, podemos determinar los esfuerzos normales y cortantes que actúan en el tubo. $w_1 = w_2 = 1.035 \text{ kN/m}$.

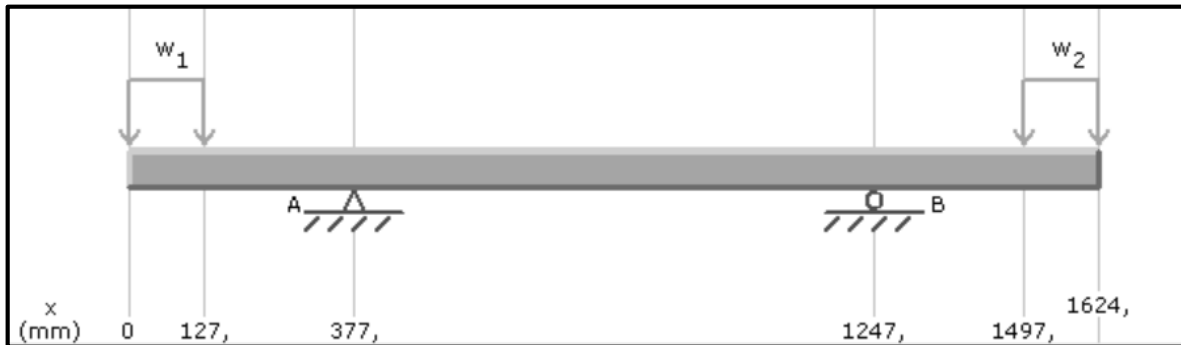


Figura 7.3 – Fuerzas actuantes en el tubo pivote

Tomando momento en el punto “A”:

$$\sum M_a = (w_1 \times 0,127) \times 0,3135 + R_B \times 0,87 - (w_2 \times 0,127) \times 1,1835 = 0$$

$$R_B = \frac{(w_2 \times 0,127) \times 1,1835 - (w_1 \times 0,127) \times 0,3135}{0,87}$$

Resolviendo y haciendo la sumatoria de fuerzas, nos queda:

$$R_B = R_A = 13.400 \text{ kg } \uparrow$$

El momento flector máximo es:

$$M_{Fmax} = R_A \times 31,35 = 420.000 \text{ kg. cm}$$

El esfuerzo de corte máximo es:

$$Q = 13.400 \text{ kg}$$

En la Figura 7.4 se puede observar los diagramas de momento flector y esfuerzo de corte utilizando el software de cálculo MD Solids.

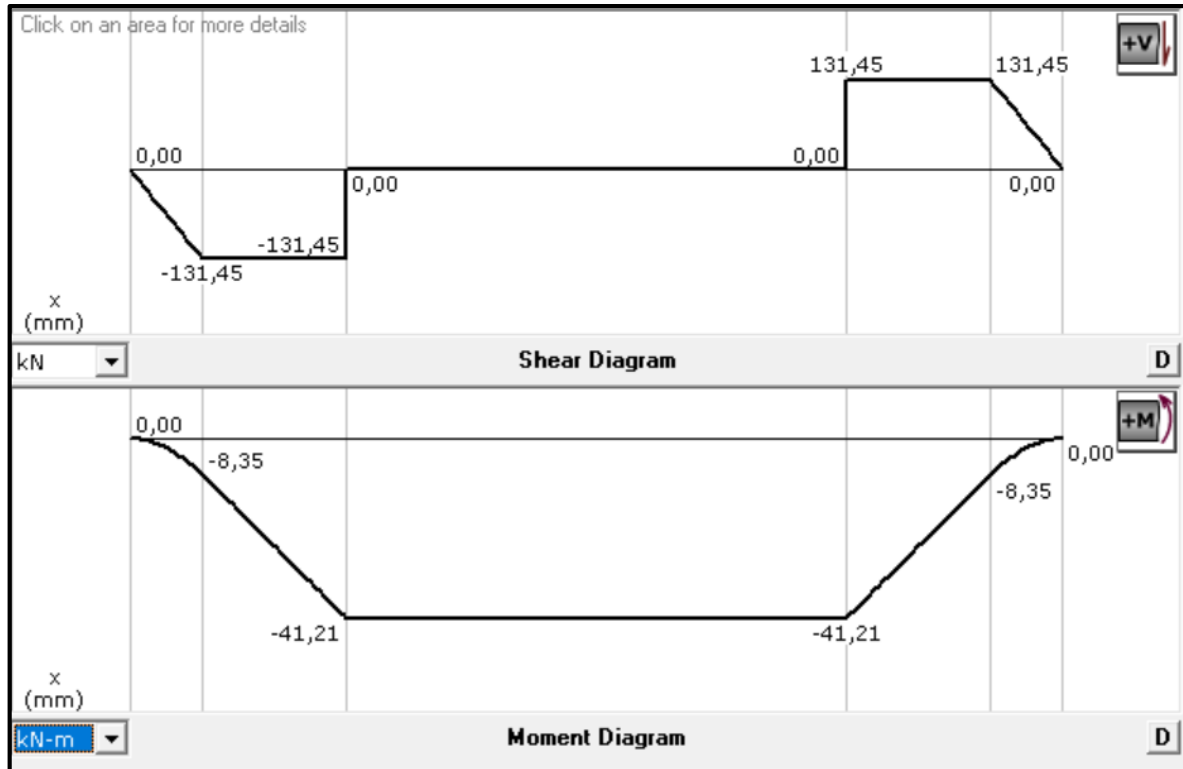


Figura 7.4 – Diagramas característicos

Como se nombró anteriormente, el tubo utilizado es del tipo sin costura de 5 pulgadas de diámetro nominal. Es un tubo de acero al carbono tipo estructural para uso mecánico según la especificación de la norma ASTM-A106, Acero grado C con las siguientes propiedades mecánicas indicadas en la Tabla 7.1.

Tabla 7.1 – Propiedades mecánicas del tubo pivote

Tubo de acero ASTM A106	Grado C
Resistencia a la rotura "Su"	5.800 kg/cm ²
Resistencia a la fluencia "Sy"	4.500 kg/cm ²
Modulo de Young "E"	2.100.000 kg/cm ²
Modulo transversal "G"	800.000 kg/cm ²
Densidad "δ"	7829 kg/m ³
Coficiente de Poisson "μ"	0,3

De esta manera, vamos recolectando los datos que se van a utilizar en las ecuaciones, por lo tanto:

La resistencia a la fluencia debido a esfuerzos normales y cortantes, respectivamente:

- $S_y = 4.500 \text{ kg/cm}^2$
- $S_{ys} = 0,6 \times S_y = 2.700 \text{ kg/cm}^2$

La resistencia a la fatiga S_n es:

$$S_n = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot S'_n$$

Donde:

- K = Coeficientes de reducción de resistencia a la fatiga.
- $K_1 = 0,95$ (efecto del estado de la superficie, Fig. AF5, 751; *Virgil Faires*^[8])
- $K_2 = 1$ (influencia del tamaño)
- $K_3 = 1$ (tipo de esfuerzo, flexión)
- S'_n (Límite de fatiga) $= 0,5 \times S_u = 0,5 \times 5.800 = 2.900 \text{ kg/cm}^2$

Entonces:

$$S_n = 2.755 \text{ kg/cm}^2$$

La resistencia a la fatiga para esfuerzos cortantes:

$$S_{ns} = 0,6 \times S_n = 1.653 \text{ kg/cm}^2$$

Debido a que el segundo término de la ecuación es nulo, la tensión media para esfuerzos normales es:

$$S_m = \frac{M_{Fmax}}{W'}$$

$$W' = \frac{\pi \times (D_e^4 - D_i^4) / D_e}{32}$$

W' es el módulo resistente para una sección circular anular con un diámetro exterior D_e y un diámetro interior D_i . En la Figura 7.5 se observan las dimensiones del tubo Schedule utilizado.

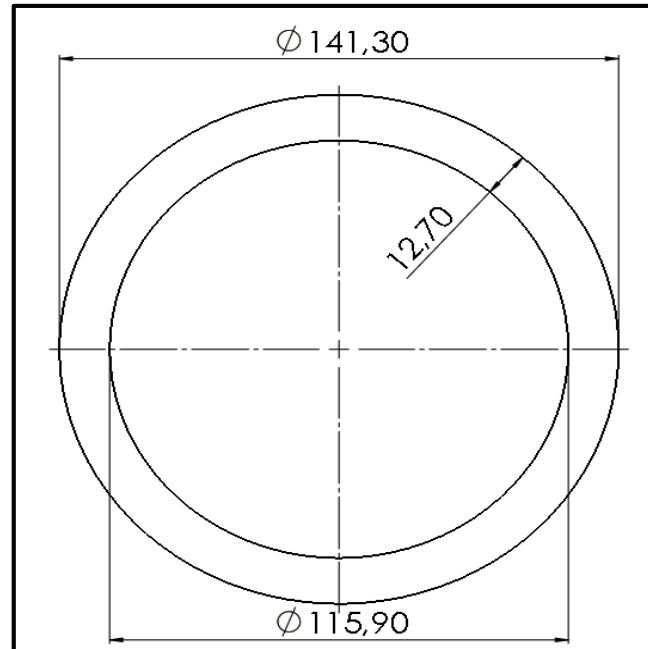


Figura 7.5 – Dimensiones del tubo

Resolviendo:

$$W' = \frac{\pi x [(14,13)^4 - (11,59)^4]/(14,13)}{32} = 151,6 \text{ cm}^3$$

$$S_m = \frac{420.000 \text{ kg.cm}}{151,6 \text{ cm}^3} = 2.770 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo equivalente para esfuerzos normales es:

$$S_e = \frac{S_n}{S_y} S_m = \frac{2.755}{4.500} x 2.770 = 1.696 \text{ kg/cm}^2$$

Para esfuerzos cortantes, el área transversal del tubo es:

$$A = \frac{\pi x [D_e^2 - D_i^2]}{4} = \frac{\pi x [(14,13)^2 - (11,59)^2]}{4} = 51,3 \text{ cm}^2$$

El esfuerzo medio es:

$$S_{ms} = \frac{Q}{A} = \frac{13.400}{51,3} = 261 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo equivalente debido a esfuerzos cortantes es:

$$S_{es} = \frac{S_{ns}}{S_{ys}} S_{ms} = \frac{1.653}{2.700} \times 261 = 160 \text{ kg/cm}^2$$

Reemplazando estos valores en la ecuación de esfuerzos combinados, determinamos el valor del coeficiente de cálculo “N”:

$$\frac{1}{N^2} = \left[\left(\frac{S_e}{S_n} \right)^2 + \left(\frac{S_{es}}{S_{ns}} \right)^2 \right] = \left[\left(\frac{1.695}{2.755} \right)^2 + \left(\frac{160}{1.653} \right)^2 \right]$$

$$N = 1,6$$

El coeficiente de seguridad obtenido es de 1.6, por lo tanto el tubo seleccionado es apto para el buen desempeño en el equipo y corresponde a un tubo Schedule 120.

A continuación se va a realizar la verificación simulando el tubo con Solid Works Simulation y determinar si las tensiones están dentro de los parámetros, o mejor dicho, la máxima tensión producida es menor a la fluencia del material. Otra variable importante a saber es la deformación producida, ya que es esencial la linealidad en sentido longitudinal del tubo para un correcto deslizamiento de la manota sobre el mismo y el trabajo uniforme en ambos lado del equipo. Se puede observar en la Figura 7.6 que la tensión máxima producida es de 2.221 kg/cm² y se da en la zona de color rojizo donde está vinculado el alma del chasis y el tubo. Esta tensión es mucho menor a la de la fluencia del material.

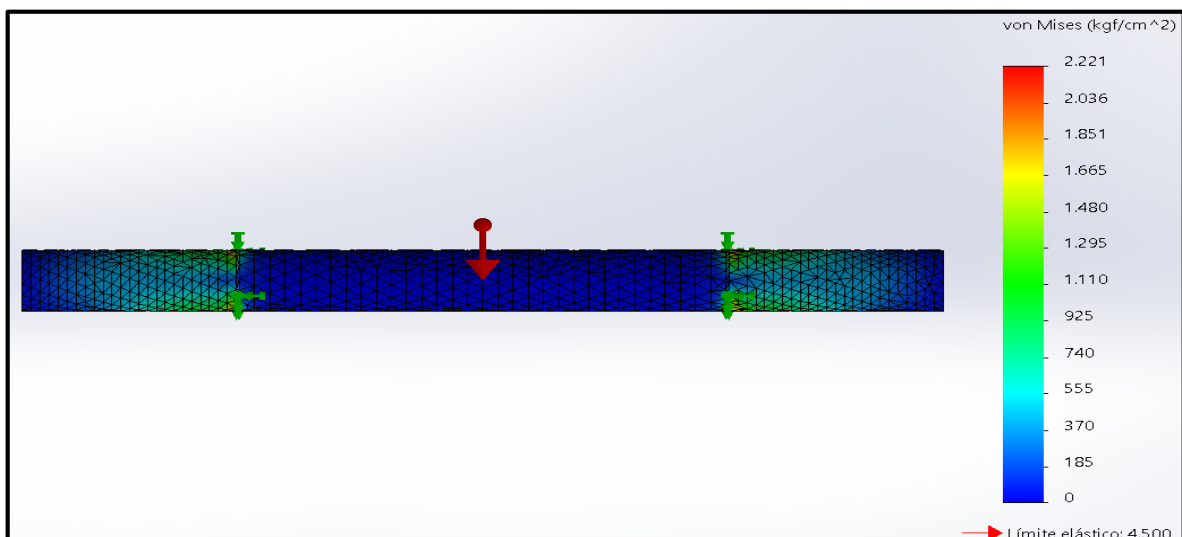


Figura 7.6 – Tensiones en el tubo pivote

En la Figura 7.7 se representa el desplazamiento producido debido a las cargas. Se puede decir que el mismo es mínimo con un valor de 0,53 mm en los extremos, por lo que el tubo seleccionado es apto también en cuanto a deformación.

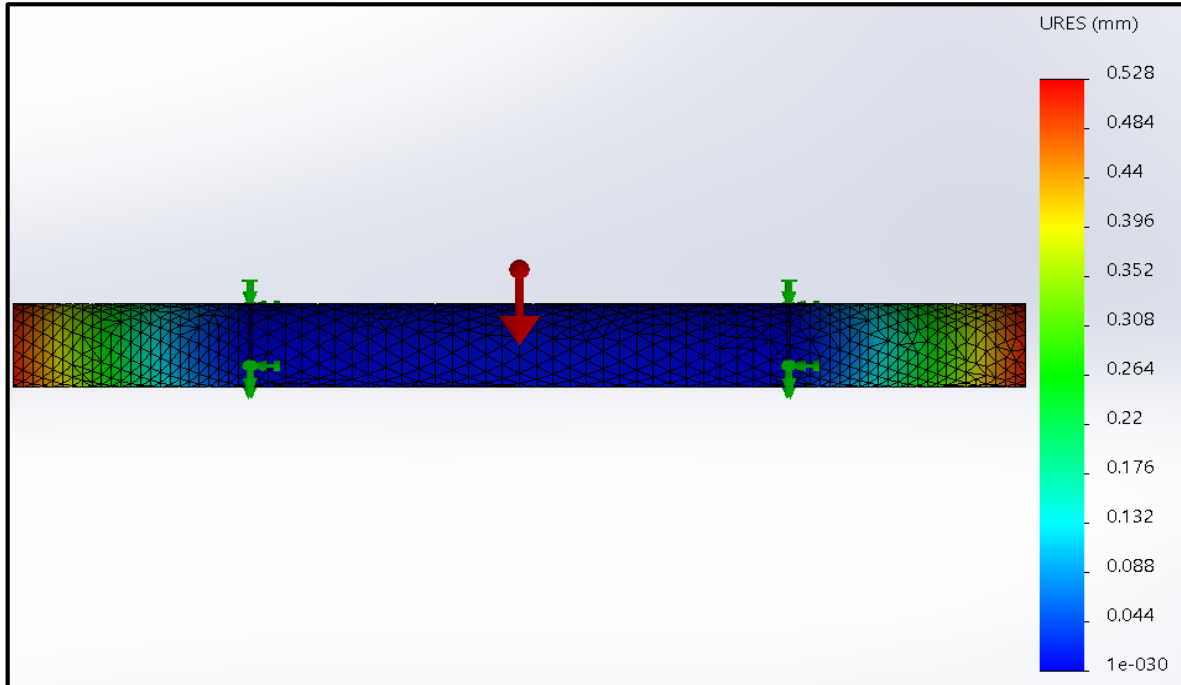


Figura 7.7 – Deformación máxima en el tubo pivote

Y por último, ya calculado analíticamente, se muestra en la Figura 7.8 los valores del coeficiente de seguridad, representando el FDS mínimo producido en la sección del tubo.

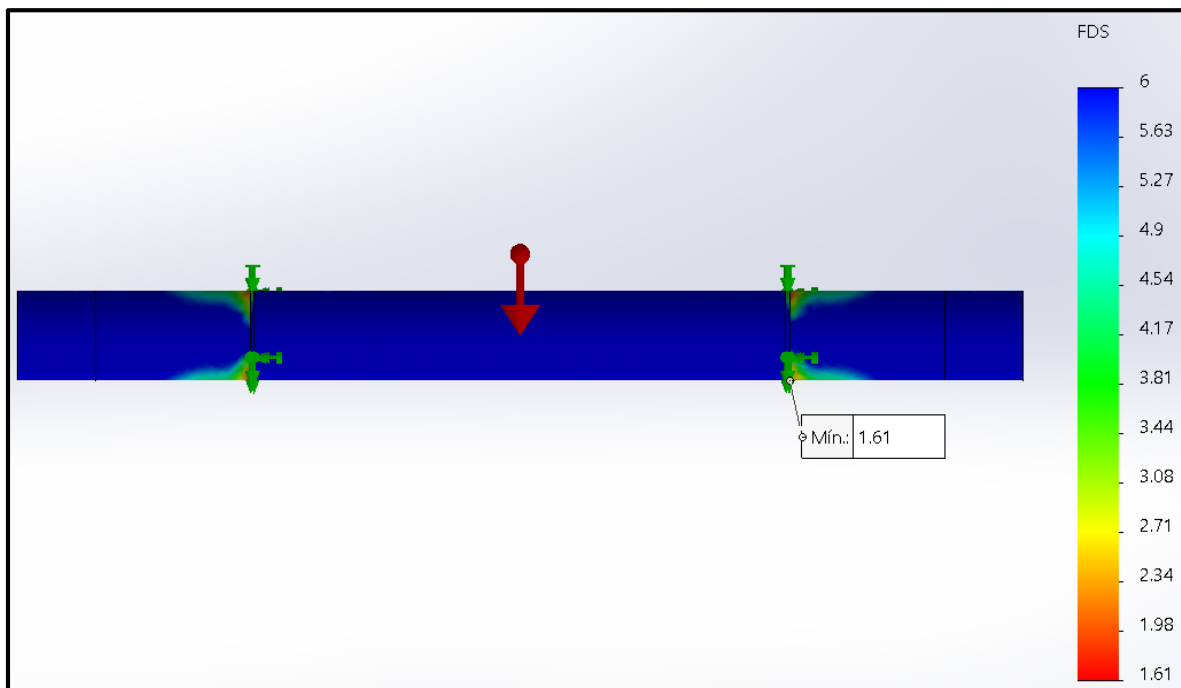


Figura 7.8 – FDS del tubo pivote

8 SISTEMA HIDRÁULICO Y COMPONENTES

8.1 Generalidades

En todo circuito hidráulico, se comienza con una potencia mecánica en forma de flecha rotatoria, que luego se convierte en potencia hidráulica en la bomba, se dirige con una válvula ya sea a un cilindro o a un motor y, luego, se vuelve a convertir en potencia mecánica. Esto se hace porque con la potencia fluida podemos dividir, dirigir y controlar fácilmente la aplicación de la fuerza (Figura 8.1). La combinación del flujo y la presión requeridos por un sistema hidráulico determina la potencia en caballos de fuerza (HP) de funcionamiento.

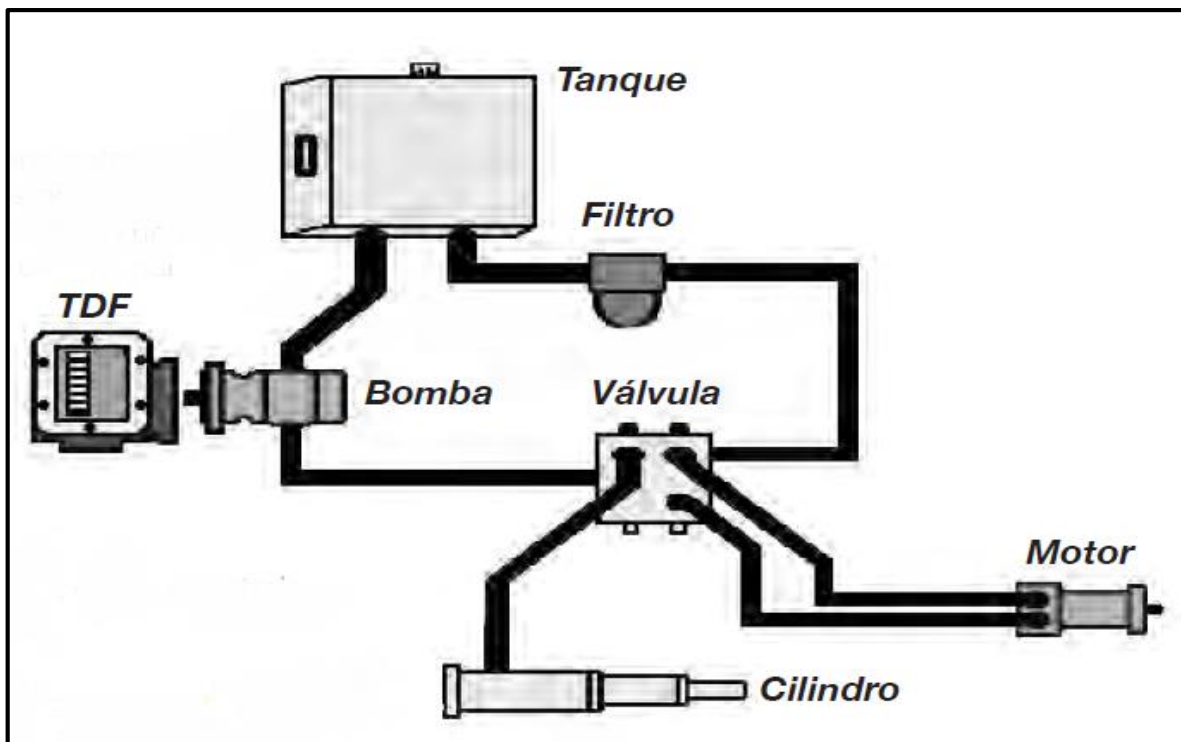


Figura 8.1 – Sistema hidráulico simple para camión

Todas las aplicaciones hidráulicas están basadas en los requisitos de flujo y de presión. El flujo, expresado en litros por minuto (LPM), determina la velocidad a la cual se extiende un cilindro hidráulico o gira un motor hidráulico. El flujo es producido por la bomba. La presión, expresada en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm²), determina la cantidad de fuerza ejercida. La presión se produce cuando el flujo encuentra resistencia.

Por lo general, los sistemas montados en camiones funcionan en condiciones más rigurosas que los sistemas hidráulicos fijos. Es de suma importancia poder integrar los sistemas hidráulicos con las capacidades y las limitaciones del motor, la transmisión y la toma de fuerza de los camiones. Existen cuatro presiones que actúan en un sistema hidráulico:

- **La presión atmosférica**, lleva el aceite desde el depósito a la entrada de la bomba, las cuales están diseñadas para recibir, no para succionar aceite.
- **La presión del sistema en neutro**, es la resistencia al flujo aplicada por el sistema, según las mediciones en la salida de la bomba, cuando todas las válvulas de control están en la posición neutral.
- **La presión de funcionamiento de la bomba**, se trata de la presión necesaria para realizar trabajo (para extender el cilindro o girar el motor hidráulico) y se mide en la salida de la bomba.
- **La presión de alivio**, es la presión a la cual la válvula de alivio del sistema se abre y purga el flujo de vuelta al tanque hasta que disminuye la presión del sistema. Por lo general, la presión de alivio se fija en aproximadamente 15% sobre la presión de trabajo del sistema.

Por último, la presión hidráulica es generada o limitada por varios factores:

- **La carga que hay que mover.**
- **El desplazamiento del motor hidráulico o el área del pistón del cilindro.**
- **La eficiencia mecánica del diseño.**
- **La eficiencia hidráulica del diseño.**

8.2 Cilindro hidráulico principal

8.2.1 Determinación del cilindro hidráulico principal

Como se mencionó anteriormente, el primer punto a considerar es que carga hay que mover

para poder seleccionar el cilindro hidráulico necesario que realice el trabajo de ascenso y descenso de la batea.

Para poder determinar los diámetros necesarios del componente hidráulico, el cual será del tipo telescópico debido a la gran longitud que se necesita para una descarga eficiente del material a transportar, se representa en la Figura 8.2 en forma de croquis 2D para mayor simplificación, un estado de carga en el que el actuador se encuentre en la posición más desfavorable de modo que dicho estado genere el máximo esfuerzo en el cilindro para su posterior dimensionamiento.

Por lo tanto, la máxima fuerza tiene lugar cuando el ascenso de la batea es inminente, en esa posición, se calcula la sección necesaria de la primera etapa del cilindro, ya que son varias etapas del mismo, y a través del área obtenemos el diámetro correspondiente.

Como se venía mencionando en el Capítulo 4, sobre el nuevo Decreto de la Ley 24.449 en las nuevas configuraciones de vehículos autorizadas para el transporte automotor de cargas - escalabilidad, autoriza mayor capacidad de carga en distintas configuraciones.

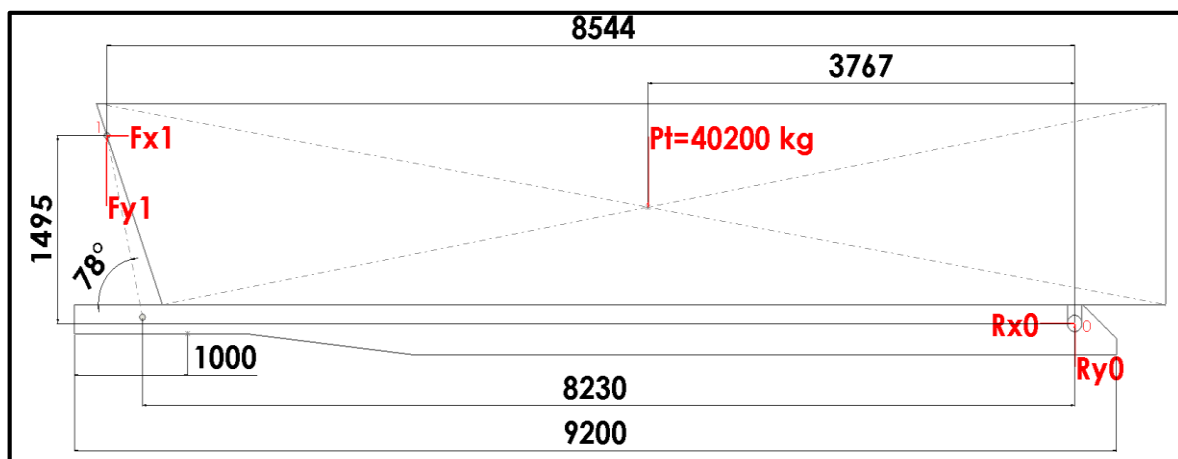


Figura 8.2 – Estado de carga más desfavorable para el cilindro hidráulico

Debido a esto, la máxima carga permitida para este tipo de configuración 2+1, es de 52.500 kg (tractor y semirremolque). Para determinar que carga tiene que vencer el cilindro hidráulico, primero se hace hincapié en los siguientes puntos:

- Peso promedio de camión tractor tipo escalable o balancín = 8000 kg
- Peso del equipo semirremolque batea = 7500 kg (determinado con software SW)
donde el peso de la batea = 3200 kg y peso de semirremolque = 4300 kg

La carga útil es:

$$P_{UT} = 52.500 \text{ kg} - 8.000 \text{ kg} - 7.500 \text{ kg} = 37.000 \text{ Kg}$$

El peso total P^T a vencer por el cilindro hidráulico teniendo en cuenta el peso de la batea P^{BT} , es:

$$P_T = P_{UT} + P_{BT} = 37.000 \text{ kg} + 3.200 \text{ kg} = 40.200 \text{ kg}$$

El siguiente paso es determinar la fuerza que ejerce el cilindro en la posición mostrada en la Figura 8.2, tomando como centro de momento el pivot trasero en el punto "0" y planteando la ecuación de equilibrio estático. Por lo tanto sabemos que:

$$F_{x1} = F_1 \times \cos(78) \text{ y } F_{y1} = F_1 \times \sin(78)$$

Donde:

$$\sum M_o = F_1 \times \sin(78) \times 8544 - F_1 \times \cos(78) \times 1495 - P^T \times 3767 = 0$$

$$F_1 = \frac{40.200 \times 3767}{\sin(78) \times 8544 - \cos(78) \times 1495}$$

$$F_1 = 18.820 \text{ kg}$$

Siendo F_1 la fuerza del cilindro hidráulico cuando el levante de la batea es inminente, tomando como este estado el más desfavorable en cuanto a las diferentes posiciones que puede tomar el equipo.

Reemplazando el valor de la fuerza que ejerce el cilindro hidráulico, se obtienen los valores de las fuerzas componentes en las direcciones de las abscisas y ordenadas. Estas cargas son las que actúan en el pivot superior:

$$F_{x1} = 18.820 \times \cos(78) = 3.913 \text{ Kg} \leftarrow$$

$$F_{y1} = 18.820 \times \sin(78) = 18.409 \text{ Kg} \uparrow$$

También se obtienen reacciones en el punto “0”, debido al principio de acción y reacción, estas reacciones son de igual magnitud y sentido contrario a las cargas que actúan sobre el pivot trasero. Haciendo sumatorias de fuerzas en X e Y, se obtiene:

$$\sum F_x = -F_{1X} + R_{0X} = 0$$

$$F_{1X} = R_{0X}$$

$$R_{0X} = 3913 \text{ kg} \rightarrow$$

$$\sum F_Y = F_{1Y} + R_{0Y} - P^T = 0$$

$$R_{0Y} = P^T - F_{1Y}$$

$$R_{0Y} = 21.791 \text{ kg} \uparrow$$

Estas reacciones, son las que ejerce el pivote trasero sobre las manotas de acoplamiento de la batea.

Resumiendo, la máxima fuerza que ejerce el cilindro ($F_1=18.820 \text{ Kg}$) se da cuando la batea está en posición de descanso sobre el chasis del semirremolque e inicia la elevación (se toma $\varphi=0^\circ$). Esta fuerza representa la fuerza necesaria que se necesita para mantener el estado representado en la Figura 8.2 en un equilibrio estático, esto quiere decir un estado estacionario en el que la sumatorias de fuerzas y de momento se mantiene igual a cero.

En realidad, la condición que se necesita es que el sistema hidráulico pueda vencer la resistencia que genera la carga y de esta manera realizar el trabajo necesario de elevación a través del cilindro hidráulico y su posterior proceso de descarga.

La presión teórica del sistema hidráulico requerida para mover un cilindro hidráulico puede calcularse al dividir la carga (el peso que hay que levantar) por el área del pistón del cilindro hidráulico. Hay que tener en cuenta que este es el requisito de **presión teórica**. En la realidad, para iniciar el movimiento con el vehículo detenido, se requiere aproximadamente un 30% más de presión, y para acelerarlo se requiere cerca de un 10% más de presión. Esta presión adicional es necesaria para sobrepasar la fricción dentro del cilindro. Obviamente, hay que tener en cuenta otros factores a la hora de determinar los requisitos de presión, como por ejemplo si el movimiento de la carga es recta o inclinada, si la carga se mueve horizontalmente, que fuerzas de fricción se deben sobrepasar o que velocidad de extensión del cilindro se necesita para determinar el caudal de la bomba.

Debido a esto, se decide aumentar en un 60% la fuerza que realiza o ejerce el cilindro hidráulico para levantar la carga. A través de esta carga y del actuador telescópico seleccionado, se irá determinando los demás componentes necesarios del sistema hidráulico. Entonces:

$$F_1 = 18.820 \text{ kg} + 11.180 \text{ kg} = 30.000 \text{ Kg}$$

Para una presión de trabajo de $P_{tr}=150 \text{ kg/cm}^2$ y aplicando el principio de Pascal:

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow A = \frac{F_1}{P_{tr}} = 200 \text{ cm}^2$$

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} \rightarrow d = \sqrt{\frac{A \times 4}{\pi}} = 160 \text{ mm}$$

Para la presión de trabajo P_{tr} utilizada y la fuerza F_1 necesaria para vencer la carga de la batea, el diámetro necesario del vástago en el cilindro hidráulico es de 160 mm.

Como se sabe, los cilindros hidráulicos son los componentes que efectivamente realizan el trabajo físico en el sistema. El siguiente paso es determinar el actuador que se va a utilizar en el semirremolque. Si bien existe una gran variedad de fabricantes de estos equipos, tanto nacionales como internaciones, se decide seleccionar los equipos hidráulicos *HYVA*^[12]. Hay una gran variedad de estos componentes con los diámetros recientemente calculados y para diferentes tipos de aplicaciones, pero el mayor factor limitante es la gran carrera que se necesita para asegurar el máximo levante de la batea y descarga total, por este motivo se selecciona un cilindro hidráulico telescópico HYVA simple efecto y de 5 etapas con las especificaciones de la Figura 8.3. Para este componente, el diámetro del vástago para la primera etapa es de 191 mm y la carrera total del mismo para una apertura de batea de 42° es de 5780 mm, alcanzando una longitud de 7340 mm entre centro pivote superior y centro pivót inferior.

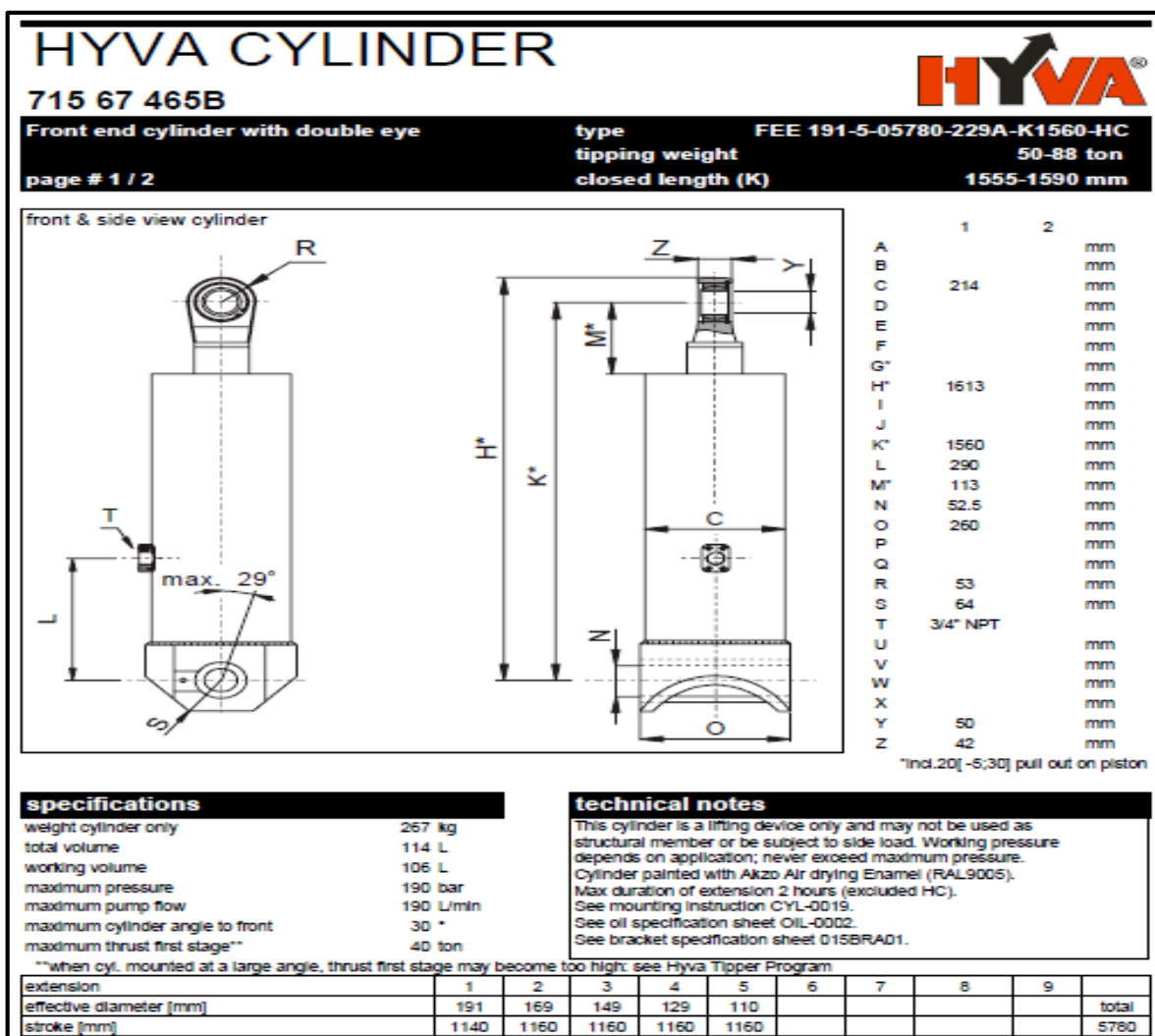


Figura 8.3 – Especificaciones técnicas del cilindro hidráulico

8.2.2 Bomba hidráulica

Las bombas hidráulicas toman la energía mecánica del motor principal (una fuerza de giro) y la convierten en energía fluida en forma de flujo de aceite. Por lo general, nos referimos a este flujo de aceite en términos de litros por minutos (LPM). Es este caudal el que determina la velocidad a la cual funcionará el sistema.

Las bombas de engranaje son el diseño más común en uso para sistemas hidráulicos montados en camión, son relativamente económicas, tienen pocas piezas móviles, son fáciles de mantener y, en general, toleran más la contaminación que otros diseños. En la Figura 8.4 se puede observar una de ellas.



Figura 8.4 – Bomba de engranajes 4H

Las bombas de engranaje son bombas de desplazamiento fijo o positivo. Esto es, producen el mismo volumen de caudal en cada rotación completa de la flecha. Los tipos de sistemas en los que generalmente se usan estas bombas se conocen como sistemas de centro abierto. Los sistemas de centro abierto son aquellos que permiten que el aceite fluya a través del núcleo del centro abierto de la válvula direccional y vuelva al tanque bajo presión de retorno baja, cuando no está dirigido a una función de trabajo.

Se opta por utilizar una bomba de engranajes *ISO 4H*^[12] con un desplazamiento volumétrico de 92 cm³/rev con las siguientes especificaciones que se muestran en la Tabla 8.1.

Tabla 8.1 – Versiones y características de bombas de engranajes

Part no.	Description	Displacement (cm ³)	Weight (kg)	Port configuration	Suction port	Pressure port	Rotation freq. (rpm)	Working pressure (bar)
14562005	GEAR PUMP 035L-BI-4H-BRITE	35	12.5	4	G¾"	G¾"	2500	275
14562010	GEAR PUMP 052L-BI-4H5-BRITE	52	13.5	4	G1"	G1"	2500	275
14562015	GEAR PUMP 061L-BI-4H5-BRITE	61	14	4	G1"	G1"	2500	250
14571224	GEAR PUMP 082L-BI-4H5-2S	82	16.6	2 side	G1"	G1"	2500	250
14562091	GEAR PUMP 082L-BI-4H5-2R	82	16.4	2 rear	G1¼"	G1¼"	2500	250
14562030	GEAR PUMP 092L-BI-4H5-BR	92	19.5	4	G1¼"	G1¼"	2500	250
14562093	GEAR PUMP 100L-BI-4H5-2R	100	17.4	2 rear	G1¼"	G1¼"	2250	250
14562095	GEAR PUMP 100L-BI-4H5-2S	100	18	2 side	G1¼"	G1¼"	2250	250
14562036	GEAR PUMP 113L-BI-4H5-4P	113	20.8	4	G1¼"	G1¼"	2000	250
14562795	GEAR PUMP 133L-BI-4H-2S	133	25.3	2 side	G1½"	G1½"	2500	250

Para esta bomba tenemos una configuración de 4 puertos de entradas, los puertos de succión y presión son de 1¼ pulgadas, una rotación máxima de 2500 rpm y una presión máxima de trabajo de 250 bar.

La toma de fuerza o PTO (Power Take Off), es un sistema mecánico que se monta sobre la caja de velocidades del camión obteniendo una potencia y un determinado número de vueltas para nuestra aplicación. Optando por una toma de fuerza simple, es decir de relación directa (1:1) con la caja de velocidad del camión y teniendo en cuenta que la bomba se acopla a este PTO, concluimos que las vueltas del motor serán las vueltas de la bomba. El régimen de vueltas mínimo o la velocidad de ralentí de la mayoría de los camiones varían entre 700 rpm y 1000 rpm. Si consideramos para este caso unas 1000 rpm y el rendimiento volumétrico de la bomba de $\eta_{volum} = 0.97$, la conversión en litros por minutos (L/m) es:

$$Q \left(\frac{L}{m} \right) = \frac{\text{Desplaz. volum.} \left(\frac{cm^3}{rev} \right) \times \eta_{volum} \times rpm}{1000}$$

$$Q \left(\frac{L}{m} \right) = \frac{92 \left(\frac{cm^3}{rev} \right) \times 0.97 \times 1000 \text{ rpm}}{1000} = 89 \text{ L/m}$$

Una vez determinado el caudal, y calculando el área en cada etapa de carrera del cilindro hidráulico detallado en la Figura 8.4 anterior, se procede a determinar la velocidad de extensión del mismo y el tiempo aproximado en que tarda desplegarse por completo para una correcta descarga.

Entonces se sabe que:

$$Q = A \times V \rightarrow V = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

$$V = \frac{\text{carrera}}{\text{tiempo}} \rightarrow t = \frac{\text{carrera}}{V}$$

Para la etapa 1:

$$A_1 = \frac{\pi \times (19.1)^2}{4} = 286.5 \text{ cm}^2$$

$$V_1 = \frac{89 \text{ L/min}}{286.5 \text{ cm}^2} = \frac{89.000 \text{ cm}^3/\text{min}}{286.5 \text{ cm}^2} = 310 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

$$t_1 = \frac{\text{carrera}}{V_1} = \frac{114}{310} = 22 \text{ segundos}$$

Etapa 2:

$$A_2 = \frac{\pi \times (16.9)^2}{4} = 224 \text{ cm}^2$$

$$V_2 = \frac{89 \text{ L/min}}{224 \text{ cm}^2} = \frac{89.000 \text{ cm}^3/\text{min}}{224 \text{ cm}^2} = 397 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

$$t_2 = \frac{\text{carrera}}{V_2} = \frac{116}{397} = 17 \text{ segundos}$$

Etapa 3:

$$A_3 = \frac{\pi \times (14.9)^2}{4} = 174 \text{ cm}^2$$

$$V_3 = \frac{89 \text{ L/min}}{174 \text{ cm}^2} = \frac{89.000 \text{ cm}^3/\text{min}}{174 \text{ cm}^2} = 511 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

$$t_3 = \frac{\text{carrera}}{V_2} = \frac{116}{511} = 14 \text{ segundos}$$

Etapa 4:

$$A_4 = \frac{\pi \times (12.9)^2}{4} = 131 \text{ cm}^2$$

$$V_4 = \frac{89 \text{ L/min}}{131 \text{ cm}^2} = \frac{89.000 \text{ cm}^3/\text{min}}{131 \text{ cm}^2} = 679 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

$$t_4 = \frac{\text{carrera}}{V_2} = \frac{116}{679} = 10 \text{ segundos}$$

Etapa 5:

$$A_5 = \frac{\pi \times (11)^2}{4} = 95 \text{ cm}^2$$

$$V_5 = \frac{89 \text{ L/min}}{95 \text{ cm}^2} = \frac{89.000 \text{ cm}^3/\text{min}}{95 \text{ cm}^2} = 937 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

$$t_5 = \frac{\text{carrera}}{V_2} = \frac{116}{937} = 7 \text{ segundos}$$

Por lo tanto, sumando todos los tiempos en cada etapa, el tiempo total que tarda el cilindro hidráulico en extenderse completamente es aproximadamente de 70 segundos.

8.2.3 Depósito de aceite

Los depósitos cumplen tres funciones en el sistema hidráulico:

- Almacenan el aceite hasta que el sistema lo necesite.
- Ayudan a refrigerar el aceite.
- Proporcionan un lugar para que decanten los contaminantes del aceite.

El material, el volumen, la ubicación y la forma son factores importantes que se deben tener en cuenta a la hora de seleccionar un depósito hidráulico. Los depósitos de aceite se pueden

construir con acero, aluminio o plástico polietileno. En la Figura 8.5 se puede observar uno de ellos.



Figura 8.5 – Depósito de aceite

Como regla general, si el sistema hidráulico utiliza cilindros como accionadores, la capacidad del depósito debe ser igual al volumen de aceite requerido para extender los cilindros, más un 20% o 30% de reserva en el tanque. Si volvemos a la Figura 8.4, se observa que el volumen total del cilindro es de 114 litros y el volumen de trabajo del mismo es 106 litros, por lo tanto adicionando al volumen total un 35% más, el depósito debería tener unos 154 litros aproximadamente, considerando que el volumen de aceite necesario para los hidráulicos de apertura de portón trasero es de 1 litro para cada uno. Para este caso, se selecciona un depósito cilíndrico de 170 litros de capacidad con visor de nivel, el cual se encuentra comercialmente.

8.2.4 Válvula direccional hidráulica

Como su nombre lo indica, las válvulas de control direccional dirigen el flujo de aceite producido por la bomba hacia los distintos componentes de trabajo (cilindros y motores) del sistema o de vuelta hacia el tanque. (Figura 8.6).

El cilindro hidráulico telescópico utilizado en este caso es de simple efecto. Los cilindros de simple efecto, también conocidos como cilindros que "suben por fuerza hidráulica y bajan por gravedad", se extienden cuando se suministra flujo a la base del cilindro. El cilindro de simple

efecto se basa en fuerzas contrarias, el peso y la gravedad para replegarse. Debido a esto, la válvula direccional a utilizar es 3/4, es decir, 3 posiciones y 4 vías.

Las 3 posiciones se refieren a las posiciones de elevar, neutral y bajar de la bobina de la válvula y las 4 vías serán entrada desde el suministro, presión para expandir y retorno al tanque. También posee válvula de alivio integrada, regulada a 190 Bar.

Ésta válvula, en conjunto con un comando neumático instalado en la cabina, permite controlar toda la operación de basculamiento, posibilitando interrumpir en cualquier momento el ascenso o descenso de la caja de carga.



Figura 8.6 – Válvula direccional hidráulica

8.2.5 Filtro de retorno de aceite

Entre el 70% y 90% de las fallas de los sistemas hidráulicos se deben a la contaminación. Los filtros que se eligen y mantienen correctamente evitan que los contaminantes dañen los componentes hidráulicos y permiten que el funcionamiento del sistema sea más frío, silencioso y duradero.

En este caso, el filtro va montado sobre el tanque de depósito de aceite e integrado a la válvula direccional. (Figura 8.7)



Figura 8.7 – Filtro de aceite

8.2.6 Filtro de aire (Respiradero)

El filtro garantiza la filtración del aire que ingresa al depósito, evitando la contaminación por polvo y otras partículas presentes en el medio ambiente trabajo. El flujo de aire es importante para la efectividad y para el funcionamiento de la bomba hidráulica en referencia a la diferencia de presión atmosférica durante la succión, evitando posibles daños a la bomba hidráulica. A través de este componente, también es hecho el suministro de aceite hidráulico al depósito. (Figura 8.8).



Figura 8.8 – Filtro de aire

8.2.7 Mangueras hidráulicas

Las mangueras hidráulicas deben ser del tipo y el tamaño adecuados para transportar el aceite a la velocidad de caudal y presión especificados.

La Sociedad de Ingenieros Automotrices (*Society of Automotive Engineers, SAE*) tiene designaciones para las mangueras hidráulicas según su posible uso y el fluido que se

transportará. Las designaciones que más nos interesan para los sistemas hidráulicos montados en camiones son SAE 100R4, 100R1, 100R2 y 100R17, 1SC y 2SC^[12].

La manguera **SAE 100R4** es adecuada para el lado de entrada de la bomba hidráulica. Este tipo de manguera tiene un tubo interno adherido firmemente a un alambre arrollado en espiral cubierto con una capa de refuerzo. Esto evita que la manguera colapse bajo el vacío que se encuentra en una condición de entrada, algo que suelen hacer las mangueras de presión más costosas.

La manguera con clasificación **SAE 100R1/1SC** contiene una sola trenza de alambre y es adecuada para mangueras de retorno de baja presión. Esta manguera puede colapsar bajo una condición de vacío y no se debe utilizar en el lado de entrada de la bomba. Este tipo de manguera a menudo se menciona como **manguera de un solo cable**.

La manguera con clasificación **SAE 100R2/2SC; SAE 100R17**, también llamada **manguera de dos cables**, tiene dos capas de malla enrollada y puede soportar las presiones más altas del sistema. Se puede usar entre las bombas y válvulas, y entre las válvulas y accionadores.

Además, las mangueras tienen velocidades máximas recomendadas para el aceite, según su ubicación en el sistema. La velocidad del aceite se expresa en metros por segundo; y no debería superar los siguientes valores: manguera de entrada o succión hasta 1.5 m/s, manguera de retorno hasta 2.44 m/s, y manguera de presión hasta 5 m/s.

La velocidad (V) se puede calcular con la siguiente fórmula: $V = Q \div A$; donde $Q = 89$ L/min es el caudal y (A) es el área interna de la manguera.

A través del nomograma o tabla de mangueras en la Figura 8.9 y relacionando el caudal que utilizamos con la velocidad del aceite, vamos a determinar si el diámetro seleccionado de la manguera es adecuado teniendo en cuenta los valores de velocidad máximo recomendados.

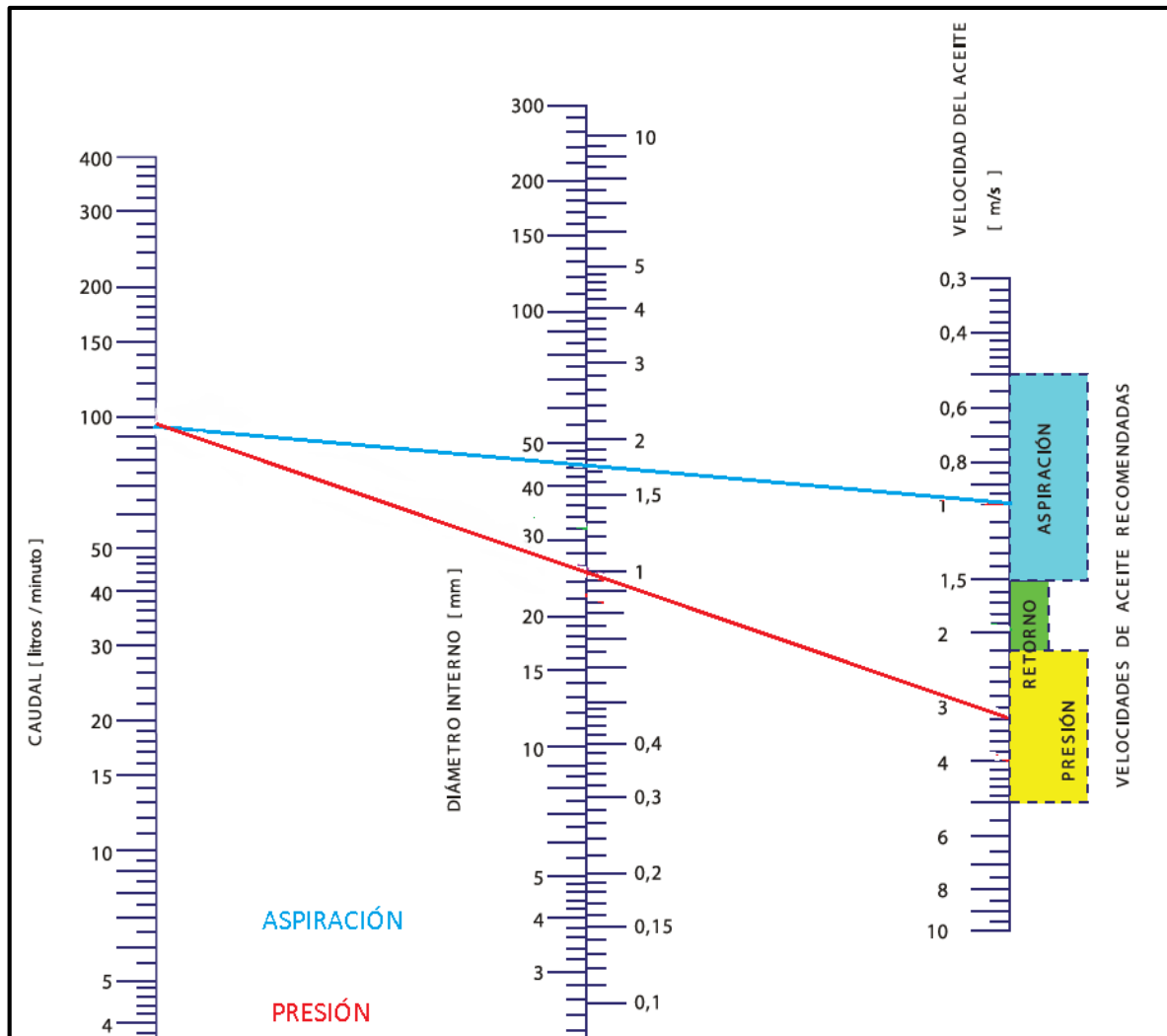


Figura 8.9 – Nomograma de mangueras

Si adoptamos una velocidad del aceite a la entrada de 1 m/s y una velocidad de aceite en el sector de presión de 3 m/s, a través del nomograma anterior se determinará los diámetros de mangueras necesarios. Cabe destacar que la manguera de presión después de la válvula direccional es la misma en la que el aceite toma su retorno. Entonces:

- Manguera de succión:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{89 \text{ L/min}}{1 \text{ m/s}} = \frac{89.000 \text{ cm}^3/\text{min}}{1 \text{ m/s}} = \frac{1.483 \text{ cm}^3/\text{s}}{100 \text{ cm/s}} = 14,83 \text{ cm}^2$$

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} \rightarrow 14,83 \text{ cm}^2 = \frac{\pi \times d^2}{4} \rightarrow d = 4,34 \text{ cm} = 43,4 \text{ mm}$$

Debido a que no se detalla un diámetro de manguera de 1¾ (lo más cercano a 43,4 mm que obtuvimos) para la manguera de succión, se selecciona una manguera hidráulica de succión SAE 100 R4 (para condiciones de poca presión y vacío) de 2" con las siguientes características que se muestran en la Tabla 8.2.

Tabla 8.2 – Características de mangueras SAE 100R4

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	
	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	

- Manguera de alta presión:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{89 \text{ L/min}}{3 \text{ m/s}} = \frac{89.000 \text{ cm}^3/\text{min}}{3 \text{ mts/s}} = \frac{1.483 \text{ cm}^3/\text{s}}{300 \text{ cm/s}} = 4,94 \text{ cm}^2$$

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} \rightarrow 4,94 \text{ cm}^2 = \frac{\pi \times d^2}{4} \rightarrow d = 2.5 \text{ cm} = 25 \text{ mm}$$

Respecto a la manguera de alta presión y retorno, se selecciona una manguera hidráulica SAE 100 R2 de 1" de diámetro con las características descritas en la Tabla 8.3.

Tabla 8.3 – Características de manguera SAE 100R2

Características Técnicas Particulares														
Código	Tamaño		Diámetro interior		Diámetro malla		Diámetro exterior	Espesor Malla		P máx Trabajo	Pres Prueba	P mín. Rotura	R mín. Curvatura	Peso
	mm	pulg.	min.	máx.	min.	máx.	máx.	min.	máx.	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	mm	kg/m
	10005	6	1/4	6,1	7	12,1	13,3	15,7	0,8	1,5	408	816	1632	100
10042	8	5/16	7,7	8,5	13,7	14,9	17,3	0,8	1,5	357	714	1428	115	0,45
10006	10	3/8	9,3	10,1	16,1	17,3	19,7	0,8	1,5	337	673	1346	130	0,54
10007	12,5	1/2	12,3	13,5	19	20,6	23	0,8	1,5	280	561	1122	180	0,65
10064	16	5/8	15,5	16,7	22,2	23,8	26,2	0,8	1,5	255	510	1020	200	0,8
10008	19	3/4	18,6	19,8	26,2	27,8	30,1	0,8	1,5	219	438	867	240	0,94
10009	25	1	25	26,4	34,1	35,7	38,9	0,8	1,5	168	331	663	300	1,35
10065	31,5	1 1/4	31,4	33	43,3	45,7	49,5	1	2	127	255	510	420	2,15
10066	38	1 1/2	37,7	39,3	49,6	52	55,9	1,3	2,5	92	184	367	500	2,65
10043	51	2	50,4	52	62,3	64,7	68,6	1,3	2,5	82	163	326	630	3,42

8.2.8 Aceite hidráulico

El aceite debe cumplir diversas funciones dentro del sistema hidráulico: suministrar potencia, lubricar los componentes, disipar el calor y llevarse los contaminantes. Para realizar estas tareas, los aceites hidráulicos contienen aditivos específicos que mejoran su capacidad de soportar la presión, las temperaturas extremas y otras condiciones de funcionamiento a las que están sometidos.

En gran medida, la vida útil del sistema hidráulico está directamente relacionada con la vida útil del aceite. Si el aceite permanece limpio y por debajo de los 140 °F (60°C), todo el sistema se ve beneficiado.

El fluido hidráulico utilizado es del tipo ISO 68, como por ejemplo puede ser YPF HIDRAULICO BP 68”, que es un aceite elaborado a partir de bases altamente refinadas y aditivos antioxidantes, antiherrumbre y antidesgaste. Recomendado para todo tipo de sistemas hidráulicos, especialmente aquellos cuyo diseño incluye bombas a paletas, en donde se requieren aceites con alta capacidad antidesgaste. Algunos de sus atributos:

- Excelente demulsibilidad.
- Propiedad anticorrosiva.
- Muy buen control contra la herrumbre.
- Controla eficazmente la espuma.
- Efectiva protección contra el desgaste.
- Bajo punto de escurrimiento, especialmente en los grados ISO 32, ISO 46 e ISO 68.
- Excelente desempeño en el ensayo de oxidación.

En la Tabla 8.4 se pueden observar los análisis típicos del fluido hidráulico y seleccionado el tipo de fluido utilizado con sus características correspondientes.

Tabla 8.4 – Análisis típicos en los fluidos hidráulicos

Ensayos	Unidad	Método ASTM	PRODUCTOS							
			22	32	37	46	68	100	150	220
Grado ISO	----	----	22	32	[*]	46	68	100	150	220
Viscosidad a 40 °C	cSt	D-445	22,0	31,5	37,5	44,0	66,0	102	148	218
Índice de Viscosidad	----	D-2270	93	93	93	93	93	93	93	93
Punto de Inflamación	°C	D-92	180	205	210	210	215	220	230	240
Punto de Escurrimiento	°C	D-97	- 15	- 27	- 12	- 24	- 24	- 9	- 9	- 9
Corrosión s/Cu	----	D-130	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b
Herrumbre	----	D-665-B	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa
Número de Ácido	mg KOH/g	D-974	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Ensayo FZG	Etapas	(1)	10	10	10	10	10	10	10	10
Evacuación de aire a 50 °C, máx	min	D-3427	5	5	---	10	10	14	---	---
Emulsión a 54,4 °C	min	D-1401	30	30	30	30	30	---	---	---
Emulsión a 82,2 °C	min	D-1401	---	---	---	---	---	30	30	30

8.2.9 Comando neumático

El mando neumático cuenta principalmente con mandos precisos en sus tres posiciones: neutro, subida y descenso. También garantiza que el operador tenga el total control del volteo. Cuenta también con accionamiento de la toma de fuerza con dos movimientos, evitando accionamiento involuntario que puede generar accidentes. Figura 8.10 y 8.11.

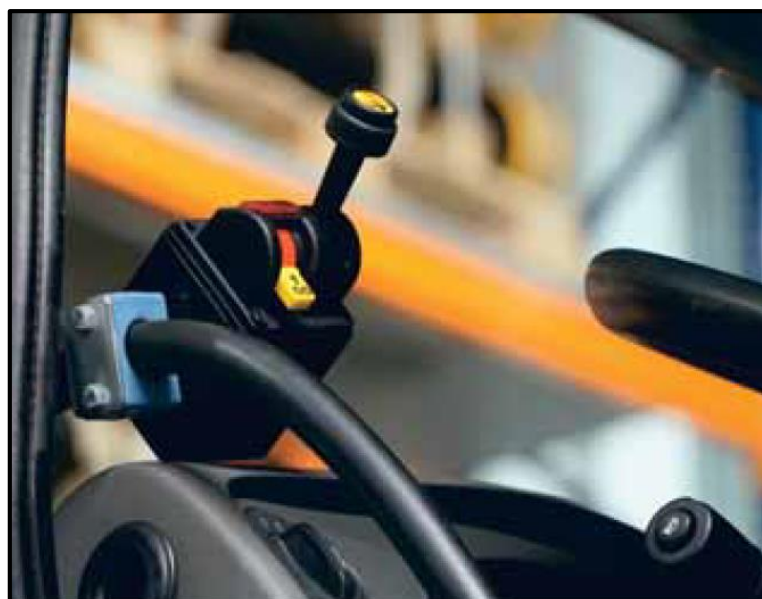


Figura 8.10 – Mando neumático

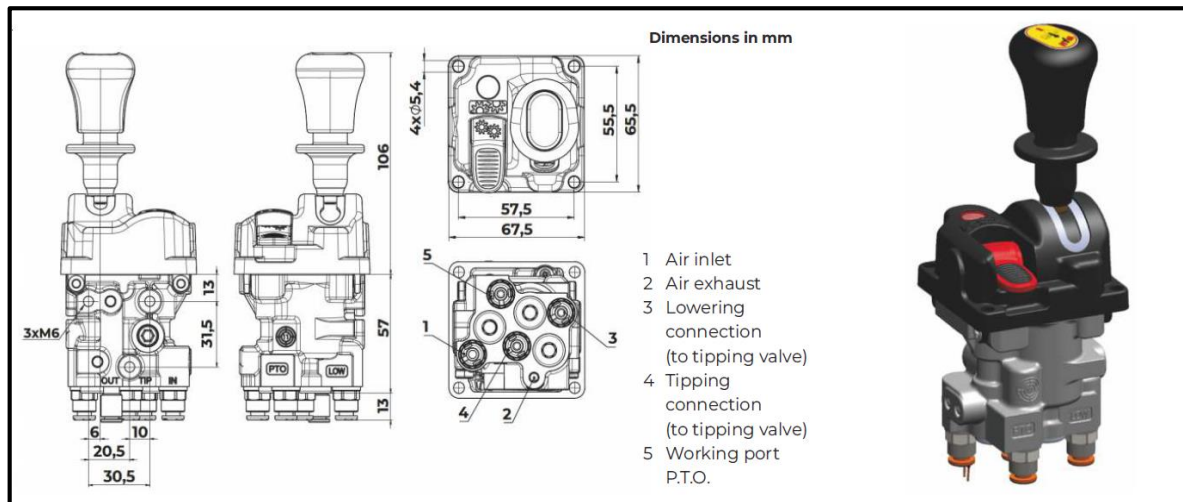


Figura 8.11 – Comando neumático y características

En la Figura 8.11 se puede observar que cada punto de conexión del comando es para una determinada aplicación, donde en este caso la llave o perilla roja es para activar el PTO o toma de fuerza, y las conexiones restantes son para el control de basculamiento de la batea.

También se encuentra el CONTROL DE BASCULANTES MULTISECCIÓN, el cual se emplea para controlar el cilindro basculante y varias funciones adicionales, como por ejemplo la apertura del portón trasero, los sistemas de recubrimiento, las placas laterales, etc. Este comando se representa en la Figura 8.12.

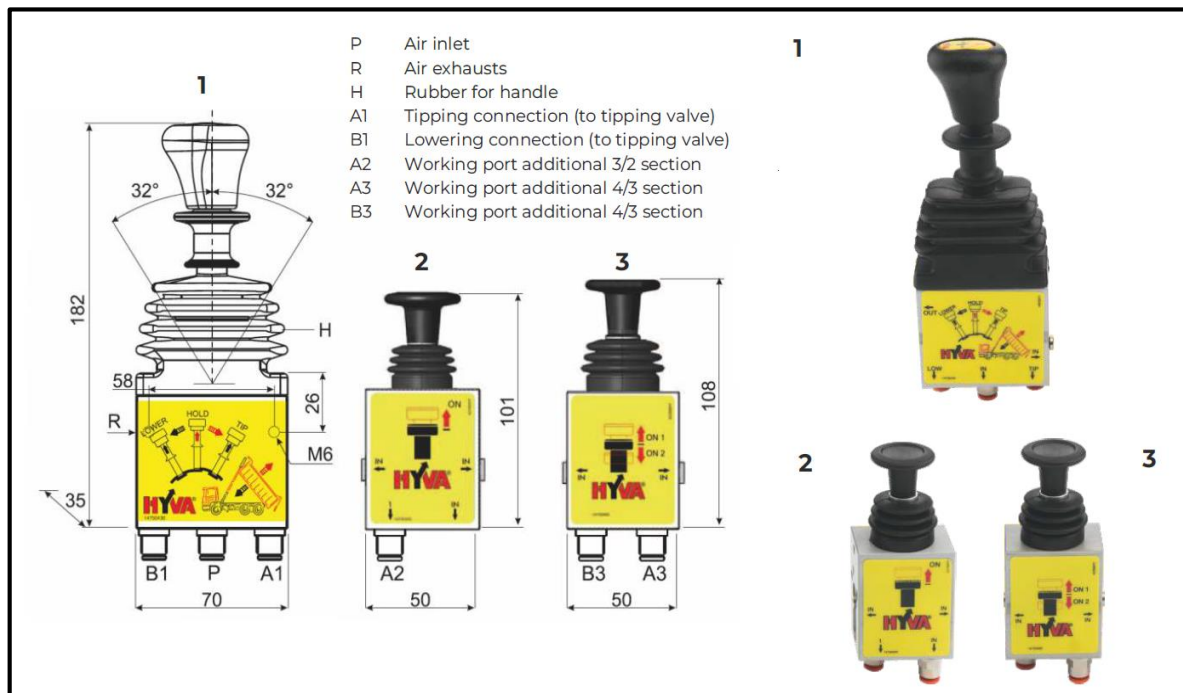


Figura 8.12 – Control multisección

8.2.10 Válvula final de carrera

Las válvulas fin de carrera pueden ser neumáticas o hidráulicas, son muy utilizadas en equipos semirremolques para garantizar una larga vida útil al conjunto hidráulico, además de contar con válvula de alivio integrada. Tales funcionalidades garantizan que el final de carrera del cilindro sea realizado de forma suave, sin golpes.

8.3 Cilindros hidráulicos de apertura de portón trasero

Para que sea posible la descarga del material, la apertura del portón trasero se realiza a través de dos cilindros hidráulicos colocados en la parte superior de la batea. Cuando los hidráulicos se extienden, los soportes laterales amarrados al cilindro y el portón trasero pivotan en un punto permitiendo el ascenso de la puerta para la descarga. En la Figura 8.13 se puede observar la ubicación de los actuadores.

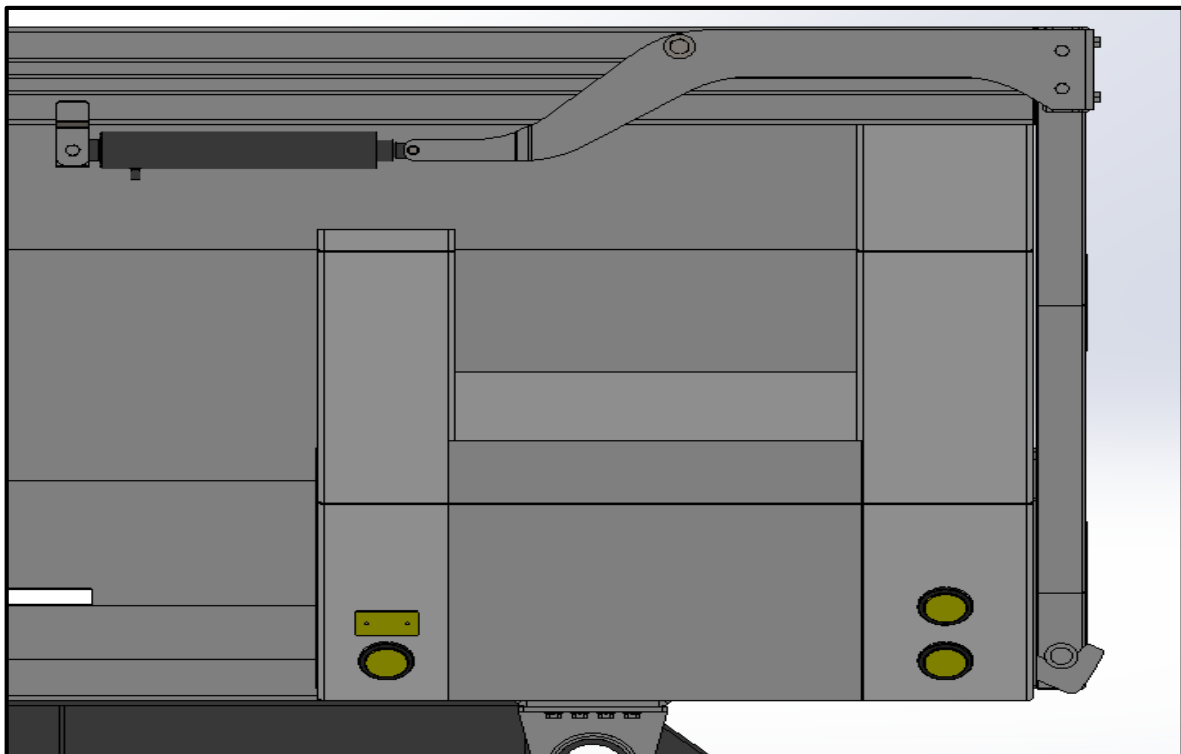


Figura 8.13 – Sistema de apertura de portón trasero

Para el cálculo del cilindro hidráulico necesario, o mejor dicho los cilindros hidráulicos, se van a tomar como referencia dos posiciones del portón trasero en la que, teniendo en cuenta el peso del mismo, se va a determinar la fuerza necesaria que debe realizar el cilindro hidráulico.

Por lo tanto en la Figura 8.14 se muestra el brazo de palanca que se debe ejercer para vencer la inercia del conjunto.

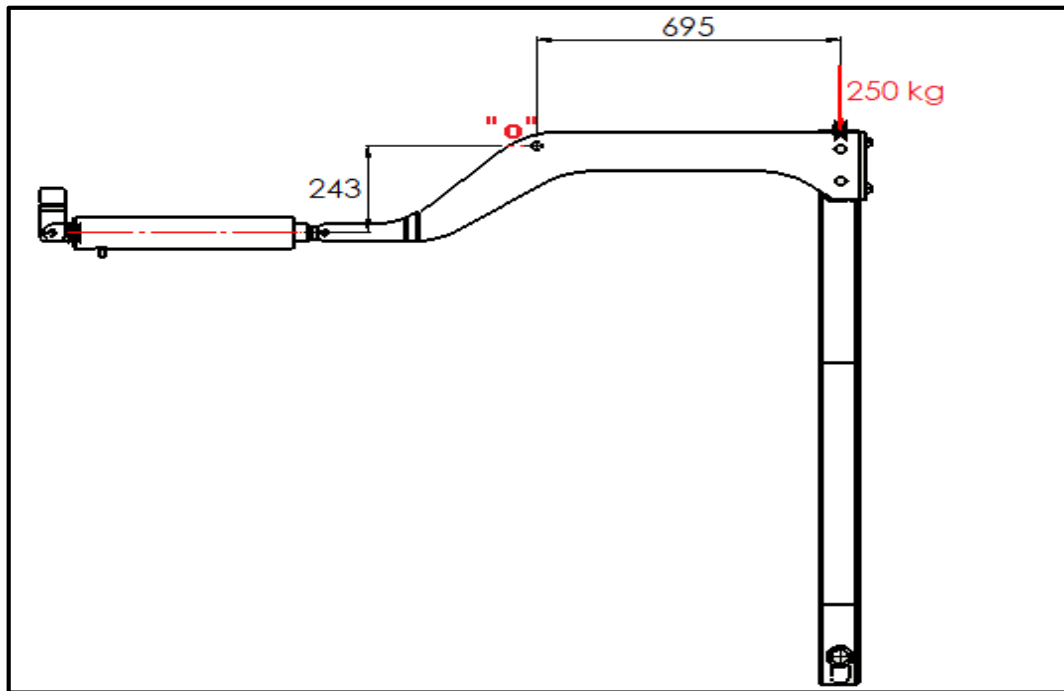


Figura 8.14 – Posición cerrada del portón

Para este caso, y llamando la fuerza total que ejerce el cilindro F_T , el brazo de palanca o momento en el punto “o” es:

$$M_o = -F_T \times 243 + P \times 695$$

$$F_T = \frac{250 \times 695}{243} = 715 \text{ kg}$$

Debido a que son dos los hidráulicos que trabajan, ésta fuerza total F_T se divide a la mitad, por lo tanto la fuerza que ejerce cada cilindro es:

$$F_c = \frac{F_T}{2} = 357,5 \text{ kg}$$

Como se nombró en el Punto 8.2.1 del presente capítulo, el valor de la fuerza del cilindro recientemente calculado es un valor teórico, es decir, ésta fuerza es la necesaria para mantener el sistema en equilibrio. Lo que se necesita es vencer esa resistencia que se opone para poder

iniciar el movimiento y acelerarlo, entre otros. Debido a esto se aumenta un 50% la fuerza teórica que realiza cada cilindro, por lo tanto:

$$F_c = 357,5 \text{ kg} + 178,5 \text{ kg} = 536 \text{ kg}$$

Resultando para la posición mostrada en la Figura 8.14 una fuerza del cilindro hidráulico F_c de 536 kg.

La otra posición se muestra en la Figura 8.15 y refleja el portón completamente abierto.

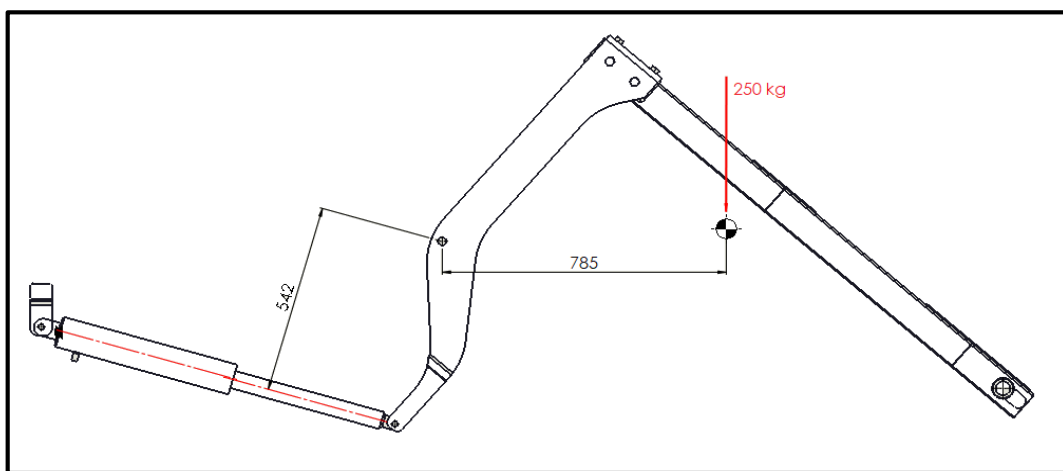


Figura 8.15 – Portón trasero abierto

En este caso, la fuerza total F_T ejercida para la posición mostrada es:

$$M_o = -F_T \times 542 + P \times 785 = 0$$

$$F_T = \frac{250 \times 785}{542} = 362 \text{ kg}$$

Y la fuerza para cada cilindro hidráulico es:

$$F_c = \frac{362}{2} = 181 \text{ kg} + 90 \text{ kg} = 271 \text{ kg}$$

Siendo para este caso F_c mucho menor que la posición anteriormente calculada. Entonces para seleccionar el actuador se va a tomar como referencia el valor $F_c = 536 \text{ kg}$. El tipo de cilindro hidráulico seleccionado es del tipo simple efecto como se ve en la Figura 8.16.

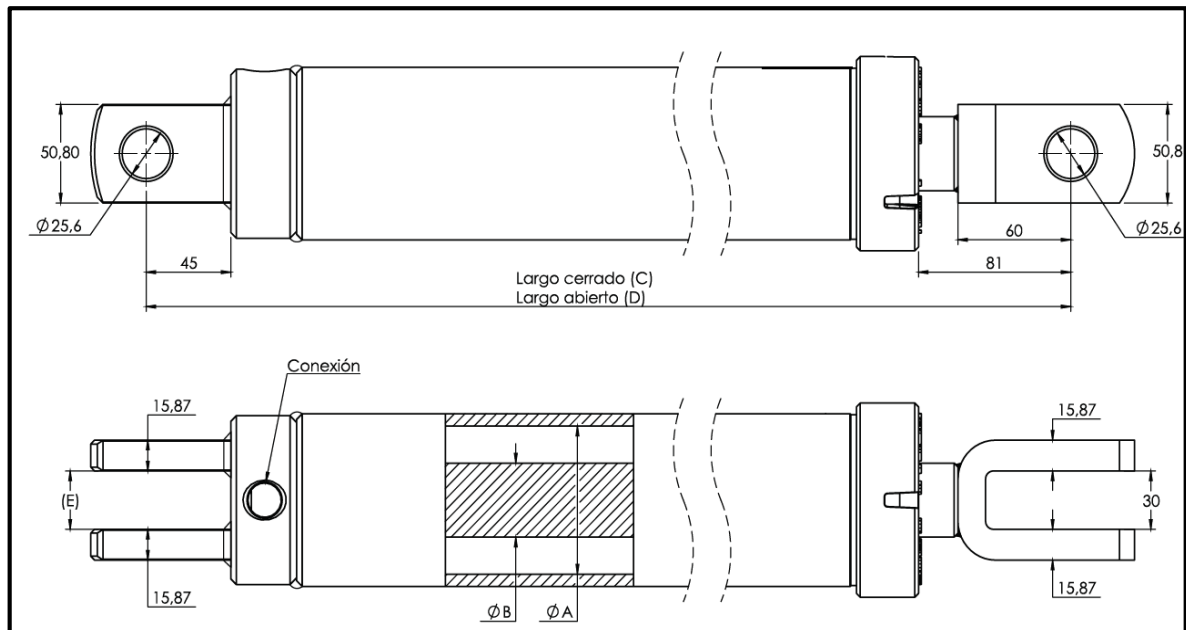


Figura 8.16 – Cilindro hidráulico de simple efecto

Para este caso en particular, lo que condiciona este problema no es tanto la fuerza que se debe ejercer sino la carrera necesaria del cilindro para lograr una apertura máxima del portón trasero. De esta manera las características principales del mismo se dan en la Tabla 8.5

Tabla 8.5 – Características del cilindro hidráulico

Cilindro hidráulico de simple efecto							
(A) diametro interno (mm)	Carrera (mm)	(B) Diametro del vástago	(C) Longitud cerrado (mm)	(D) Longitud abierto (mm)	(E) Separacion entre anclajes	Fuerza empuje a presion recomendada (kg)	Conexión
63,5	400	32	660	1060	28	3800	1/4 NPT

Entonces, teniendo en cuenta la fuerza máxima necesaria para elevar el portón $F_c = 536 \text{ kg}$ y la presión recomendada de trabajo de 120 kg/cm^2 proporcionada por el fabricante, el diámetro interior necesario para la camisa del cilindro es:

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4 \times F_c}{\pi \times P}} = \sqrt{\frac{4 \times 536}{\pi \times 120}} = 24 \text{ mm}$$

De esta manera, comprobamos que el cilindro hidráulico seleccionado con las características de la Tabla 8.5 funciona correctamente para esta aplicación y serán necesarios dos de éstos en

cada extremo superior trasero de la batea. Si bien el actuador está sobredimensionado, el factor condicionante es la carrera necesaria como se mencionó anteriormente. La máxima fuerza que puede ejercer el cilindro a la presión recomendada es:

$$F = P \times A = 120 \frac{kg}{cm^2} \times 31,6 cm^2 = 3800 kg$$

Cabe aclarar que el cierre del portón trasero y por lo tanto, del cilindro hidráulico, se produce por el mismo peso propio de la compuerta. Debido a que la apertura del actuador, después de observar varios equipos con apertura hidráulica de puerta trasera, demora aproximadamente 7 segundos, el caudal necesario es:

$$Q = A \times V = \frac{A \times carrera}{t} = \frac{31,6 \times 40}{7} = 180 \frac{cm^3}{s} = 11 L/min$$

Para este caudal y con la velocidad de flujo del aceite recomendada de 3 m/s, el diámetro necesario de la manguera hidráulica es:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{11 Lts/min}{3 mts/s} = \frac{11.000 cm^3/min}{3 mts/s} = \frac{183 cm^3/s}{300 cm/s} = 0,61 cm^2$$

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} \rightarrow 0,61 cm^2 = \frac{\pi \times d^2}{4} \rightarrow d = 0,88 cm = 8,8 mm$$

Por lo tanto si volvemos a la Tabla 8.6, la manguera seleccionada para ambos cilindros hidráulicos es la SAE 100R2 de 3/8”.

Tabla 8.6 – Manguera de presión para cilindro hidráulico de apertura de portón trasero

Características Técnicas Particulares															
	Tamaño		Diámetro interior		Diámetro malla		Diámetro exterior		Espesor Malla		P máx Trabajo	Pres Prueba	P mín. Rotura	R mín. Curvatura	Peso
Código	mm	pulg.	min.	máx.	min.	máx.	máx.	min.	máx.	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	mm	kg/m	
10005	6	1/4	6,1	7	12,1	13,3	15,7	0,8	1,5	408	816	1632	100	0,36	
10042	8	5/16	7,7	8,5	13,7	14,9	17,3	0,8	1,5	357	714	1428	115	0,45	
10006	10	3/8	9,3	10,1	16,1	17,3	19,7	0,8	1,5	337	673	1346	130	0,54	

8.4 Circuito oleo-hidráulico

Los circuitos hidráulicos se ilustran usando símbolos esquemáticos que representan los distintos componentes del sistema. En este caso, el circuito oleo-hidráulico para el semirremolque batea vuelco trasero se representa en la Figura 8.16.

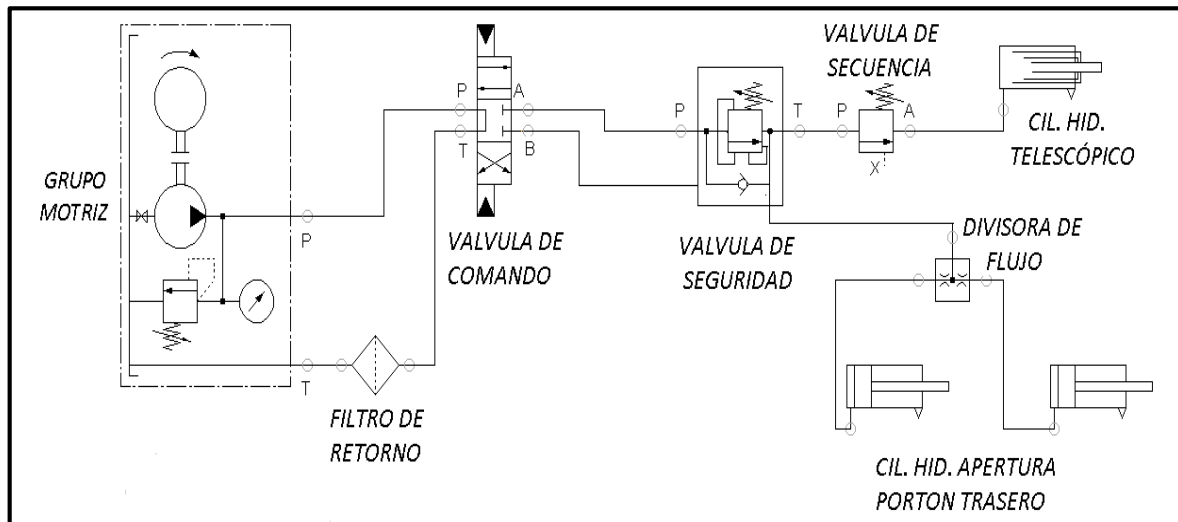


Figura 8.17 – Circuito oleo-hidráulico

Para explicar esto, partimos del grupo motriz o grupo hidráulico, que suministra constantemente el caudal volumétrico preestablecido. Una eventual superación de la presión de servicio es compensada por medio de la válvula limitadora de presión donde permite la recirculación del excedente al tanque. También contiene una llave de cierre acoplada al depósito de aceite por cualquier mantenimiento que se tenga que realizar. A través del mando neumático instalado en la cabina del tractor, se acciona la toma de fuerza o PTO poniendo en movimiento la bomba hidráulica debido al acoplamiento existente entre ambos. La bomba aspira el fluido hidráulico desde el tanque pasando por un filtro interno, eleva la presión y lo devuelve al tanque atravesando la válvula de comando la cual se encuentra en posición de recirculación a tanque como se ve en el circuito de la Figura 8.17 y como se puede observar en la foto de la Figura 8.18.

Cuando se le da una señal a la válvula direccional desde la cabina, ésta redirige el flujo hacia la válvula de seguridad, donde éste tipo de válvula especial permite que actúe primero abriendo



Figura 8.18 – Accionamiento de la bomba y recirculación del aceite al tanque

el portón trasero y después da paso al volteo de la batea. Antes que el fluido llegue a la entrada del cilindro telescópico, debe atravesar una válvula de secuencia la cual se abre cuando la presión a la entrada alcanza un valor determinado abriendo paso a un circuito secundario. Una vez realizada la descarga, nuevamente a través del control neumático se acciona la válvula de comando para redirigir el aceite de nuevo hacia el tanque cerrándose así los accionadores hidráulicos. En las Figuras 8.19 y 8.20 se pueden ver los componentes utilizados en el sistema oleo-hidráulico.

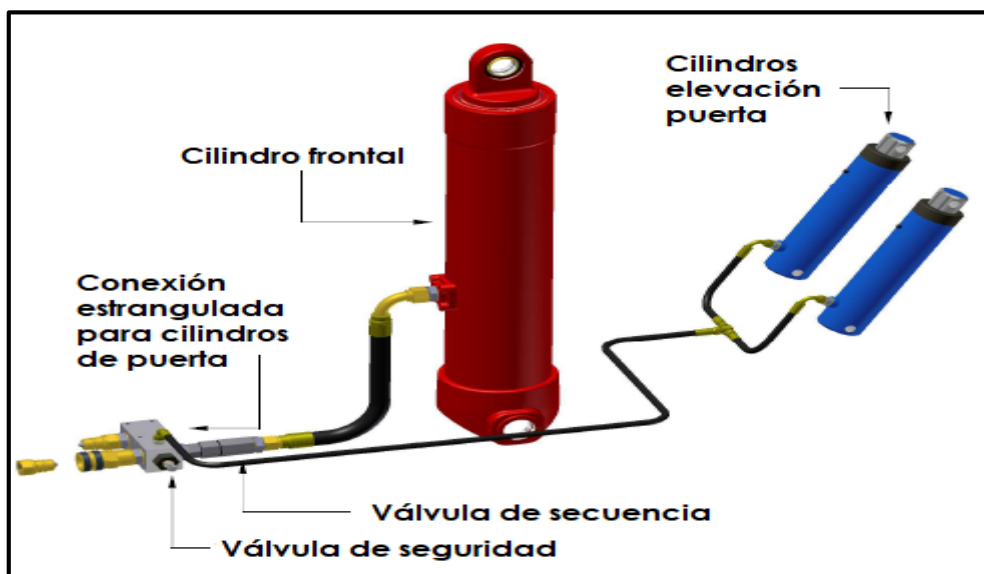


Figura 8.19 – Equipo de bombeo

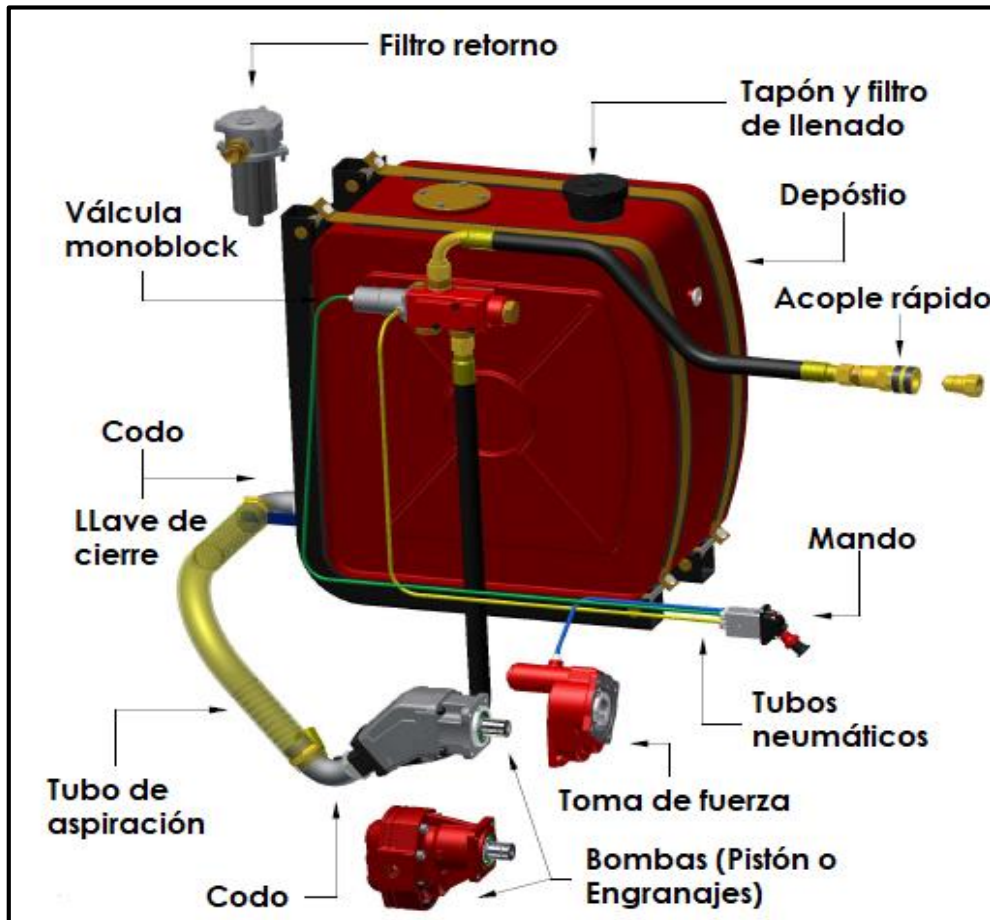


Figura 8.20 – Sistema hidráulico con válvula para apertura de portón trasero

8.5 Cálculo de pernos del cilindro hidráulico principal

Los pernos del cilindro hidráulico son los encargados de crear el vínculo entre el chasis del semirremolque y la batea. Estos pernos, tanto el superior como el inferior, son pasantes y tienen un extremo con cabeza y el otro con un agujero para colocar un tornillo que evite que el perno se pueda salir. En la Figura 8.3 de la página 111 se especificaron las características técnicas del cilindro hidráulico utilizado, por lo tanto, ya tenemos definidos también los diámetros para los pernos superior e inferior. En el caso del perno superior, éste deberá ser de 50 mm, y el perno inferior de 52,5 mm. El siguiente paso consiste en corroborar si el material seleccionado para estos pernos, resiste tanto en tensión como en deformación. Elegimos del Virgil Faires un acero AISI C1045 WQT 1000 para una probeta de 2" (el T.T. se efectúa en agua a 538°C), con las propiedades mecánicas que se dan en la Tabla 8.7.

Tabla 8.7 – Propiedades acero AISI C1045

Acero AISI C1045	Valores
Resistencia a la rotura "Su"	7.734 kg/cm ²
Resistencia a la fluencia "Sy"	4.921 kg/cm ²
Modulo de Young "E"	2.100.000 kg/cm ²
Modulo transversal "G"	800.000 kg/cm ²
Densidad "δ"	7829 kg/m ³
Coefficiente de Poisson "μ"	0,3

La máxima fuerza a la que están sometidos los pernos se toma de 30.000 kg, un 60% más de la fuerza que realiza el cilindro hidráulico para mantener el estado en equilibrio. Este valor se obtiene en el inciso 8.2 del presente capítulo, teniendo en cuenta los factores a considerar para iniciar y acelerar la carga. Es la máxima fuerza que ejerce el cilindro hidráulico sobre los pernos superior e inferior en la posición de levante inminente de la batea como se muestra en la Figura 8.2.

El perno puede fallar por cizalladura en la sección "A" como se muestra en la Figura 8.21. El área de la sección transversal del perno es $A = \frac{\pi \times d^2}{4}$ y el área resistente total es el doble de ésta. Entonces lo primero que hay que determinar son los esfuerzos de cálculo, considerando un coeficiente de seguridad igual a 2 (carga permanente) para obtener una tensión admisible.

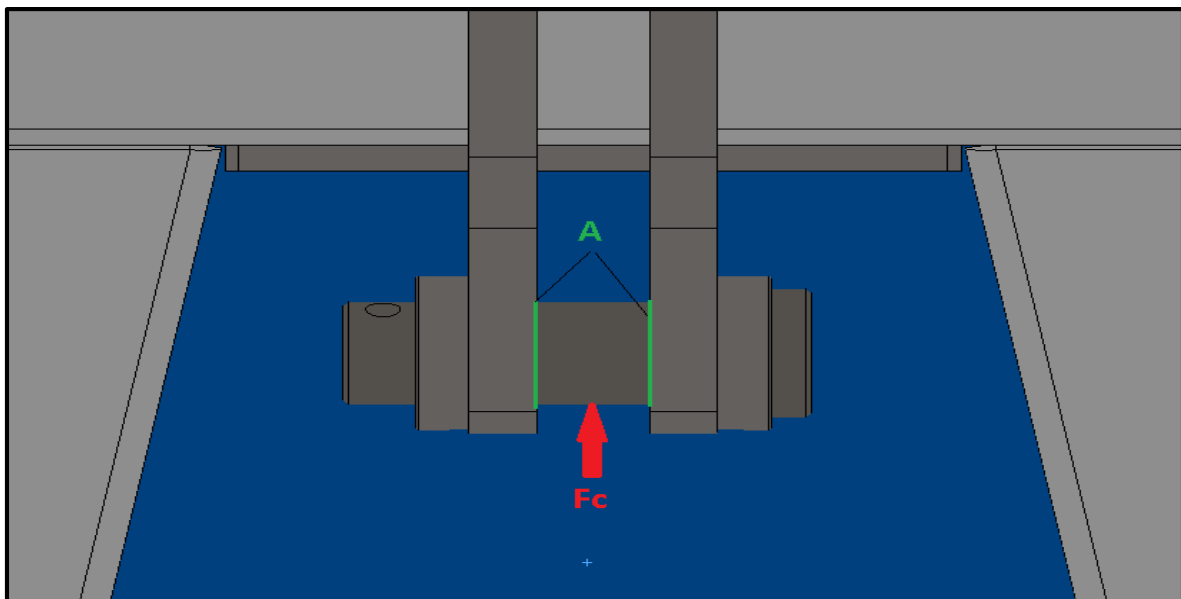


Figura 8.21 – Esfuerzo cortante en la sección "A"

Tomando al esfuerzo cortante S_s como una parte del esfuerzo de fluencia del material, normalmente el 60% y considerando el coeficiente de seguridad, nos queda:

$$S_{sadm} = \frac{0,6 \times S_y}{2} = \frac{0,6 \times 4.921}{2} = 1.476 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto:

$$F_c = S_{sadm} \times 2A$$

$$\frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{F_c}{2 \times S_{sadm}} \rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \times F_c}{\pi \times 2 \times S_{sadm}}} = \sqrt{\frac{4 \times 30.000}{\pi \times 2 \times 1.476}}$$

$$d = 3,60 \text{ cm}$$

El diámetro del perno superior e inferior, teniendo en cuenta solo el esfuerzo cortante, es de 3,60 cm.

Ahora bien, el perno no solo está sometido a corte en la sección "A" sino también a flexión. Hay varias hipótesis que se pueden implementar respecto a este tema pero la decisión más importante es adoptar la más conveniente que concuerde con las mediciones reales. Si consideramos el perno actuando como viga de la forma que se puede ver en a Figura 8.22 (bibliografía obtenida del V.M. Faires).

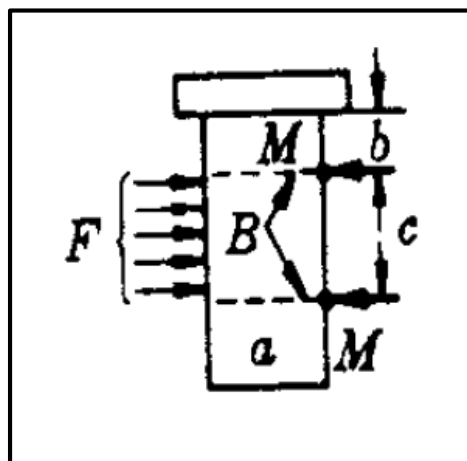


Figura 8.22 – Perno actuando como viga

El momento flector máximo para el perno pivote superior se puede obtener de la forma:

$$M_f = \frac{F_c \times c}{8} = \frac{30.000 \times 4,2}{8} = 15.750 \text{ kg.cm}$$

Entonces:

$$S_{adm} = \frac{S_y}{N} = \frac{M_f}{W} = \frac{M_f}{\frac{\pi \times d^3}{32}}$$

$$\frac{S_y}{N} = \frac{M_f}{\frac{\pi \times d^3}{32}} \rightarrow \frac{4.921}{2} = \frac{15.750}{\frac{\pi \times d^3}{32}} \rightarrow d = 4,02 \text{ cm} \cong 40 \text{ mm}$$

Por lo tanto estamos del lado de la seguridad, ya que el perno que se va a utilizar es de diámetro 50 mm.

Para el perno pivote inferior del cilindro hidráulico, la variable en la ecuación viene a ser “c”, con un valor de 26,5 cm como se ve en la Figura 8.23.

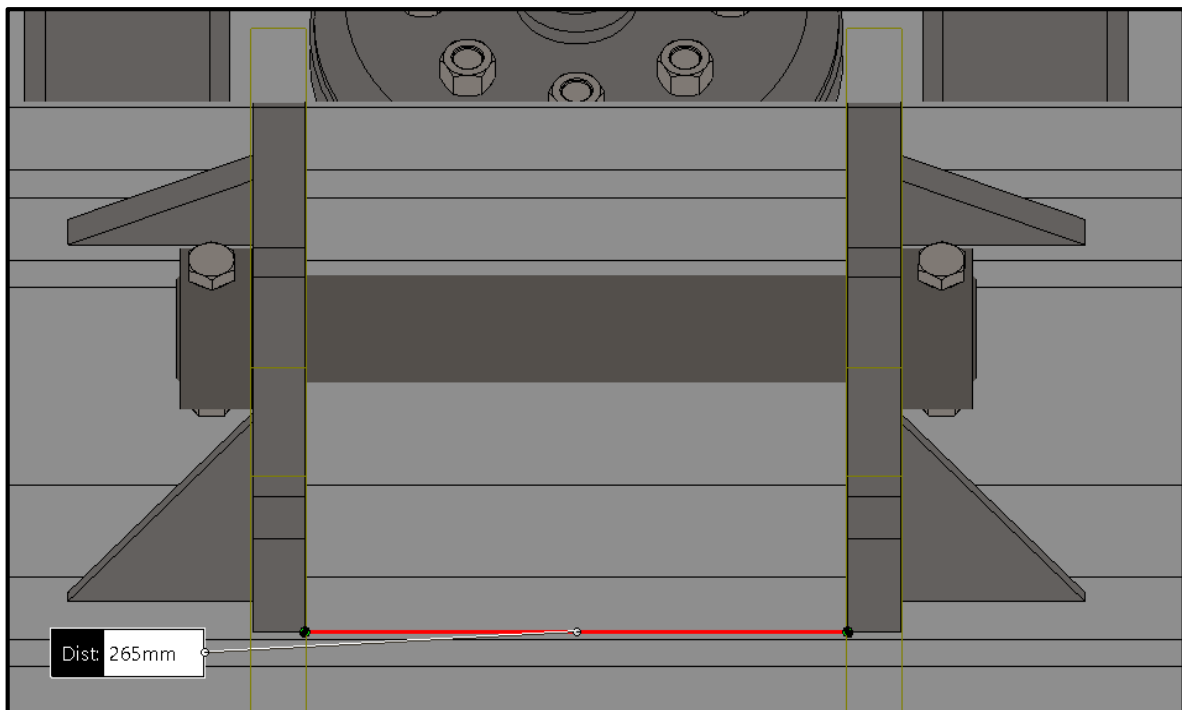


Figura 8.23 – Perno pivote inferior del cilindro hidráulico

Resolviendo:

$$M_f = \frac{F_c \times c}{8} = \frac{30.000 \times 26,5}{8} = 99.375 \text{ kg.cm}$$

$$S_{adm} = \frac{S_y}{N} = \frac{M_f}{W} = \frac{M_f}{\frac{\pi \times d^3}{32}}$$

$$\frac{S_y}{N} = \frac{M_f}{\frac{\pi \times d^3}{32}} \rightarrow \frac{4.921}{2} = \frac{99.375}{\frac{\pi \times d^3}{32}} \rightarrow d = 7,43 \text{ cm}$$

Evidentemente, el acero que estamos utilizando no corresponde para el perno inferior ya que el diámetro máximo del mismo debe ser 52,5 mm. Por lo tanto, es necesario cambiar la calidad de acero para que el diámetro del perno inferior quede dentro de los límites correctos.

Seleccionamos un acero AISI 4340 templado en aceite y revenido a 427°C donde el punto de fluencia $S_y = 14.000 \text{ kg/cm}^2$, valores obtenido de V.M. Faires, representado en los ábacos para un tamaño de 2".

Recalculando:

$$\frac{S_y}{N} = \frac{M_f}{\frac{\pi \times d^3}{32}} \rightarrow \frac{14.000}{2} = \frac{99.375}{\frac{\pi \times d^3}{32}} \rightarrow d = 5,24 \text{ cm} \cong 52,5 \text{ mm}$$

Por lo tanto este acero es apto para la aplicación requerida.

Finalmente, el diámetro utilizado para cada perno es de 50 mm para el perno superior y 52,5 mm para el perno inferior. De esta manera, el esfuerzo considerado como flexión según la hipótesis utilizada es el más comprometedor en el análisis.

A continuación se muestran las simulaciones correspondientes para observar que deformaciones se producen y el grado de seguridad con que se está trabajando. Para el perno

superior, las tensiones máximas y deformaciones producidas se pueden ver en las Figuras 8.24 y 8.25.

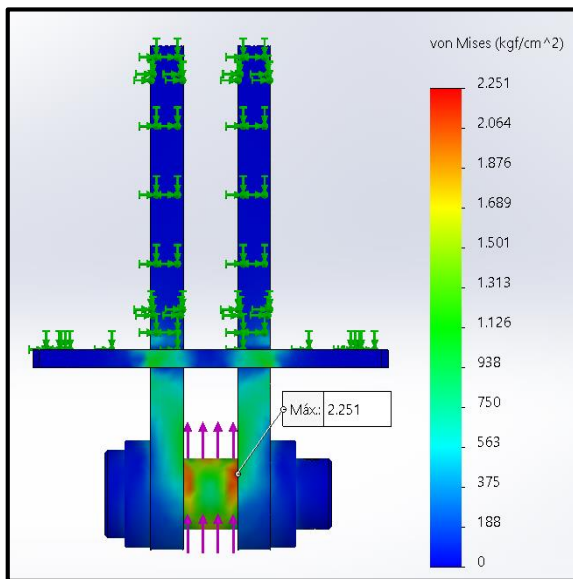


Figura 8.24 – Distribución de tensiones en el pivote superior

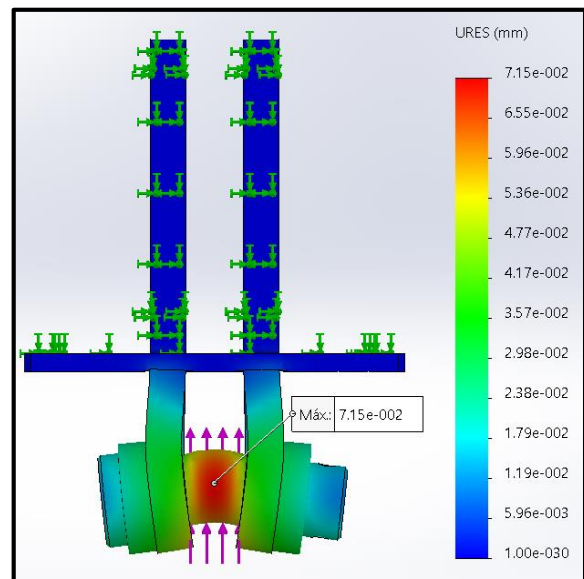


Figura 8.25 – Deformaciones en el pivote superior

La distribución del factor de seguridad en el pivote superior del cilindro hidráulico se puede ver en la Figura 8.26, donde el mínimo FDS es de 1,2.

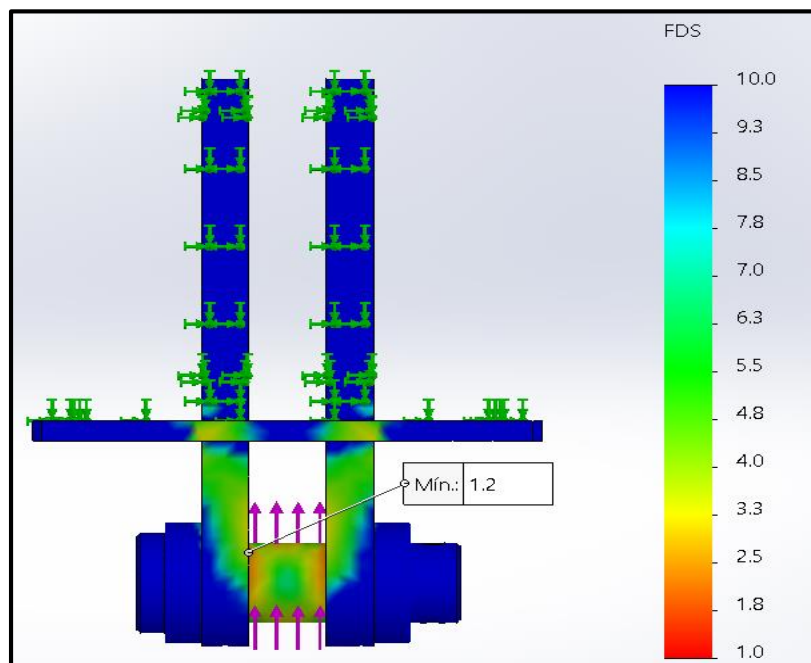


Figura 8.26 – Distribución del FDS en el pivote superior

Respecto al perno inferior, la distribución de tensiones y deformaciones en el sub-conjunto completo se puede ver en las Figuras 8.27 y 8.28.

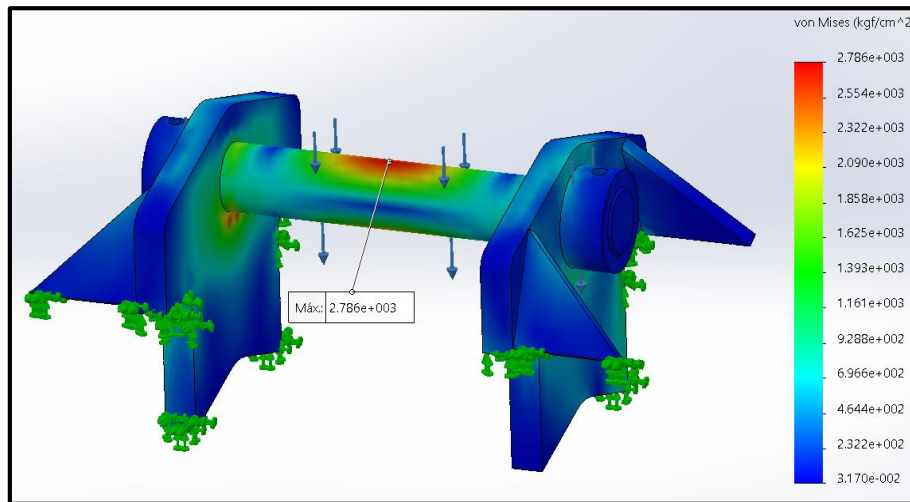


Figura 8.27 – Distribución de tensiones en el pivote inferior

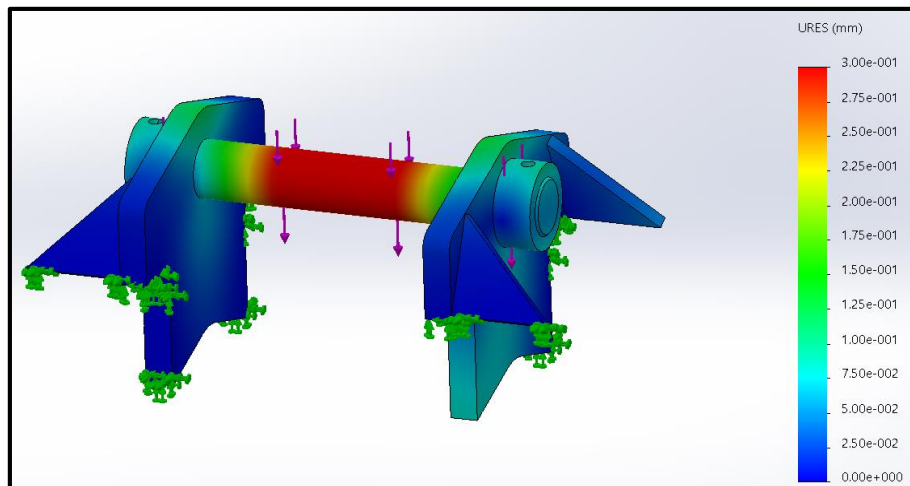


Figura 8.28 – Distribución de deformaciones en el pivote inferior

La distribución del factor de seguridad en el pivote inferior se puede observar en la Figura 8.29 y el mínimo FDS es de 1,29 como se puede ver en la imagen.

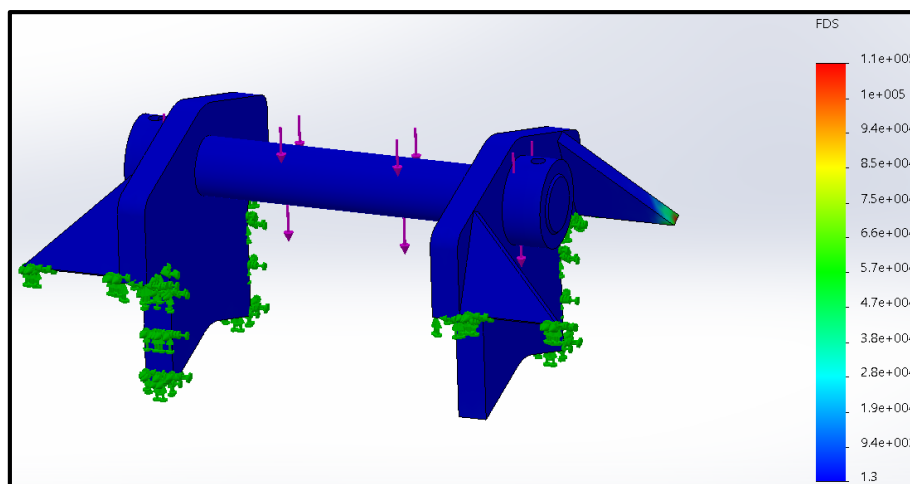


Figura 8.29 – Distribución del FDS en el pivote inferior

Capítulo 9

9 VERIFICACIÓN DE PARTES CRÍTICAS DEL EQUIPO

9.1 Generalidades

Este capítulo hace referencia a la verificación tanto en resistencia como en deformación de algunas partes del equipo, donde los esfuerzos producidos son de mucha importancia. Por tal motivo, es necesario corroborar el estado de sollicitación más desfavorable y compararlos con los esfuerzos de diseño para asegurar el correcto desempeño de cada parte y de la batea en sí.

Cuando un equipo (ya sea una batea vuelco trasero, semirremolques, acoplados o cualquier otro tipo de herramientas de carga) se desplaza cargado a través de carreteras o caminos sin pavimentar, se generan vibraciones y excitaciones producidas por los componentes que están montados sobre el mismo. Esto, se traslada principalmente a las ballestas, ejes, suspensiones neumáticas y otros accesorios por lo que es necesario verificar, como se dijo anteriormente.

9.2 Resortes de hojas o Ballestas

Las ballestas son un tipo de resorte constituido por un conjunto de hojas o láminas superpuestas fabricadas en acero especial para muelles, unidas en el centro por un tornillo pasante con tuerca, llamado "capuchino" o perno central y que se mantienen alineadas por una serie de abrazaderas que evitan que se abran en abanico, y a la vez permiten el deslizamiento entre las hojas cuando éstas se deforman debida a la carga, formando todo ello un conjunto elástico de gran resistencia a la rotura. En la Figura 9.1 se pueden observar sus características principales.

Los aceros son fundamentalmente aleaciones de hierro-carbono, con otros elementos e impurezas. Para la fabricación de los resortes de ballestas es frecuente el uso del acero SAE 5160, cuyas propiedades mecánicas que le proporcionan los componentes de aleación lo hacen adecuado para su manufactura.

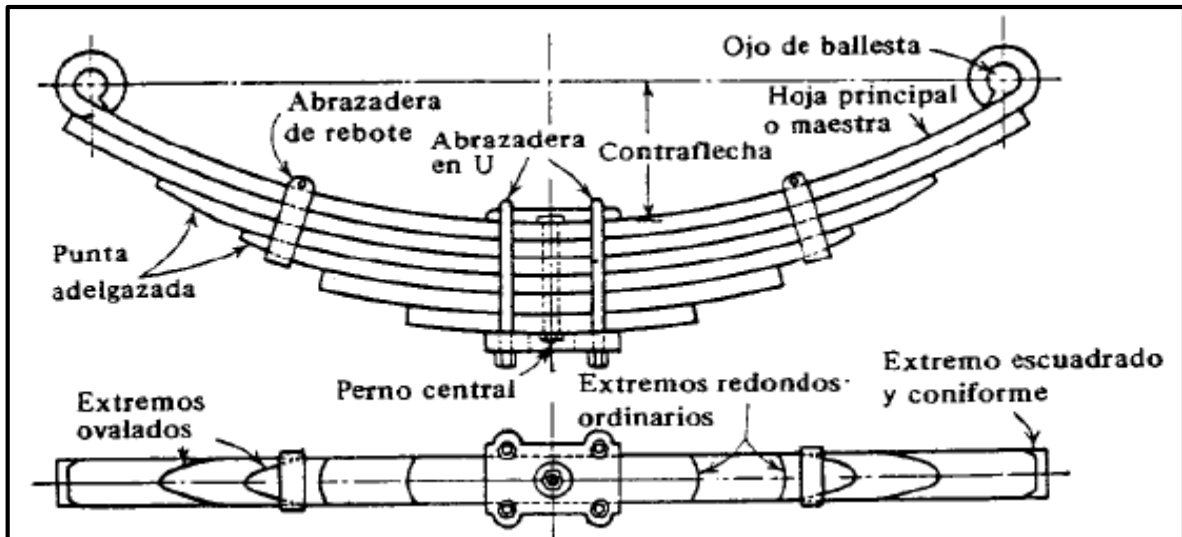


Figura 9.1 – Características de los resortes de hojas

En la Tabla 9.1 se pueden observar la composición química del material utilizado.

Tabla 9.1 – Composición química acero SAE 5160

Grado de Acero	Composición Química de colada (%)					
	Carbono (C)	Manganeso (Mn)	Fósforo (P) máx.	Azufre (S) máx.	Silicio (Si)	Cromo (Cr)
SAE 5160	0.56 / 0.64	0.75 / 1.00	0.035	0.040	0.15 / 0.35	0.70 / 0.90

Respecto a las propiedades mecánicas, sus valores se representan según su tratamiento térmico y se pueden ver en la Tabla 9.2.

Tabla 9.2 – Propiedades mecánicas del acero SAE 5160

σ_r (MPa)	$\sigma(0,2)$ (MPa)	Dureza HB	Tratamiento Térmico	Temperatura (°C)
1000	680	302	Laminado, forjado	1050 / 850
950	600	285	Normalizado	850 / 900
720	370	217	Recocido globulizante	750
720	370	217	Recocido de regeneración	840
1200	1100	352	Temple en aceite revenido	840 650

σ_r = Esfuerzo de rotura o ultimo
 $\sigma(0,2)$ = Esfuerzo de fluencia

9.3 Cálculo y verificación de los resortes hojas

Las ecuaciones de cálculo que se van a utilizar para la verificación de las ballestas y las imágenes que se van a presentar a continuación son obtenidas del libro *Diseño de Elementos de Máquinas*^[8]. Las ballestas se comportan como vigas de resistencia uniforme o de igual resistencia, simplemente apoyadas, como se puede ver en la Figura 9.2.

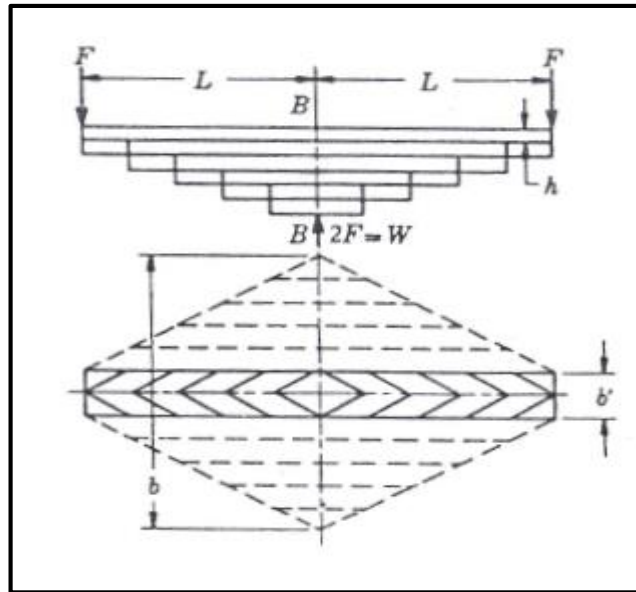


Figura 9.2 – Ballestas que derivan de vigas
de resistencia uniforme

Las ecuaciones de cálculo que se utilizan son:

$$S = \frac{6FL}{bh^2} = \frac{3WL}{bh^2} \quad \delta = \frac{K_1FL^3(1 - \mu^2)}{3EI} = \frac{K_1WL^3(1 - \mu^2)}{6EI}$$

Donde:

- **S**: Tensión producida por las cargas
- **δ**: Deformación o flecha.
- **W=2F**: Carga en la sección media de la viga de longitud 2L.
- **2L**: Distancia entre apoyos.
- **b=N x b'**: Donde b' es la anchura de una hoja y N es el número de hojas.

- **h:** Espesor de la hoja.
- **K₁:** Depende de la relación b'/b
- **μ:** Coeficiente de Poisson.
- **I:** Momento de inercia de las hojas en la sección B.
- **E:** Módulo de elasticidad del material.

Para obtener el valor de la tensión, primero hay que determinar las cargas que actúan. Los equipos con suspensión mecánica, tándem doble trasero y ruedas duales pueden cargar según reglamentación de la ley 24.4449^[2] hasta 18000 Kg. En el tándem hay 4 ballestas, por lo tanto:

$$W = \frac{18.000 \text{ Kg}}{4} = 4.500 \text{ Kg}$$

$$F = \frac{W}{2} = \frac{4.500}{2} = 2.250 \text{ Kg}$$

El número de hojas es N=10 y el ancho de cada hoja de elástico es b'= 90 mm, el espesor h=12,7 mm y la distancia entre apoyos 2L= 1100 mm.

$$S = \frac{6FL}{bh^2} = \frac{6 \times 2.250 \times 550}{10 \times 90 \times (12,7)^2} = 5.115 \text{ kg/cm}^2$$

Comparando este valor de tensión generada con el de fluencia para un material templado en aceite y revenido, se puede decir que el resorte soporta dicha carga.

Para medir el grado de seguridad con que se está trabajando determinamos el coeficiente de seguridad:

$$N = \frac{S_y}{S} = \frac{11.000 \text{ kg/cm}^2}{5.115 \text{ kg/cm}^2} = 2,15$$

La flecha producida debido a estas cargas, se puede obtener una vez calculado el momento de inercia total I, y el coeficiente K₁. Por lo tanto:

$$I = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{10 \times 9 \times (1,27)^3}{12} = 15,36 \text{ cm}^4$$

El factor K_1 se obtiene de la Figura 9.3, cuyo valor es $K_1=1,38$. Para $b'/b=0,1$.

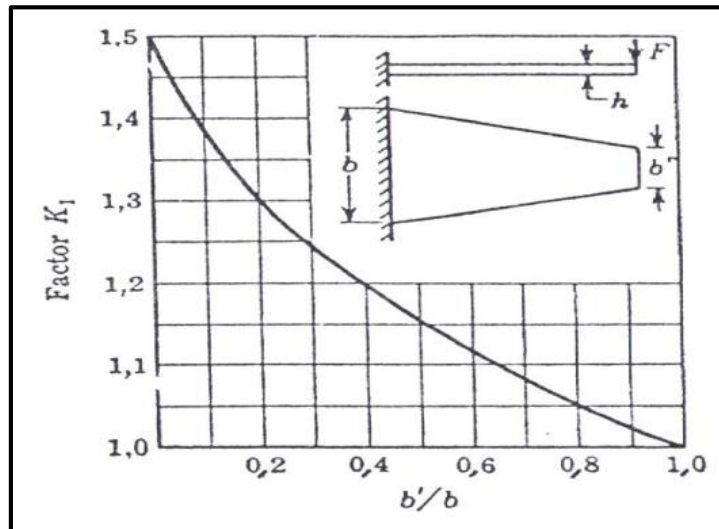


Figura 9.3 – Factor de corrección K_1 para la deformación

Por lo tanto, la deformación de la ballesta es:

$$\delta = \frac{K_1 \times F \times L^3 \times (1 - \mu^2)}{3EI} = \frac{1,38 \times 2.250 \times (55)^3 \times (1 - 0,3^2)}{3 \times 2,1 \times 10^6 \times 15,36} = 48 \text{ mm}$$

La comba o contraflecha máxima seleccionada es de 110 mm, por lo tanto la deformación obtenida es aproximadamente un 56% menor a la total admisible.

9.4 Fatiga en resortes de hojas

Debido a que estos resortes suelen tener agujeros o muescas que son puntos de concentración de esfuerzos, y aun cuando los efectos de las grampas en U y el perno central reducen los esfuerzos de flexión en la sección del agujero central, es necesario comprobar esta sección de acuerdo con los procedimientos de cálculo considerando fatiga, cuando la carga es repetitiva.

La ecuación de fatiga viene dada por:

$$\frac{1}{N} = \frac{S_m}{S_y} + K_f \times \frac{S_a}{S_n}$$

Donde:

- N: Coeficiente de seguridad
- S_m : Tensión media
- S_a : Tensión alterna
- K_f : Coeficiente de reducción de resistencia a la fatiga
- S_n : Resistencia a la fatiga
- S_y : Resistencia de fluencia
- S_u : Resistencia ultima o rotura

Debido a que resulta un estudio complejo para obtener los valores de la tensión alterna S_a , se toma según recomendaciones igual a un 30% de la tensión media S_m .

Entonces:

$$S_a = 0,3 \times S_m = 0,3 \times 5115 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 1.535 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

El esfuerzo máximo al que va a estar sometido el elástico es:

$$S_{\max} = S_m + S_a = 5.115 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} + 1.535 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 6.650 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Para obtener el coeficiente de seguridad a través de la ecuación de fatiga definimos el coeficiente de reducción de resistencia a la fatiga K_f , que debido a ensayos efectuados con aceros entre 0,5% y 0,6% de C, indican un factor de $K_f \cong 1.4$ obtenido del libro *Virgil Faires*^[8]. También como la resistencia máxima a la fatiga o límite de fatiga no es fácil de obtener, a menudo se considera la siguiente expresión:

$$S'_n = 0,5 \times S_u = 6000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

La resistencia a la fatiga se ve afectado por diversos factores tales como: la terminación superficial, el esfuerzo y el tamaño. Por lo tanto se puede expresar:

$$S_n = K_1 \times K_2 \times K_3 \times S'_n = 0,87 \times 1 \times 1 \times 6.000 = 5.217 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Reemplazando en la ecuación de fatiga se obtiene:

$$\frac{1}{N} = \frac{S_m}{S_y} + K_f \times \frac{S_a}{S_n} = \frac{5.115}{11.000} + 1,4 \times \frac{1.535}{5.217} \rightarrow N = 1,15$$

Esto quiere decir que la tensión admisible S_{adm} de la ballesta es un 15% mayor a la tensión de trabajo S_{tr} debido a las fuerzas exteriores. No es un valor demasiado grande pero vale aclarar que se consideró una carga de un 30% mayor (carga alterna) a la que por ley se debería tener en el tándem doble. Por lo tanto, la carga es de 5.850 Kg y la deflexión de la ballesta es:

$$\delta = \frac{1,15 \times 2.925 \times 55^3 \times (1 - 0,3^2)}{3 \times 2,1 \times 10^6 \times 15,36} \rightarrow \delta = 53 \text{ mm}$$

La flecha máxima considerando fatiga, se encuentra dentro de los parámetros admisibles.

9.5 Selección y verificación del tubo del eje

El eje utilizado en el equipo consta de un tubo de acero sin costura según norma EN 10297-1:2003 / Grado E355 +AR (como laminado)^[13]. Sus principales características son:

- Sección del tubo: $\varnothing 133 \times 18 \text{ mm}$
- Tensión de fluencia $S_y = 3450 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
- Tensión de rotura $S_u = 5500 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
- Capacidad: 12 Tn.

En la Figura 9.4 podemos observar el plano del eje con sus componentes; las llantas para los neumáticos, masas, pernos y equipo de freno. En el mismo se encuentran las dimensiones

utilizando una trocha de 1890 mm. La distancia tomada desde el final de la trocha del eje al sector donde apoya el elástico, transfiriendo la carga, es de 465 mm.

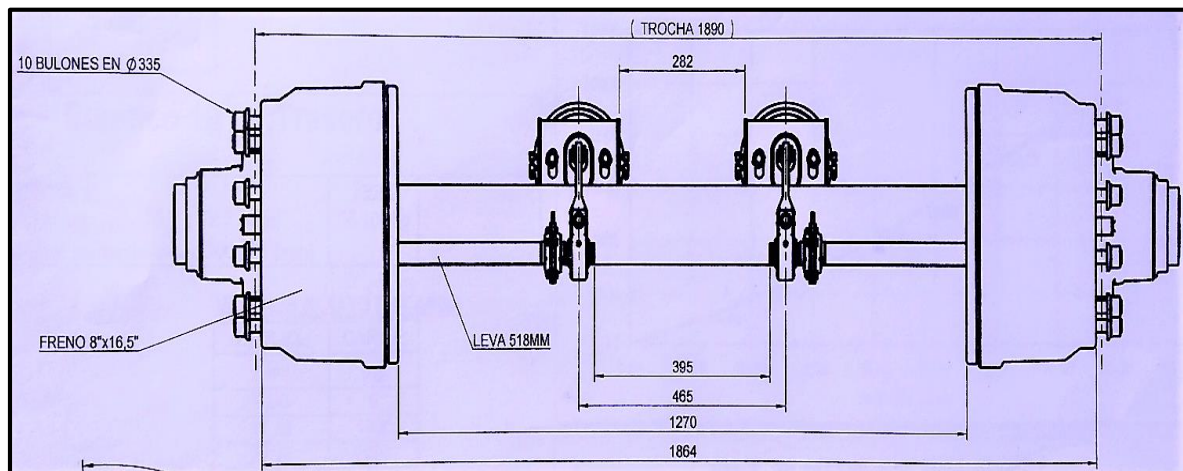


Figura 9.4 – Eje ensamblado y dimensiones

Los ejes se encuentran sometidos a distintos tipos de esfuerzos, es decir:

- Momentos flectores o de flexión del eje.
- Esfuerzos cortantes, que son fuerzas que actúan perpendicular a la dirección longitudinal del eje.
- Momentos torsores, debido a la torsión que origina la fuerza de fricción rueda-suelo que se produce durante la frenada y con el equipo cargado.

Para el estudio y cálculo de la distribución de momentos y fuerzas a lo largo del eje, hay que partir de las condiciones de contorno o de apoyo que relacionan al eje con el resto del vehículo y con el suelo. Los apoyos son considerados como articulados porque los neumáticos permiten la rotación en ese punto, es decir, en el plano longitudinal del eje. Por lo tanto en la Figura 9.5 se puede observar la posición en donde actúa y en donde se transfiere la carga.

En el día a día ocurre que los equipos se desplazan con sobrecarga generando ciertos efectos dinámicos debido a irregularidades del terreno o cargas de impacto, solicitando de manera más importante los componentes del mismo. Debido a esto, por cuestión de seguridad consideramos una carga por eje un 30% mayor, como se explicó anteriormente en las normas AASHTO,

tomando como referencia la carga reglamentaria de 10.500 kg, aunque la carga por eje debería ser 9.000 kg debido a la capacidad del tándem doble.

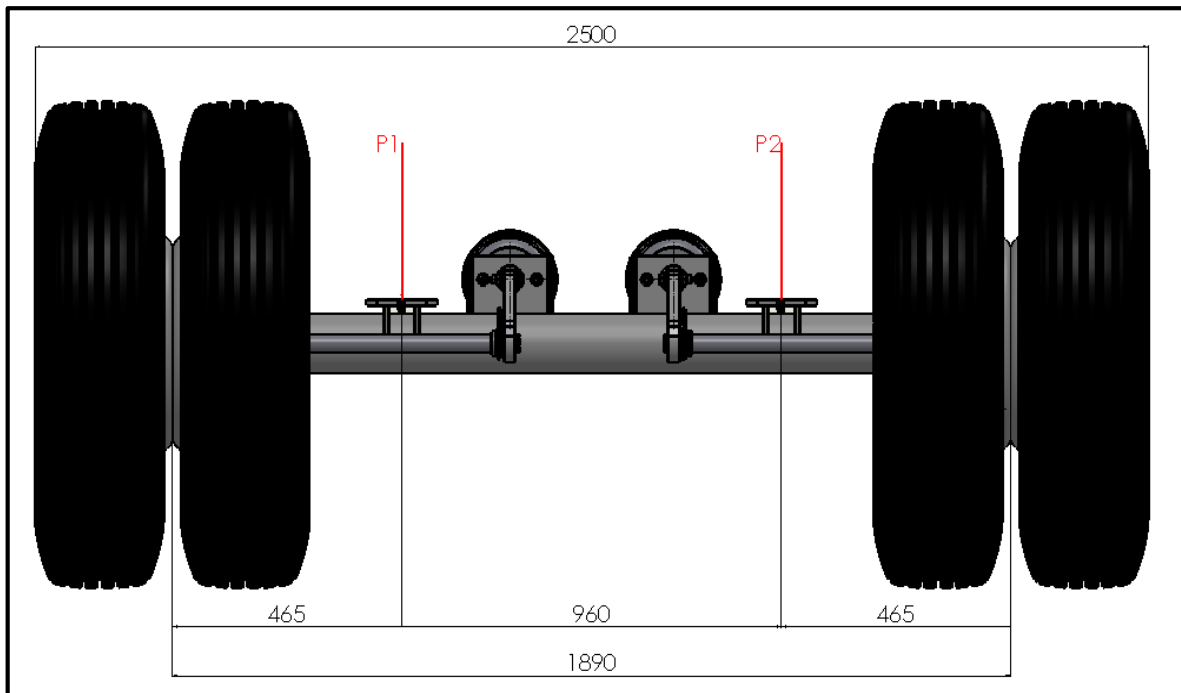


Figura 9.5 – Ubicación de asientos de elástico

Por lo tanto la carga total por eje es 13.650 kg, y en cada soporte de elástico las fuerzas actuantes serán de $P_1 = P_2 = 6.825 \text{ kg}$.

A través del software MDSolids realizamos el cálculo de los esfuerzos, representando en la Figura 9.6 el eje como una viga simplemente apoyada con sus cargas actuantes y sus diagramas.

Tomando momento respecto el punto “A”, obtenemos las reacciones:

$$\sum M_A = P_1 \times 46,5 + P_2 \times 142,5 - R_B \times 189 = 0$$

$$6.825 \times 46,5 + 6.825 \times 142,5 - R_B \times 189 = 0$$

$$R_B = 6.825 \text{ kg } \uparrow$$

$$\sum F^y = R_A - P_1 - P_2 + R_B$$

$$R_A = 6.825 \text{ kg } \uparrow$$

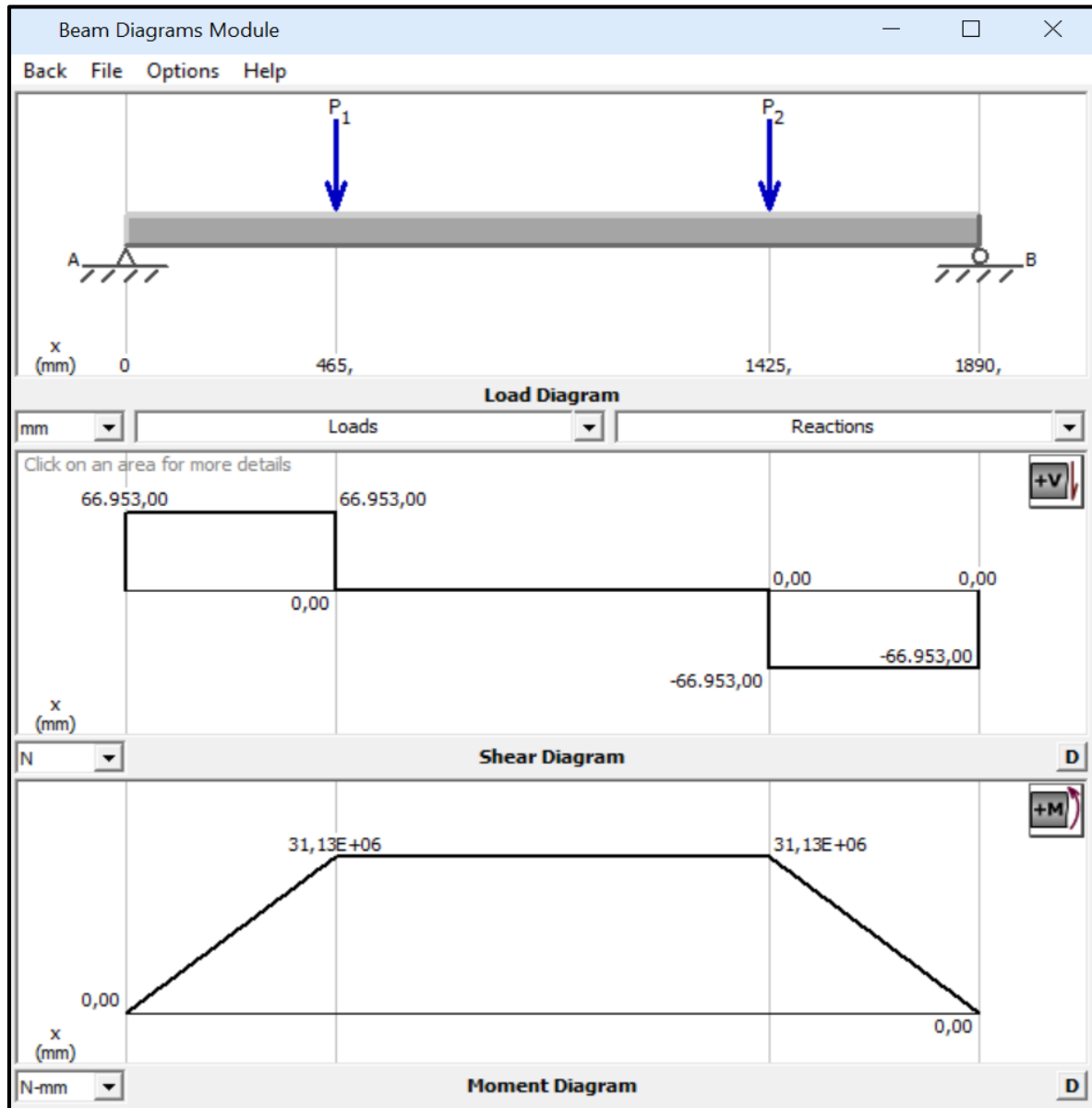


Figura 9.6 – Diagramas de esfuerzos

Donde el momento flector máximo es:

$$X=46,5 \rightarrow M_{f1} = P \times X = 6.825 \times 46.5 = 317.362 \text{ kg.cm}$$

Como dijimos anteriormente, otro punto importante es el cálculo del momento torsor sobre el eje, que es el originado durante la frenada de la rueda, empleando la siguiente expresión:

$$M_t = P \times \mu_a \times R = F_f \times R$$

Donde:

- μ_a : Coeficiente de adherencia, que para el caso más desfavorable es igual a 1 pero se toma 0,8 para un promedio entre asfalto viejo y nuevo, seco.
- R: Radio de rodadura de la rueda cargada. El diámetro del neumático utilizado es de 1057 mm.

Por lo tanto:

$$M_t = 6.825 \times 0.8 \times \frac{105,7}{2} = 288.560 \text{ kg.cm}$$

Debido al frenado, también se genera un momento flector en el eje pero en un plano ortogonal al calculado anteriormente. Estos esfuerzos se combinan generando un momento flector resultante. Entonces el momento flector máximo para este plano es:

$$X = 46.5 \rightarrow M_{f2} = P \times \mu_a \times X = 6.825 \times 0.8 \times 46.5 = 253.890 \text{ kg.cm}$$

El momento flector resultante es:

$$M_{f_{res}} = \sqrt{(M_{f1})^2 + (M_{f2})^2} = \sqrt{(317.362 \text{ kg.cm})^2 + (253.890 \text{ kg.cm})^2}$$

$$M_{f_{res}} = 406.260 \text{ kg.cm}$$

Se emplea la ecuación de los esfuerzos combinados utilizando la teoría del esfuerzo cortante octaédrico, por lo tanto:

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

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

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

Donde:

- N: Coeficiente de seguridad.
- Se: Esfuerzo equivalente debido a esfuerzos normales.
- Ses: Esfuerzo equivalente debido a esfuerzos cortantes.
- Sn/Sns: Resistencia a la fatiga para esfuerzos normales y cortantes, respectivamente.
- Sm/Sms: Esfuerzos medios para esfuerzos normales y cortantes, respectivamente.
- Sa/Sas: Esfuerzos alternos para esfuerzos normales y cortantes, respectivamente.
- Sy: Resistencia de fluencia del material.
- Su: resistencia ultima o rotura.
- Kf/Kfs: Coeficiente de reducción de resistencia a la fatiga debido a las concentraciones de esfuerzos.

La resistencia a la fatiga S_n es:

$$S_n = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot S'_n$$

Donde:

- K= Coeficientes de reducción de resistencia a la fatiga.
- $K_1= 0,9$ (efecto del estado de la superficie, Fig. AF5, 751; (Virgil Faires))
- $K_2= 1$ (influencia del tamaño)
- $K_3= 1$ (tipo de esfuerzo, flexión)

$$S'_n = 0,5S_u = 0,5 \times 5.500 = 2.250 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto, para esfuerzos normales:

$$S_n = 0,9 \times 1 \times 1 \times 2250 = 2.025 \text{ kg/cm}^2$$

Para esfuerzos cortantes:

$$S_{ns} = 0,6 \times S_n = 1.215 \text{ kg/cm}^2$$

Considerando que no hay variación de la fuerza actuante, el esfuerzo alterno es nulo y el segundo término de la ecuación del esfuerzo equivalente para esfuerzos normales y cortantes se elimina, resultando:

$$S_e = \frac{S_n}{S_y} S_m$$

$$S_m = \frac{M_{fres}}{W}$$

$$W = \frac{\pi}{32} x \left(\frac{D_e^4 - D_i^4}{D_e} \right)$$

Reemplazando los valores y calculando:

$$W = \frac{\pi}{32} x \left(\frac{(13,3)^4 - (9,7)^4}{13,3} \right) = 166 \text{ cm}^3$$

$$S_m = \frac{M_{fres}}{W} = \frac{406.260 \text{ kg.cm}}{166 \text{ cm}^3} = 2.447 \text{ kg/cm}$$

$$S_e = \frac{2.025}{3.450} x 2.447 = 1.436 \text{ kg/cm}^2$$

Y el esfuerzo equivalente para esfuerzos cortantes:

$$S_{e_s} = \frac{S_{ns}}{S_{ys}} S_{ms}$$

$$S_{ms} = \frac{M_t}{W'}$$

W' es el modulo resistente polar y es igual a W'=2W, entonces:

$$W' = \frac{\pi}{16} x \left(\frac{D_e^4 - D_i^4}{D_e} \right) = \frac{\pi}{16} x \left(\frac{(13,3)^4 - (9,7)^4}{13,3} \right) = 332 \text{ cm}^3$$

$$S_{ms} = \frac{288.560}{332} = 869 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{es} = \frac{S_{ns}}{0,6 \times S_y} S_{ms} = \frac{1.215 \times 869}{0,6 \times 3450} = 510 \text{ kg/cm}^2$$

Aplicando la ecuación de *Soderberg*^[8] para combinar los esfuerzos y despejando N para determinar el grado de seguridad con que estamos trabajando:

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

$$\frac{1}{N^2} = \left[\left(\frac{1.436}{2.025} \right)^2 + \left(\frac{510}{1.215} \right)^2 \right]$$

$$N = 1,21$$

Si bien el coeficiente de seguridad obtenido es cercano a 1, la resistencia de diseño del eje sigue siendo un 21% mayor a la resistencia real el cual estará sometido el mismo. También hay que tener en cuenta que se consideró una sobrecarga simulando efectos dinámicos del 30% mayor por sobre la reglamentaria de 10.500 kg, quedando el eje sometido a 3.150 kg más. De esta manera se puede decir que el eje adoptado es apto para cumplir con todos los requisitos de funcionalidad, soportando todos los esfuerzos calculados anteriormente.

9.6 Suspensión neumática auto-direccional^[13]

El levanta eje de la suspensión neumática auto-direccional le permite levantar el eje cuando la unidad se desplaza vacía o con poca carga. Por lo tanto, deben contar con un dispositivo (no accionable desde la cabina) que automáticamente baje el eje cuando el vehículo se encuentra cargado. La caja de comando neumática del remolque contiene una electroválvula que comanda el ascenso y descenso del eje, y también es posible realizar ese trabajo por medio de un botón que contiene la misma electroválvula. La función principal de la suspensión neumática auto-direccional es absorber irregularidades del terreno o que sean lo más suaves posibles cuando el equipo se encuentra en marcha además de transmitir la carga hacia el eje y suelo a través de los neumáticos. Figura 9.7.



Figura 9.7 – Suspensión neumática auto-direccional

Esto se logra colocando fuelles de goma o también llamados pulmones de carga entre el eje y la carrocería que funcionan con aire a presión para el ascenso o descenso del eje. En este caso se va a determinar las cámaras de aire para levantar el eje y las utilizadas como carga.

El sistema se monta sobre un bastidor o catre y aro giratorio de doble hilera de bolillas al cromo que confiere al eje un movimiento giratorio hacia ambas direcciones de 20° , limitados por topes mecánicos internos. Contiene un dispositivo interno auto-centrante y traba neumática automática que evita el giro en caso de retroceso. También vienen acoplados dos estabilizadores hidráulicos horizontales de doble efecto optimizando la estabilidad del eje y dos amortiguadores hidráulicos verticales que optimizan la estabilidad de la suspensión evitando el desgaste de cubiertas, bujes y pernos.

9.6.1 Selección del fuelle neumático levanta eje

Partiendo de la Figura 9.8, se va a determinar que fuelles son necesarios para levantar el eje cuando no es necesario utilizarlo o que por razones de maniobrabilidad, se debe levantar.

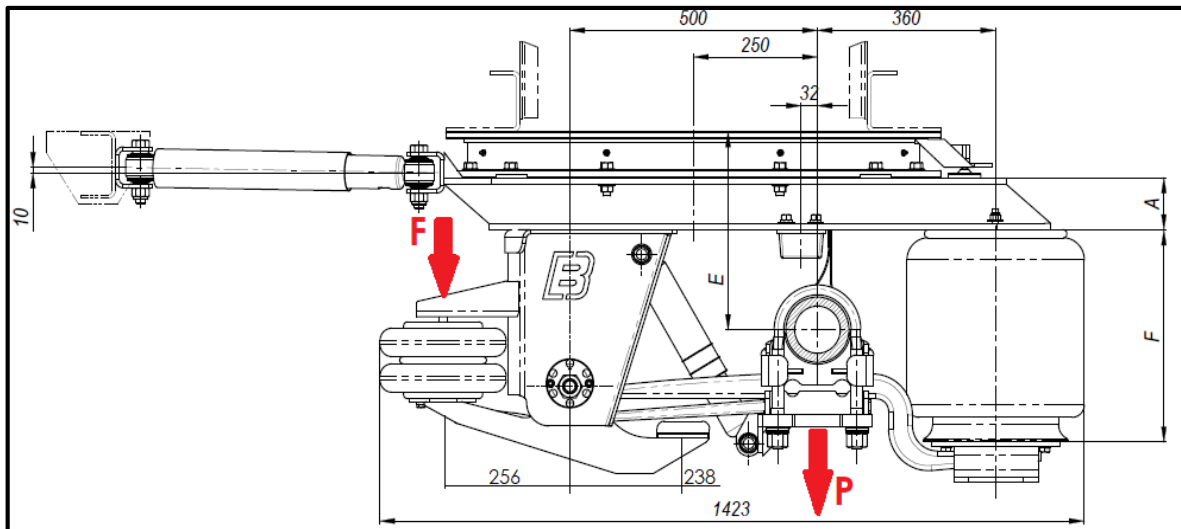


Figura 9.8 – Plano lateral de la suspensión neumática auto-direccional

Las cargas a vencer por el fuelle son, según fabricante:

- Tara del eje: 365 Kg
- Tara rueda (neumático inflado más llanta): 110 Kg

La suspensión direccional tiene 4 (cuatro) neumáticos y 4 (cuatro) llantas, por lo tanto el peso total a vencer será:

$$P = \text{Tara eje} + 4 \times \text{Tara rueda} = 365 \text{ kg} + 4 \times 110 \text{ kg} = 805 \text{ kg}$$

Si tomamos $P = 1000 \text{ kg}$, como para tener un margen de error, se puede observar en la Figura 9.8 que el momento de fuerza a vencer es $P \times 500$. Por lo tanto hay que averiguar que fuerza F es necesaria para vencer o por lo menos para equilibrar el momento que genera el peso del eje.

Tomando momento en el punto "O":

$$\sum M^O = 0 \rightarrow P \times 500 - F \times 256 = 0$$

$$P \times 500 = F \times 256 = 0$$

$$F = 1.953 \text{ kg} \downarrow$$

Al ser dos fuelles los que levantan el eje, la fuerza realizada por cada uno es:

$$F_{por\ fuelle} = \frac{F}{2} = \frac{1953}{2} = 976,5\ kg$$

Para una presión de trabajo de la unidad tractora de 7 Bar = 7,13 kg/cm²

$$P = \frac{F}{S} = \frac{F_{por\ fuelle}}{\frac{\pi \times D_f^2}{4}}$$

Donde D_f es el diámetro del fuelle, S la sección y P la presión de trabajo, entonces:

$$D_f = \sqrt{\frac{4 \times F_{por\ fuelle}}{\pi \times P}} = \sqrt{\frac{4 \times 976,5}{\pi \times 7.13}} = 132\ mm$$

El fuelle del sistema de suspensión será un producto *ContiTech*^[14] de la serie “C” (unidad sellada) con dos convoluciones o lóbulos, y las siguientes características que se muestran en la

Tabla 9.3.

Tabla 9.3 – Características del fuelle de levante del eje

model	min. design height ^{o)} (mm)	max. diameter (mm)	instalation space required (mm)	max. recommended stroke (mm)	max. stroke (mm)	force at p = 8 bar			connection part variant	distance D (mm)	distance E (mm)	standard air Inlet P1
						min. height (kN)	half stroke (kN)	max. stroke (kN)				
single convolution bellows												
FS 40-6 CI	50	145	160	50	60	6,9	5,2	2,4	1	200	-	G ³ / ₄
FS 50-5 CI	51	150	165	34	44	9,0	5,4	2,2	2	44,5	-	G ³ / ₄
FS 70-7 CI	51	165	180	54	64	9,9	7,5	5,2	2	44,5	-	G ³ / ₄
FS 100-10 CI	51	210	225	79	94	14,7	11,0	1,6 ^{o)}	2	44,5	-	G ³ / ₄
FS 120-9 CI	50	215	230	75	85	17,7	12,4	6,6	2	70,0	-	G ³ / ₄
FS 120-10 CI	51	231	245	79	99	19,5	15,0	4,6	2	70,0	-	G ³ / ₄
FS 120-12 CI	51	235	250	107	119	18,7	15,9	7,2	2	70,0	-	G ³ / ₄
FS 200-10 CI	51	250	265	74	89	23,8	17,5	9,1	3	89,0	38,1	G ³ / ₄
FS 330-11 CI	51	325	340	89	99	43,9	36,7	22,4	3	157,5	73,0	G ³ / ₄
FS 330-14 CI	51	343	360	100	129	47,3	37,8	13,0	3	157,5	73,0	G ³ / ₄
FS 530-11 CI	51	385	400	104	124	68,4	53,0	20,8	4	158,8	79,4	G ³ / ₄
FS 530-14 CI	51	405	420	109	134	69,6	60,2	35,2	4	158,8	79,4	G ³ / ₄
FS 960-12 CI	63	450	480	102	117	98,3	78,2	40,4	5	114,3	-	G ³ / ₄
FS 1330-11 CI	63	530	570	87	107	141,6	121,8	63,3 ^{o)}	5	152,5	-	G ³ / ₄
double convolution bellows												
FD 40-10 CI	70	145	160	95	100	7,4	5,5	2,5	1	200	-	G ³ / ₄
FD 70-13 CI	72	165	180	108	128	11,6	7,8	2,6	2	44,5	-	G ³ / ₄
FD 110-15 CI	72	203	215	123	156	16,5	10,5	2,9	2	70,0	-	G ³ / ₄
FD 120-17 CI	75	215	230	130	155	18,0	13,1	6,3	2	70,0	-	G ³ / ₄
FD 120-20 CI	77	218	235	153	193	19,6	14,4	6,6	2	70,0	-	G ³ / ₄
FD 200-19 CI	75	250	265	165	200	26,1	18,3	5,7	3	89,0	38,1	G ³ / ₄
FD 200-22 CI	77	255	265	183	218	26,2	17,6	7,0	3	89,0	38,1	G ³ / ₄
FD 200-25 CI	77	260	275	223	248	25,4	18,8	8,2	3	89,0	38,1	G ³ / ₄

Si bien el fuelle elegido está sobredimensionado en cuanto a los diámetros obtenidos y fuerzas necesarias, la selección se debe principalmente a la máxima carrera que produce, esto es, aproximadamente unos 200 mm.

9.6.2 Selección del fuelle neumático de carga

Estos fuelles sirven para absorber las irregularidades de la calzada y principalmente deben soportar la totalidad del peso que actúa en la superficie.

Como venimos mencionando, debido a la reglamentación, por cada eje con cuatro neumáticos pueden transferirse 10.500 kg a la calzada, pero normalmente no se respetan estos kilogramos o el equipo viaja con sobrecarga, de esta forma se decide añadirle al eje un 30% más de capacidad.

Entonces:

$$P_{carga} = 10.500 + 3.150 = 13.650 \text{ kg}$$

En la suspensión hay dos pulmones de carga, entonces la carga se reparte y la fuerza por cada pulmón es:

$$F_{c/pulmon} = \frac{P_{carga}}{2} = 6.825 \text{ kg}$$

El diámetro necesario para esta carga y una presión de 7 Bar se obtiene de la siguiente forma:

$$D_{carga} = \sqrt{\frac{4 \times F_{carga}}{\pi \times P}} = \sqrt{\frac{4 \times 6.825}{\pi \times 7.13}}$$

$$D_{carga} = 350 \text{ mm}$$

El fuelle de carga será del tipo tubular marca ContiTech 11 10.5B-18 P743 con las siguientes características que se dan en la Figura 9.9. El diámetro máximo es de 360 mm con una altura mínima de trabajo de 193 mm y una máxima de 548 mm.

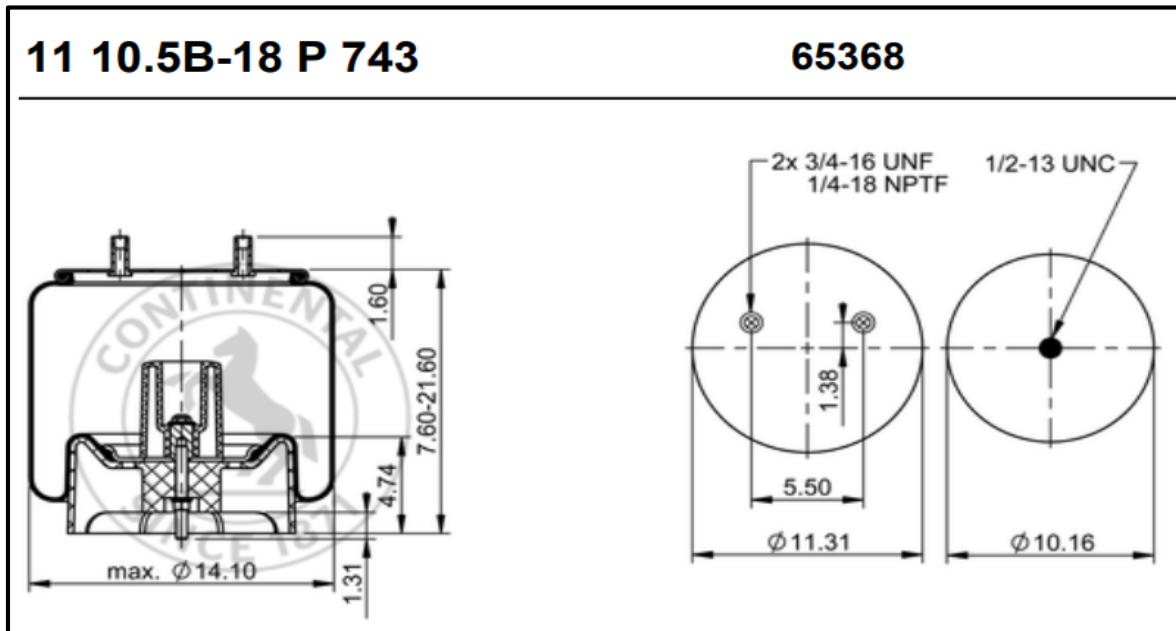


Figura 9.9 – Fuelle de carga

Hay que tener en cuenta que para un equipo con suspensiones combinadas (mecánicas-neumáticas) se recomienda que con el tope inferior de la viga armada doble T y la unidad vacía, la rueda pise el suelo, ya que al ser cargada la altura del chasis baja 75 mm aproximadamente. De esta manera podemos seleccionar el catre de la suspensión de la Tabla 9.4.

Tabla 9.4 – Selección del catre.

DENOMINACION	A [mm]	E [mm]		
		TOPE SUPERIOR	TRABAJO	TOPE INFERIOR
CATRE DAB ALTO 75	75	271	368	474
CATRE DAB ALTO 100	100	297	394	500
CATRE DAB ALTO 130	130	322	419	525
CATRE DAB ALTO 152	152	348	445	551
CATRE DAB ALTO 170	170	365	462	568

9.7 Verificación y selección del Perno Rey y Quinta Rueda

El perno rey y la quinta rueda son dispositivos mecánicos de acoplamiento entre la unidad tractora y el semirremolque, permitiendo de esta manera el traslado del equipo.

A continuación se seleccionará que dispositivos se van a utilizar en la unidad, tanto la quinta rueda acoplada a la unidad tractora como el perno rey o King Pin en el semirremolque, y

también analizar qué tipo de esfuerzos actúan verificando su resistencia.

9.7.1 Cálculo del valor “D” según la Directiva 94/20/CE^[15]

El fabricante del vehículo tractor es quien determina los tipos y clases permitidos para dispositivos de unión y los valores máximos para la carga vertical sobre la tractora “U” y el valor de tracción “D” (diseño según la directiva 94/20/CE).

El “valor D” se define como la fuerza teórica de referencia con respecto a la fuerza horizontal que existe entre el vehículo tractor y el remolque. Se tomará como base para las cargas horizontales en los ensayos dinámicos.

El valor D se calcula del siguiente modo:

$$D = g \times \frac{0,6 \times T \times R}{T + R - U} \text{ (kN)}$$

Donde:

- T = Masa máxima técnicamente autorizada del vehículo tractor, en toneladas. Teniendo en cuenta la capacidad de carga según la normativa, en el eje delantero del tractor con ruedas simples son 6.000 kg y el tándem doble con neumáticos duales son 18.000 kg. Entonces T = 24 Tn.
- R = Masa máxima técnicamente autorizada del remolque o del semirremolque, en toneladas. Para el semirremolque, las cargas que se transfieren son: 18.000 kg en el tándem trasero, 10.500 kg en la suspensión auto-direccional y 18.000 kg a través del plato del tractor y suspensión trasera del tractor. De esta manera R = 46,5 Tn.
- U = Carga vertical aplicada en la quinta rueda, en toneladas. U = 18 Tn.
- g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).

De esta manera tenemos:

$$D = g \times \frac{0,6 \times 24 \times 46,5}{24 + 46,5 - 18} = 125 \text{ kN} = 12.742 \text{ kg}$$

Una vez obtenido el valor de la fuerza horizontal D, se puede seleccionar el perno rey a utilizar. Se elige un King Pin de 2" modelo KZ 10^[15] con las características que se muestran en la Figura 9.10.

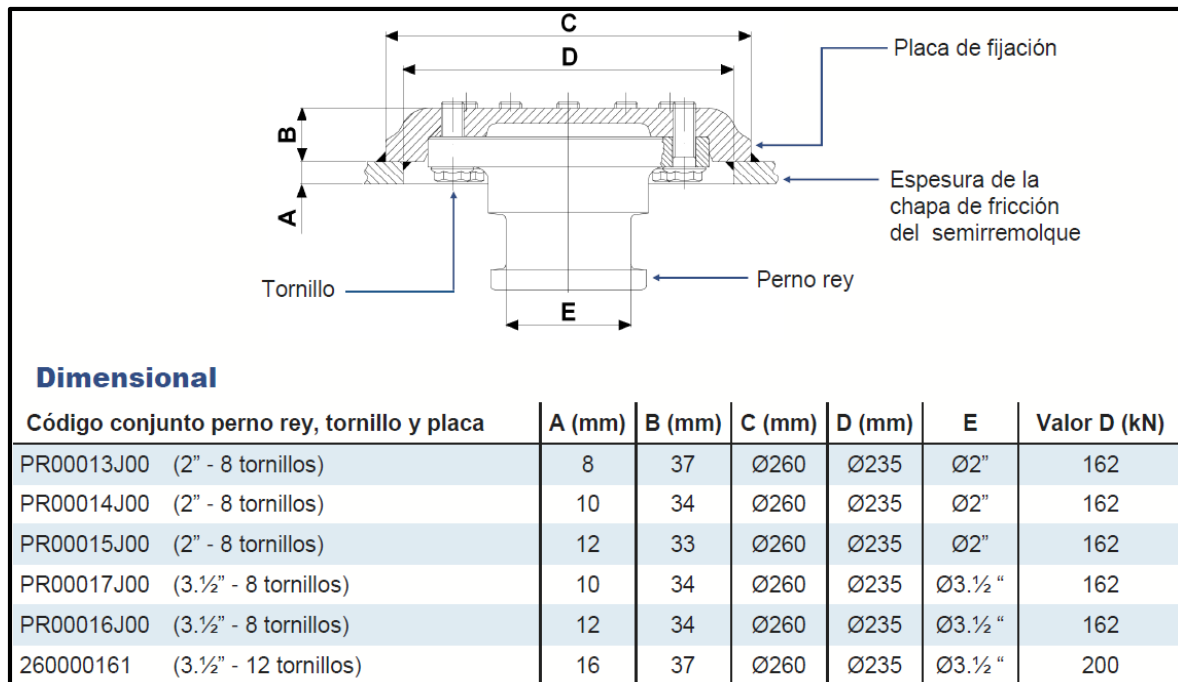


Figura 9.10 – Conjunto perno rey, placa de fijación y tornillos

Además de esta fuerza de tracción D, también hay que considerar una fuerza de frenado, producida por la unidad tractora al frenar y de sentido contraria a la de tracción D. Entonces si consideramos que en el perno rey actúa una carga horizontal de igual magnitud pero de sentido diferente al considerar un freno del equipo muy brusco, la variación de esfuerzos será repetida e invertida. Con este dato se procede a verificar el perno en cuanto a fatiga utilizando la ecuación de Soderberg, y determinar un coeficiente de seguridad N, teniendo en cuenta como máximo esfuerzo principal el corte producido entre el perno y la quinta rueda. Entonces:

$$\frac{1}{N} = \frac{S_{ms}}{S_{ys}} + K_{fs} \times \frac{S_{as}}{S_{ns}}$$

Considerando la carga repetida e invertida, $S_m = 0$ y la ecuación nos queda:

$$\frac{1}{N} = K_{fs} \times \frac{S_{as}}{S_{ns}}$$

El material utilizado para el perno de arrastre es acero de calidad 1040 forjado y templado, donde:

$$S_y = 6.500 \text{ kg/cm}^2 \qquad S_u = 8.296 \text{ kg/cm}^2$$

La resistencia a la fatiga S_n es:

$$S_n = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot S'_n$$

$$S_n = 0,86 \times 0,85 \times 1 \times 0,5 \times S_u = 3.032 \text{ kg/cm}^2$$

La resistencia a la fatiga debido al esfuerzo cortante es:

$$S_{ns} = 0,6 \times S_n = 1.820 \text{ kg/cm}^2$$

El coeficiente de reducción de resistencia a la fatiga para la sección con menor radio de entalla es:

$$K_{fs} = 1,44$$

El esfuerzo alterno debido a esfuerzo cortante y considerando la sección mínima, es:

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{\pi \times (5,08)^2}{4} = 20,26 \text{ cm}^2$$

$$S_{as} = \frac{D}{A} = \frac{12.742}{20,26} = 630 \text{ kg/cm}^2$$

Finalmente:

$$\frac{1}{N} = 1,44 \times \frac{630}{1.820} \rightarrow N = 2$$

Por lo tanto el perno rey seleccionado es apto para el correcto desempeño. Este coeficiente de seguridad se basa en la línea de Soderberg siendo la misma una base de cálculo moderada.

A continuación se va a realizar la verificación y simulación del perno rey a través del software Solid Works utilizando elementos finitos para corroborar los máximos esfuerzos generados, el coeficiente de seguridad obtenido y la deformación producida.

En la Figura 9.11 se pueden observar las tensiones producidas, siendo máximas en los sectores donde la pieza tiene radios de redondeo con un valor de 3.260 kg/cm². Si lo comparamos con la fluencia del material, la tensión de trabajo es aproximadamente la mitad del límite elástico del perno rey. También se puede observar las restricciones o sujeciones que existen para el cálculo, debido al acoplamiento entre la placa de fijación y el perno a través de tornillos. El mallado aplicado es una malla solida basada en la curvatura realizando un control de malla, refinando la misma en los sectores donde se encuentran concentradores de esfuerzos.

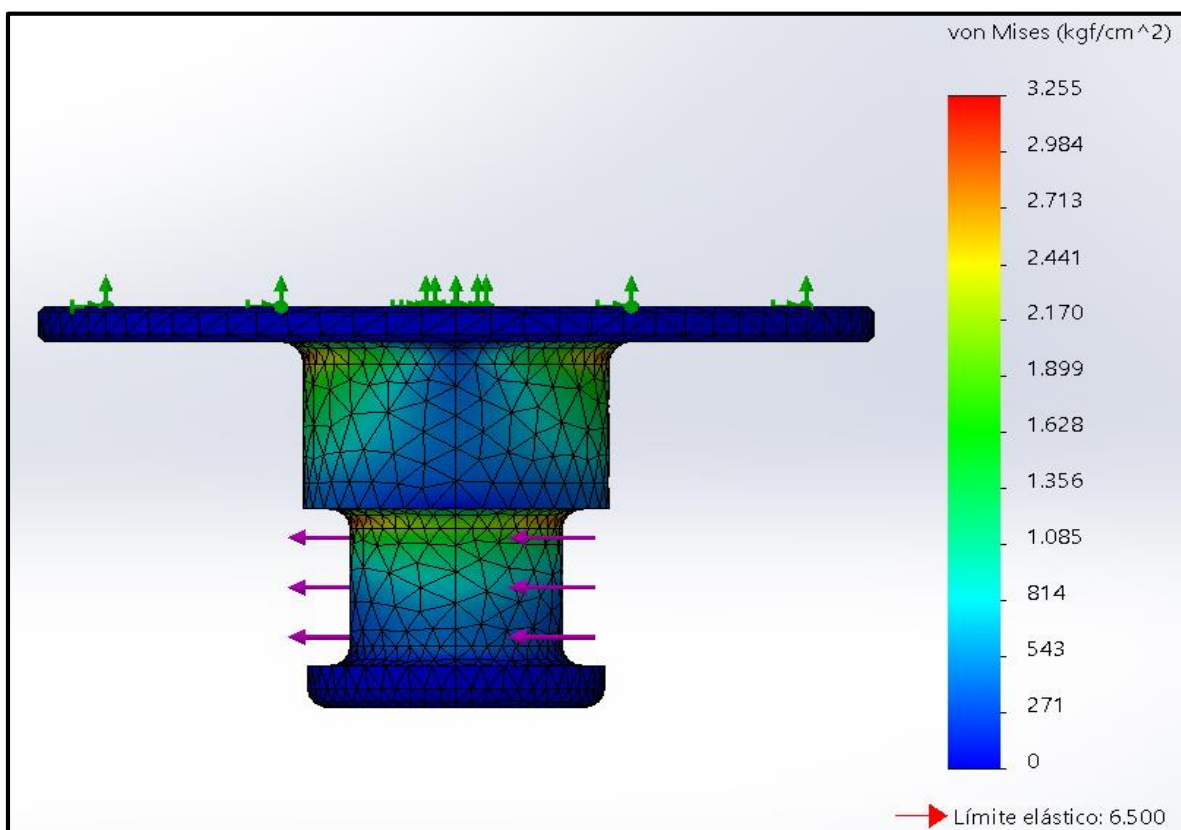


Figura 9.11 – Tensiones generadas sobre el perno rey

Respecto a la deformación del perno, se puede decir que prácticamente es depreciable, arrojando un valor menor a 1 mm. En la Figura 9.12 se puede observar los resultados de la deformación.

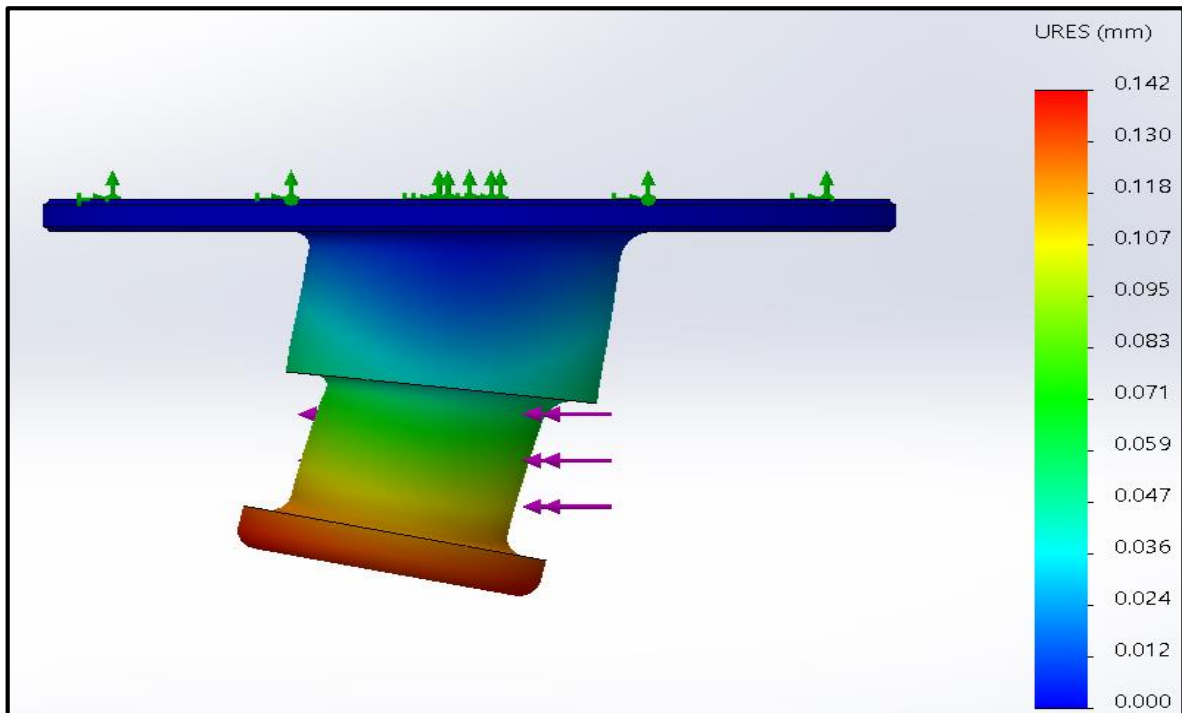


Figura 9.12 – Desplazamientos en el perno rey

Otro punto importante es el factor de seguridad obtenido debido a la relación entre el límite elástico del material y la tensión de trabajo. Se puede observar en la Figura 9.13 que el mínimo FDS se da en los radios existentes de la pieza y que tiene un valor aproximadamente de 2, verificando lo anteriormente calculado.

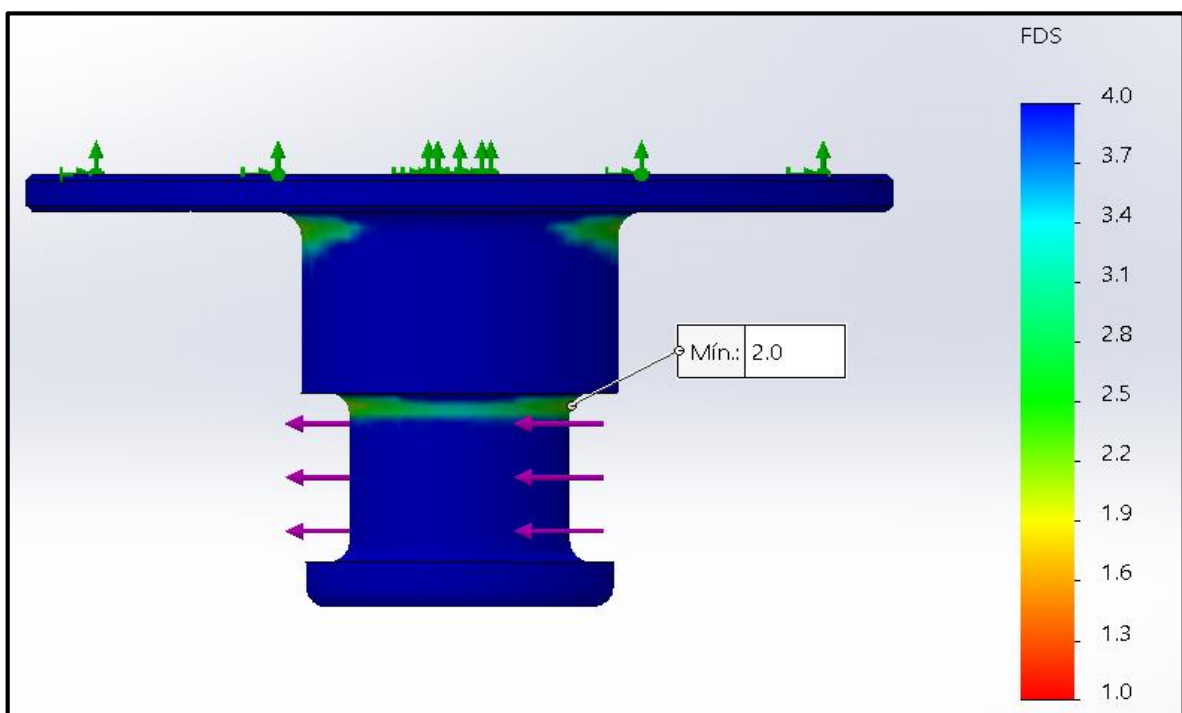


Figura 9.13 – Factor de seguridad del perno rey (FDS)

Como conclusión los resultados obtenidos en cuanto a resistencia y deformación del King Pin son satisfactorios.

El perno rey se encuentra vinculado con la placa de fijación a través de 8 tornillos, donde el principal esfuerzo a los que estarán sometidos será el esfuerzo cortante. La resistencia nominal R_n para un bulón será la resistencia a rotura por corte F_v multiplicada por el área del vástago A_b y por el número de secciones de corte “ m ” que tenga el bulón según el tipo de junta. Esto siempre que el corte se produzca en secciones que no pertenezcan a la parte roscada del vástago. Si el corte se produce en la parte roscada corresponde una sección menor, aproximadamente $0,75 \times A_b$.

La resistencia a rotura por corte F_{vu} es aproximadamente el 60% de la resistencia a rotura por tracción F_u según comprobaciones experimentales. Por lo tanto cuando la rosca no está excluida de los planos de corte, la resistencia de diseño o real del conjunto es:

$$R_d = 0,75 \times m \times F'_v \times A_b \quad (\text{para un bulón})$$

- R_d = Resistencia de diseño
- m = Número de secciones de corte
- F'_v = Tensión nominal de rotura por corte cuando la rosca no está excluida de los planos de corte.
- $0,75 \times A_b$ = Sección de corte del núcleo.

La resistencia de diseño R_d deberá ser mayor o igual a la fuerza aplicada o requerida R_u debido a las acciones generada por las cargas actuantes. ($R_d \geq R_u$)

En la Tabla 9.5 se puede observar la resistencia de diseños de los bulones, que en nuestro caso se utiliza un bulón M14 de calidad ISO 8.8.

Tabla 9.5 – Resistencia de diseño de bulones

Descripción de los Bulones	Resistencia a la Tracción		Resistencia al corte en uniones del Tipo Aplastamiento	
	Factor de Resistencia ϕ	Resistencia Nominal, F_t (MPa)	Factor de Resistencia ϕ	Resistencia Nominal, F_v (MPa)
Bulones comunes Tipos A307, ISO 4.6	0,75	260 (a)	0,75	140 (b,e)
Bulones A325, A325M ó ISO 8.8 cuando la rosca no está excluida de los planos de corte		620 (d)		330 (e)
Bulones A325, A325M ó ISO 8.8 con la rosca excluida de los planos de corte		620 (d)		415 (e)
Bulones A490, A490M ó ISO 10.9 cuando la rosca no está excluida de los planos de corte		778 (d)		414 (e)
Bulones A490, A490M ó ISO 10.9 con la rosca excluida de los planos de corte		778 (d)		517 (e)
Partes roscadas que cumplen con los requerimientos de la Sección A.3, y la rosca no está excluida de los planos de corte		$0,75 F_u$ (a,c)		$0,40 F_u$
Partes roscadas que cumplen con los requerimientos de la Sección A.3, y la rosca está excluida de los planos de corte		$0,75 F_u$ (a,c)		$0,50 F_u$ (a,c)

(a) Cargas estáticas solamente.
 (b) Se permite la rosca en los planos de corte.
 (c) La resistencia nominal a la tracción de la parte roscada de una varilla recalada, basada en el área de la sección en el diámetro mayor de la rosca A_D , será mayor que el área nominal del cuerpo A_b de la varilla antes del recalado multiplicada por F_y .
 (d) Para bulones A325, A325M, ISO 8.8 y A490, A490M, ISO 10.9 solicitados a tracción con fatiga, ver la Sección A-K.3.
 (e) Cuando se emplean uniones del tipo de aplastamiento para empalmar barras traccionadas con bulones separados en dirección paralela a la fuerza a más de 1300 mm, los valores tabulados deben ser reducidos en un 20%.

Entonces para bulones A325, ISO 8.8, A325M $\rightarrow F'_v = 0,4x F_u = 0,4x 825 MPa = 330 MPa$

La tensión de corte f_v producida por las cargas deberá ser:

$$\phi \times F'_v \geq f_v$$

donde $\phi = 0,75$ (factor de resistencia para corte en bulones)

Calculando la tensión cortante:

$$f_v = \frac{D}{8 \times \frac{\pi \times d^2}{4}} = \frac{12.742}{8 \times \frac{\pi \times (1.4)^2}{4}} = 1.035 \text{ kg/cm}^2$$

$$\emptyset \times F'_v = 0,75 \times 3.365 = 2.524 \text{ kg/cm}^2$$

Finalmente se cumple lo establecido en la inecuación, con un factor de seguridad de N=2,44.

9.7.2 Selección y ubicación de la Quinta Rueda

Para la selección del plato de enganche, se deben tener en cuenta ciertos factores, como el perno rey utilizado, modelo y configuración de modelo de semirremolque a transportar, que para este caso es un semirremolque basculante y el tipo de utilización que se va a implementar en el mismo. El fabricante puede proporcionar la quinta rueda ideal teniendo en cuenta todas las características mencionadas anteriormente y se puede observar en la Figura 9.14.

Seleccione en las opciones de abajo las características de su Implemento.

Camión	Modelo Semirremolque	Configuración Semirremolque	Utilización
6x2	Basculantes	Semirremolque	Carretero

EL MODELO DE QUINTA RUEDA IDEAL PARA SU APLICACIÓN ES:



Quinta Rueda JSK 37CX

Detalles

- Acoplamiento para perno rey 2";
- Bloquea la quinta rueda más robusto, con alivio central para evitar concentración de carga en el sistema de acoplamiento;
- 4 tornillos para fijación del disco de fricción;
- Amortiguación por cojinetes de goma;
- Zapatillas fijadas por 6 tornillos cada;
- Alturas de 150mm, 185mm, 220mm y 250mm;
- Pintura automotriz e-coat o top-coat;
- Aprobación en la Unión Europea (TÜV).

Recomendada para combinaciones de vehículos que aplican torsiones elevadas en la quinta rueda, como semirremolques tanques y basculantes con chasis rígido y bitrenes 9 ejes.

Figura 9.14 – Quinta Rueda modelo JSK 37CX

El modelo de quinta rueda seleccionado es el JSK 37CX^[16] y sus especificaciones técnicas se pueden observar en la Figura 9.15.

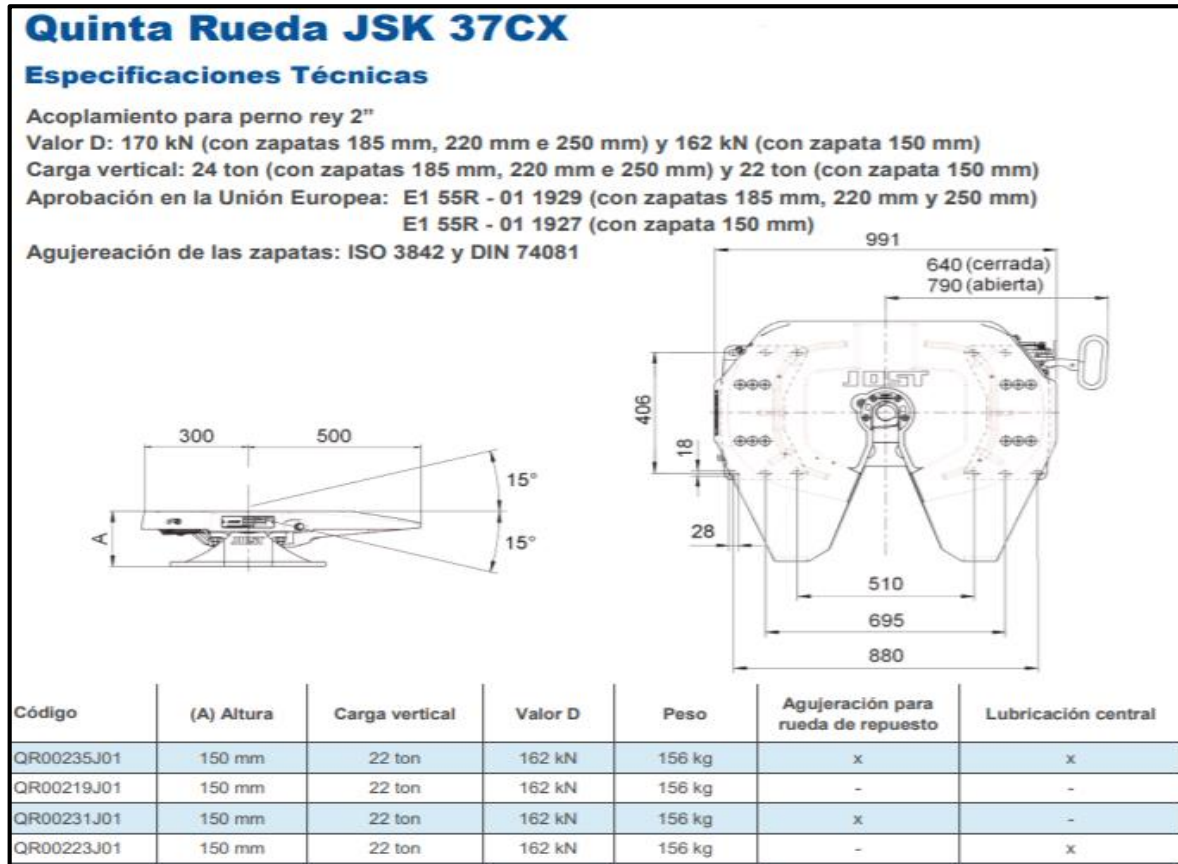


Figura 9.15 – Características técnicas de la Quinta Rueda

El siguiente paso es averiguar qué posición debe colocarse el plato de enganche en el tractor para obtener una carga óptima sobre los ejes. Tomamos como ejemplo un Scania G360 6x2^[17] con las siguientes capacidades y dimensiones, como se muestra en la Figura 9.16.

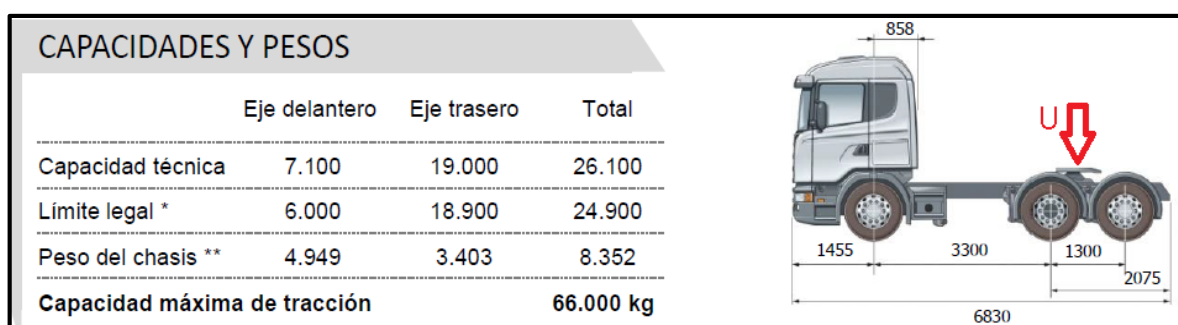


Figura 9.16 – Capacidades y dimensiones en ejes del tractor

Para conseguir un equilibrio, el peso total de la carga y de la carrocería (U) multiplicado por su palanca (C) debe tener el mismo resultado que la proporción de (U) que cae sobre el centro de gravedad del tándem trasero (UR) multiplicada por la distancia entre ejes teórico (AT). Se toma como punto pivote el eje delantero:

$$C \times U = AT \times UR \rightarrow C = \frac{AT \times UR}{U}$$

Por lo tanto, para el cálculo utilizamos las características especificadas en la Figura 9.16 y representamos los datos en la Tabla 9.6.

Tabla 9.6 – Capacidades según ejes y peso total

Cálculo	<i>Peso distribuido delantero (kg)</i>	<i>Peso distribuido trasero (kg)</i>	<i>Peso total (Kg)</i>
<i>Peso total</i>	Tf = 7.100	Tr = 19.000	P = 26.100
<i>Peso del chasis</i>	Wf = 4.949	Wr = 3.403	W = 8.352
<i>Carga + Carrocería</i>	Uf = 2.151	Ur = 15.597	U = 17.748

Reemplazando en la ecuación anterior:

$$C = \frac{3.950 \times 15.597}{17.748} = 3.470 \text{ mm}$$

Para poder aprovechar los valores máximos autorizados de carga sobre los ejes, la quinta rueda se debe situar a 3470 mm por detrás del eje delantero. En la Figura 9.17 se puede observar el brazo de palanca representado en la ecuación.

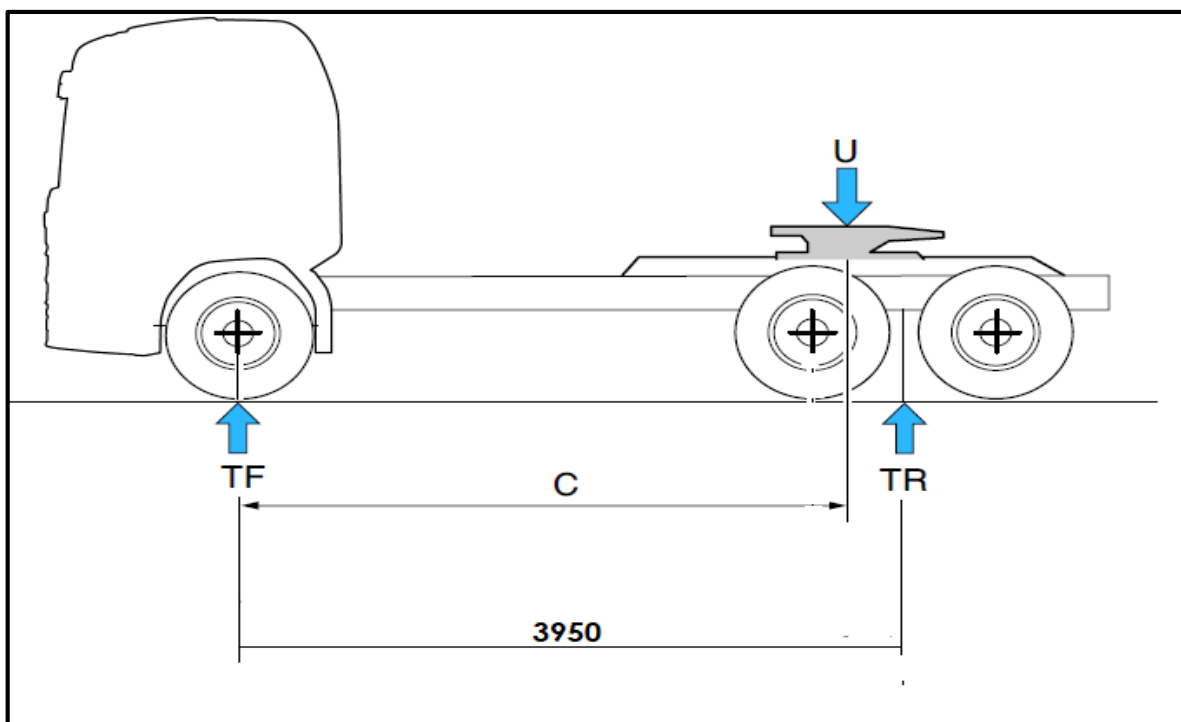


Figura 9.17 – Ubicación de la Quinta Rueda

Capítulo 10

10 SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

10.1 Generalidades

El sistema de iluminación y señalización en los vehículos automotores hace referencia a las condiciones que deben cumplimentar los mismos, según la Ley 24.449 en sus artículos 31 y 32, y su Anexo 1.

Es muy importante que se cumpla rigurosamente como lo dicta la ley y tener en cuenta que las finalidades de los dispositivos ópticos son tanto de iluminación como de señalización.

Iluminación

10.2 Requisitos obligatorios de Iluminación y Señalización

Los automotores para personas y cargas, deben tener los siguientes sistemas y elementos de iluminación:

- Faros delanteros: de luz blanca o amarilla en no más de dos pares, con alta y baja, ésta de proyección asimétrica.
- Luces de posición: que indican junto con las anteriores, dimensión y sentido de marcha desde los puntos de observación reglamentados:
 - Delanteras de color blanco o amarillo.
 - Traseras de color rojo.
 - Laterales de color amarillo a cada costado, en los cuales por su largo las exija la reglamentación.
 - Indicadores diferenciales de color blanco, en los vehículos en los cuales por su ancho los exija la reglamentación.
- Luces de giro: intermitentes de color amarillo, delante y atrás. En los vehículos que indique la reglamentación llevarán otras a los costados.

- Luces de freno traseras: de color rojo, encenderán al accionarse el mando de frenos antes de actuar éste.
- Luz para la patente trasera.
- Luz de retroceso blanca.
- Luces intermitentes de emergencia, que incluye a todos los indicadores de giro.
- Retroreflectores: Dispositivos de señalización destinados a indicar la presencia del vehículo por medio de la retroreflexión de la luz emitida por una fuente extraña al vehículo, observada desde un punto próximo a la fuente.

- LUCES ADICIONALES.

Los vehículos que se especifican deben tener las siguientes luces adicionales:

- Los camiones articulados o con acoplado: tres luces en la parte central superior, blancas adelante y rojas atrás.
- Las grúas para remolque: luces complementarias de las de freno y posición, que no queden ocultas por el vehículo remolcado.
- Los vehículos de transporte de pasajeros: cuatro luces blancas o amarillas en la parte superior delantera y una roja en la parte superior trasera, todas conectadas a las luces reglamentarias.
- Los vehículos para transporte de menores de catorce (14) años: cuatro luces amarillas en la parte superior delantera y dos rojas y una amarilla central en la parte superior trasera, todas conectadas a las luces normales intermitentes de emergencia.
- Los vehículos policiales y de seguridad: balizas azules intermitentes.
- Los vehículos de bomberos y servicios de apuntalamiento, explosivos u otros de urgencia: balizas rojas intermitentes.
- Las ambulancias y similares: balizas verdes intermitentes.

- La maquinaria especial y los vehículos que, por su finalidad de auxilio, reparación o recolección sobre la vía pública, no deban ajustarse a ciertas normas de circulación: balizas amarillas intermitentes.

A continuación se muestra en la Tabla 10.1 las características e instalación de los dispositivos de iluminación, donde se detallan las cantidades y ubicación de los mismos.

Tabla 10.1 – Características de los dispositivos de iluminación

Dispositivo	Cantidad y ubicación	Color del haz	Observaciones.
Faro delantero principal	2 Simples delanteros	Blanco o amarillo	1
	2 Duales traseros	Blanco o amarillo	1
Faro de giro	2 Delanteros	Ambar	5
	2 Traseros	Ambar	6
	1 Lateral izquierdo	Ambar	1-2
	1 Lateral derecho	Ambar	1-2
Faro de posición	2 Delanteros	Blanco o amarillo	5
	2 Traseros	Rojo	3
Faro de placa patente	1 Trasero	Blanco	----
Faro de retroceso	1 o 2 Traseros	Blanco o amarillo	5
Faro de freno	2 Traseros	Rojo	3
Faro intermitente de de advertencia	2 Delanteros	Ambar	5
	2 Traseros	Ambar	6
	1 Lateral izquierdo	Ambar	1-2
	1 Lateral derecho	Ambar	1-2
Faro antiniebla	2 Delanteros	Blanco o amarillo	1-2
Faro antiniebla	2 Traseros	Rojo	2-5
Faro largo alcance	2 Delanteros	Blanco o amarillo	1-2
Faro de transporte escolar o menores de 14 años	4 Delanteros	Amarillo	..
	1 Trasero	Amarillo	..
	2 Traseros	Rojo	..
Faros diferenciales delimitadores	2 Delanteros	Blanco o amarillo	7-8
	2 Traseros	Rojo	7-8-9-12
	2 Laterales delanteros	Ambar	7-11
	2 Laterales intermedios	Ambar	7-10-12
	2 Laterales traseros	Rojo o ambar	7-12
Faro de freno elevado	1 o 2 Traseros	Rojo	4

Observaciones:

- 1 Prohibido en remolques y semirremolques.
- 2 Optativo.
- 3 En remolques cuyo ancho sea menor a SETECIENTOS SESENTA MILIMETROS (760 mm), puede instalarse una unidad ubicada sobre la línea de centro vertical o en sus proximidades.
- 4 Exclusivamente optativo para automóviles y vehículos derivados de ellos.
- 5 Optativo en remolques y semirremolques.
- 6 Optativo en camiones-tractores que dispongan de faros indicadores de dirección delanteros de DOS (2) haces.
- 7 Optativo en vehículos cuyo ancho sea menor a DOS MIL CIEN MILIMETROS (2.100 mm).
- 8 En camiones-tractores los faros delimitadores delanteros y traseros pueden estar ubicados sobre la cabina, para indicar el ancho de esta, en vez de indicar el ancho total del vehículo.
- 9 Optativo en camiones, remolques o semi-remolques de carrocería abierta.
- 10 Optativo en vehículos con un largo total menor a NUEVE MIL MILIMETROS (9.000 mm).
- 11 Optativo en remolques con un largo total menor a MIL OCHOCIENTOS MILIMETROS (1.800 mm) incluida la lanza de enganche.
- 12 Optativo en camiones-tractores.

En la batea vuelco trasero se van a utilizar 11 faros traseros, 2 de color ámbar como luz de giro, 2 de color blanco para indicar el retroceso y 7 de color rojo. De los 7 faros de color rojo, 4 van colocados en los extremos y se utilizan como luz de freno y los 3 restantes de posición en el centro de la batea. A su vez la misma óptica trasera de los extremos contiene un retro-

reflector catadióptrico triangular de color rojo. En cada lateral del equipo se usan 4 faros de color ambar como diferenciales delimitadores laterales y 2 retro-reflectores de color ambar.

Otro tipo de señalización obligatoria es la cinta reflectante que se ubicada en la parte posterior y lateral de la unidad. En el lateral, se utiliza cinta reflectante blanca de 50 mm de ancho y un largo del 33% del total del semirremolque (IRAM 3952/5) GRADO DIAMANTE, y en la parte trasera dos franjas de cinta reflectante cebrada a 45° color blanca y roja de 75 mm de ancho y 500 mm de largo o una franja simple a los largo de todo del paragolpes (IRAM 3952/5) GRADO DIAMANTE.

En la Figura 10.1 y 10.2 se puede observar lo anteriormente dicho.

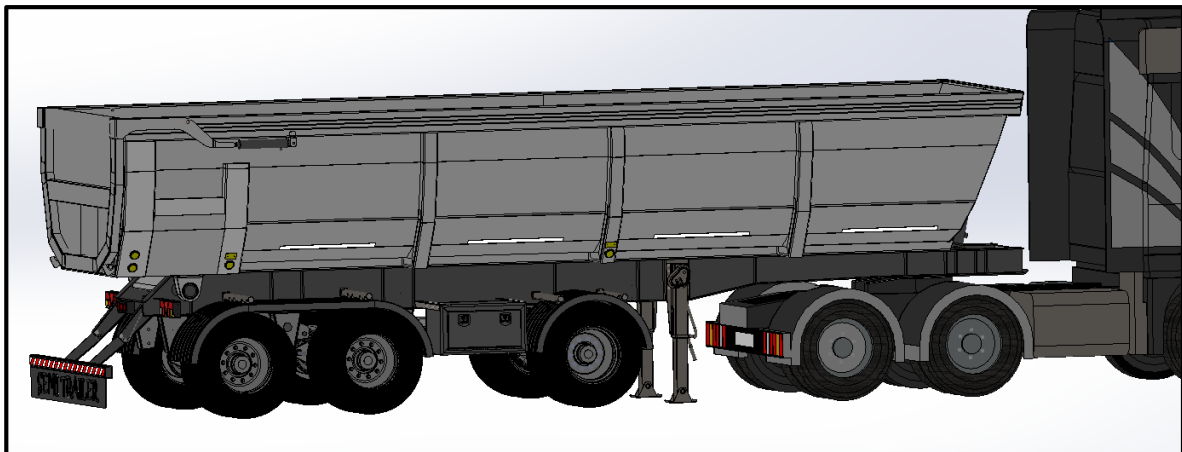


Figura 10.1 – Faros y bandas reflectivas laterales

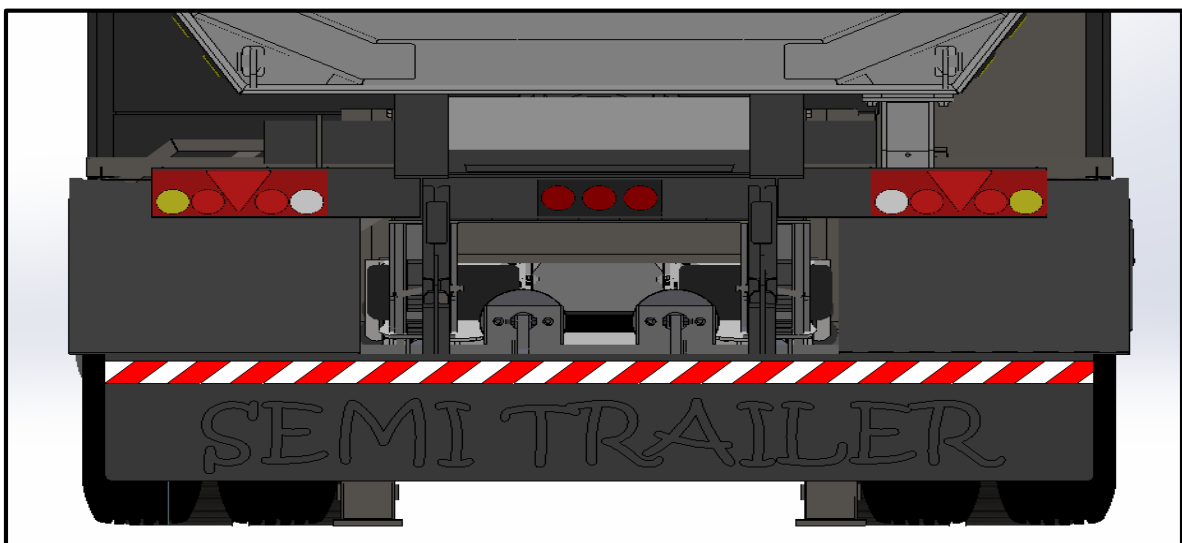


Figura 10.2 – Faros traseros y banda reflectiva cebrada

Capítulo 11

11 SISTEMA DE CODIFICACIÓN

11.1 Generalidades

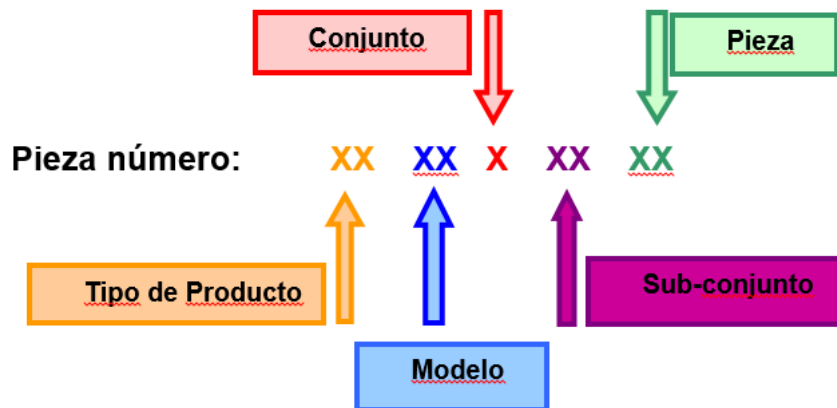
Establecer un sistema de numeración de piezas para el manejo en una planta es una base de sencillez, operatividad y versatilidad para ser adaptado a los nuevos equipos a fabricar o modificar los ya existentes. Por medio de este método se logra la estandarización de todas las partes utilizadas en la producción de cualquier unidad.

11.2 Sistema de codificación

El sistema de codificación consta de 9 dígitos y se puede describir de la siguiente manera:

- Los primeros dos dígitos del sistema serán de tipo alfabético e identificarán el tipo de producto o maquina al que pertenece la pieza. Así, por ejemplo las letras **SE** identificarán a un semirremolque; **AC** al acoplado, etc.
- El tercer y cuarto dígito, de tipo numérico, identifica el modelo particular al que pertenece la pieza. Así, si las letras **SE** identificarán al semirremolque, el primer dígito numérico, corresponde al semirremolque tipo batea y el segundo dígito corresponde a la capacidad y configuración de la misma. A modo de ejemplo, el código **SE 11 0 00 00** corresponde a un semirremolque batea vuelco trasero con configuración de ejes 2+1 y de capacidad 52,5 Tn. Otra numeración corresponderá por ejemplo al semirremolque barandas volcables o también puede ser el mismo semirremolque vuelco trasero con una capacidad de carga y configuración de ejes diferentes.
- El quinto dígito, también numérico corresponde al conjunto al que pertenece la pieza.
- El sexto y séptimo dígito, de tipo numérico también, corresponde al subconjunto al que pertenece la pieza dentro del conjunto citado.

Los últimos dos dígitos identifican finalmente a la pieza.



A modo de ejemplo planteamos un código para descifrar la naturaleza del mismo. Entonces para el código **SE 11 1 01 05**, estamos hablando de la planchuela superior del subconjunto viga principal armada correspondiente al conjunto chasis ensamblado de un semirremolque batea vuelco trasero con una configuración de ejes 2+1 y capacidad de carga 52.5 Tn.

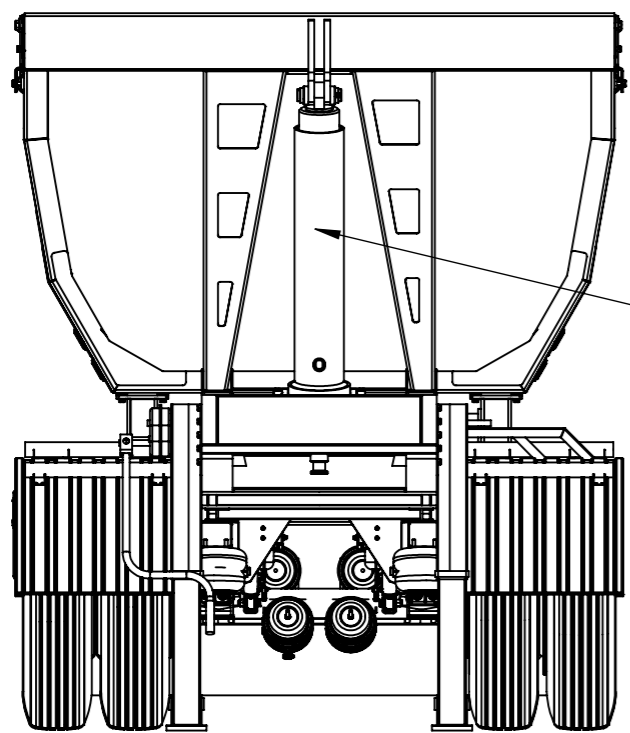
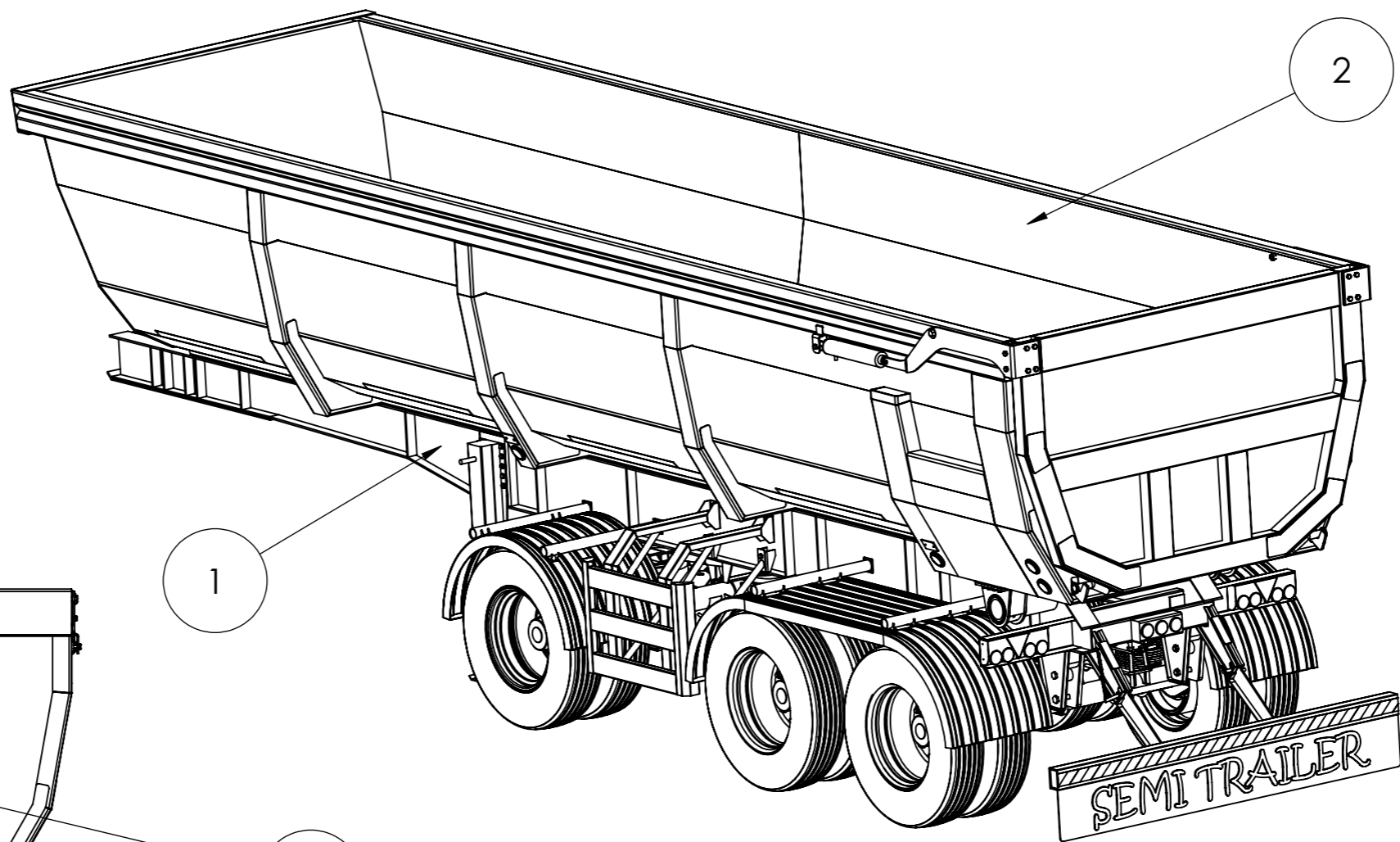
Otros puntos a tener en cuenta:

- Las piezas de características estándar “*que se pueden comprar en forma comercial y no son de producción especial*” se denominarán con las letras STD y no se representan en los planos. Su codificación quedará representada por el conjunto o subconjunto al que está ligado. Es decir, si hablamos de los neumáticos del chasis, éstos se encuentran en el conjunto chasis ensamblado, por lo tanto su código será **SE 11 1 00 35**, variando los dos últimos dígitos para cada componente o componentes comerciales. De la misma manera, para una pieza de producción que no sea estándar, y que no corresponda a un subconjunto en especial debido a la forma de ensamblaje o fabricación, por ejemplo el marco superior de la batea o cuchara, la codificación se tomará de la misma forma anteriormente mencionada.
- Si varias piezas conforman un subconjunto se asignará un número a cada parte y un número al subconjunto final.

Lista de Bibliografía y Referencias

- [1] Primeros volquetes motorizados y empresas que los desarrollaban.
(https://es.qaz.wiki/wiki/Dump_truck)
- [2] Ley Nacional de Tránsito N° 24.449.
- [3] Decreto 32/2018, Ministerio de Transporte.
(<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos>)
- [4] Productos SSAB (www.ssab.com)
- [5] Catálogo Triler (www.triler.com)
- [6] Productos JOST (www.jost.com.br)
- [7] AASTHO, Diseño geométrico de caminos y calles, 8° edición, 2011.
- [8] Diseño de Elementos de Maquinas, 4° edición, Virgil Moring Faires.
- [9] Silos, teoría y práctica, M. y A. Riambert.
- [10] IRAM 10260: 2004 - Vehículos comerciales de carretera. Dispositivos traseros de protección (paragolpes).
- [11] IRAM 10276 Vehículos comerciales de carretera. Dispositivos laterales de protección.
- [12] Productos HYVA (www.hyva.com).
- [13] CARLOS BOERO S.R.L. / Ejes y suspensiones (www.carlosboero.com.ar).
- [14] CONTITECH / Sistemas de suspensión neumática para aplicaciones industriales
(www.continental-industry.com).
- [15] Dispositivos mecánicos de acoplamientos (eur-lex.europa.eu).
- [16] Productos JOST (www.jost.com.br).
- [17] Pesos y Dimensiones SCANICA STREAMLINE G360 6x2 (www.scania.com).

VISTA PERSPECTIVA

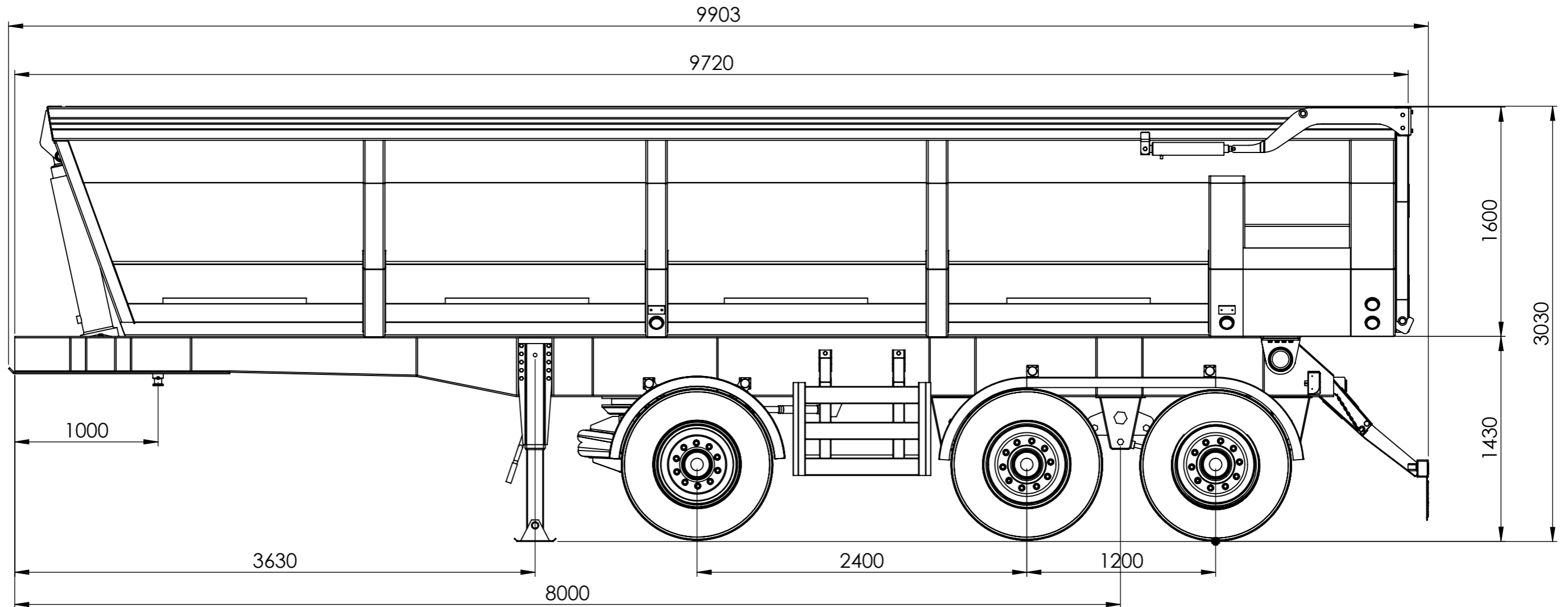


VISTA FRONTAL

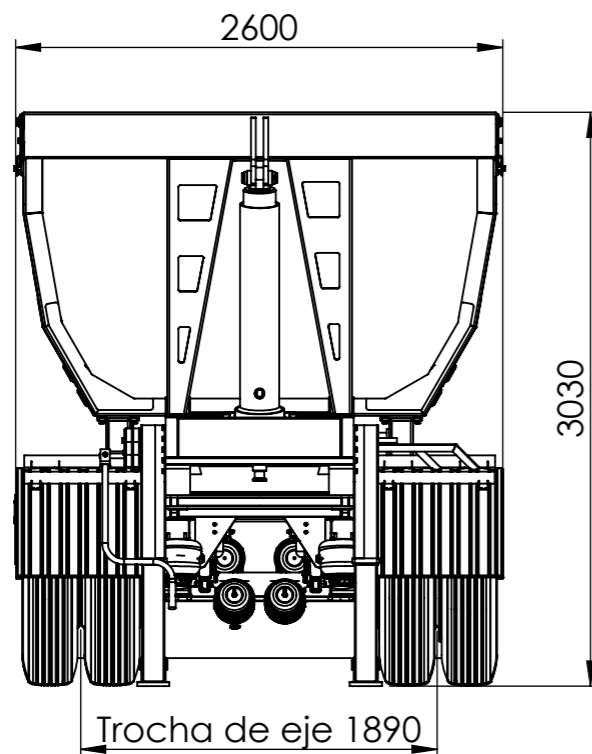
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	mm
Nombre		Fecha	Producto:		FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN		
Dibujó		25/11/20	SEMIREMOLQUE BATEA				
Revisó		25/11/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título:			Material:		
		BATEA VUELCO TRASERO - CONJUNTOS PRINCIPALES					
Acabado					Escala:		
Cantidad					1 : 30		
Observaciones					Código: SE 11 0 00 00		
					Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm		

Item	Descripción	Observaciones	Código	Cantidad
3	Cilindro hidráulico frontal	Comercial	SE 11 3 01 01	1
2	Conjunto cuchara o batea		SE 11 2 00 00	1
1	Conjunto chasis ensamblado		SE 11 1 00 00	1

VISTA LATERAL



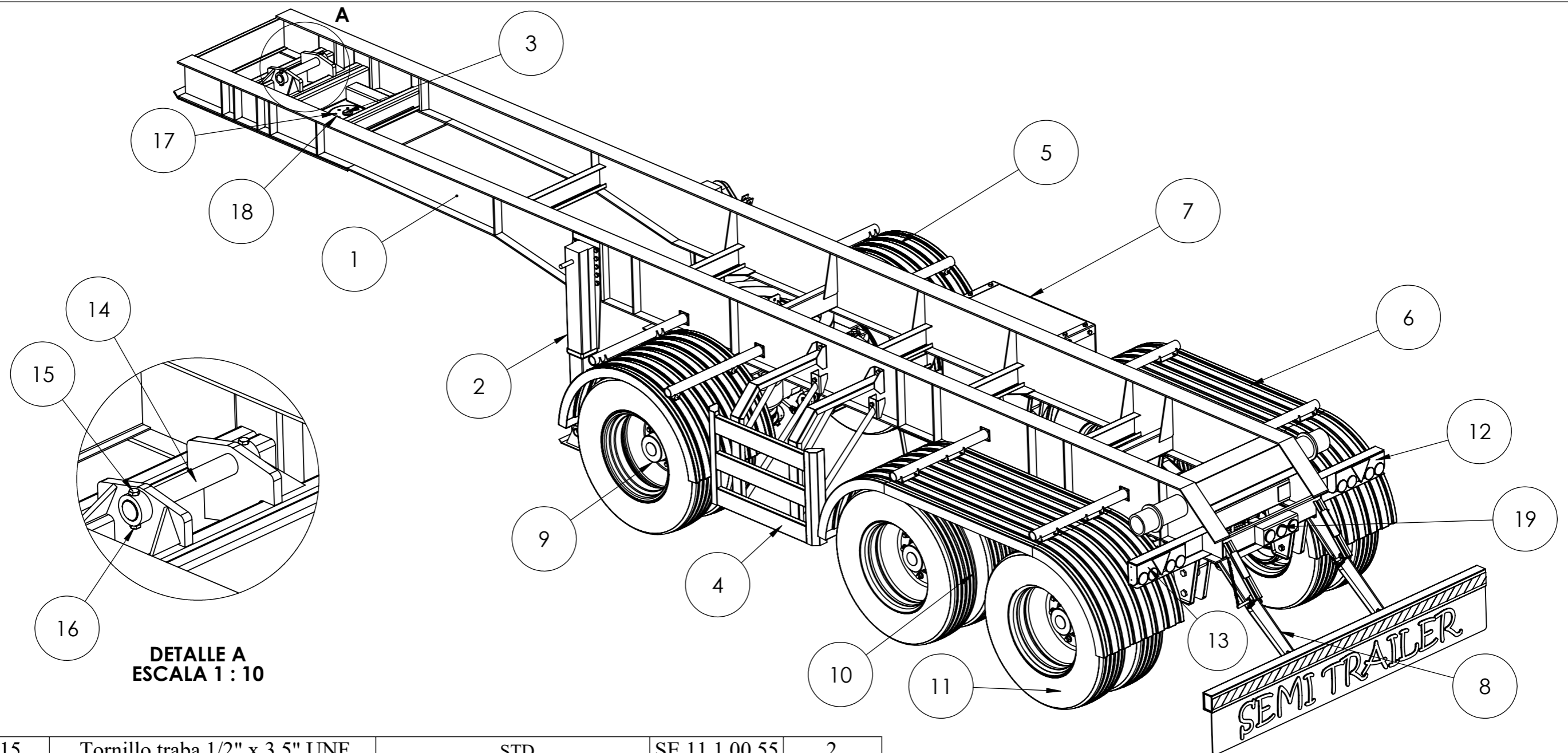
VISTA FRONTAL



ESC 1: 40

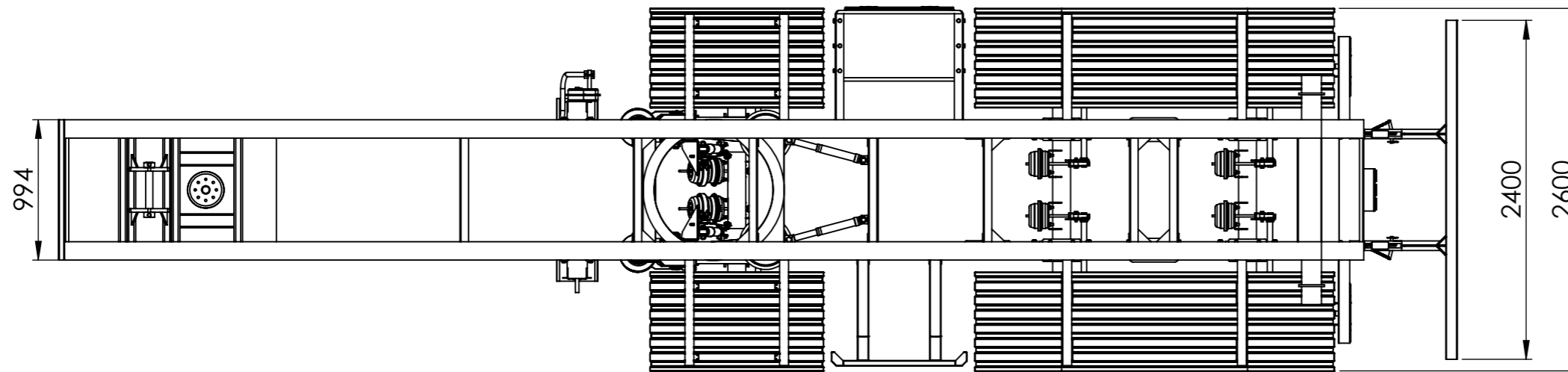
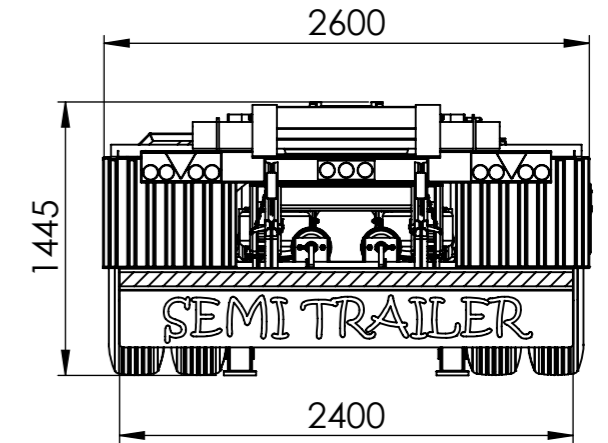
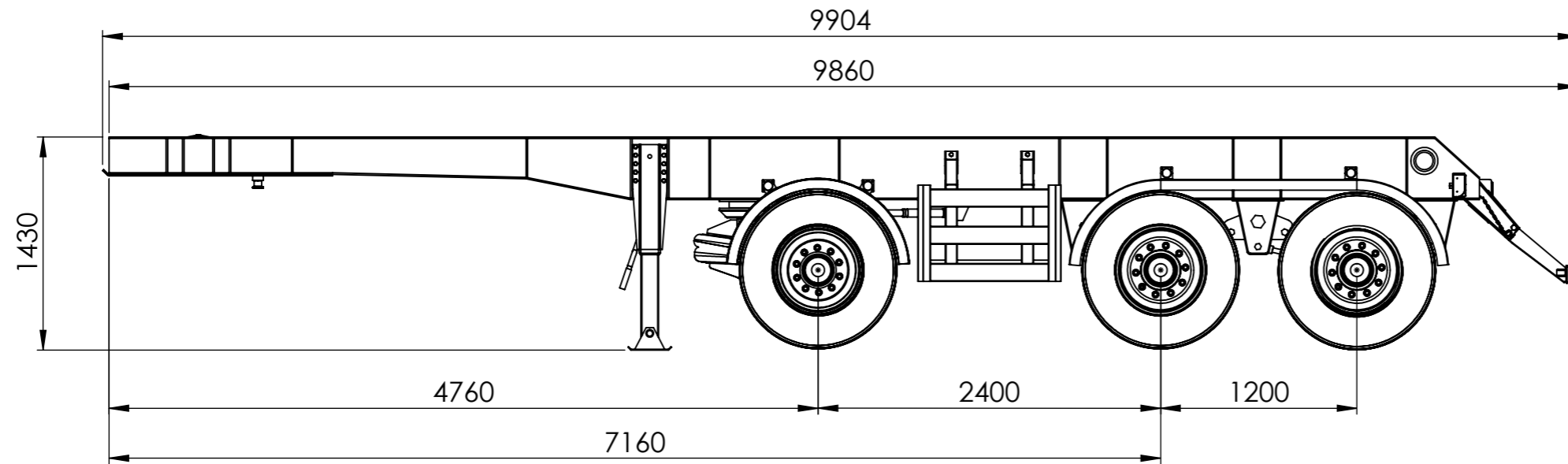
Trocha de eje 1890

Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5
		Nombre	Fecha	Producto:		FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN	
Dibujó		Serri Micael	25/11/20	SEMIRREMOLQUE BATEA			
Revisó		Serri Micael	25/11/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Aprobó				Título: Batea vuelco trasero - Dimensiones generales		Material:	
Acabado						Escala:	Código: SE 11 0 00 00
Cantidad						1 : 30	
Observaciones							Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm

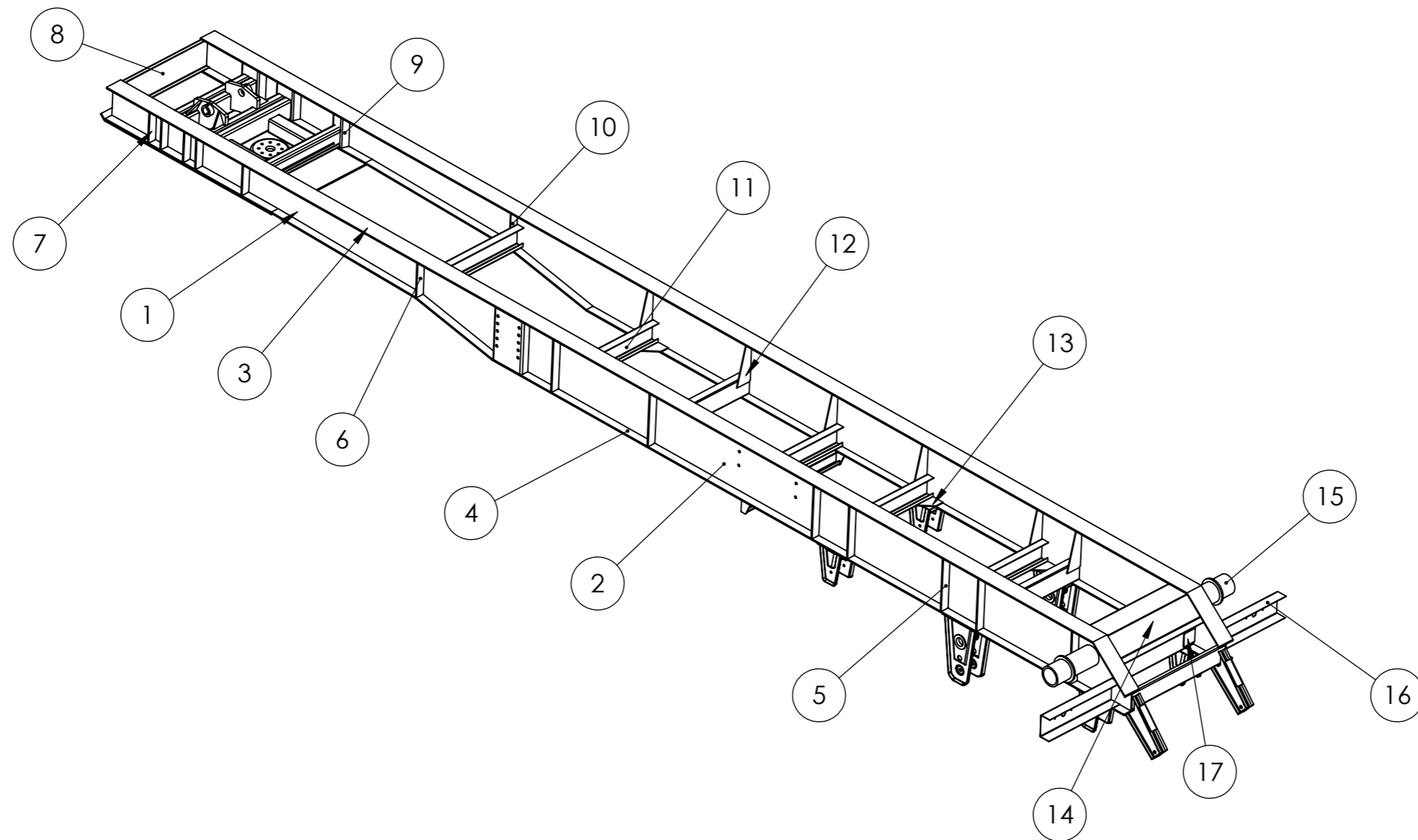


**DETALLE A
ESCALA 1 : 10**

15	Tornillo traba 1/2" x 3.5" UNF	STD	SE 11 1 00 55	2	19	Óptica central trasera	STD	SE 11 1 00 70	1				
14	Perno pivote de hidráulico	∅ e: 50,8 mm	SE 11 1 04 00	1	18	Tornillo M14 ISO 8.8	STD	SE 11 1 00 65	8				
13	Óptica trasera izquierda	STD	SE 11 1 00 50	1	17	Tuerca M14	STD	SE 11 1 00 60	8				
12	Óptica trasera derecha	STD	SE 11 1 00 45	1	16	Tuerca autofrenante 1/2" UNF	STD	SE 11 1 00 55	2				
11	Neumáticos	Michelin 295/80R22.5 (STD)	SE 11 1 00 40	12	Tolerancias Generales (salvo especificación)								
10	Tándem trasero doble	Ejes BOERO trocha 1890mm (STD)	SE 11 1 00 35	1	Medidas (mm)						Revisión:		
9	Suspensión autodireccional	Eje BOERO Cap 12 Tn (STD)	SE 11 1 00 30	1							00		
8	Paragolpes trasero		SE 11 1 03 00	1	Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5	mm
7	Cajón de herramientas	STD	SE 11 1 00 25	1		Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5	mm
6	Guardabarros tándem doble	STD	SE 11 1 00 20	2	Nombre			Fecha	Producto:		FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN		
5	Guardabarros suspensión direccional	STD	SE 11 1 00 15	2	Dibujó			25/11/20	SEMIRREMOLQUE BATEA				
4	Defensa lateral guardaciclista		SE 11 1 02 00	1	Revisó			25/11/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
3	Perno rey	JOST modelo KZ10 (STD)	SE 11 1 00 10	1	Aprobó								
2	Tren de estacionamiento	JOST mod. B200, CE=50 Tn (STD)	SE 11 1 00 05	1	NO MEDIR SOBRE PLANO		Título:			Material:			
1	Chasis soldado		SE 11 1 01 00	1			CHASIS ENSAMBLADO			Escala:			
Item	Descripción	Observaciones	Código	Cantidad	Acabado					1 : 30			
					Cantidad					Código: SE 11 1 00 00			
					Observaciones					Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm			



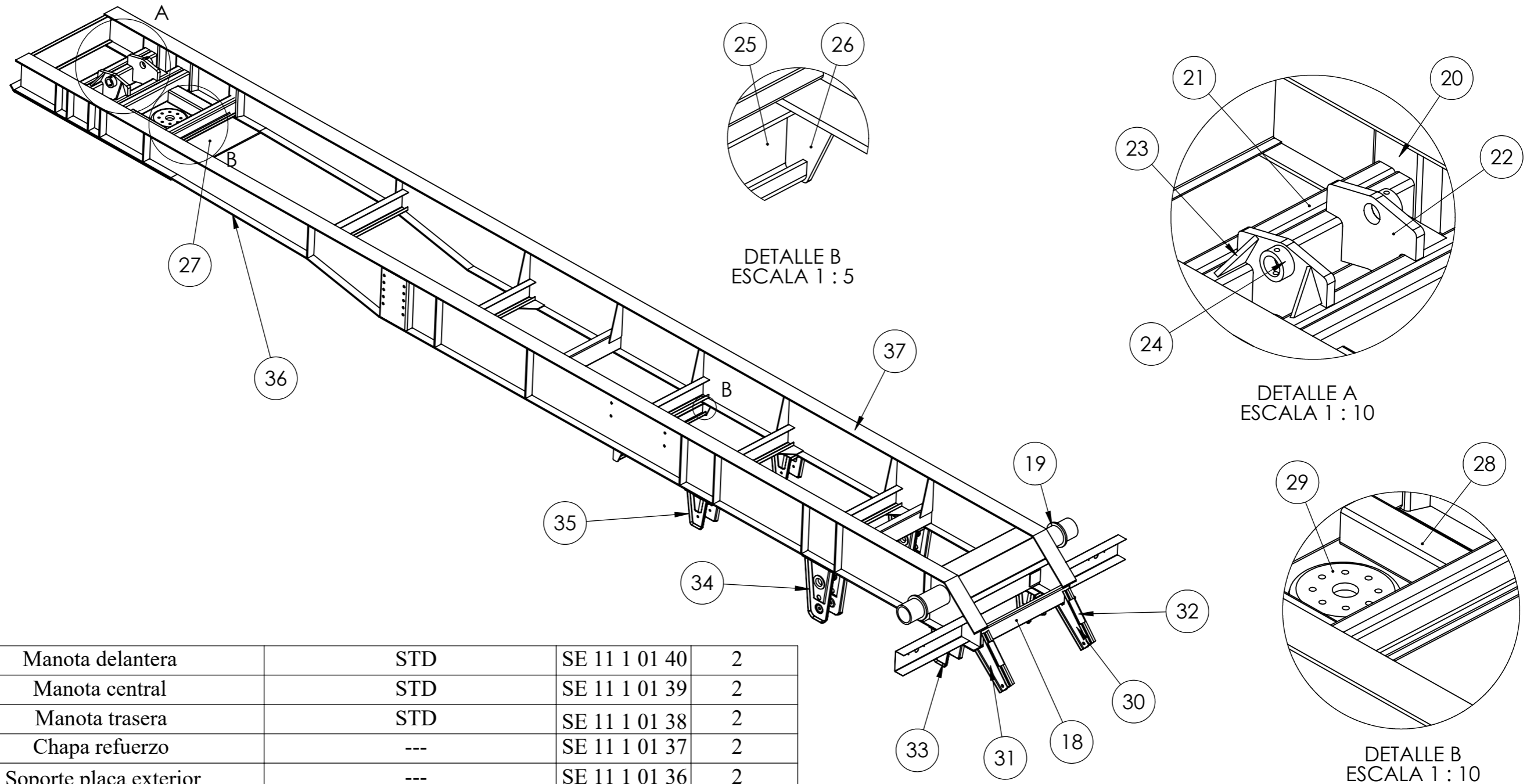
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	5	mm
Nombre		Fecha		Producto:		FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN	
Dibujó		Serri Micael		SEMIREMOLQUE BATEA			
Revisó		Serri Micael		REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Aprobó						Material:	
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: CHASIS ENSAMBLADO DIMENSIONES GENERALES				Escala:	
Acabado						1 : 40	
Cantidad						Código: SE 11 1 00 00	
Observaciones							Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm



17	Escuadra refuerzo posterior	---	SE 11 1 01 18	2
16	Porta luz trasera	---	SE 11 1 01 16	2
15	Tubo pivote	---	SE 11 1 01 15	1
14	Refuerzo cubre tubo pivote	---	SE 11 1 01 14	1
13	Escuadra ref. interno - ala inferior	---	SE 11 1 01 13	12
12	Escuadra refuerzo interno - alma	---	SE 11 1 01 12	12
11	Refuerzo interno	---	SE 11 1 01 11	8
10	Escuadra cuello viga	---	SE 11 1 01 10	2
9	"U" soporte menor	---	SE 11 1 01 09	2
8	Refuerzo frontal	---	SE 11 1 01 08	1
7	Planchuela refuerzo p/ viga menor	---	SE 11 1 01 07	10
6	Planchuela refuerzo cuello viga	---	SE 11 1 01 06	2
5	Planchuela refuerzo p/ viga mayor	---	SE 11 1 01 05	12
4	Ala inferior trasera	---	SE 11 1 01 04	1
3	Ala superior delantera	---	SE 11 1 01 03	1
2	Alma central trasera	---	SE 11 1 01 02	2
1	Alma central delantera	---	SE 11 1 01 01	2
Item	Descripción	Observaciones	Código	Cantidad

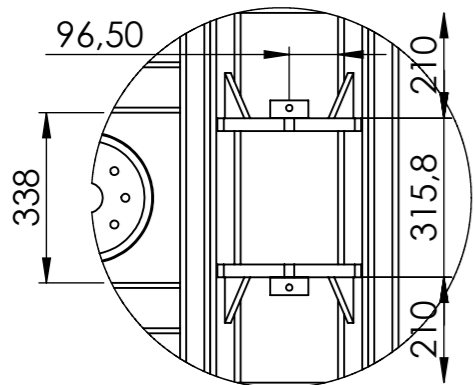
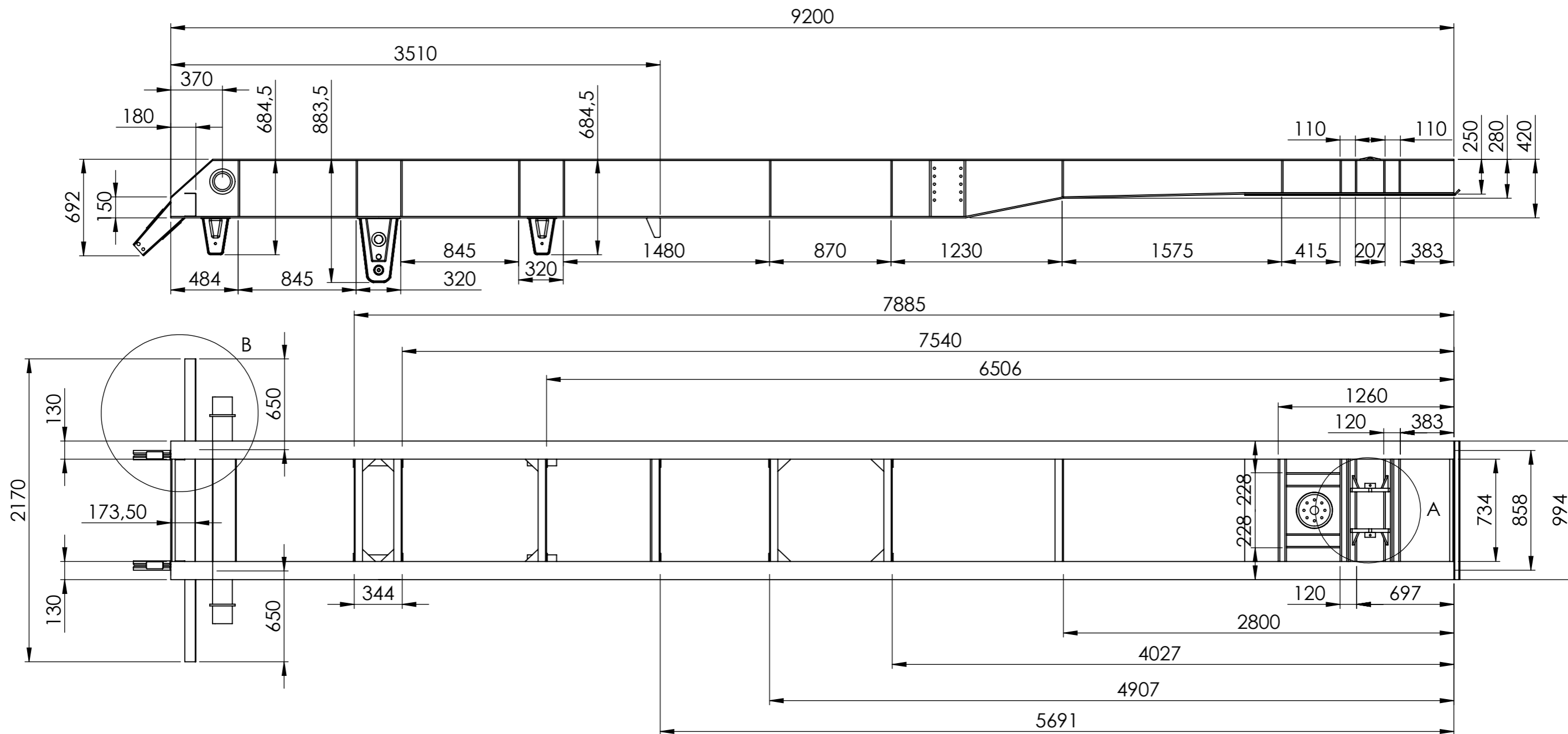
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5

Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN	
Dibujó	Serri Micael	25/11/20		SEMIRREMOLQUE BATEA
Revisó	Serri Micael	25/11/20		
Aprobó				
Título: CHASIS SOLDADO (1/2)			Material:	
Acabado		Escala:	Código: SE 11 1 01 00	
Cantidad		1 : 30		
Observaciones		Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm		

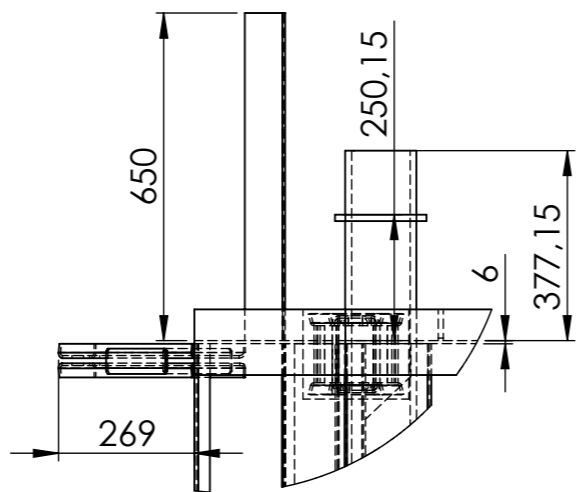


35	Manota delantera	STD	SE 11 1 01 40	2
34	Manota central	STD	SE 11 1 01 39	2
33	Manota trasera	STD	SE 11 1 01 38	2
32	Chapa refuerzo	---	SE 11 1 01 37	2
31	Soporte placa exterior	---	SE 11 1 01 36	2
30	Soporte placa interior	---	SE 11 1 01 35	2
29	Placa de fijación	STD	SE 11 1 01 34	1
28	Tubo refuerzo	---	SE 11 1 01 33	2
27	Chapa de fricción	---	SE 11 1 01 32	1
26	Escuadra p/ crucero soporte	---	SE 11 1 01 31	1
25	Crucero soporte p/ susp. direcc.	---	SE 11 1 01 30	1
24	Buje perno pivote	$\phi i=50,8$ mm	SE 11 1 01 26	2
23	Escuadra de oreja soporte	---	SE 11 1 01 25	4
22	Oreja soporte de hidraulico	---	SE 11 1 01 24	2
21	Crucero interno delantero	---	SE 11 1 01 23	4
20	"U" soporte mayor	---	SE 11 1 01 22	4
19	Tope manota de tubo pivote	---	SE 11 1 01 21	2
18	Refuerzo tipo "U" trasero	---	SE 11 1 01 19	1
Item	Descripción	Observaciones	Código	Cantidad

37	Ala superior trasera	---	SE 11 1 01 42	2	
36	Ala inferior delantera	---	SE 11 1 01 41	2	
		Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó		Serri Micael	25/11/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó		Serri Micael	25/11/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó					
NO MEDIR SOBRE PLANO			Título: CHASIS SOLDADO (2/2)		Material:
Acabado				Escala:	
Cantidad				1 : 30	Código: SE 11 1 01 00
Observaciones					Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm

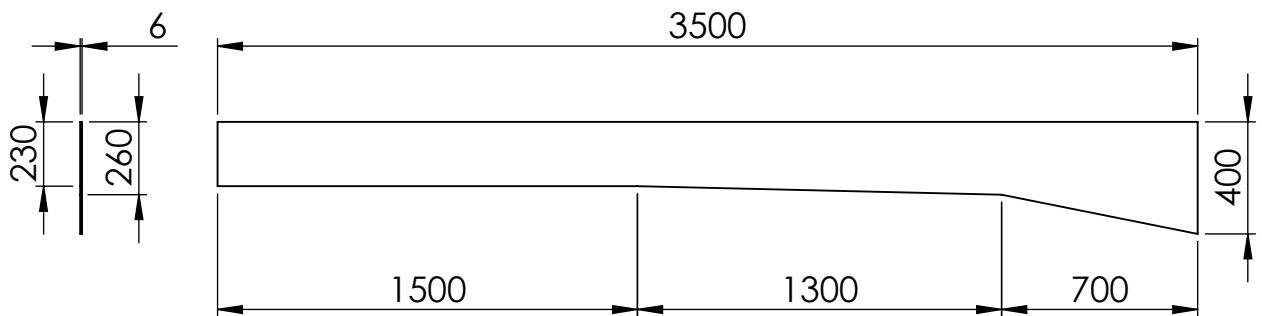


DETALLE A
ESCALA 1 : 15

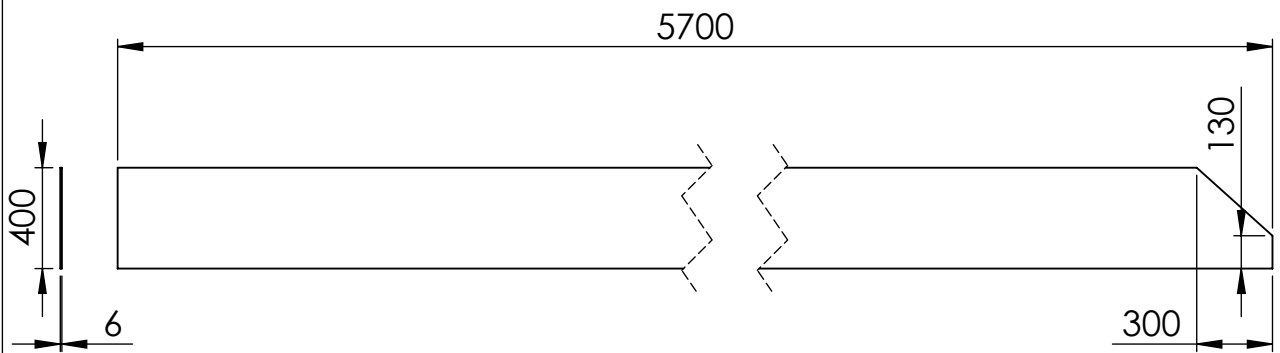


DETALLE B
ESCALA 1 : 15

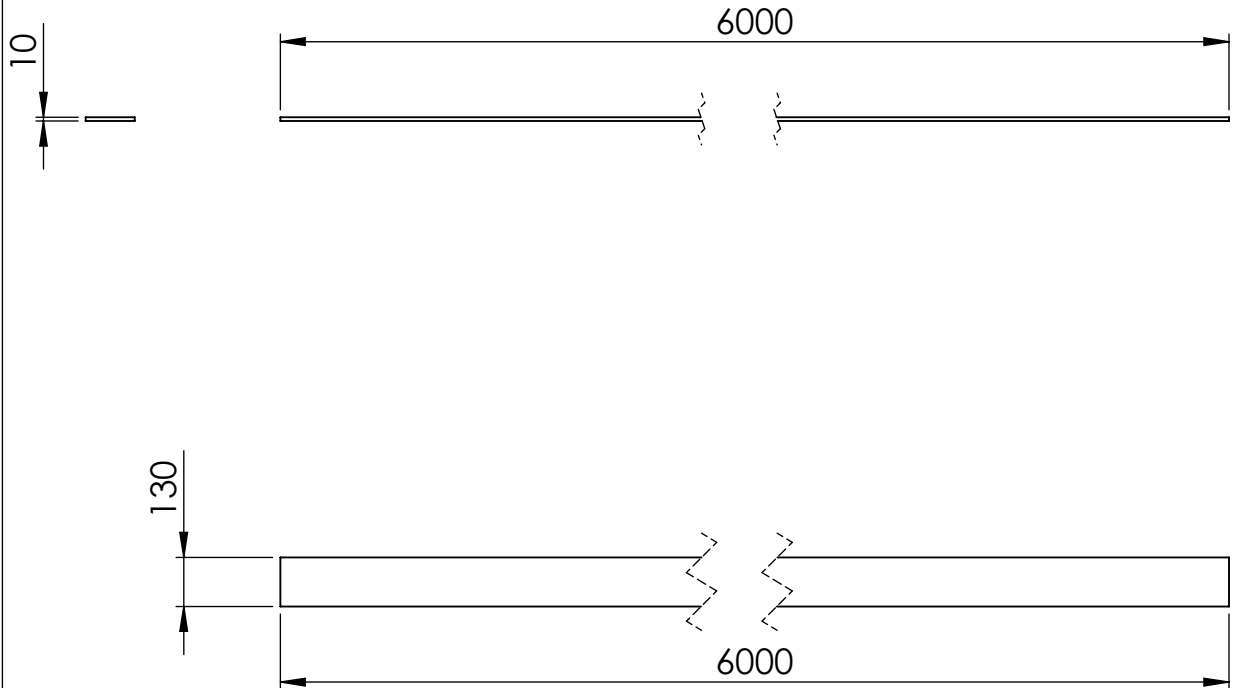
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5 mm
Nombre		Fecha	Producto:		FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN		
Dibujó		25/11/20	SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó		25/11/20	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó			Título:		Material:		
NO MEDIR SOBRE PLANO		CHASIS SOLDADO - DIMENSIONES PRINCIPALES			Código: SE 11 1 01 00		
Acabado		Escala:		Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm			
Cantidad		1 : 30					
Observaciones							



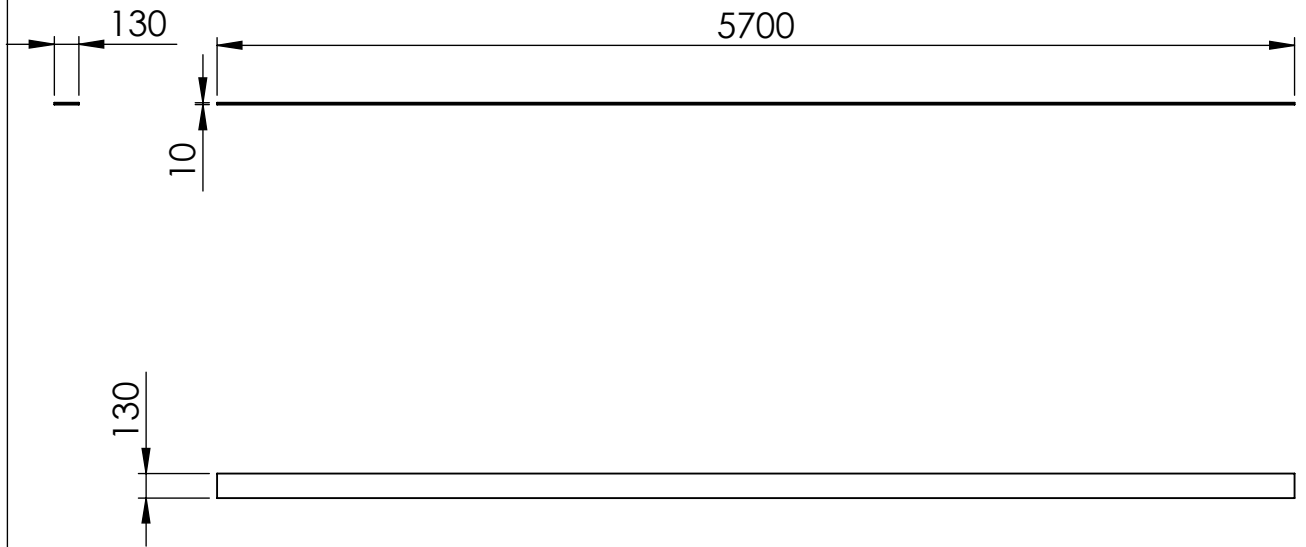
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		ALMA CENTRAL DELANTERA	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Cantidad	2		1 : 27	Código: SE 11 1 01 01
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



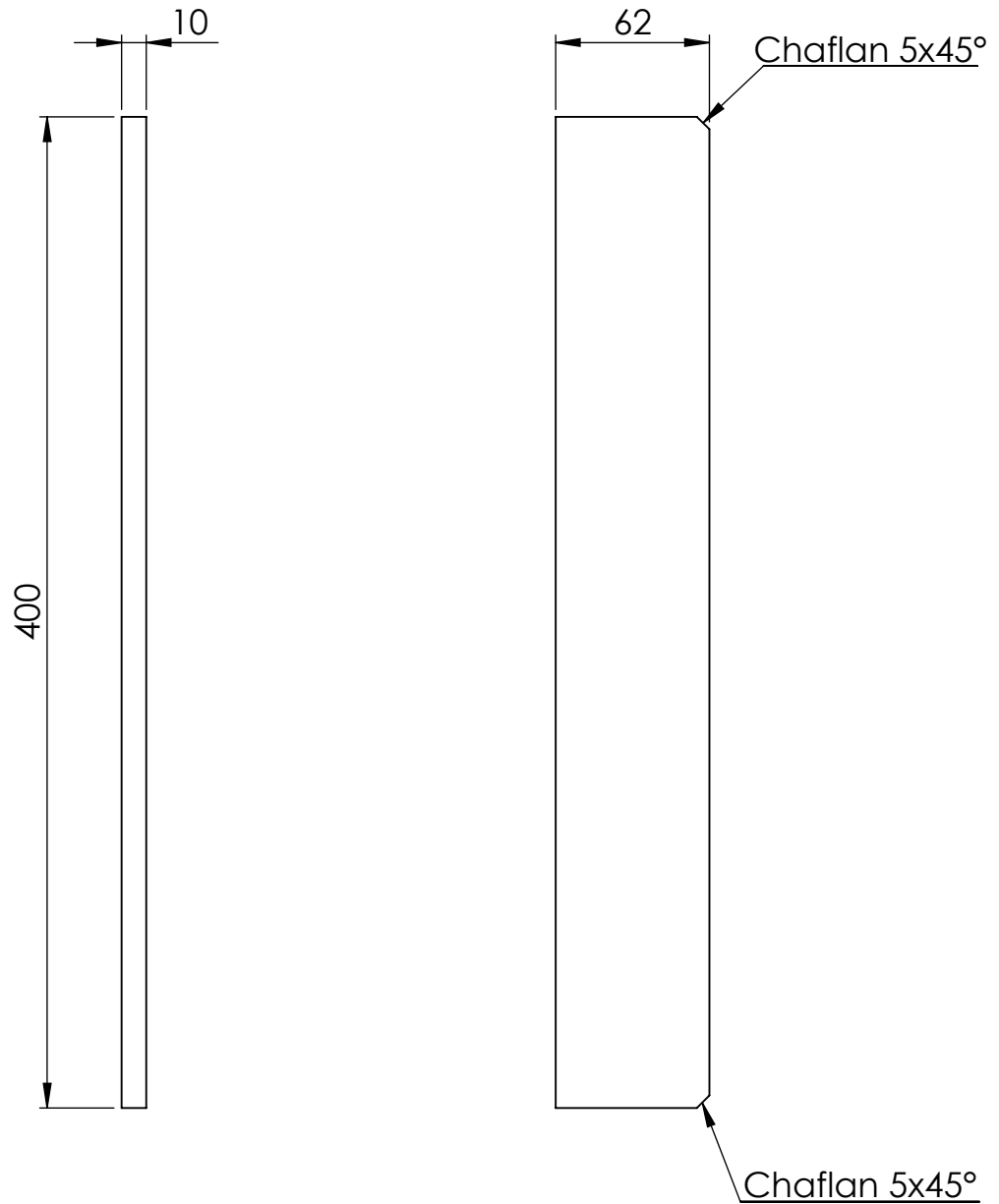
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		ALMA CENTRAL TRASERA	Material:
Acabado				Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Cantidad	2		Escala:	Código: SE 11 1 01 02
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



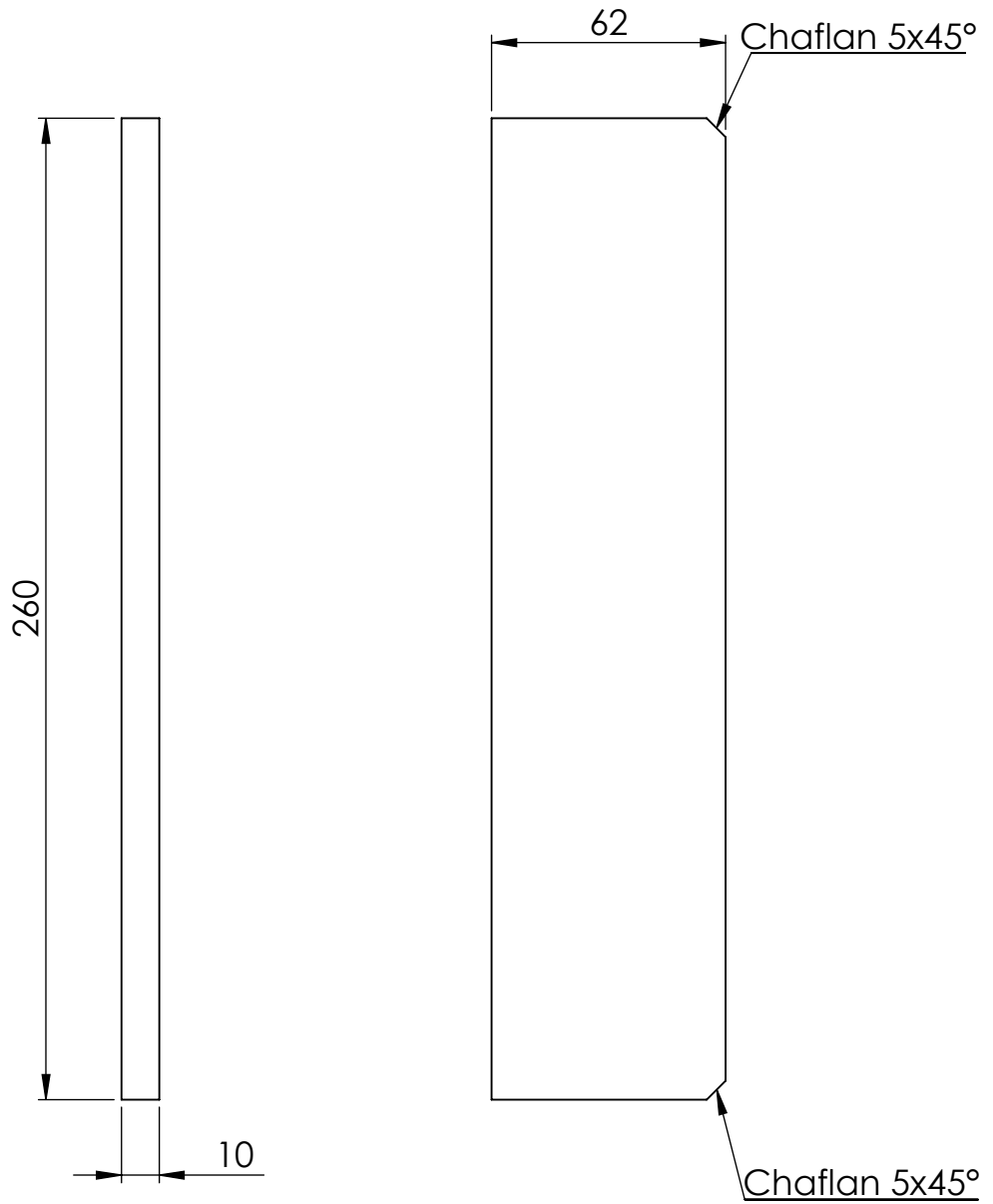
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:	
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00	
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5	mm
	Nombre	Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN		
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA					
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS					
Aprobó								
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:			ALA SUPERIOR DELANTERA		Material:		
Acabado				Escala:		Planchuela de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 10 mm Largo comercial 6000 mm		
Cantidad	2			1 : 25		Código: SE 11 1 01 03		
Observaciones						Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.		



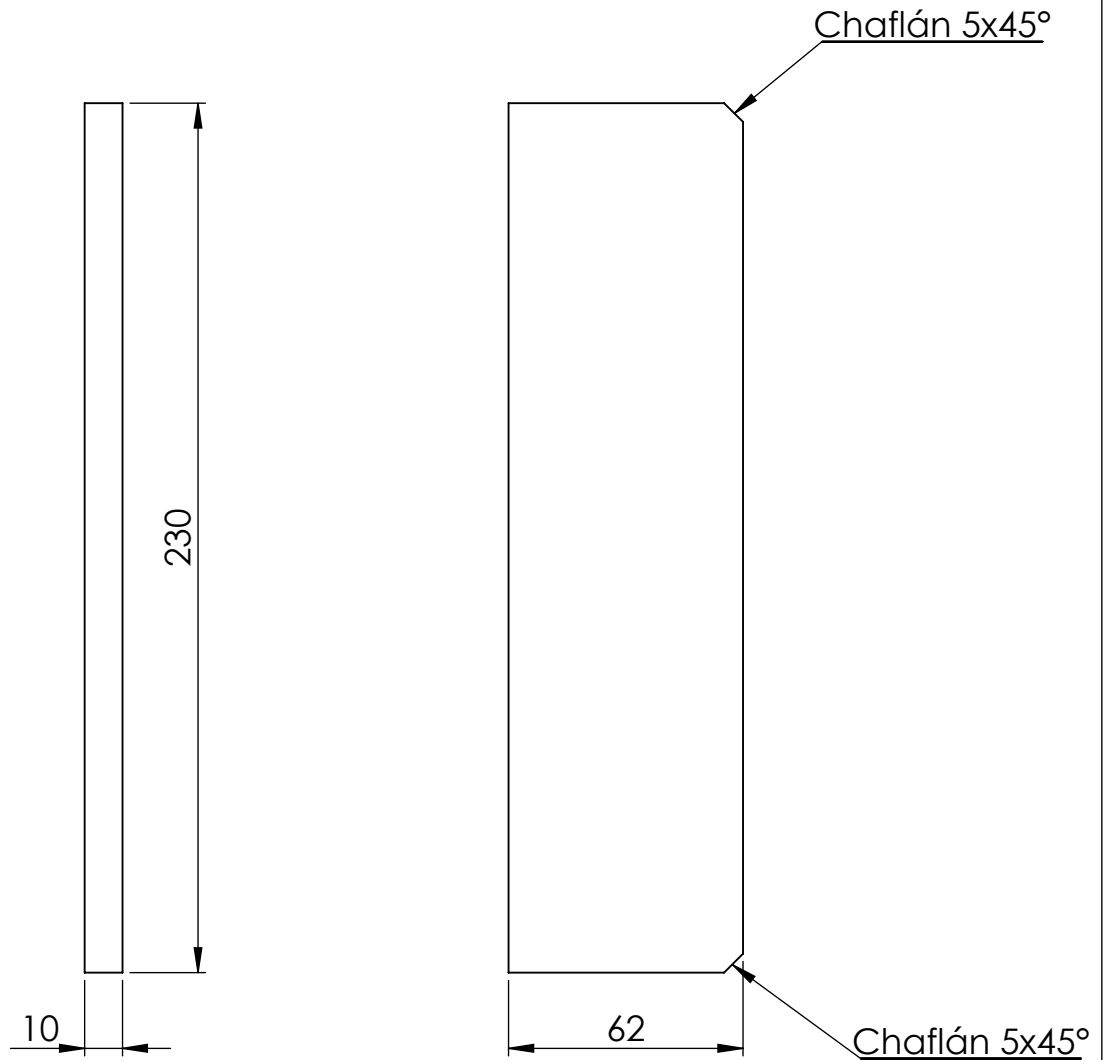
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)		< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5
Nombre		Fecha		Producto:		FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN	
Dibujó		05/12/20		SEMIRREMOLQUE BATEA			
Revisó		05/12/20		REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: ALA INFERIOR TRASERA				Material: Planchuela de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 10 mm	
Acabado					Escala: 1 : 30		Código: SE 11 1 01 04
Cantidad		2					
Observaciones							Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



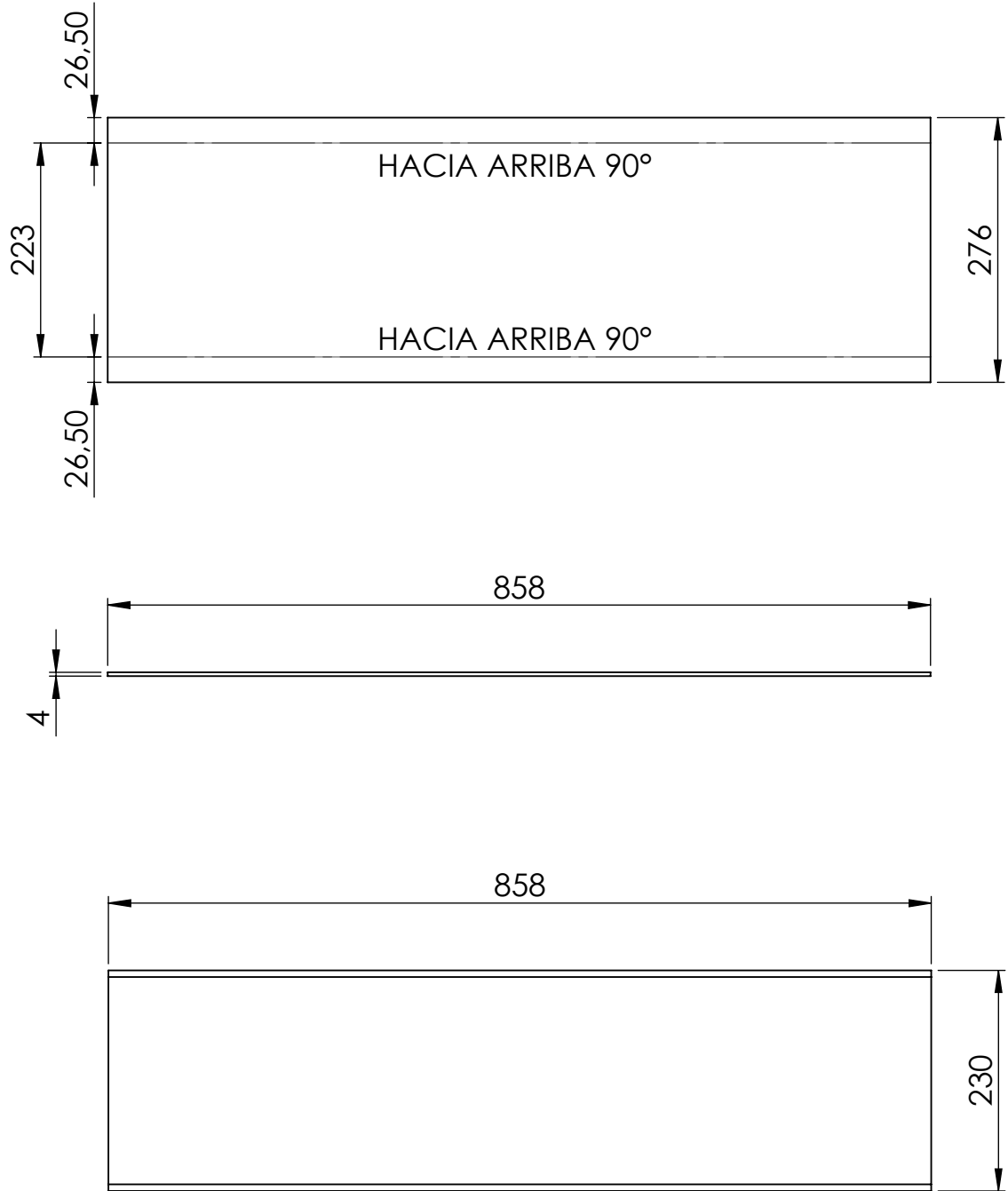
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:	
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00	
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5	mm
	Nombre	Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN		
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA					
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS					
Aprobó								
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:			PLANCHUELA REFUERZO VIGA MAYOR		Material:		
Acabado				Escala:		Planchuela de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 10 mm		
Cantidad	12			1 : 27		Código: SE 11 1 01 05		
Observaciones						Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.		



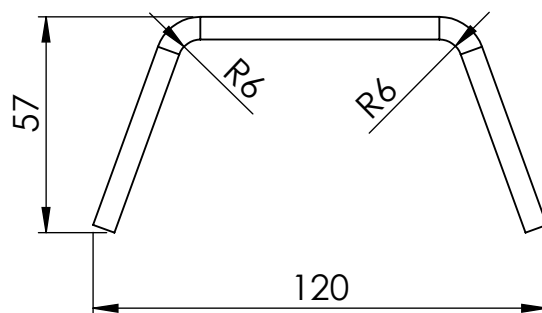
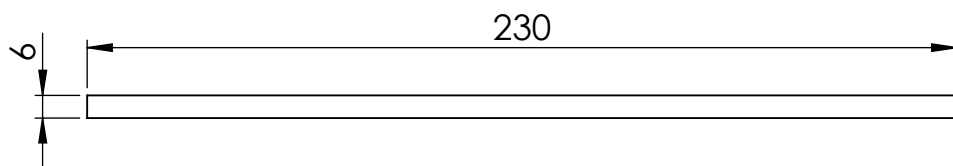
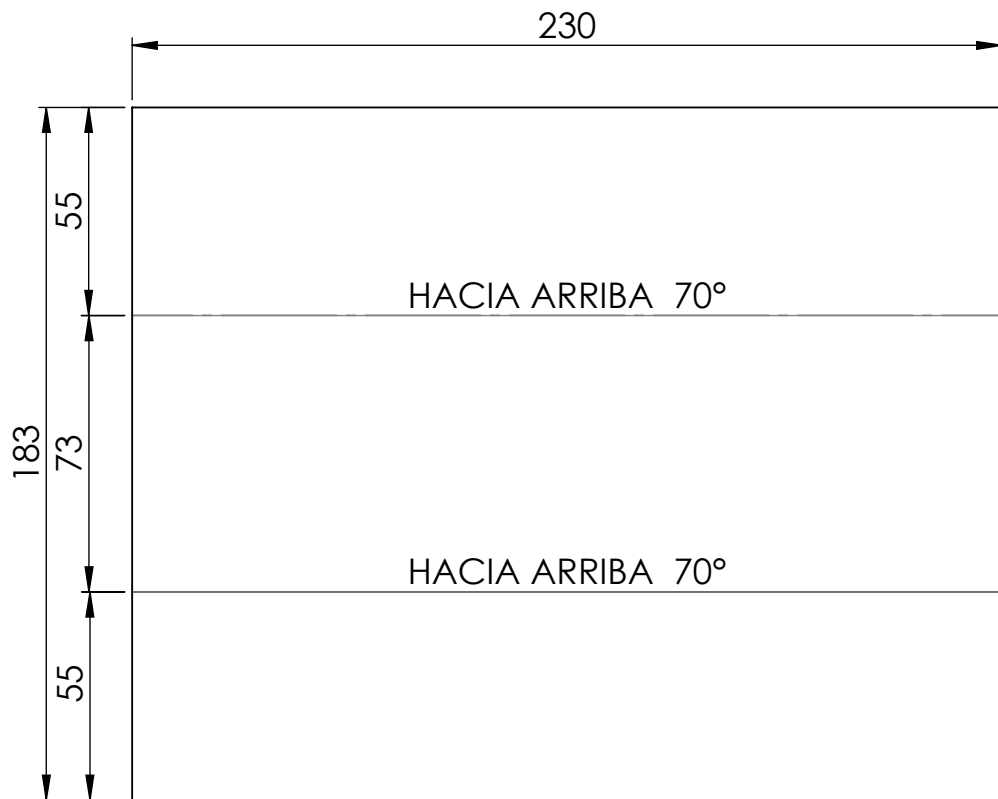
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		PLANCHUELA REFUERO CUELLO DE VIGA	Material:
Acabado			Escala:	Planchuela de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 10 mm
Cantidad	2		1 : 2	Código: SE 11 1 01 06
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



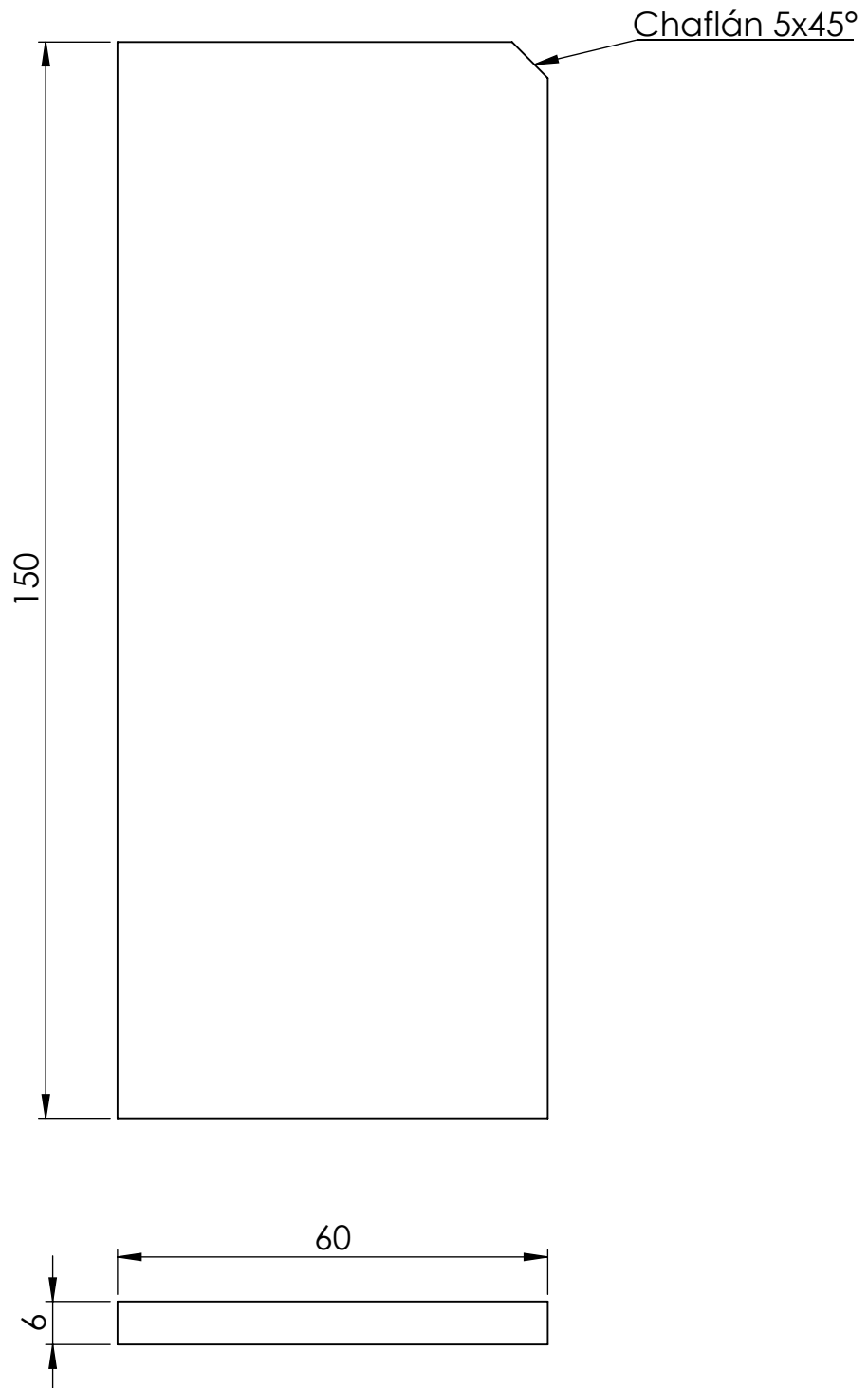
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		ALMA CENTRAL DELANTERA	Material:
Acabado			Escala:	Planchuela de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 10 mm
Cantidad	10		1 : 2	Código: SE 11 1 01 07
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



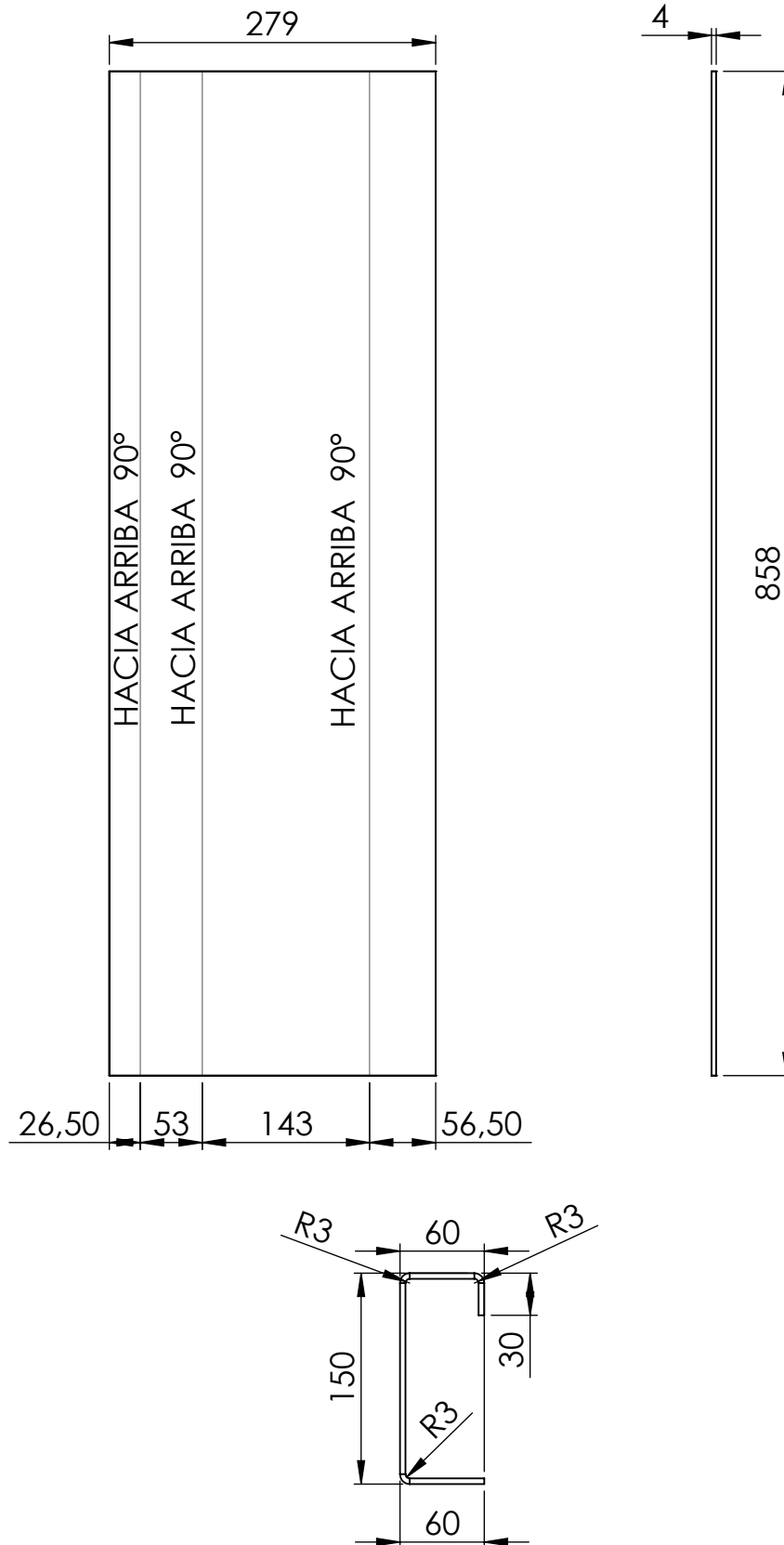
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: Refuerzo frontal			Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 4 mm
Acabado			Escala: 1 : 7	Código: SE 11 1 01 08
Cantidad	1			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones	Radio de plegado R3			



	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: "U" SOPORTE MENOR			Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 1 01 09
Cantidad	2			
Observaciones	Radio de plegado R6			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

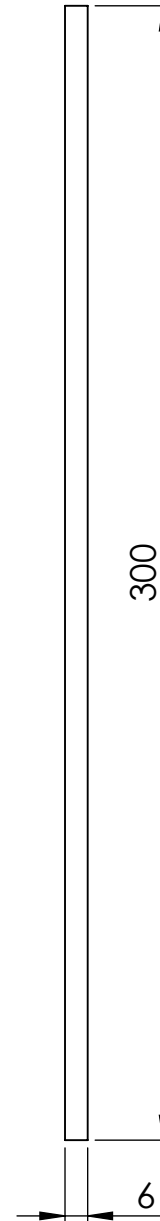
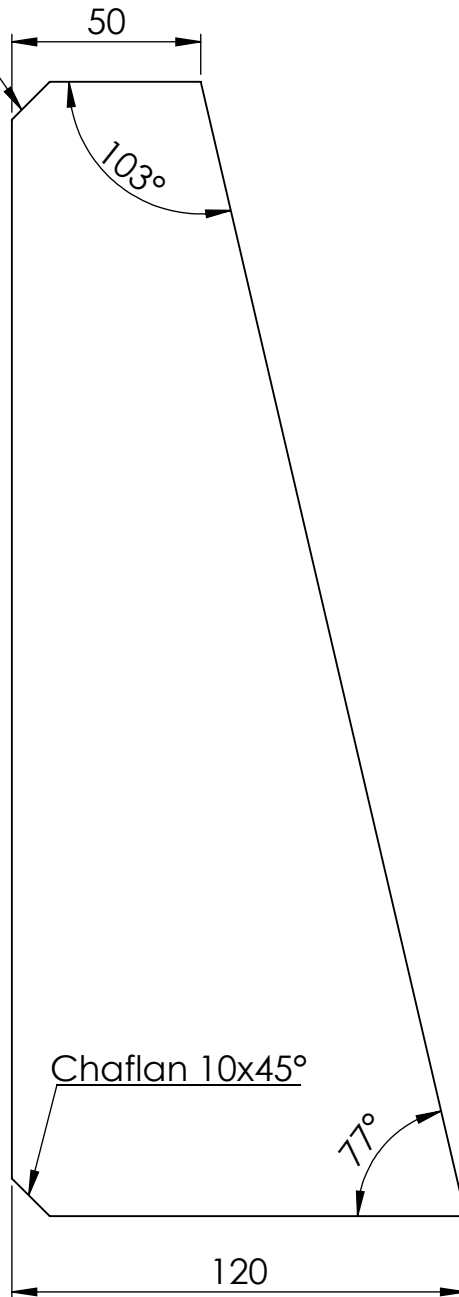


	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		ESCUADRA INTERNA CUELLO DE VIGA	Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Acabado			Escala: 1 : 1	Código: SE 11 1 01 10
Cantidad	2			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones				

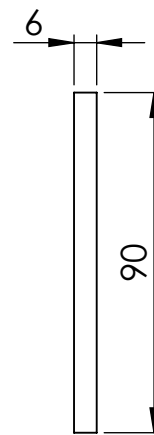
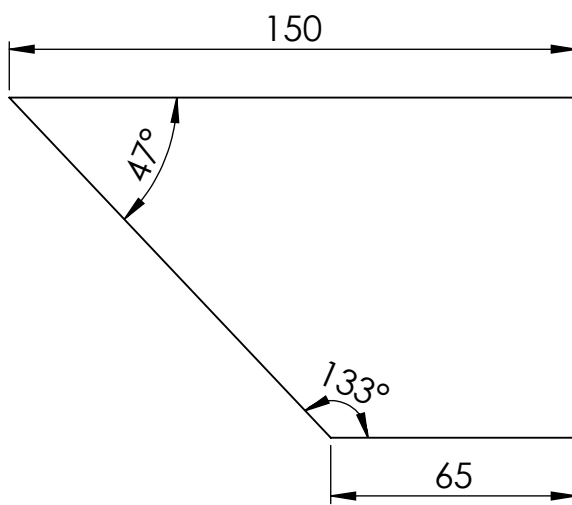


	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: REFUERZO INTERNO			Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 4 mm
Acabado			Escala: 1 : 6	Código: SE 11 1 01 11
Cantidad	8			
Observaciones	Radio de plegado R3			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

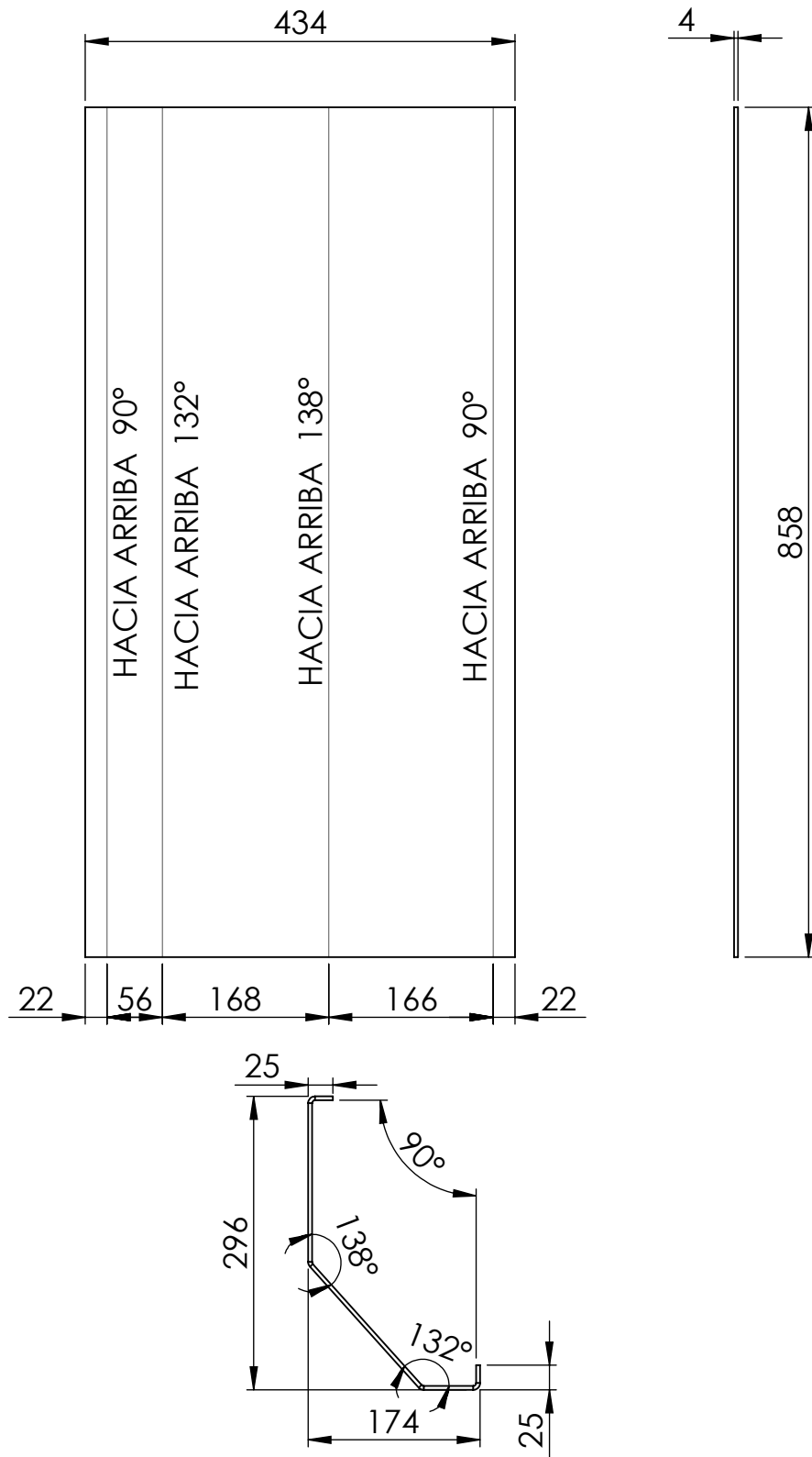
Chaflan 10x45°



	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		ESCUADRA REF. INTERNO - ALMA	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Cantidad	12		1 : 2	Código: SE 11 1 01 12
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

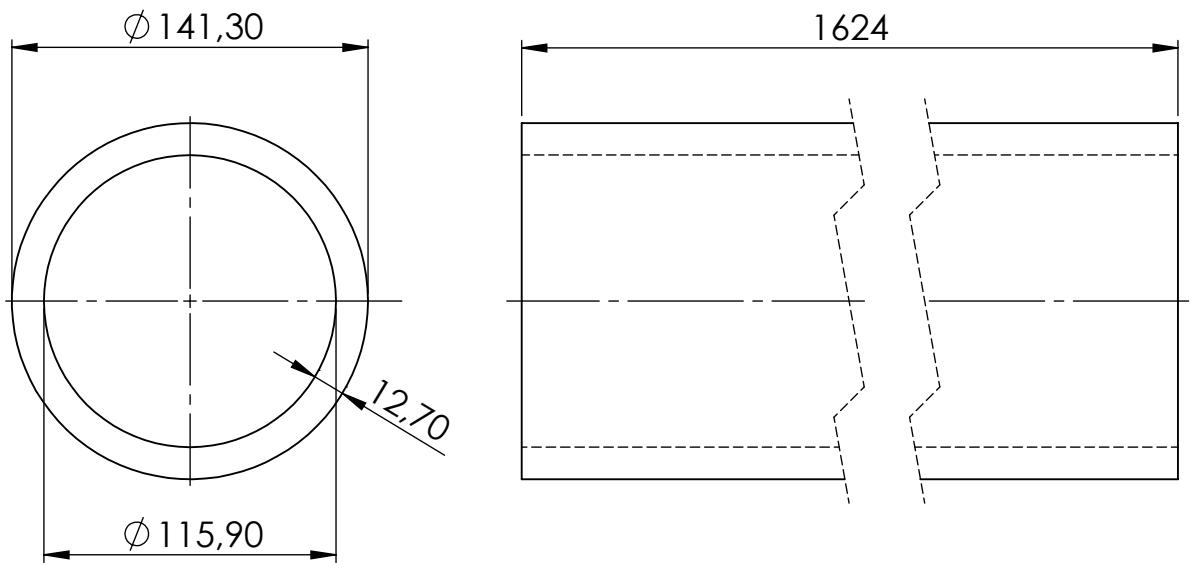


	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: ESCUADRA REF. INTERNO - ALA INFERIOR			Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 1 01 13
Cantidad	12			
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

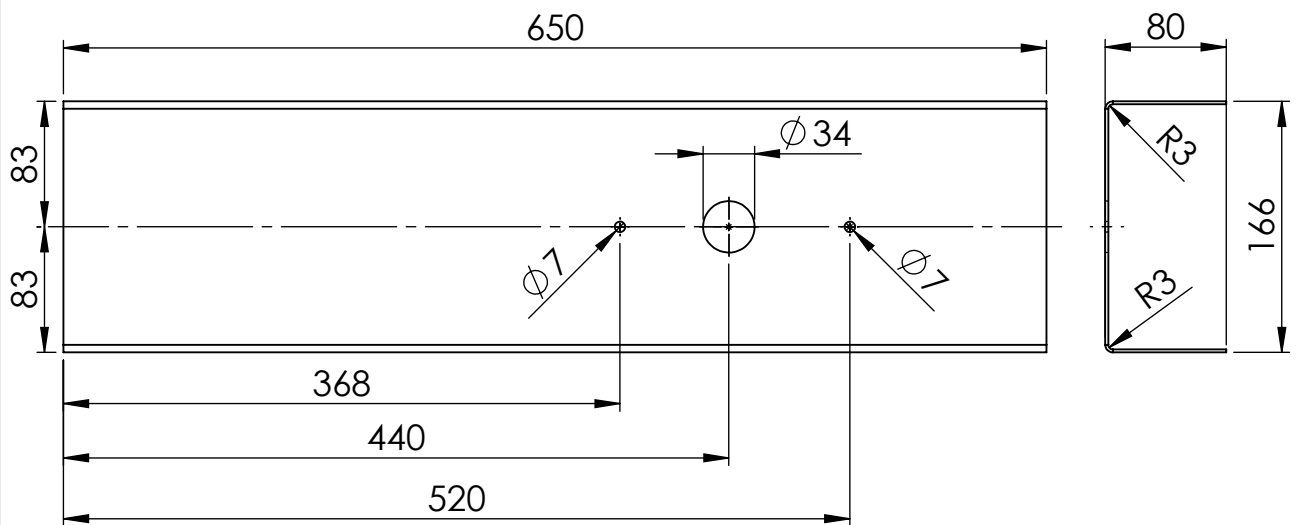
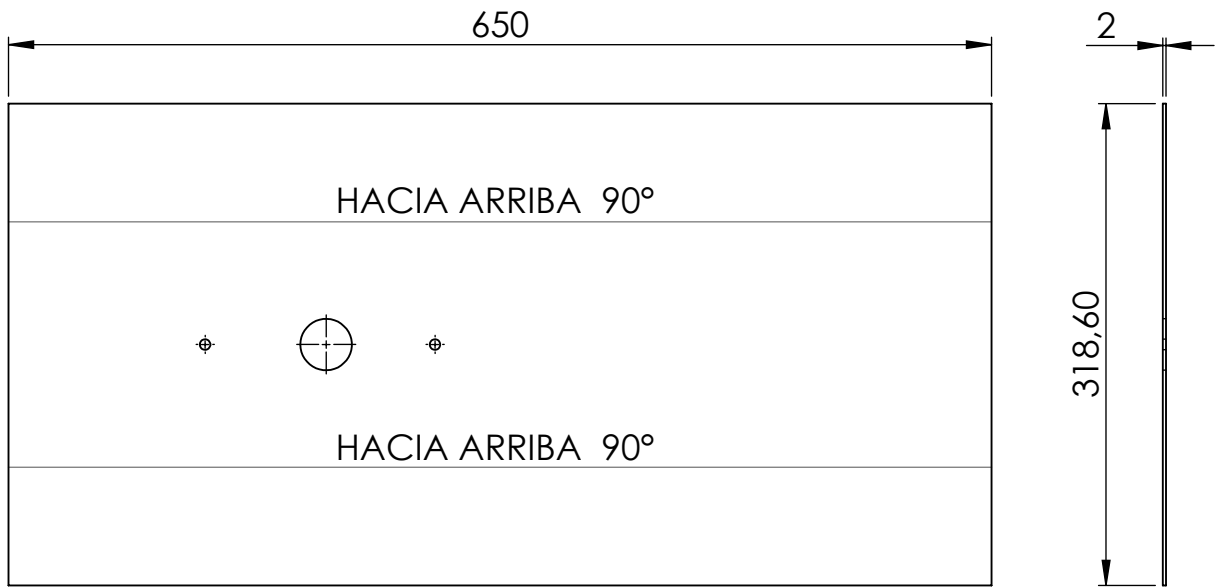


	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		REFUERZO CUBRETUBO PIVOTE	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 4 mm
Cantidad	1		1 : 7	Código: SE 11 1 01 14
Observaciones	Radio de plegado R3			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

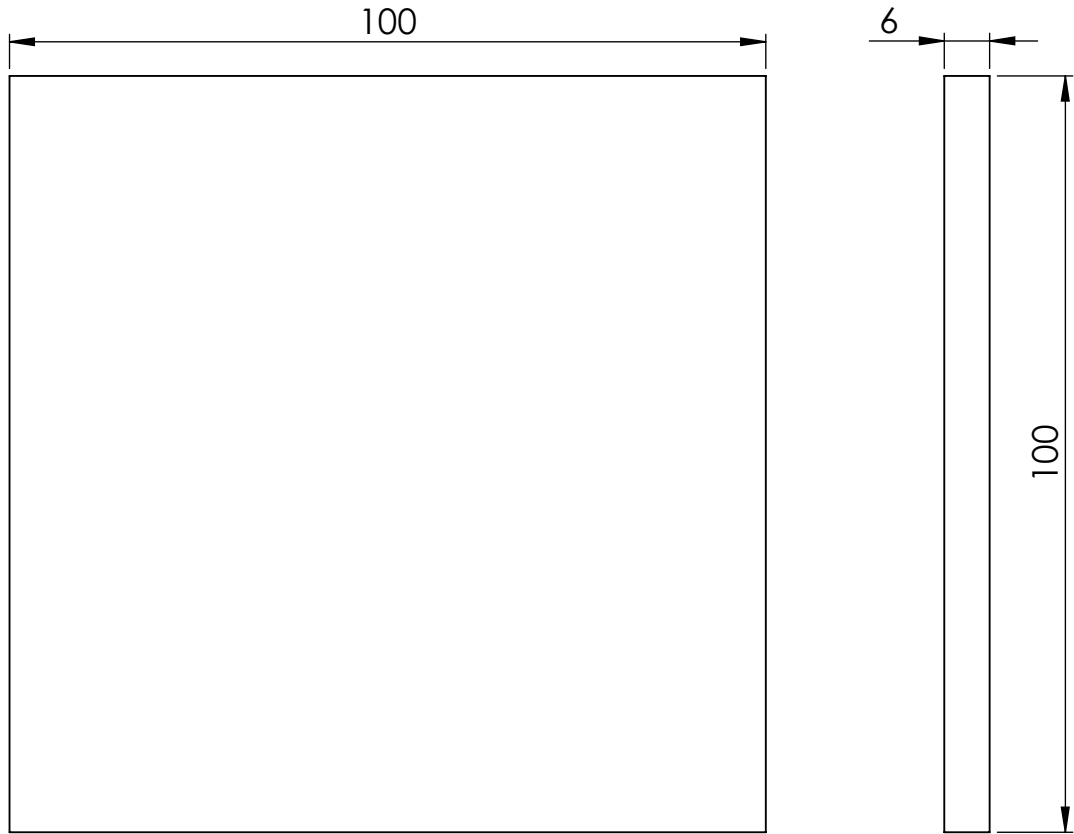
(▽▽)



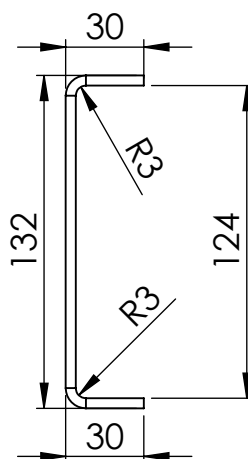
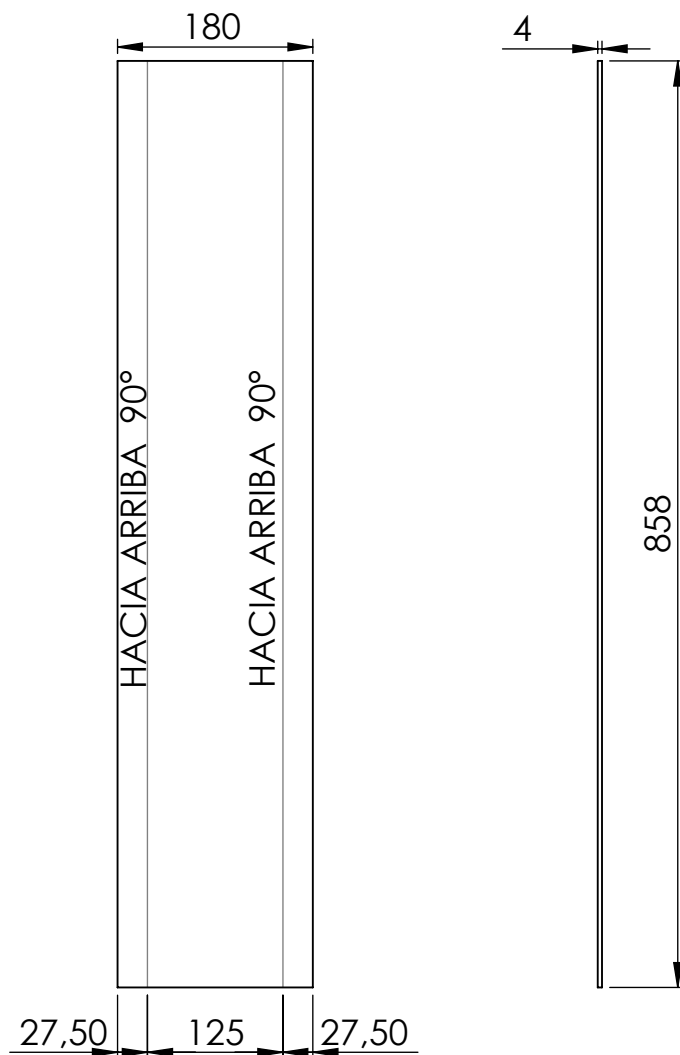
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		TUBO PIVOTE	Material:
Acabado	Superficie alisada		Escala:	Tubo de acero sin costura ASTM A106 Grado C
Cantidad	1		1 : 3	Código: SE 11 1 01 15
Observaciones	Corte de tubo de acero sin costura 5" Sch 120, largo 1624 mm			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



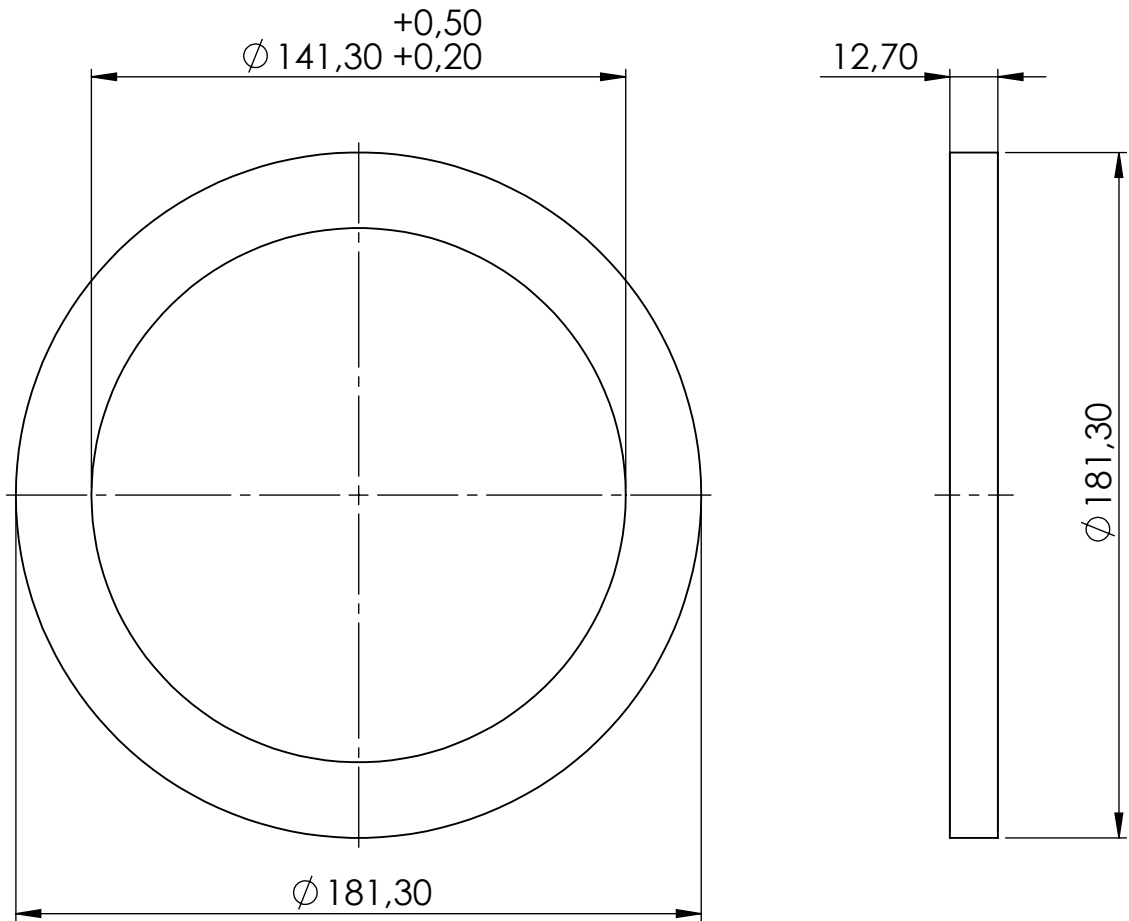
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: PORTA LUZ TRASERA			Material: Chapa de acero SAE 1010 Calibre 14
Acabado			Escala: 1 : 5	Código: SE 11 1 01 16
Cantidad	2			
Observaciones	Radio de plegado R3			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



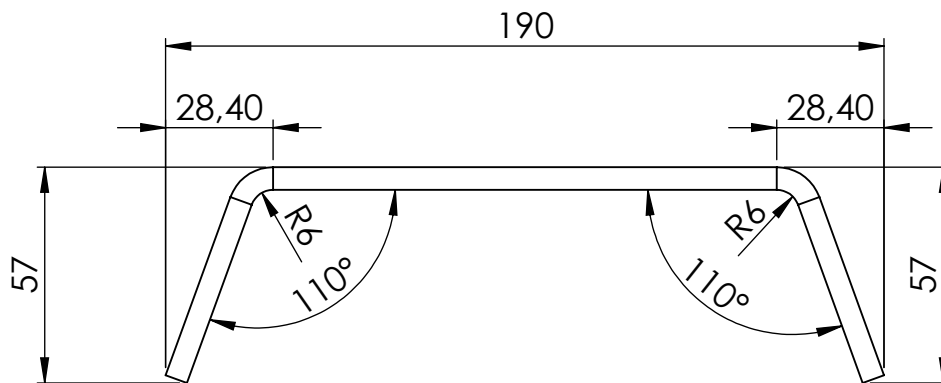
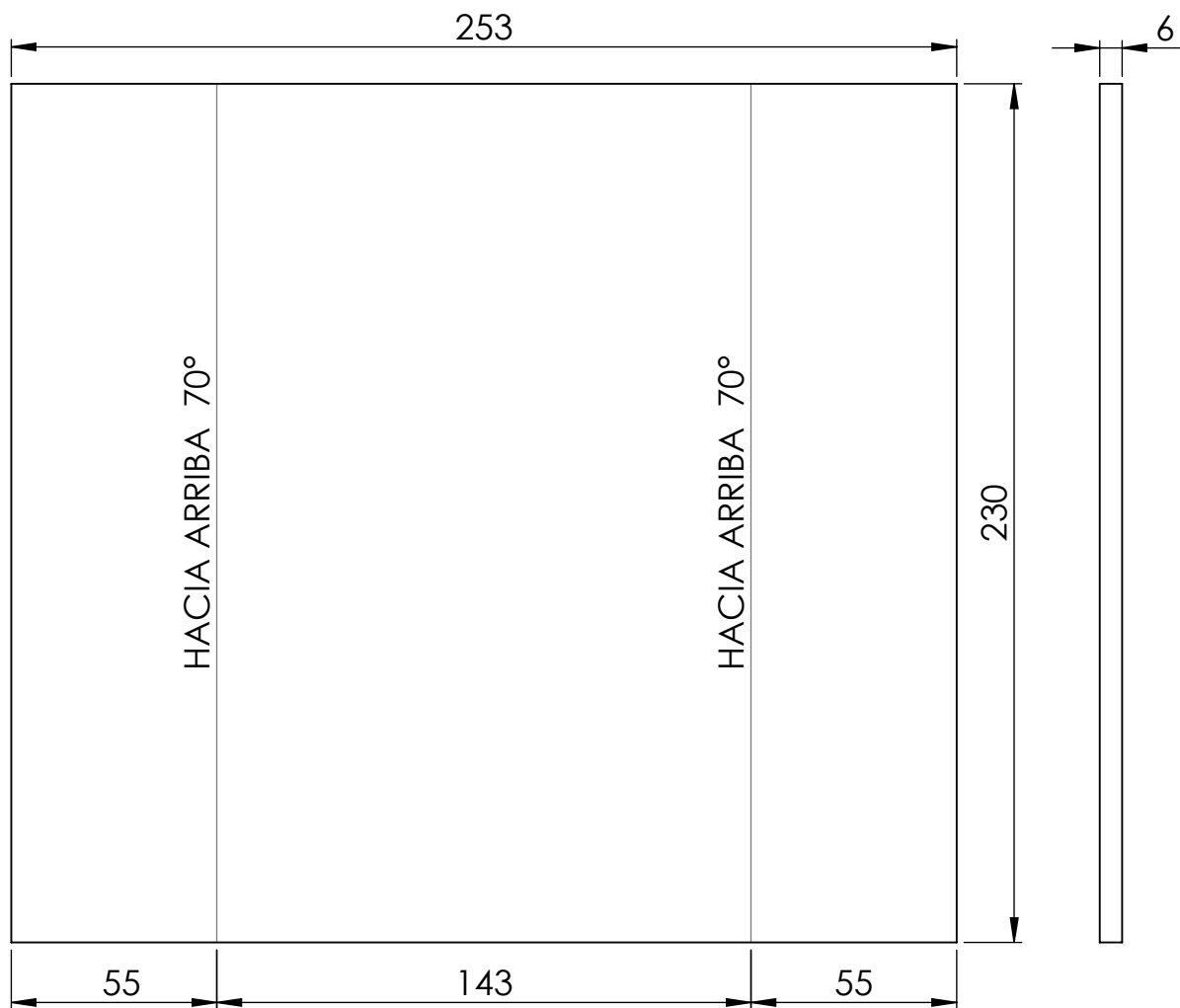
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		ESCUADRA REFUERO POSTERIOR	Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Acabado			Escala: 1 : 1	Código: SE 11 1 01 18
Cantidad	2			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones				



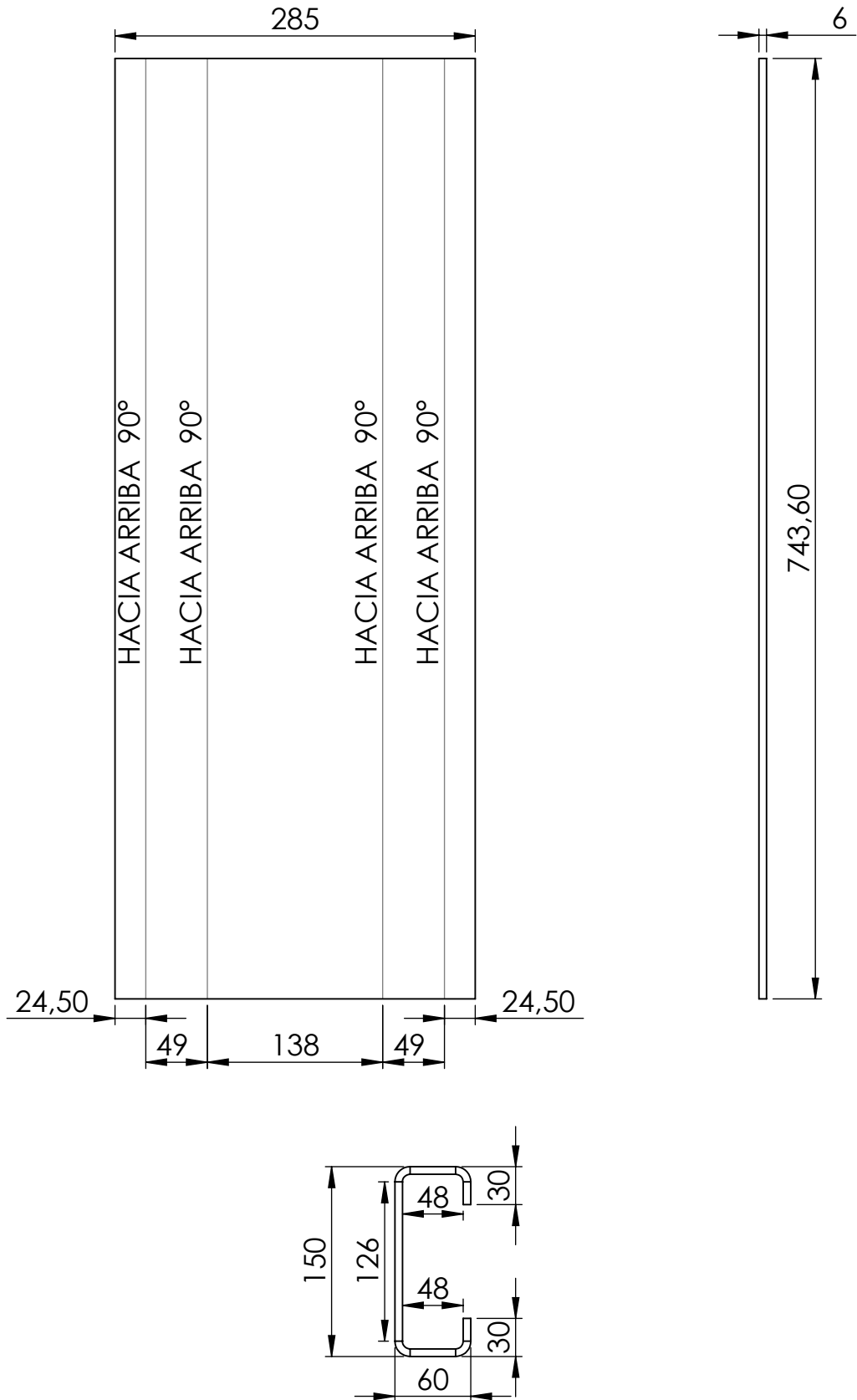
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: REFUERZO "U" TRASERO			Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 4 mm
Acabado			Escala: 1 : 7	Código: SE 11 1 01 19
Cantidad	1			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones	Radio de plegado R3			

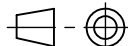


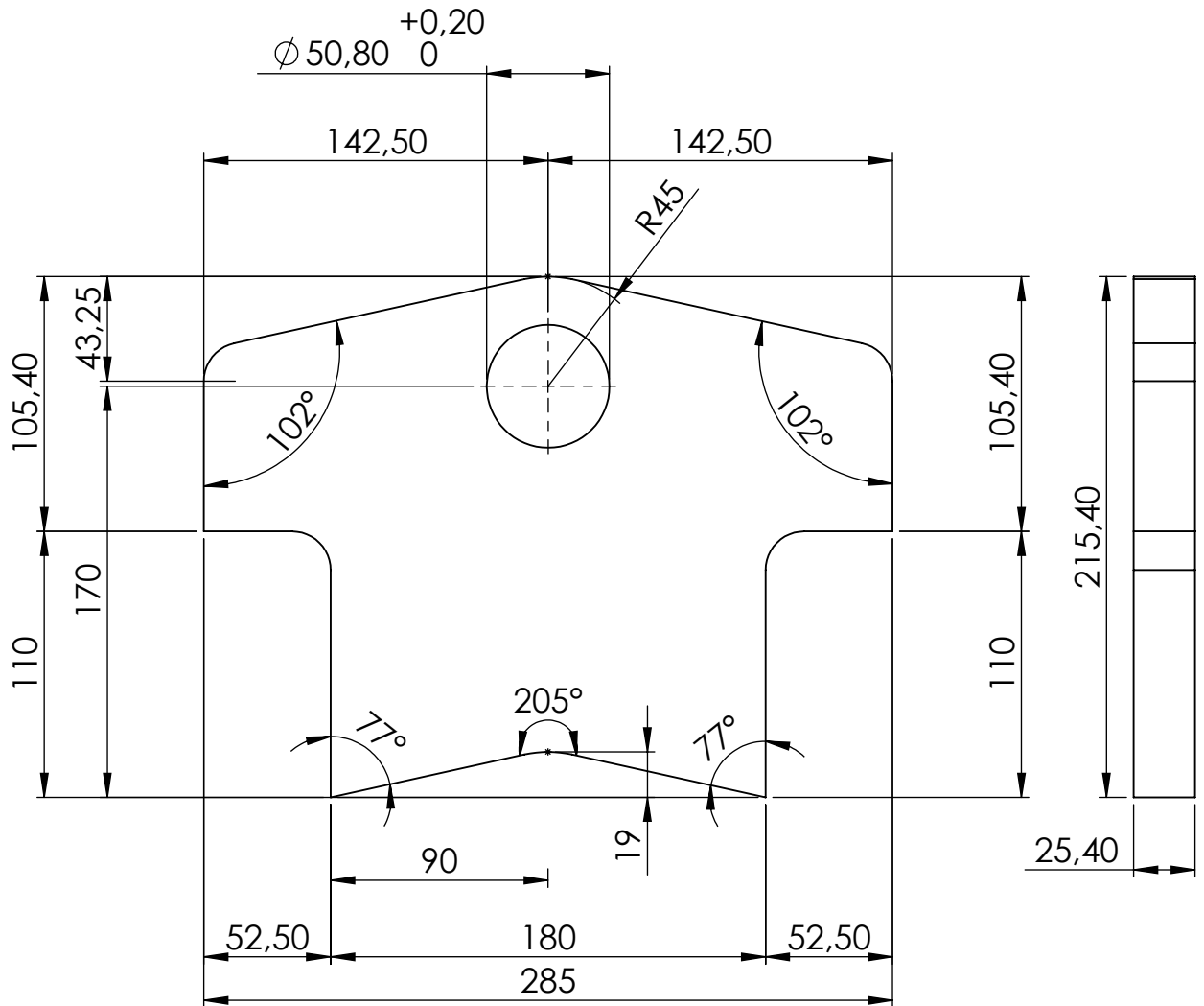
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: TOPE MANOTA DE TUBO PIVOTE			Material: Chapa de acero SAE 1010 Espesor 1/2"
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 1 01 21
Cantidad	2			
Observaciones	Ajuste corriente			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



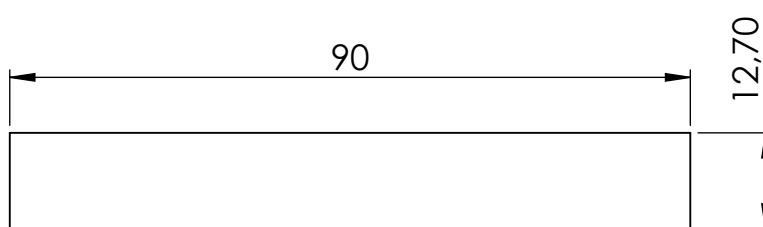
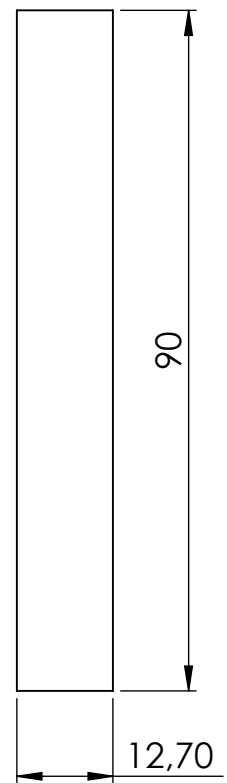
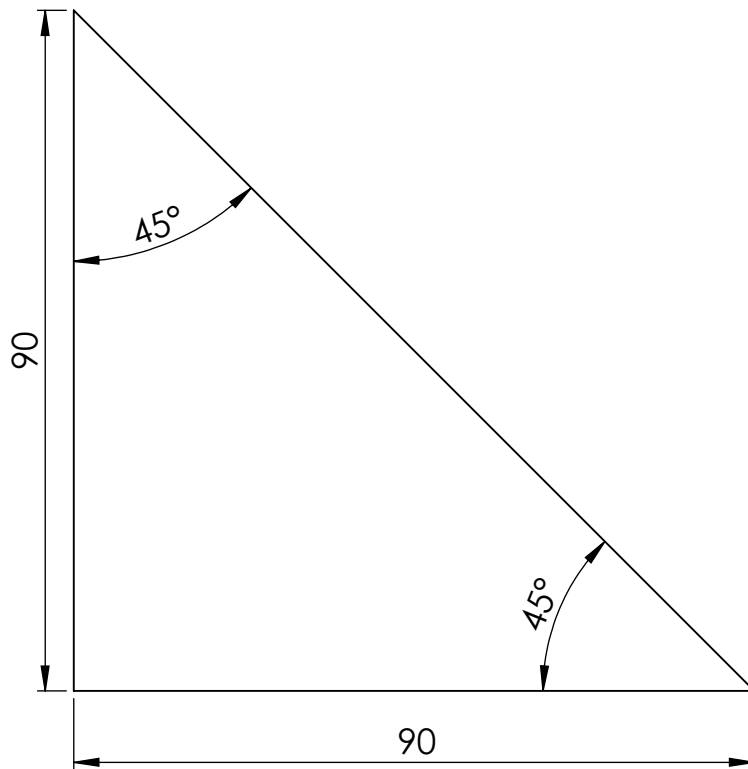
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: "U" SOPORTE MAYOR			Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 1 01 22
Cantidad	4			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones	Radio de plegado R6			



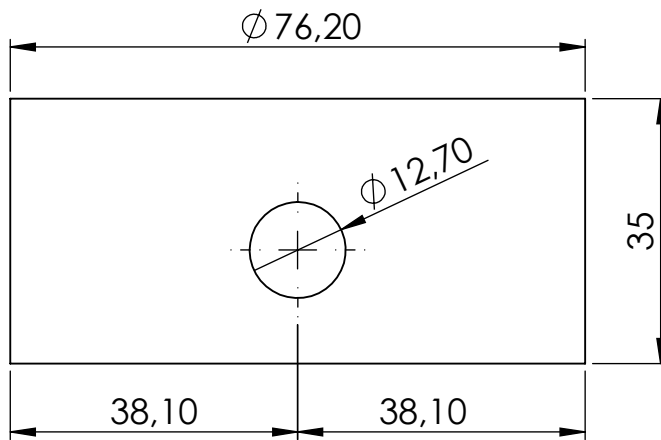
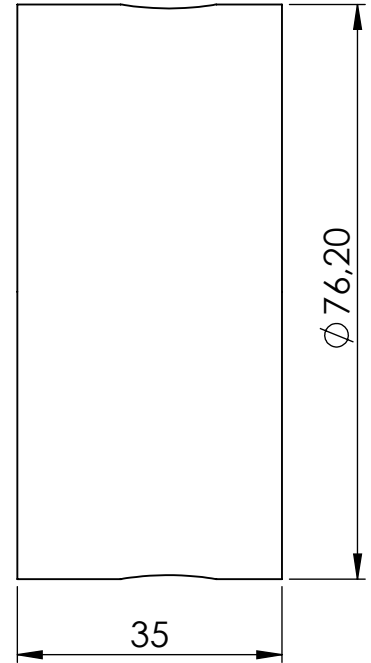
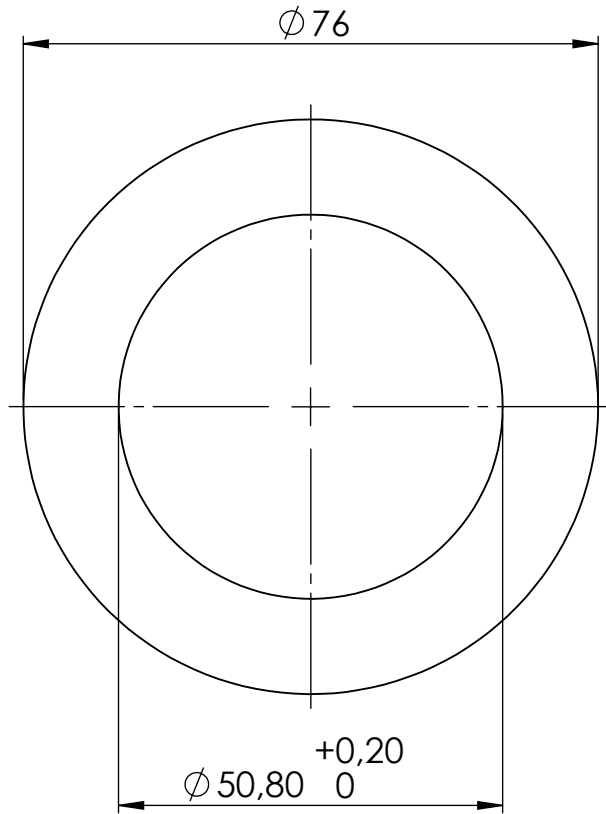
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		CRUCERO INTERNO DELANTERO	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Cantidad	4		1 : 5	Código: SE 11 1 01 23
Observaciones	Radios de plegado no indicado R6			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



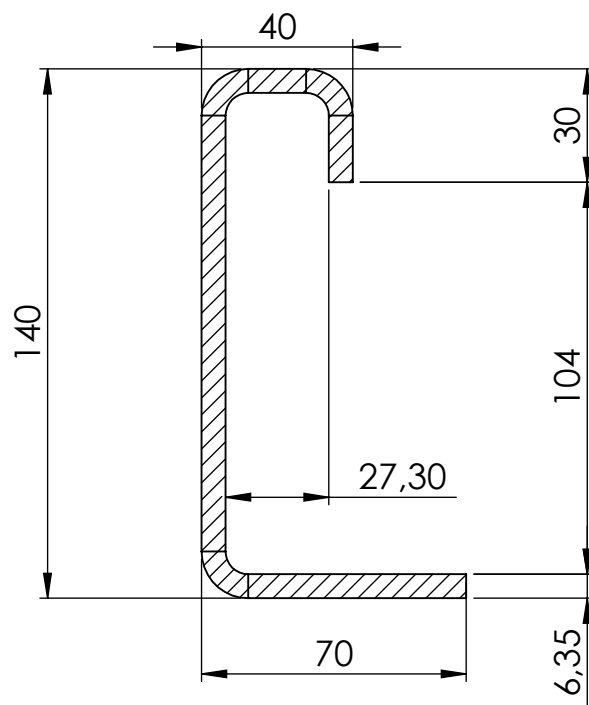
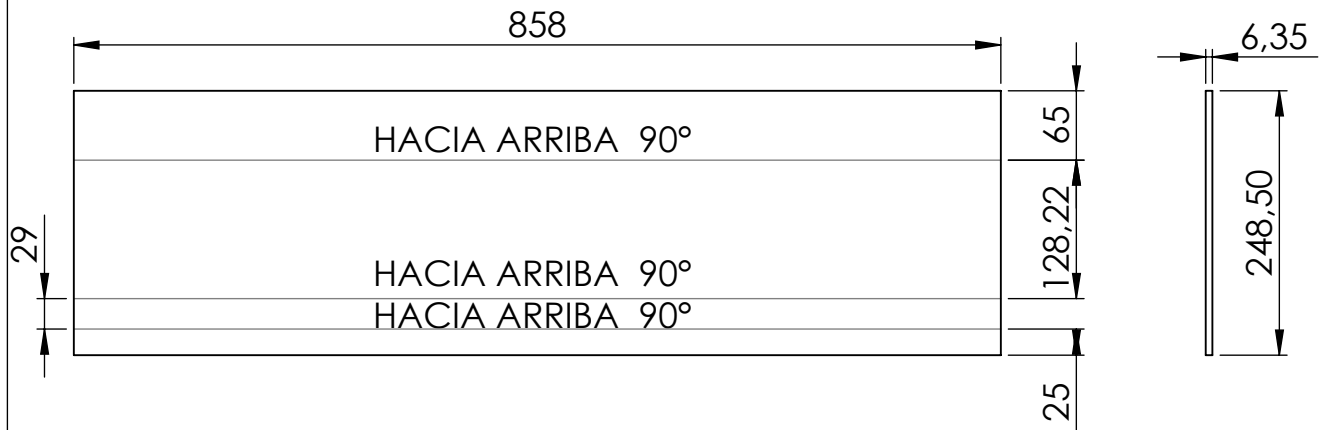
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		OREJA SOPORTE DE HIDRÁULICO	Material:
Acabado				Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 1"
Cantidad	2		Escala:	Código: SE 11 1 01 24
Observaciones	Radios no indicados R16			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		ESCUADRA DE OREJA SOPORTE	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 1/2"
Cantidad	4		1 : 1	Código: SE 11 1 01 25
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

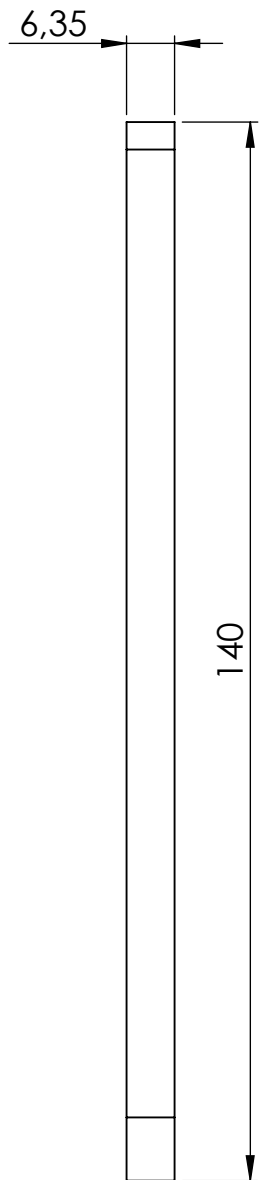
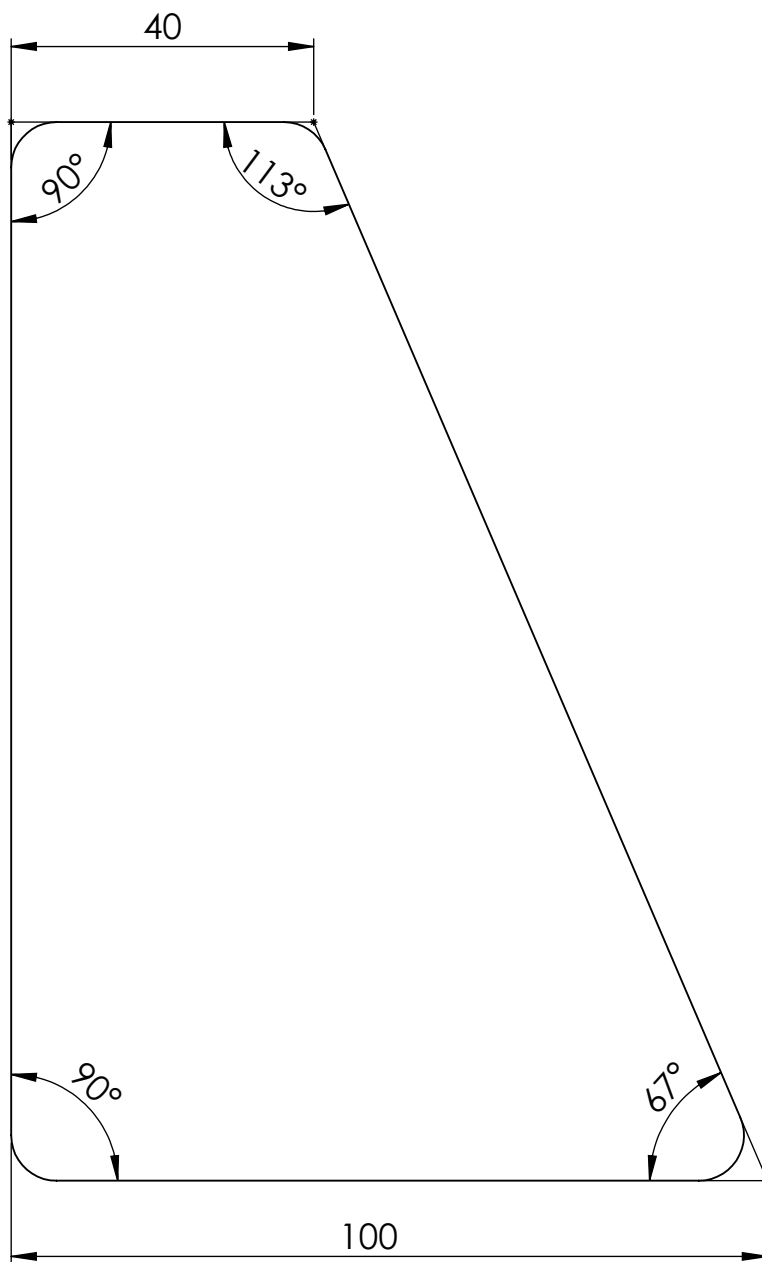


	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: BUJE PERNO PIVOTE			Material: Redondo laminado SAE 1010 $\phi 3''$
Acabado			Escala: 1 : 27	Código: SE 11 1 01 26
Cantidad	2			
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

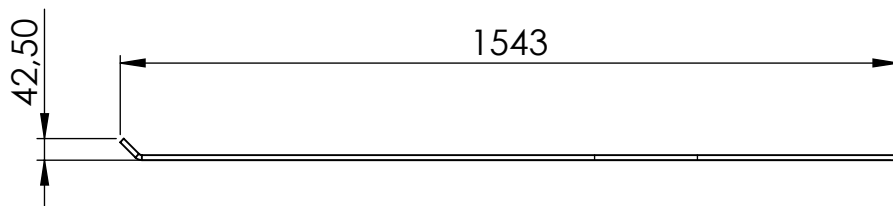
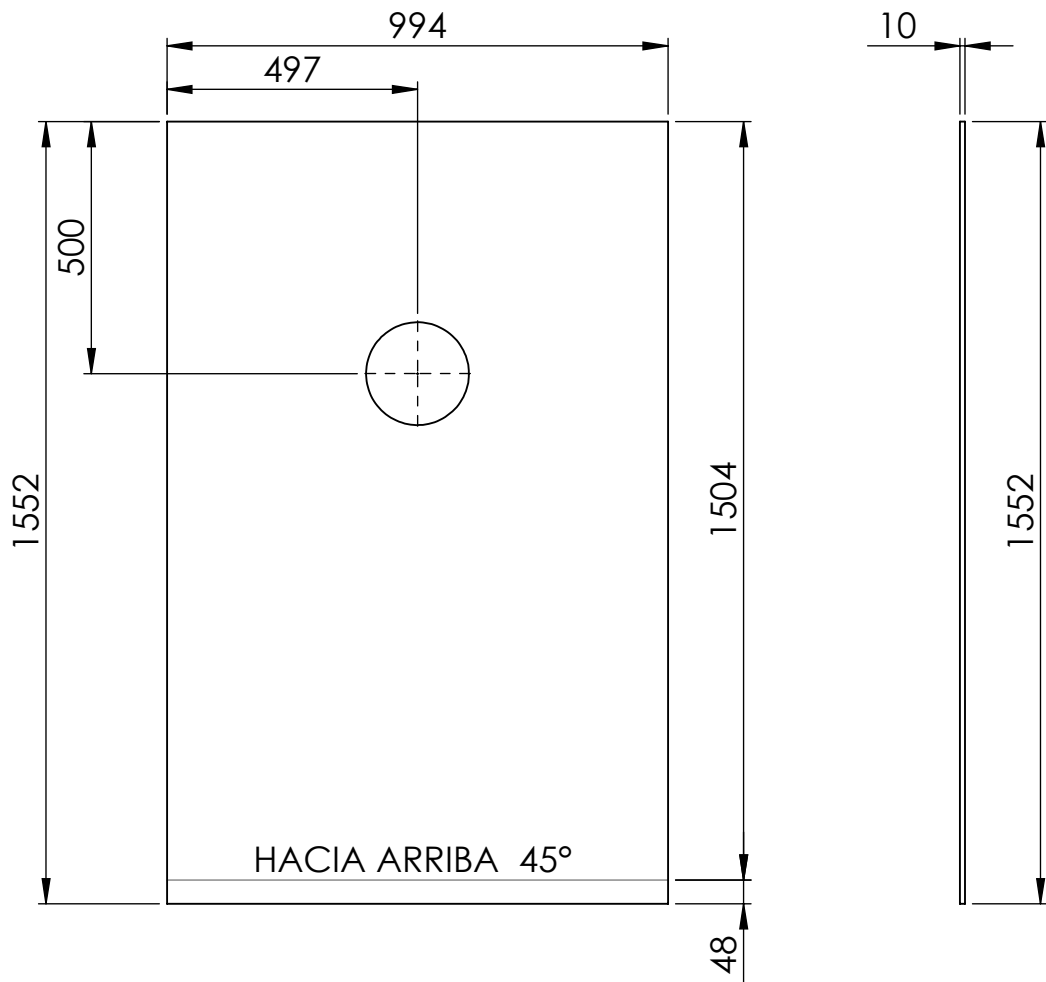


ESCALA 1: 2

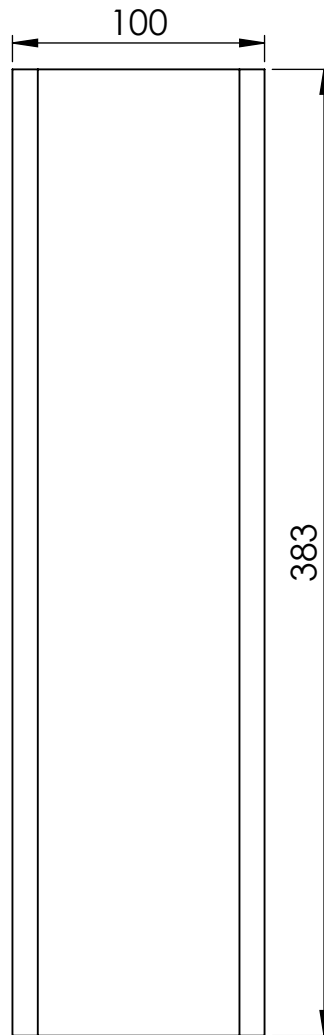
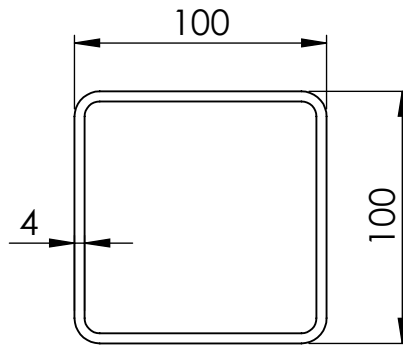
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: CRUCERO SOPORTE DE SUSP. DIRECCIONAL			Material: Chapa de acero calidad SAE1010 Espesor 1/4"
Acabado			Escala: 1 : 7	Código: SE 11 1 01 30
Cantidad	1			
Observaciones	Radios de plegados no indicados R6			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



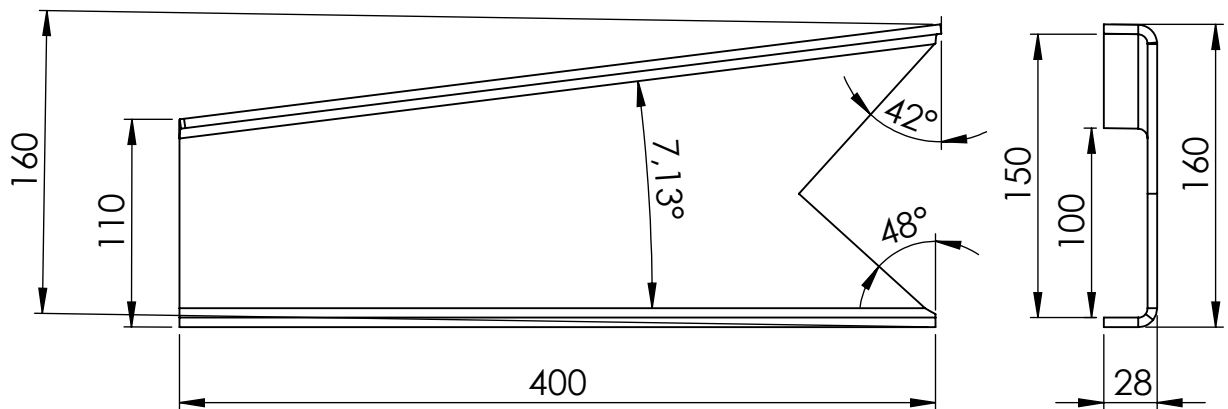
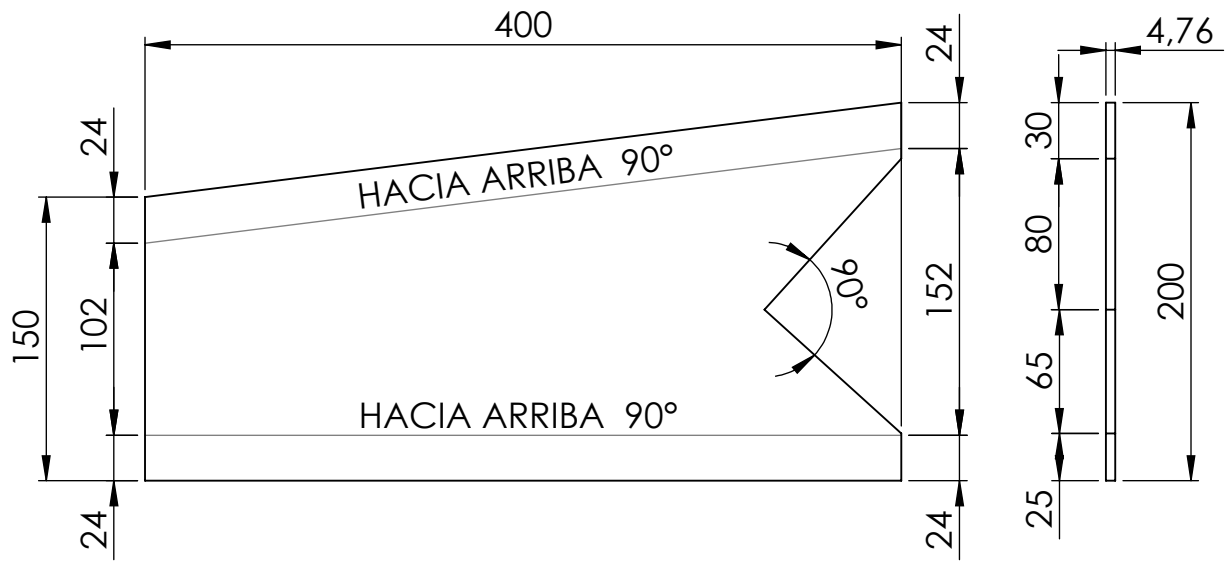
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: ESCUADRA PARA CRUCERO SOPORTE			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 1/4"
Acabado			Escala: 1 : 1	Código: SE 11 1 01 31
Cantidad	2			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones	Radios no indicado R6			



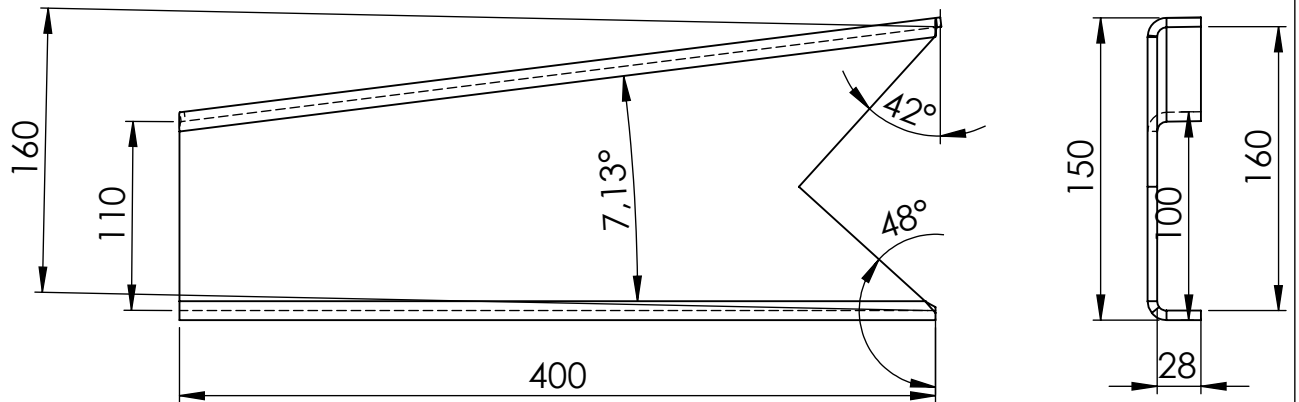
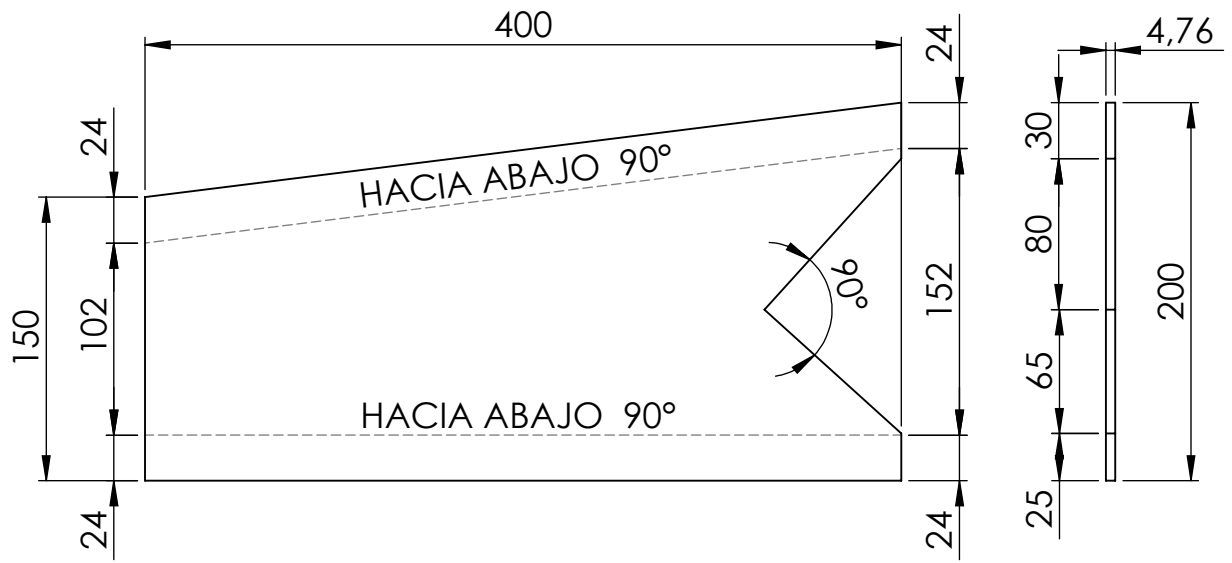
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: CHAPA DE FRICCIÓN			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 10 mm
Acabado			Escala: 1 : 15	Código: SE 11 1 01 32
Cantidad	1			
Observaciones	Radio de plegado no indicado R6			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



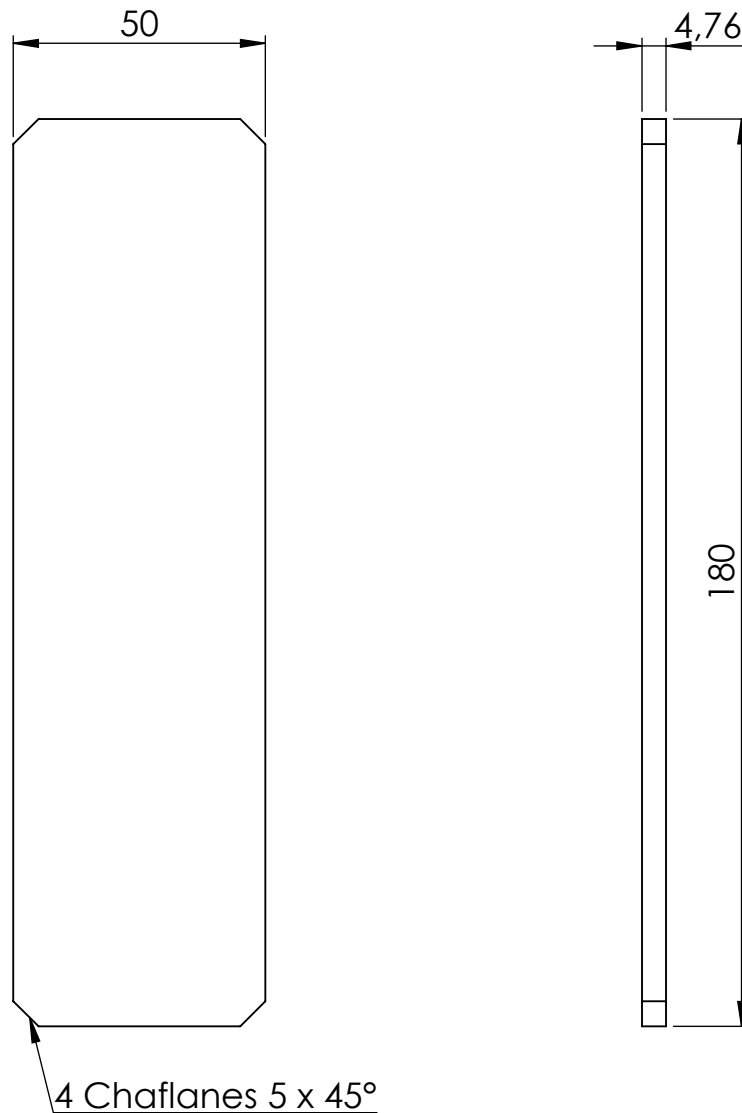
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: TUBO REFUERZO			Material: Tubo cuadrado de uso mecánico 100 x 100 x 4 mm
Acabado			Escala: 1 : 3	Código: SE 11 1 01 33
Cantidad	2			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones	Radios no indicados R6			



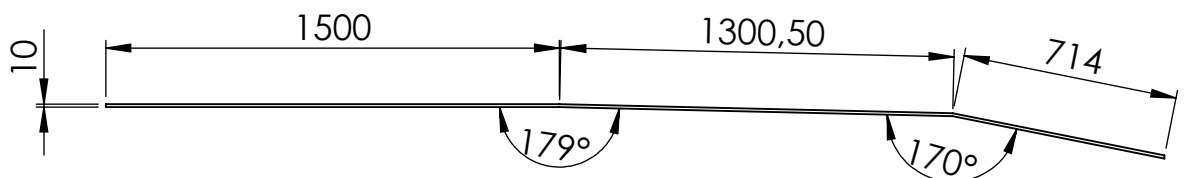
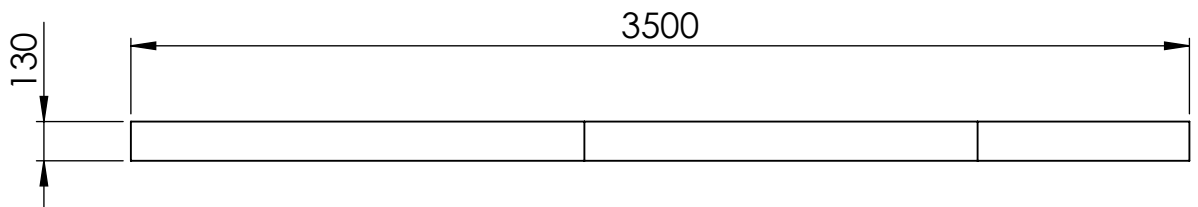
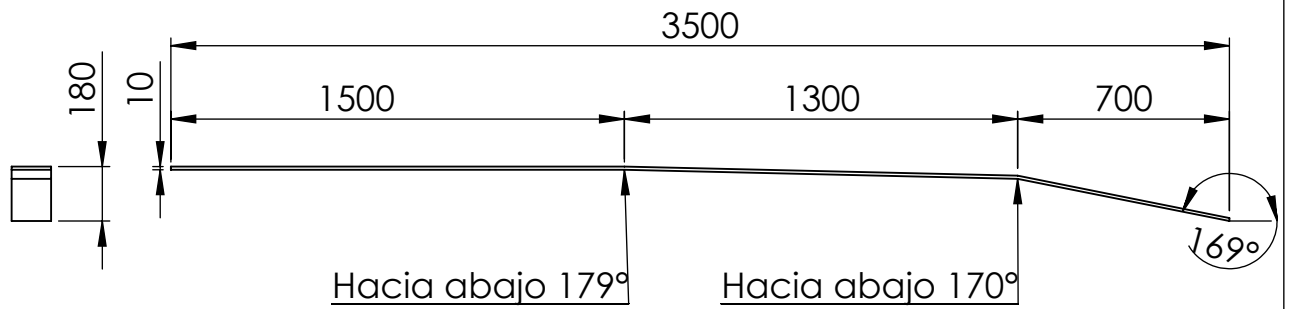
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5
	Nombre	Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN	
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:			SOPORTE PLACA INTERIOR			Material:
Acabado				Escala:			Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 3/16"
Cantidad	2			1 : 4			Código: SE 11 1 0 35
Observaciones	Radio de plegado no indicado R5						Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	mm
	Nombre	Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN	
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:			SOPORTE PLACA EXTERIOR			Material:
Acabado				Escala:			Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 3/16"
Cantidad	2			1 : 4			Código: SE 11 1 01 36
Observaciones	Radio de plegado no indicado R5						Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

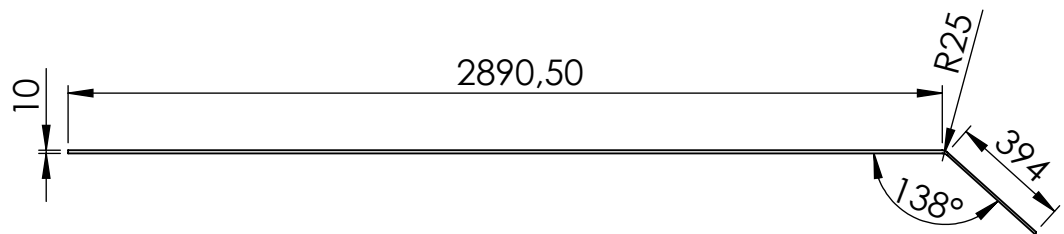
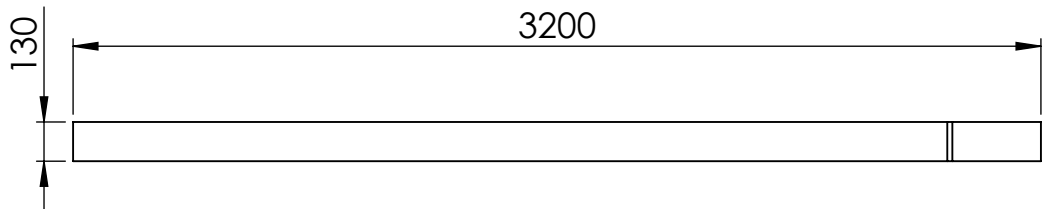
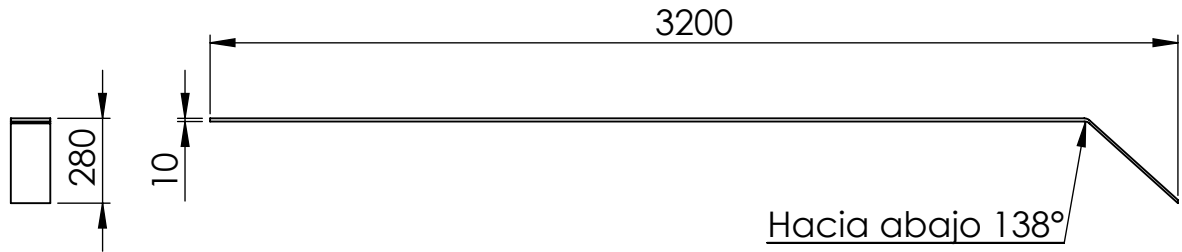


Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:	
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00	
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5	mm
	Nombre	Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN		
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA					
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS					
Aprobó								
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:			CHAPA REFUERZO		Material:		
Acabado				Escala:		Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 3/16"		
Cantidad	4			1 : 1		Código: SE 11 1 01 32		
Observaciones						Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.		



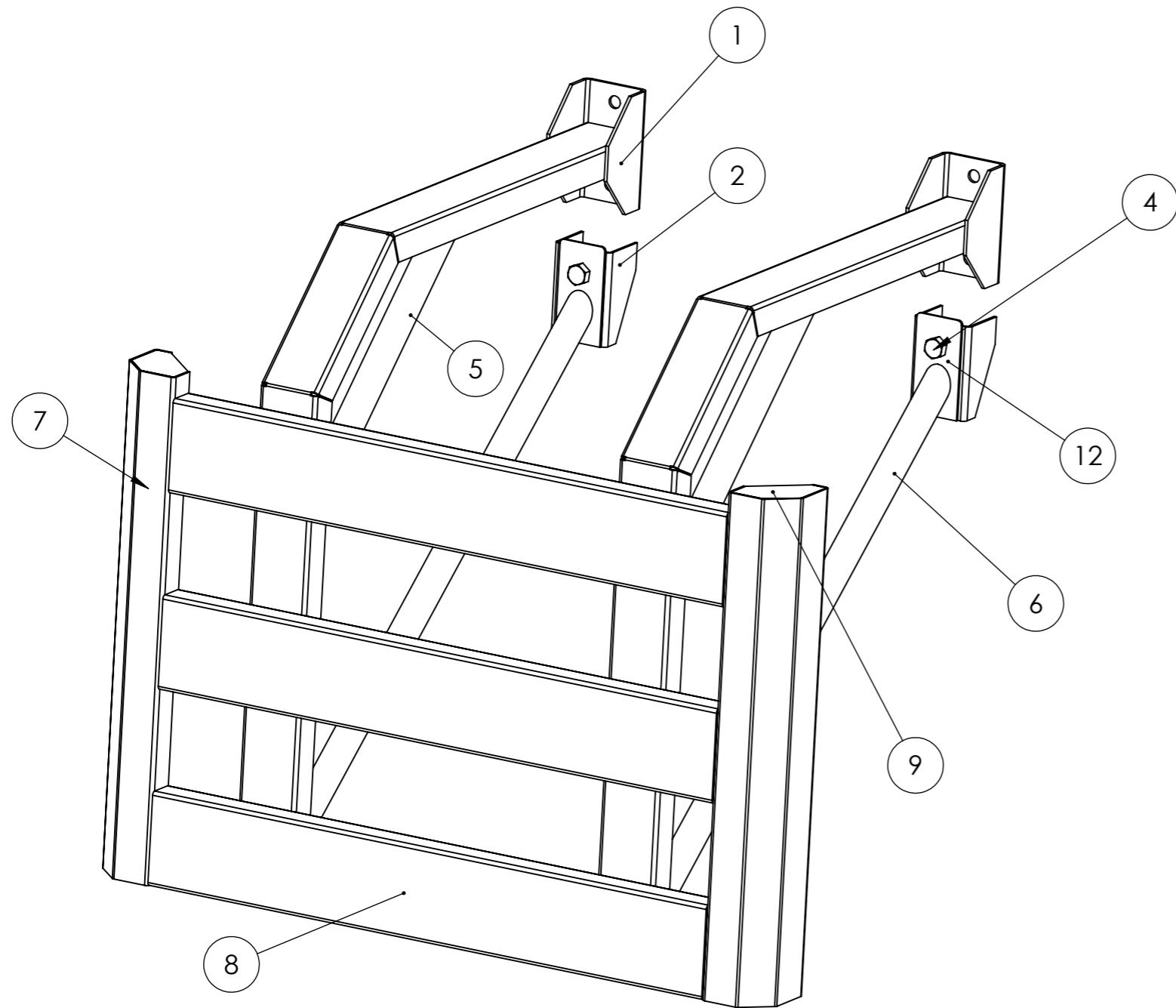
LARGO TOTAL PLANCHUELA DESPLEGADA: 3514,5 mm

Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5
	Nombre	Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN	
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:			Material:			
Acabado	ALA INFERIOR DELANTERA			Planchuela de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 10 mm			
Cantidad	2			Escala: 1 : 1			Código: SE 11 1 01 41
Observaciones							Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

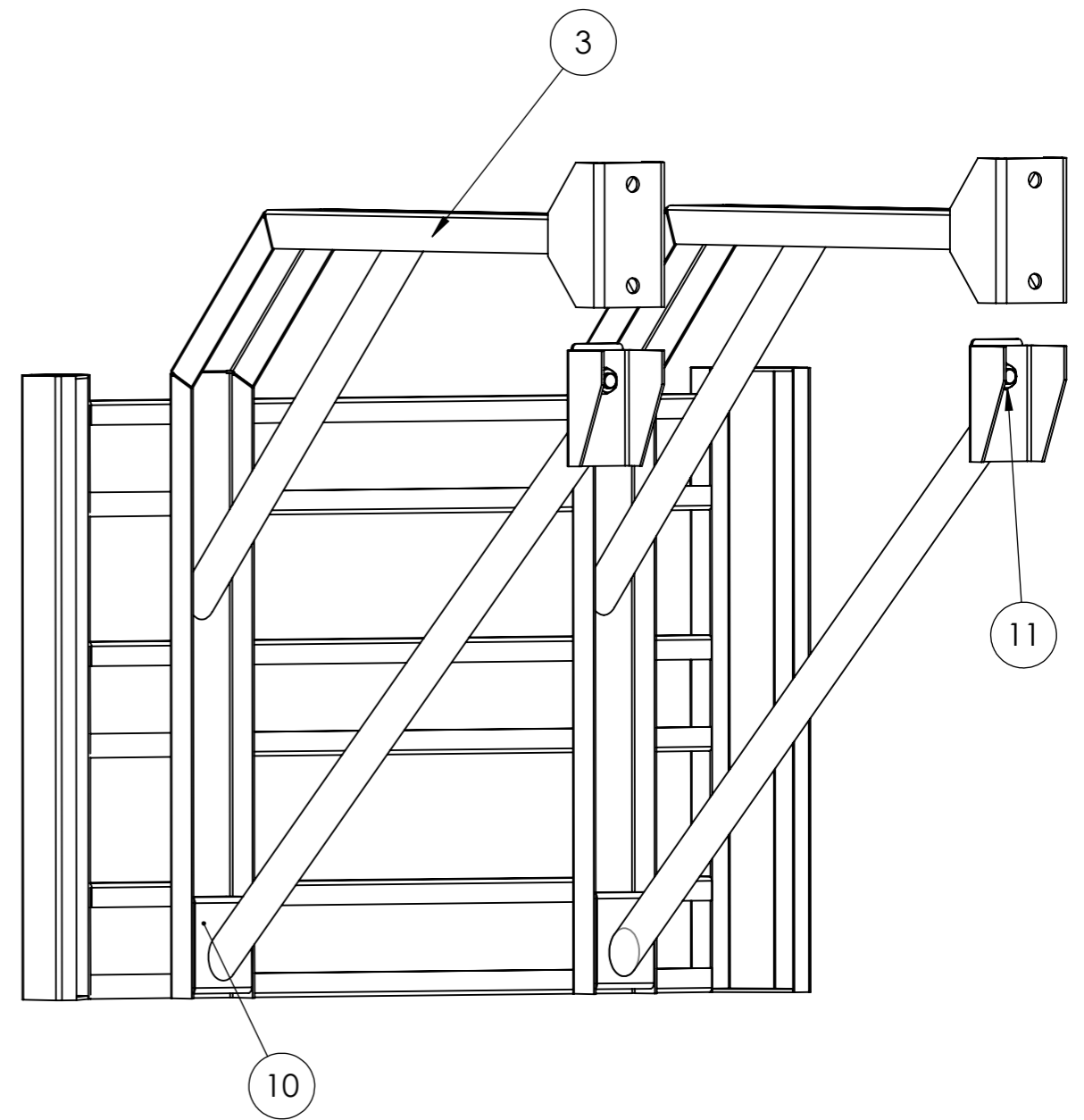


LARGO TOTAL PLANCHUELA DESPELGADA: 3309 mm

	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		ALA SUPERIOR TRASERA	Material:
Acabado			Escala:	Planchuela de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 10 mm
Cantidad	2		1 : 1	Código: SE 11 1 01 42
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



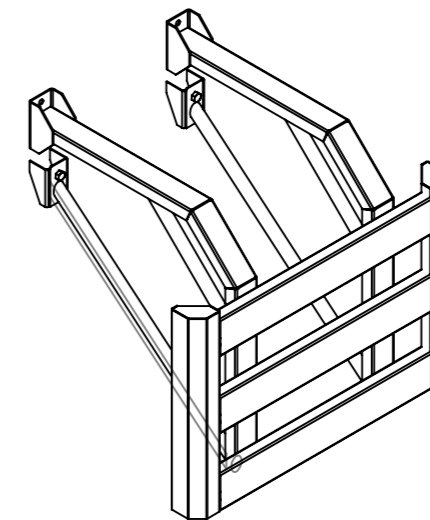
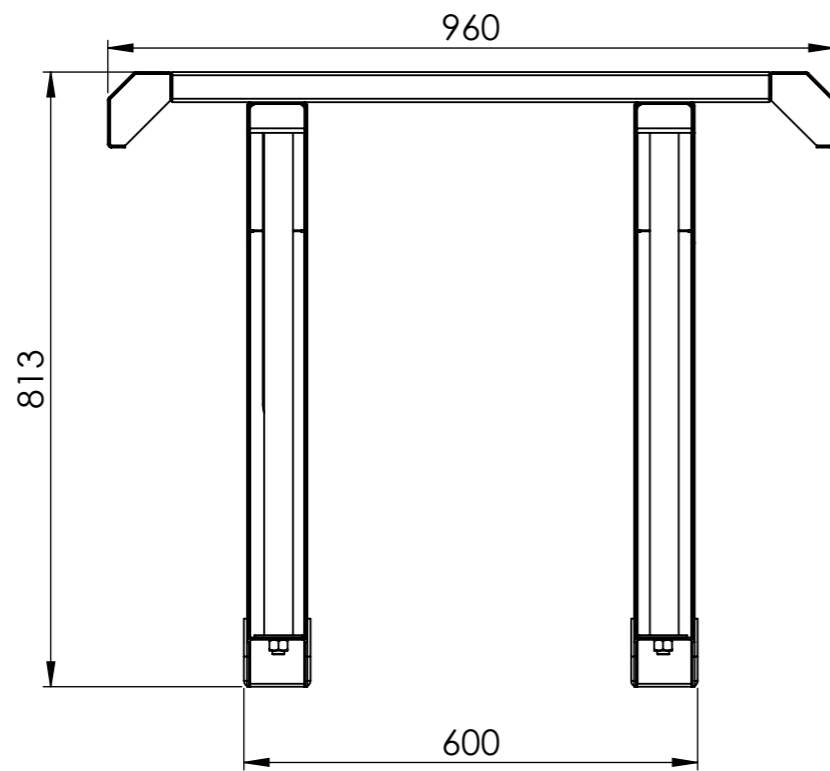
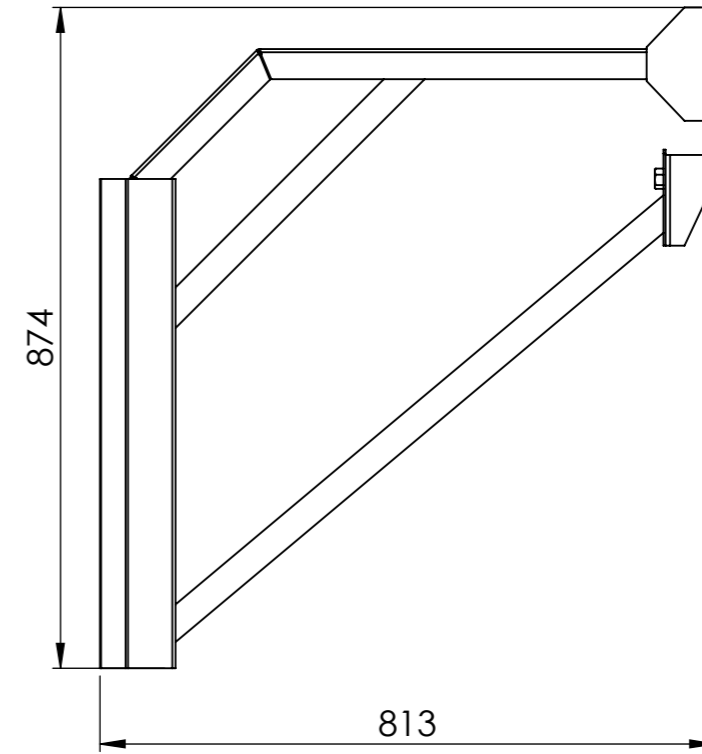
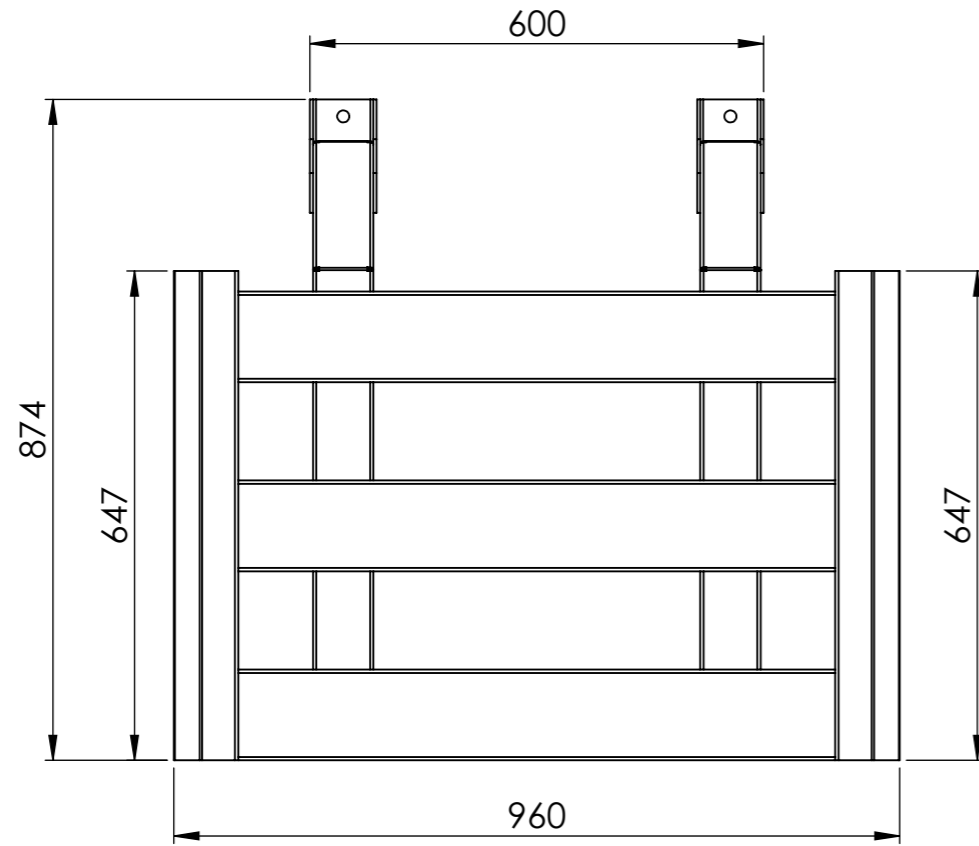
PERSPECTIVA FRONTAL



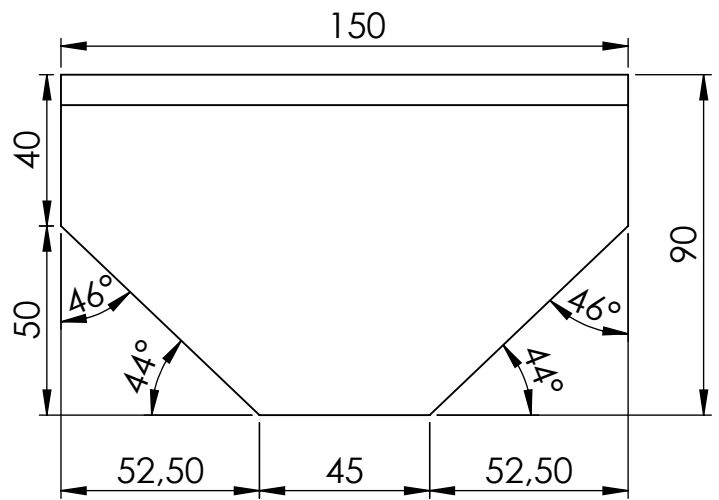
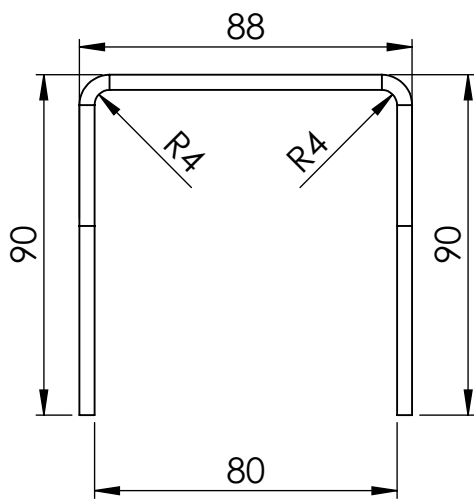
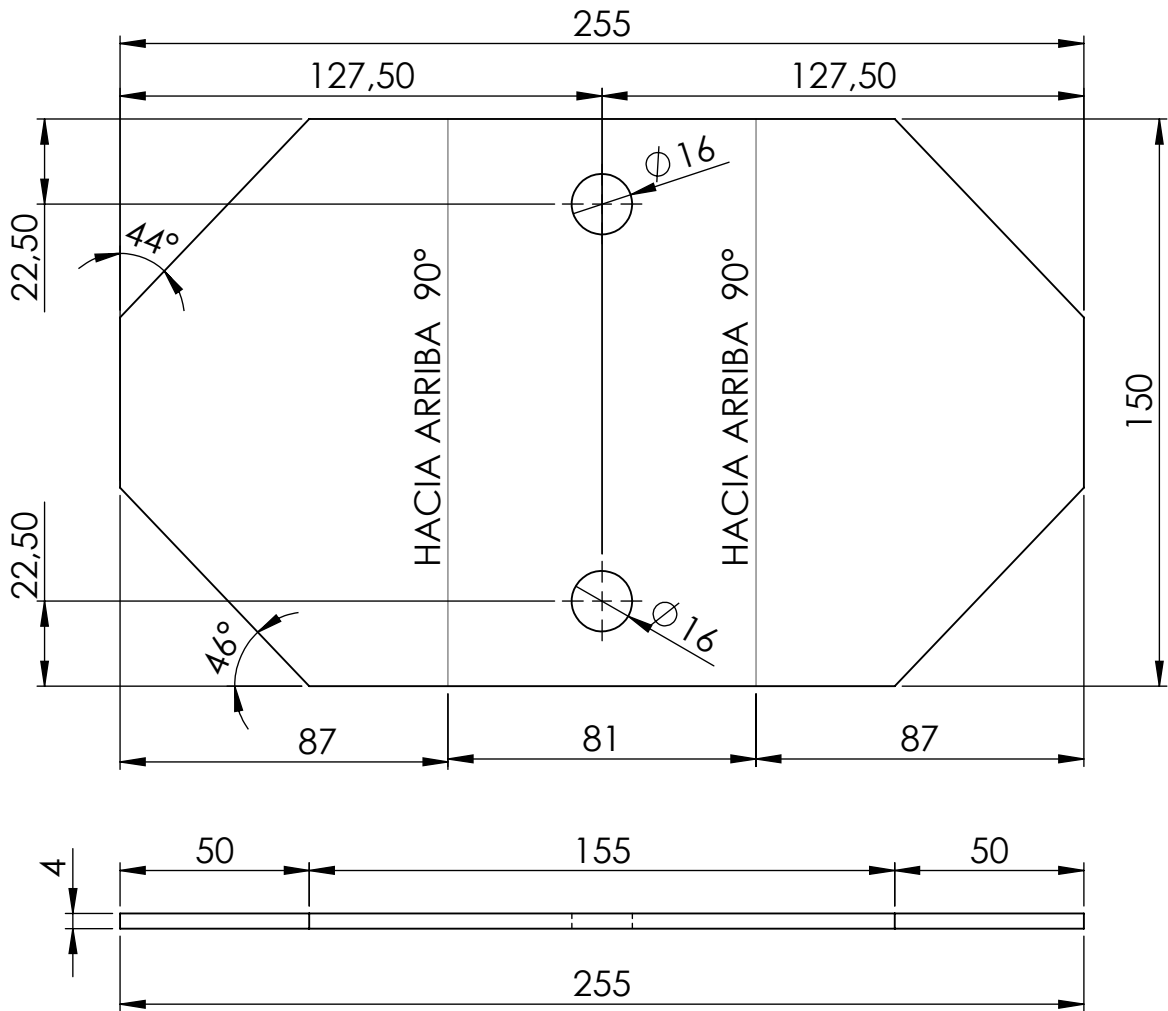
PERSPECTIVA TRASERA

10	Soporte trasero	---	SE 11 1 02 10	2
9	Tapa de esquinero	---	SE 11 1 02 09	4
8	Defensa exterior	---	SE 11 1 02 08	3
7	Esquinero	---	SE 11 1 02 07	2
6	Caño refuerzo inferior	---	SE 11 1 02 06	2
5	Caño refuerzo superior	---	SE 11 1 02 05	2
4	Tornillo de sujeción	Tornillo 5/8" x 1" UNF (STD)	SE 11 1 02 04	6
3	"U" soporte	---	SE 11 1 02 03	2
2	Pivote inferior	---	SE 11 1 02 02	2
1	Pivote superior	---	SE 11 1 02 01	2
Item	Descripción	Observaciones	Código	Cantidad

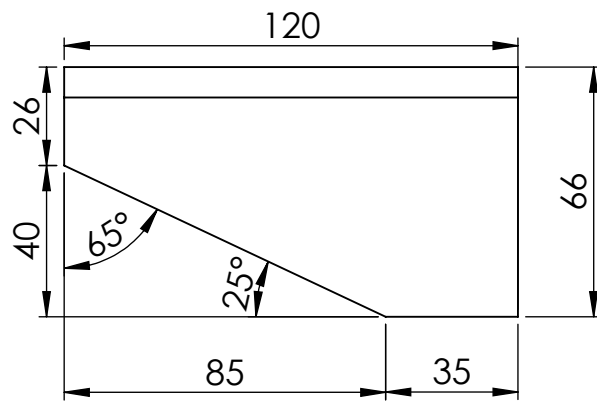
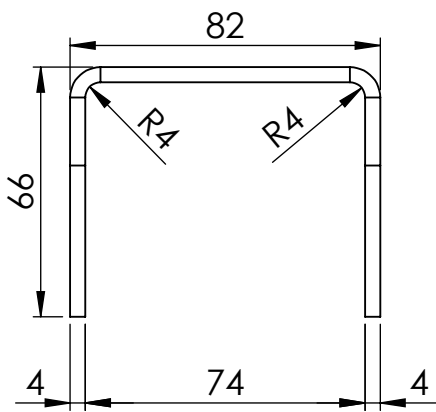
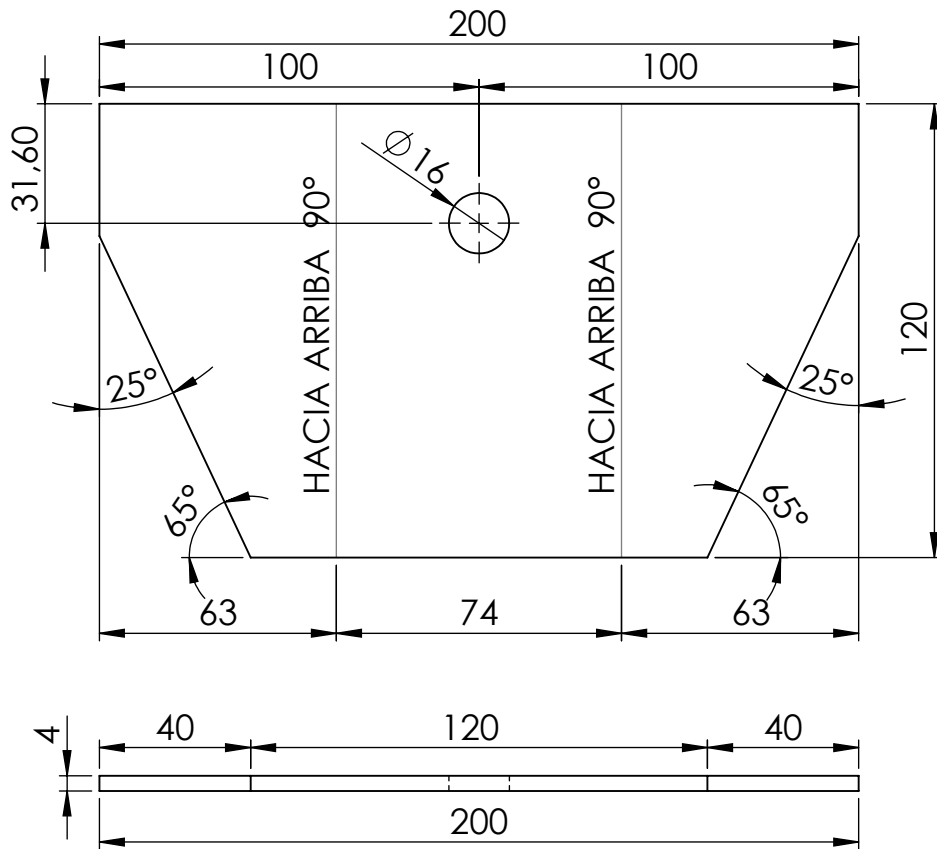
12	Tapa de asiento	---	SE 11 1 02 12	2	
11	Tuerca autofrenante	5/8" UNF (STD)	SE 11 1 02 11	6	
Dibujó		Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Revisó		Serri Micael	25/11/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Aprobó				REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título:		DEFENSA LATERAL GUARDACICLISTA	Material:
Acabado				Escala:	Código: SE 11 1 02 00
Cantidad					Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm
Observaciones					



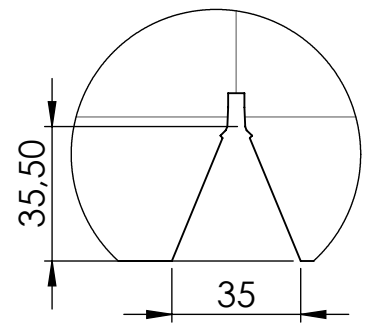
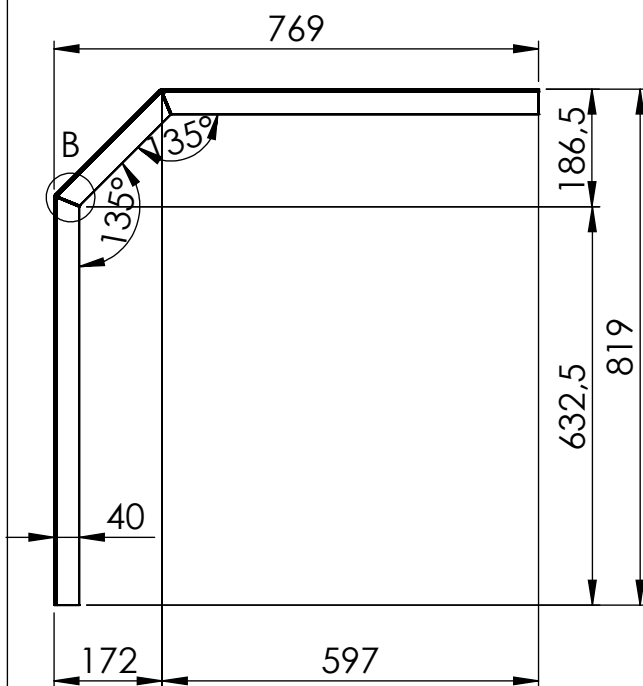
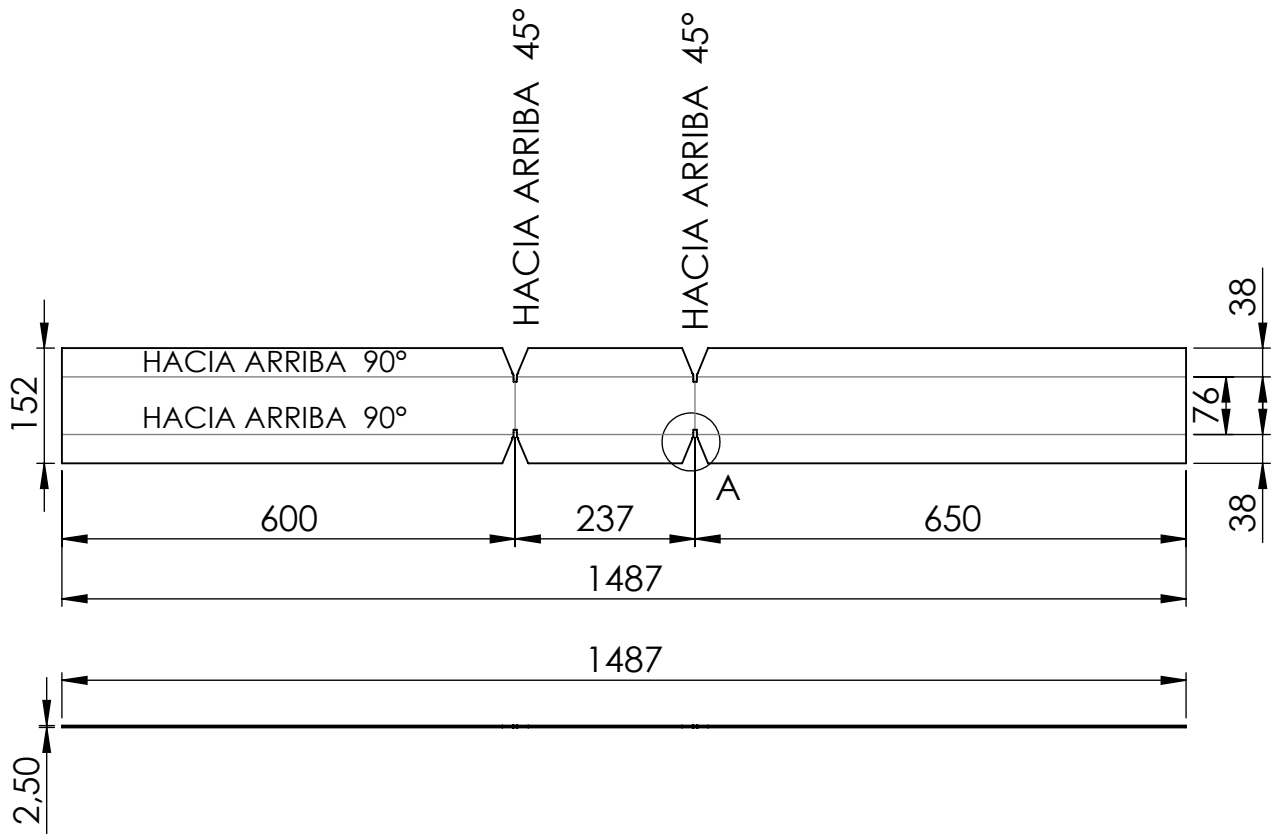
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	30/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	30/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: DEFENSA LATERAL GUARDACICLISTA		Material:
Acabado		Escala:		Código: SE 11 1 02 00
Cantidad		1:10		
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm



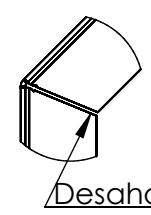
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: PIVOTE SUPERIOR			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 4 mm
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 1 02 01
Cantidad	2			
Observaciones	Radio de plegado R4			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: PIVOTE INFERIOR			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 4 mm
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 1 02 02
Cantidad	2			
Observaciones	Radio de plegado R4			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

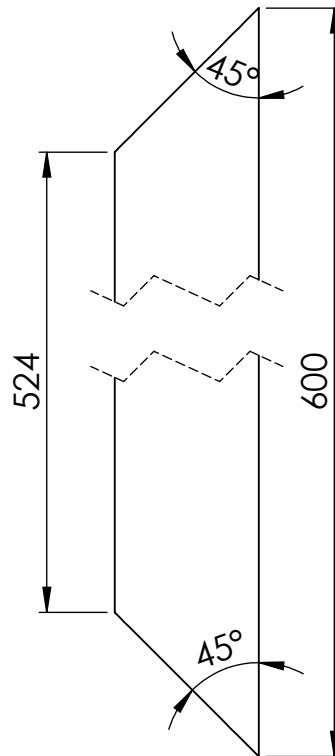
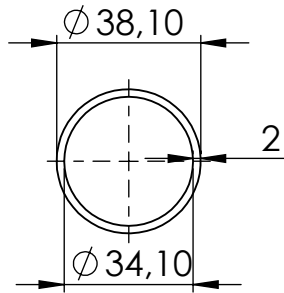


DETALLE A
ESCALA 1 : 2

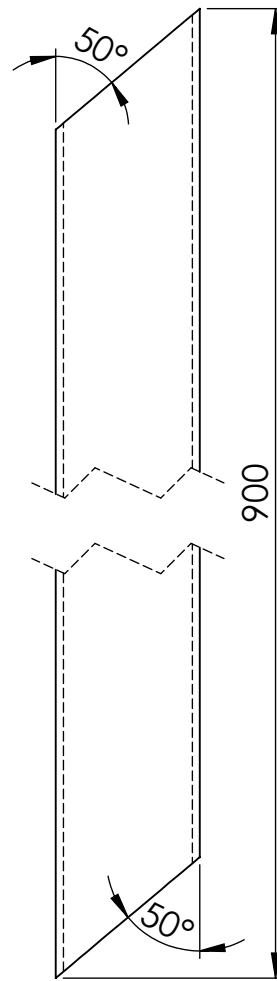
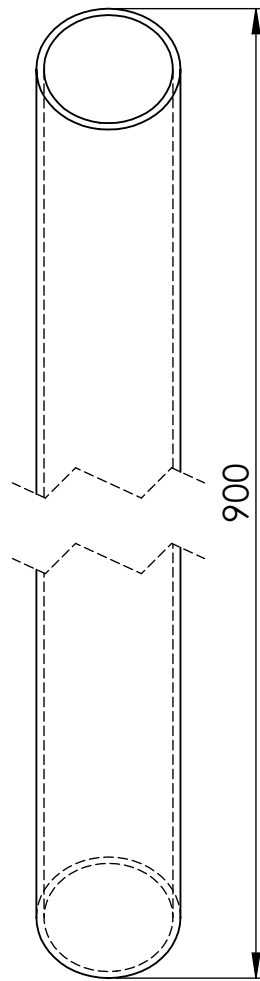
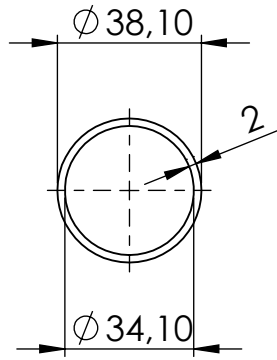


DETALLE B
ESCALA 1:4

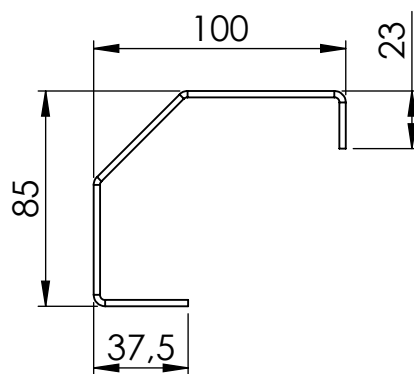
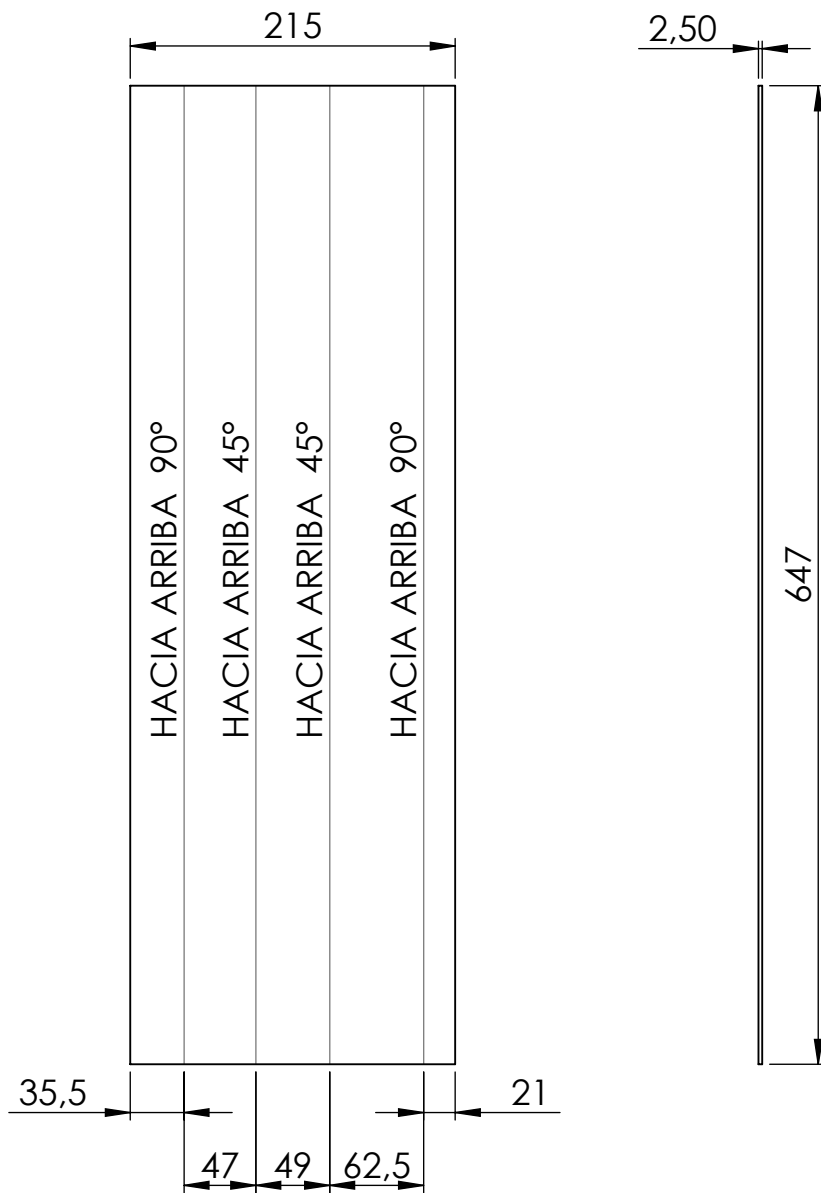
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: "U" SOPORTE			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Calibre N° 12
Acabado			Escala: 1 : 10	Código: SE 11 1 02 03
Cantidad	2			
Observaciones	Radio de plegado no indicado R2			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



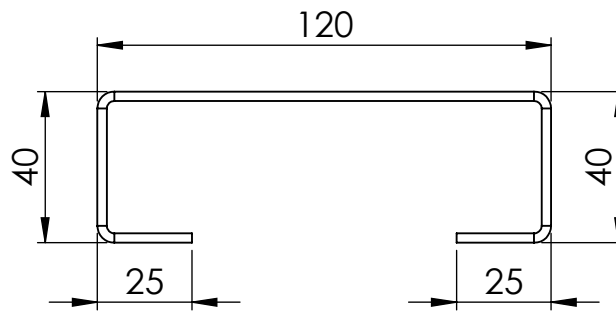
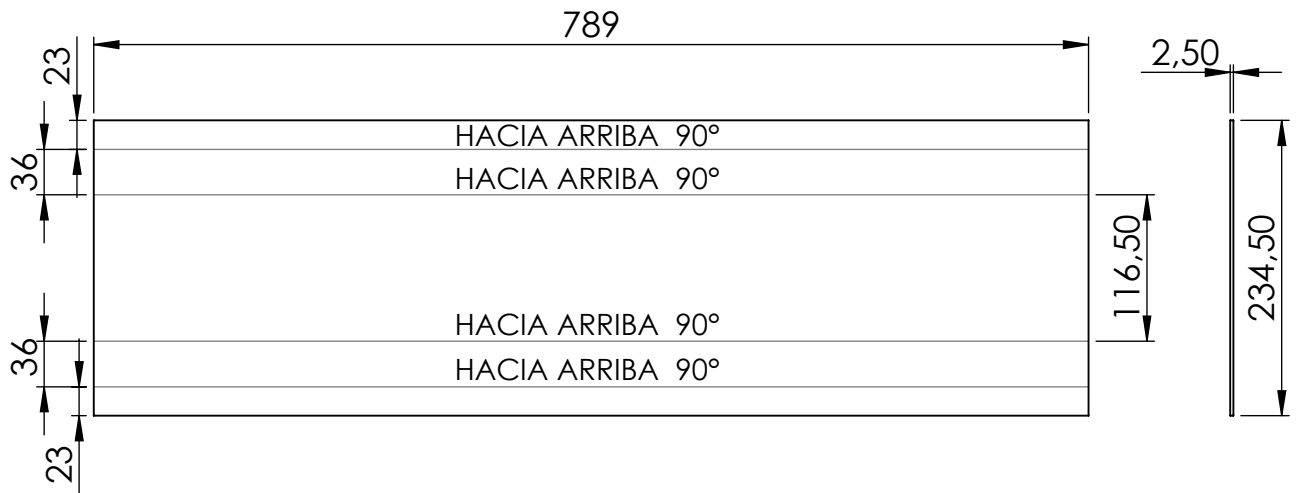
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		CAÑO REFUERZO SUPERIOR	Material: Caño negro biselado IRAM 2502 1 1/2" Espesor 2 mm
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 1 02 05
Cantidad	2			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones				



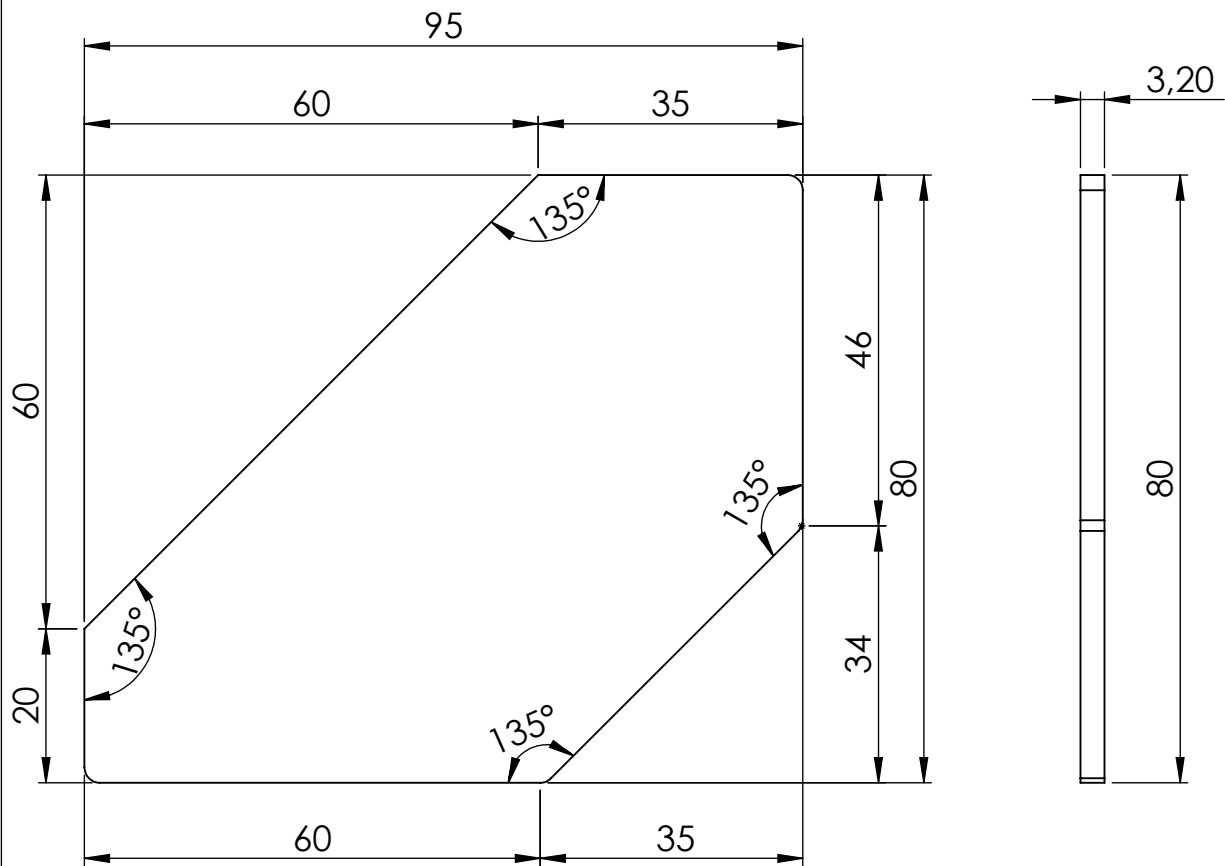
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		CAÑO REFUERZO INFERIOR	Material:
Acabado			Escala:	Caño negro biselado IRAM 2502 1 1/2 Espesor 2 mm
Cantidad	2		1 : 2	Código: SE 11 1 02 06
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



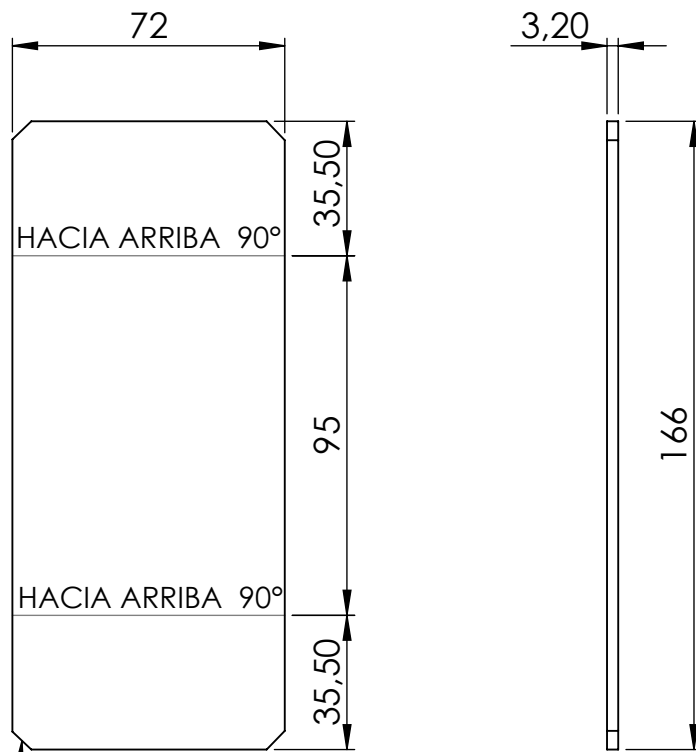
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		ESQUINERO	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad SAE 1010 Calibre N° 12
Cantidad	2		1 : 5	Código: SE 11 1 02 07
Observaciones	Radios de plegado no indicados R2			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



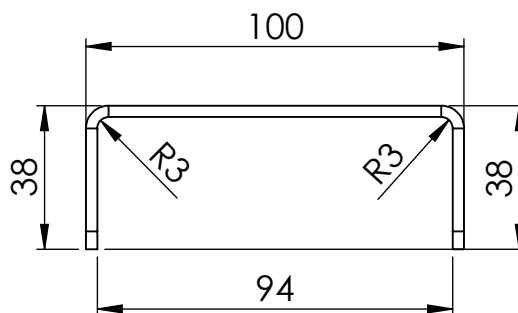
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		DEFENSA EXTERIOR	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad SAE 1010 Calibre N° 12
Cantidad	3		1 : 6	Código: SE 11 1 02 08
Observaciones	Radio de plegado no indicado R2			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



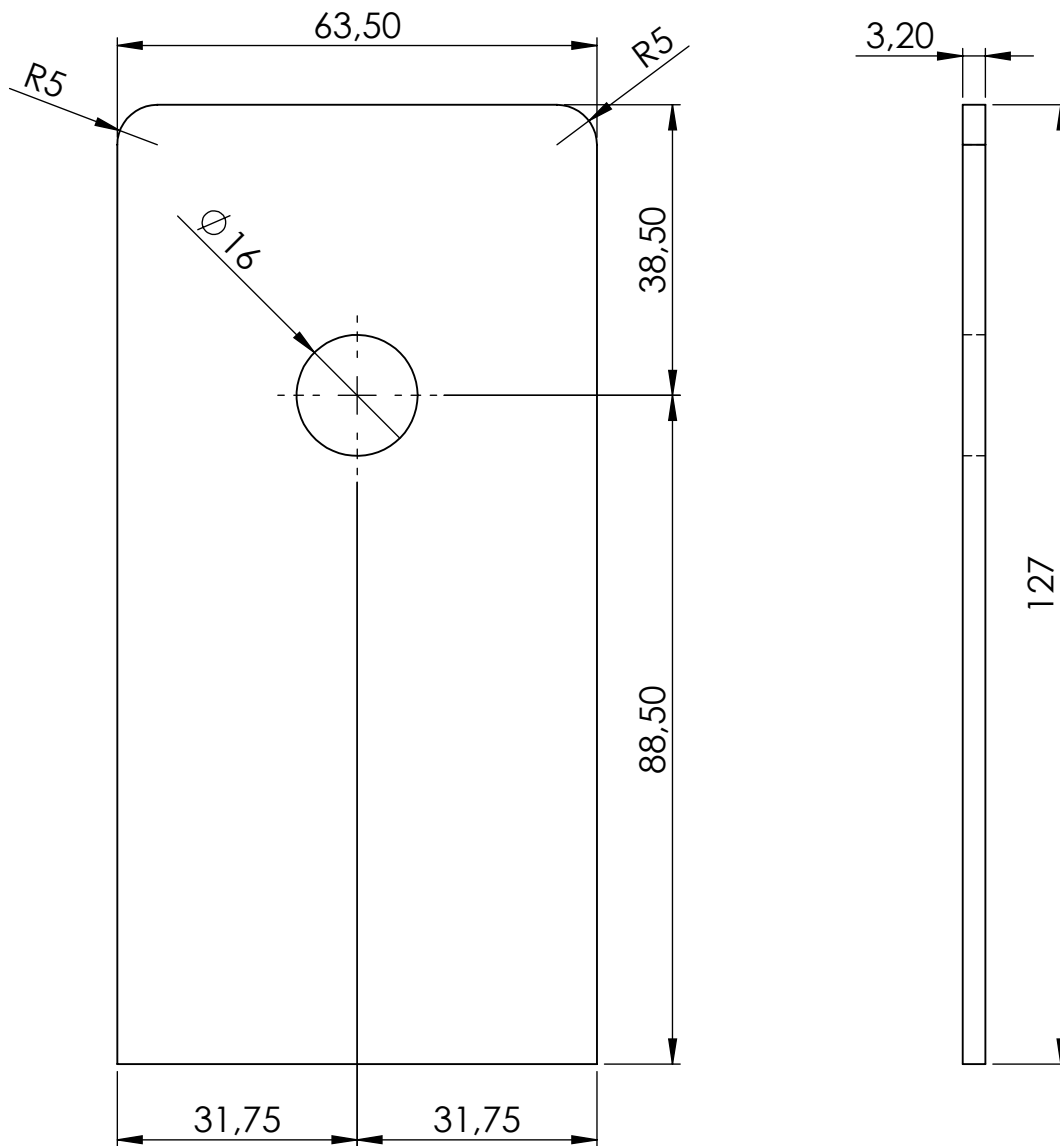
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: TAPA DE ESQUINERO			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 1/8"
Acabado			Escala: 1 : 1	Código: SE 11 1 02 09
Cantidad	4			
Observaciones	Redondeos no indicados R2			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



4 Chalflanes 3 x 45°

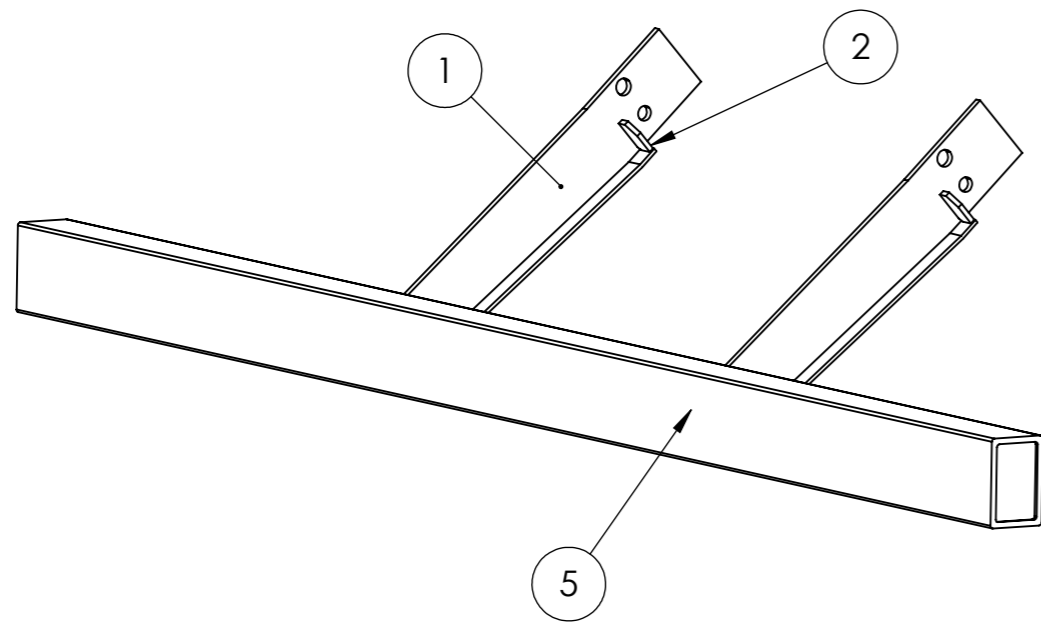


	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: SOPORTE TRASERO			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 1/8"
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 1 02 10
Cantidad	2			
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

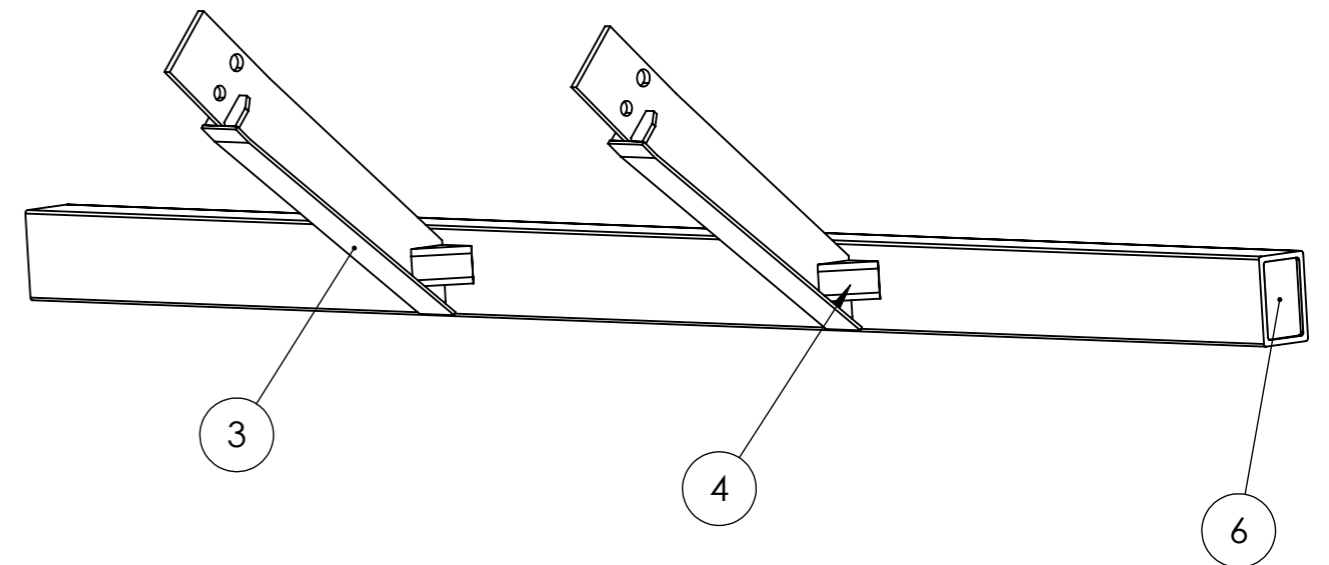


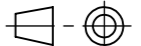
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: TAPA DE ASIENTO			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 1/8"
Acabado			Escala: 1 : 1	Código: SE 11 1 02 12
Cantidad	2			
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

PERSPECTIVA FRONTAL

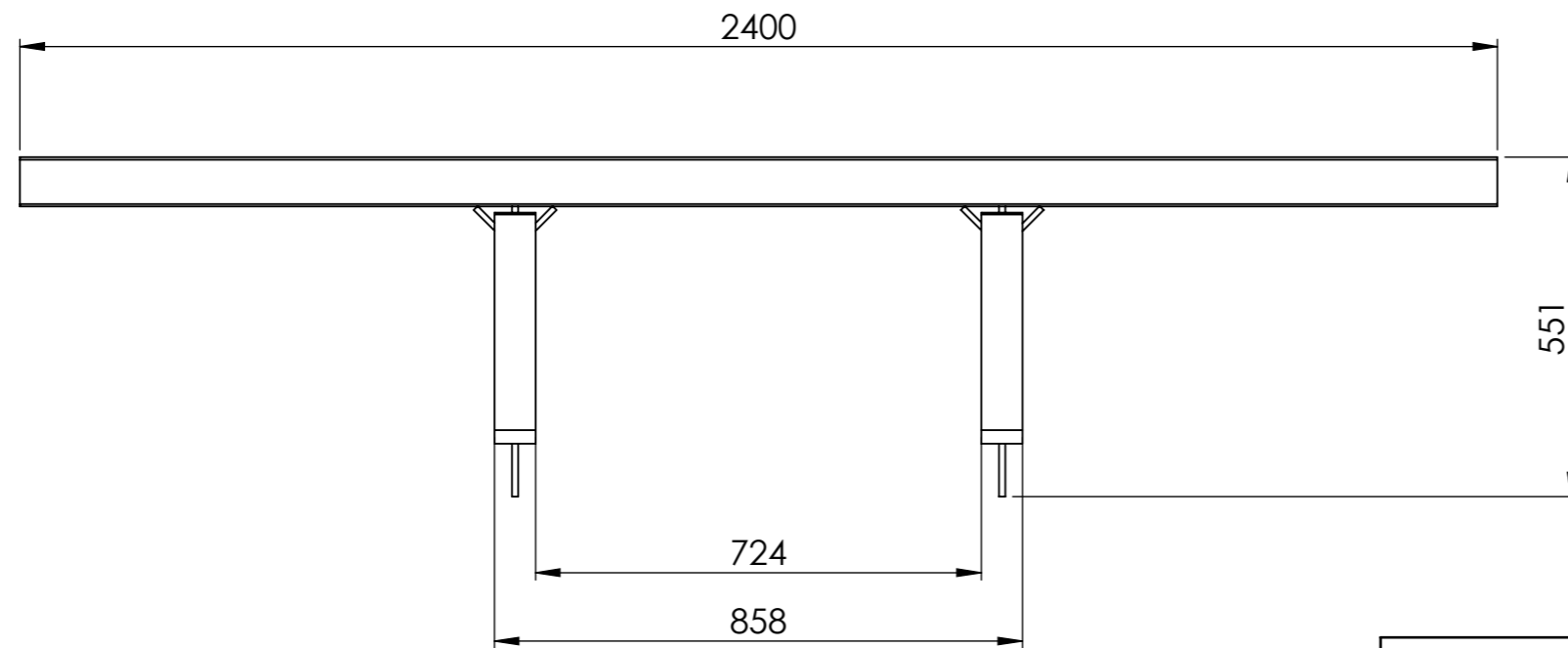
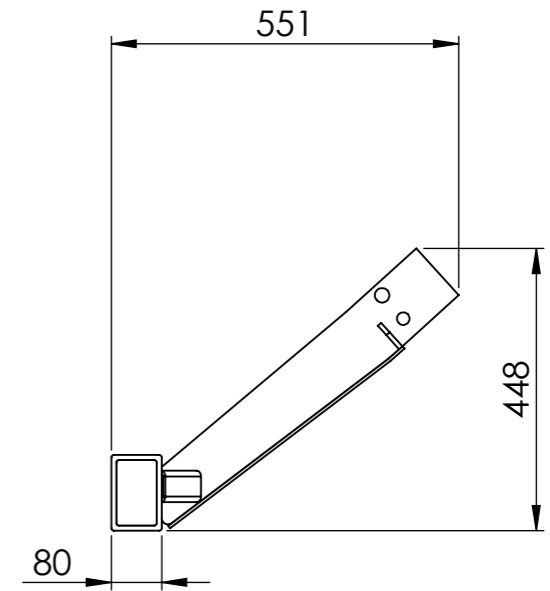
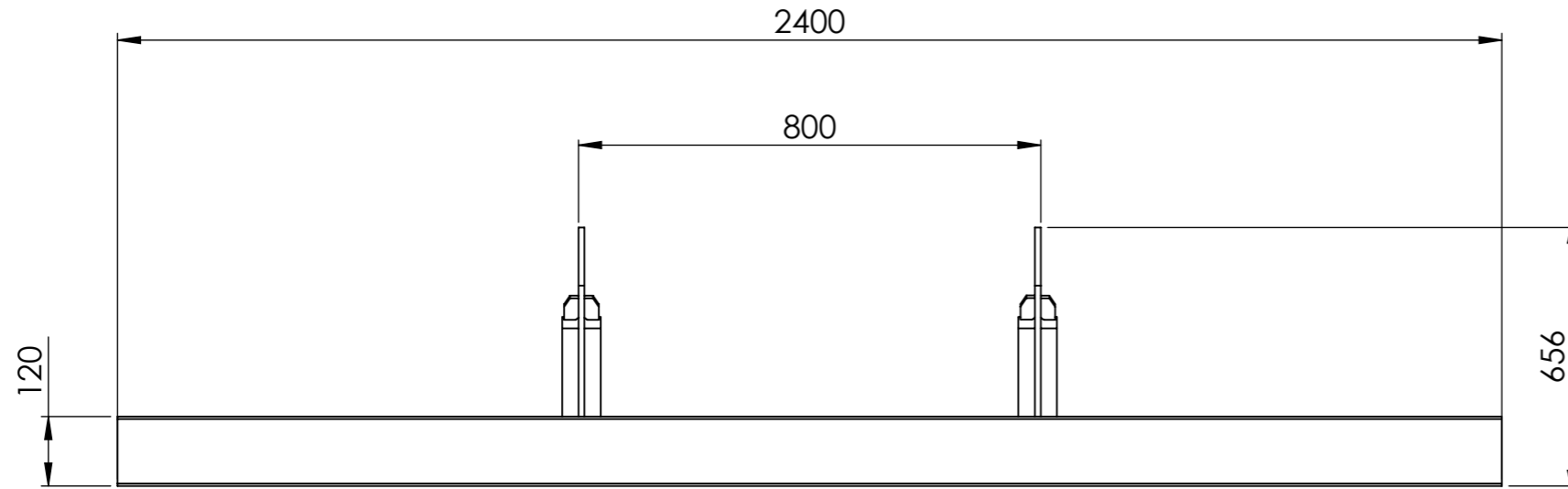


PERSPECTIVA POSTERIOR

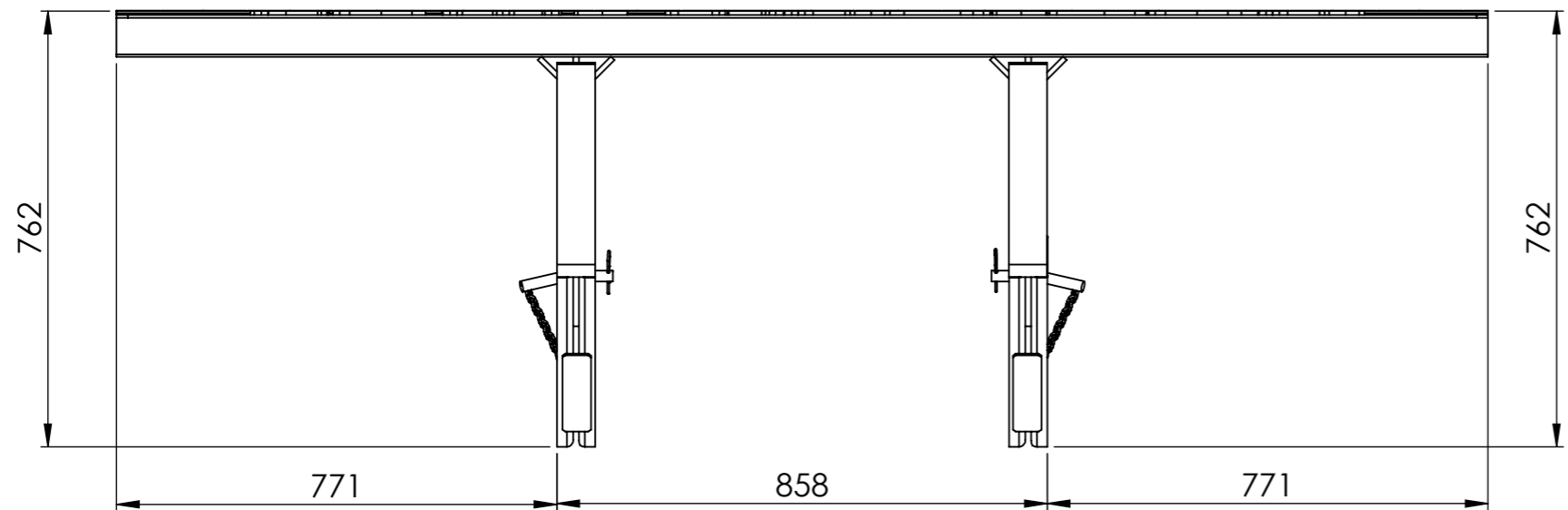
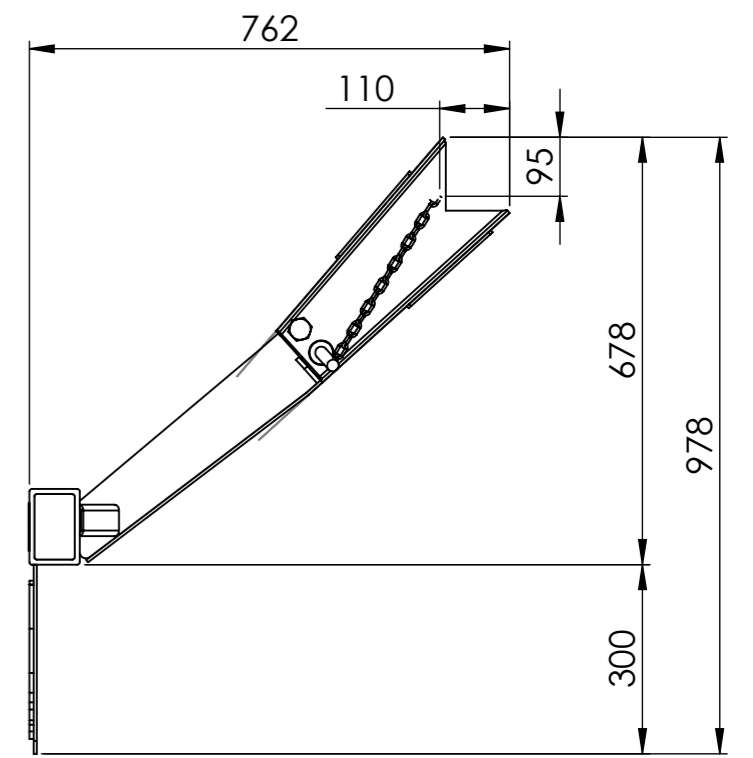
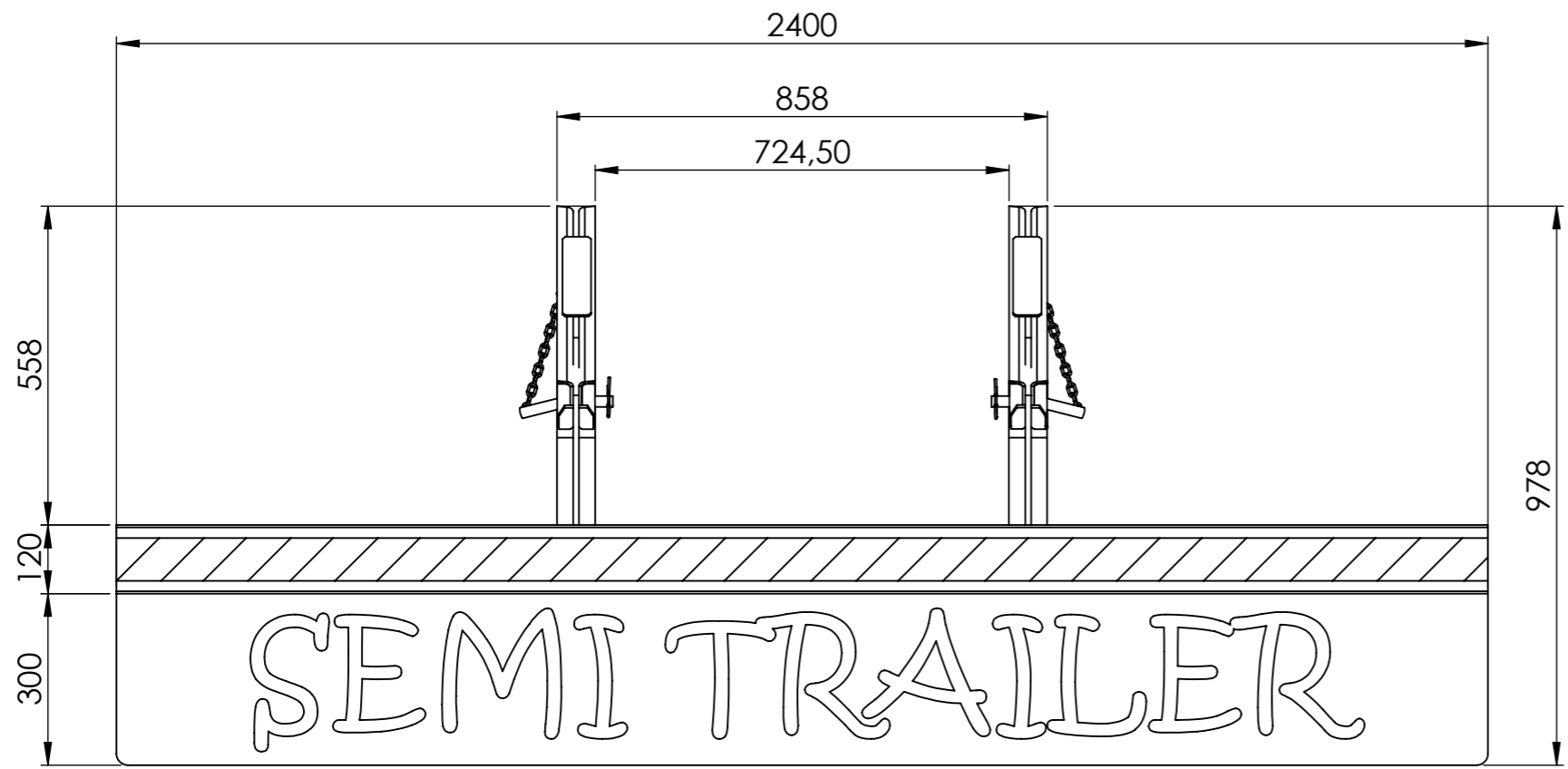


Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	mm
Nombre		Fecha	Producto:		FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN		
Dibujó		25/11/20	SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó		25/11/20	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título:			Material:		
		PARAGOLPES TRASERO SOLDADO					
Acabado					Escala:		
Cantidad					1 : 10		
Observaciones							
							Código: SE 11 1 03 00
							Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm

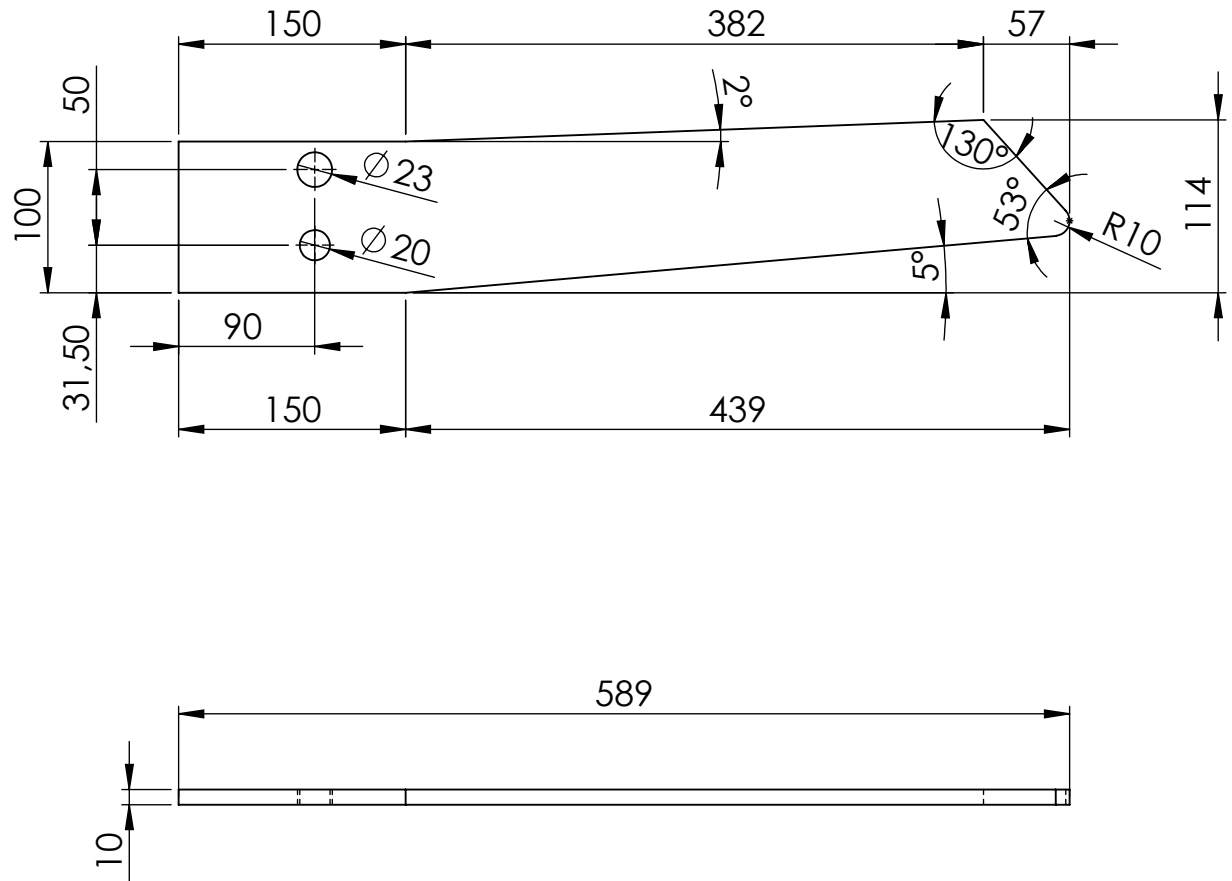
6	Tapa de paragolpes	---	SE 11 1 03 15	2
5	Paragolpes	---	SE 11 1 03 13	1
4	Refuerzo de paragolpes	---	SE 11 1 03 12	4
3	Base de placa pivote	---	SE 11 1 03 11	2
2	Tope	---	SE 11 1 03 05	4
1	Placa pivote	---	SE 11 1 03 04	2
Item	Descripción	Observaciones	Código	Cantidad



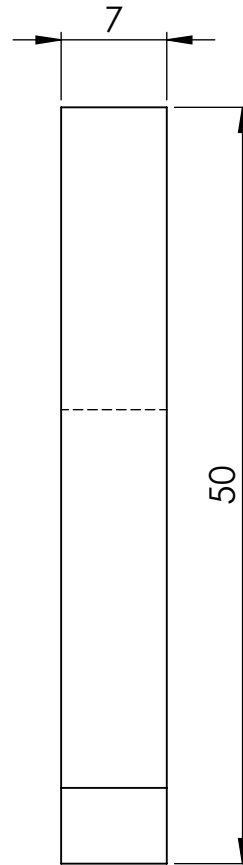
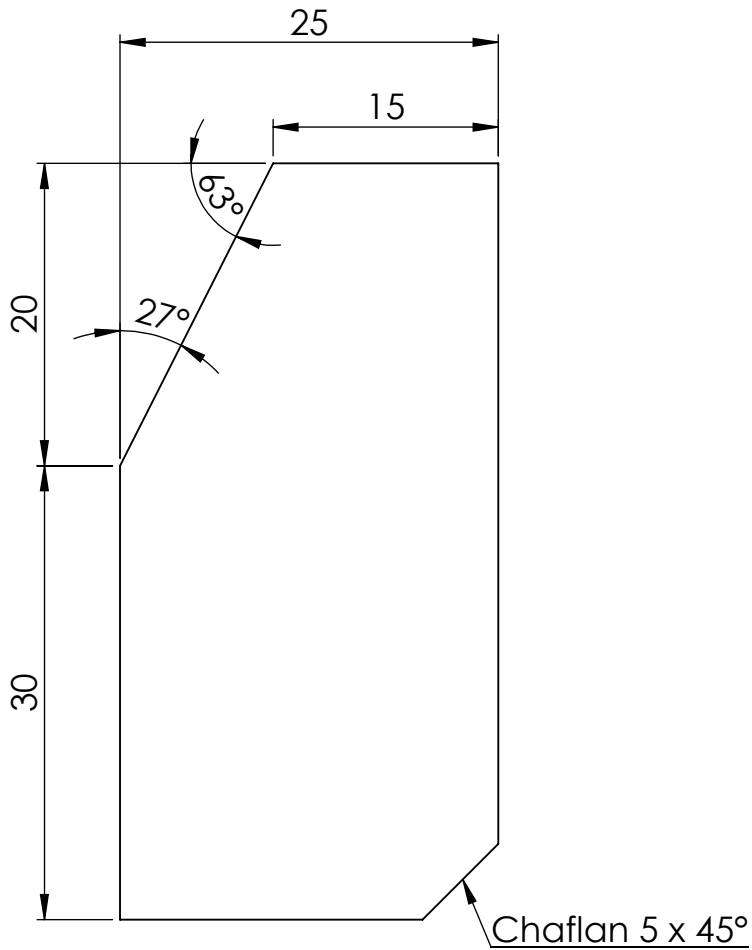
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)		< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5
		Nombre	Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó		Serri Micael		SEMIRREMOLQUE BATEA			
Revisó		Serri Micael		REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: PARAGOLPES TRASERO SOLDADO DIMENSIONES GENERALES				Material:	
Acabado					Escala: 1 : 12		Código: SE 11 1 03 00
Cantidad					Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm		
Observaciones							



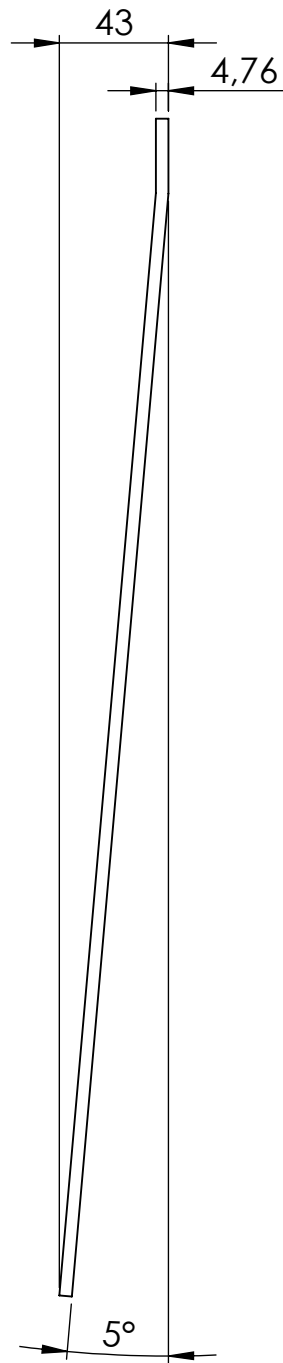
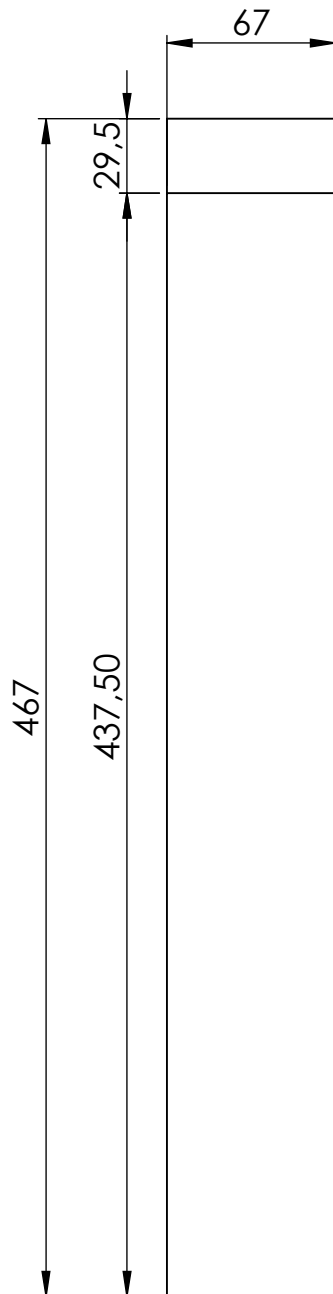
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5
		Nombre	Fecha	Producto:		FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN	
Dibujó		Serri Micael		SEMIREMOLQUE BATEA			
Revisó		Serri Micael		REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Aprobó				Título: PARAGOLPES TRASERO ENSAMBLADO DIMENSIONES GENERALES		Material:	
Acabado				Escala:		Código: SE 11 1 03A 00	
Cantidad				1 : 12		Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm	
Observaciones							



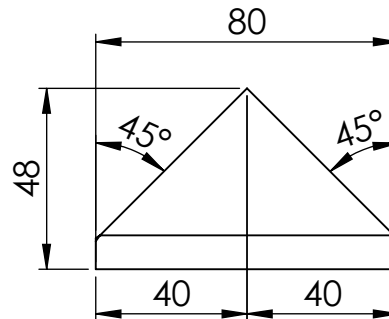
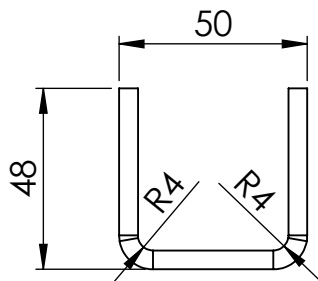
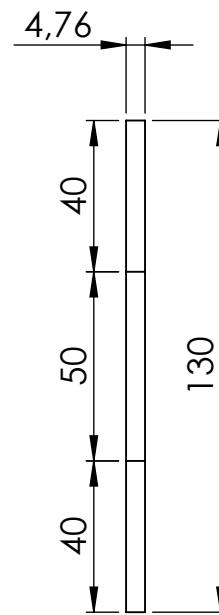
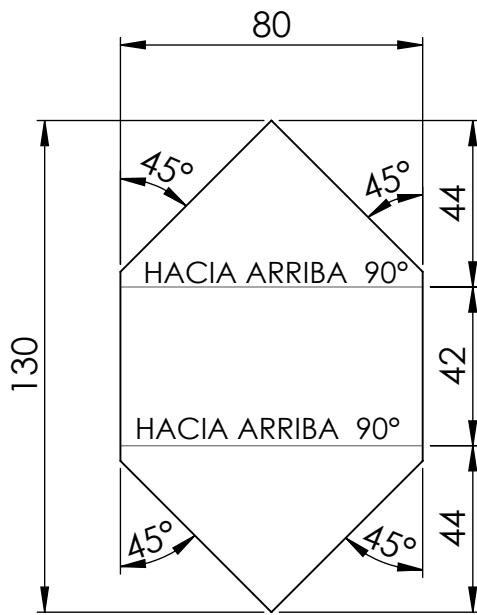
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: PLACA PIVOTE			Material: Planchuela de acero calidad SAE 1010 Espesor 10 mm
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 1 03 04
Cantidad	2			
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



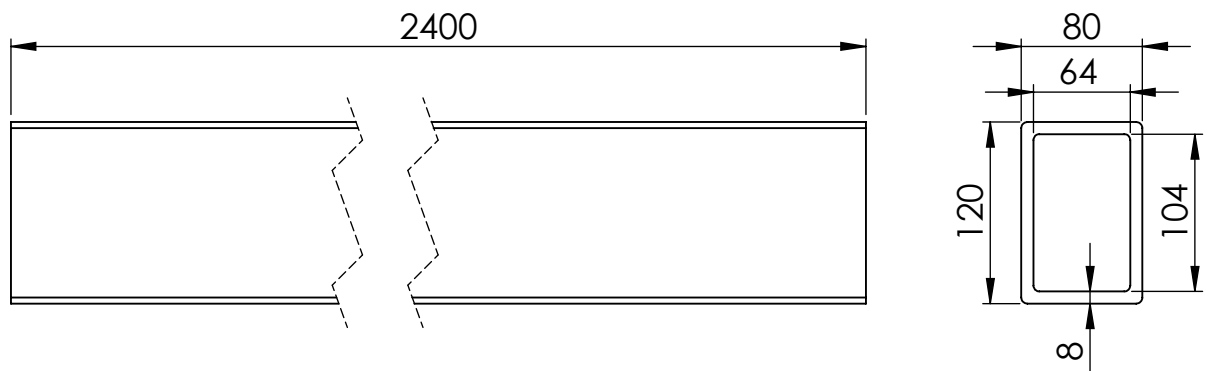
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		TOPE	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 7 mm
Cantidad	4		2 : 1	Código: SE 11 1 03 05
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



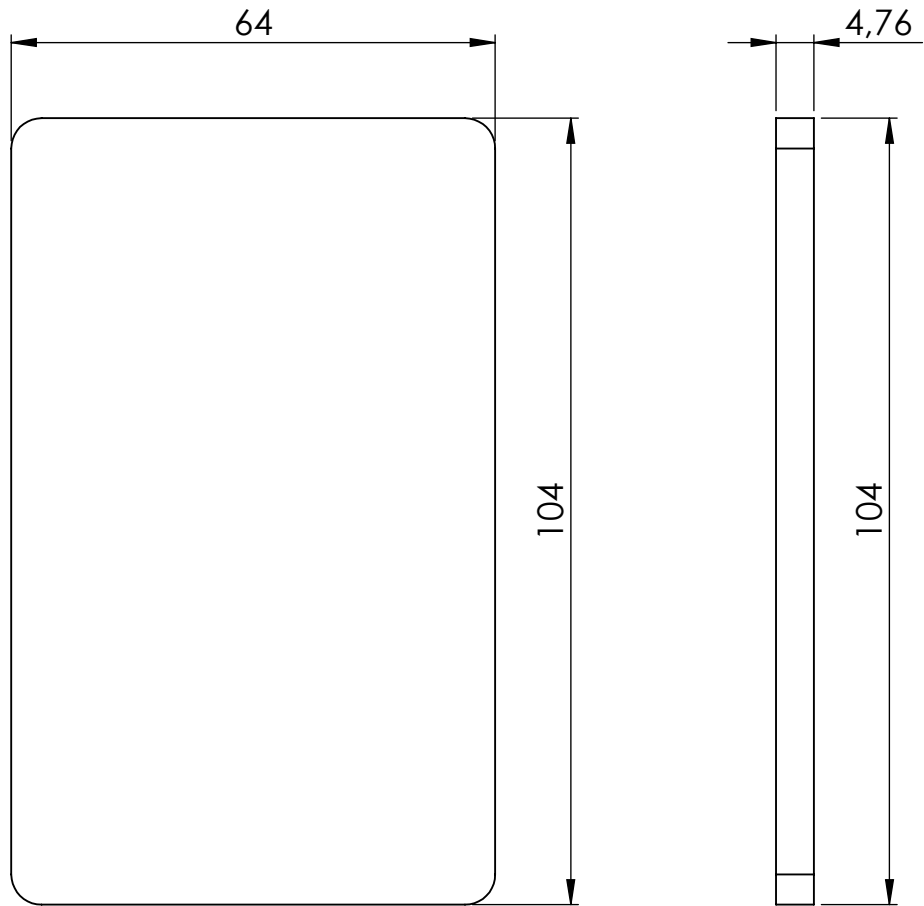
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		BASE DE PLACA PIVOTE	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 3/16"
Cantidad	2		1 : 3	Código: SE 11 1 03 11
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



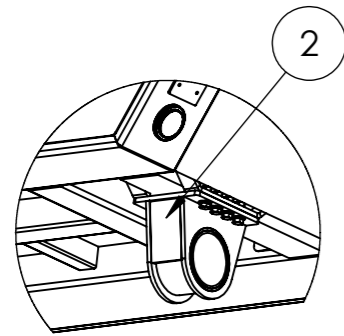
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		REFUERZO DE PARAGOLPES	Material:
Acabado				Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 3/16"
Cantidad	4		Escala:	Código: SE 11 1 03 12
Observaciones	Radio de plegado R4			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



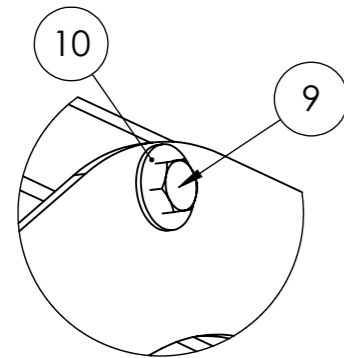
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		PARAGOLPES	Material: Tubo rectangular calidad Strenx 960E 120 x 80 x 8 mm
Acabado			Escala:	Código: SE 11 1 03 13
Cantidad	1		1 : 5	
Observaciones	Radios no indicados R4			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



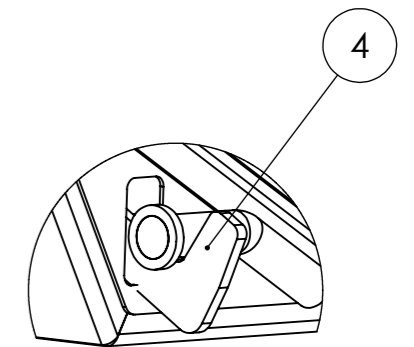
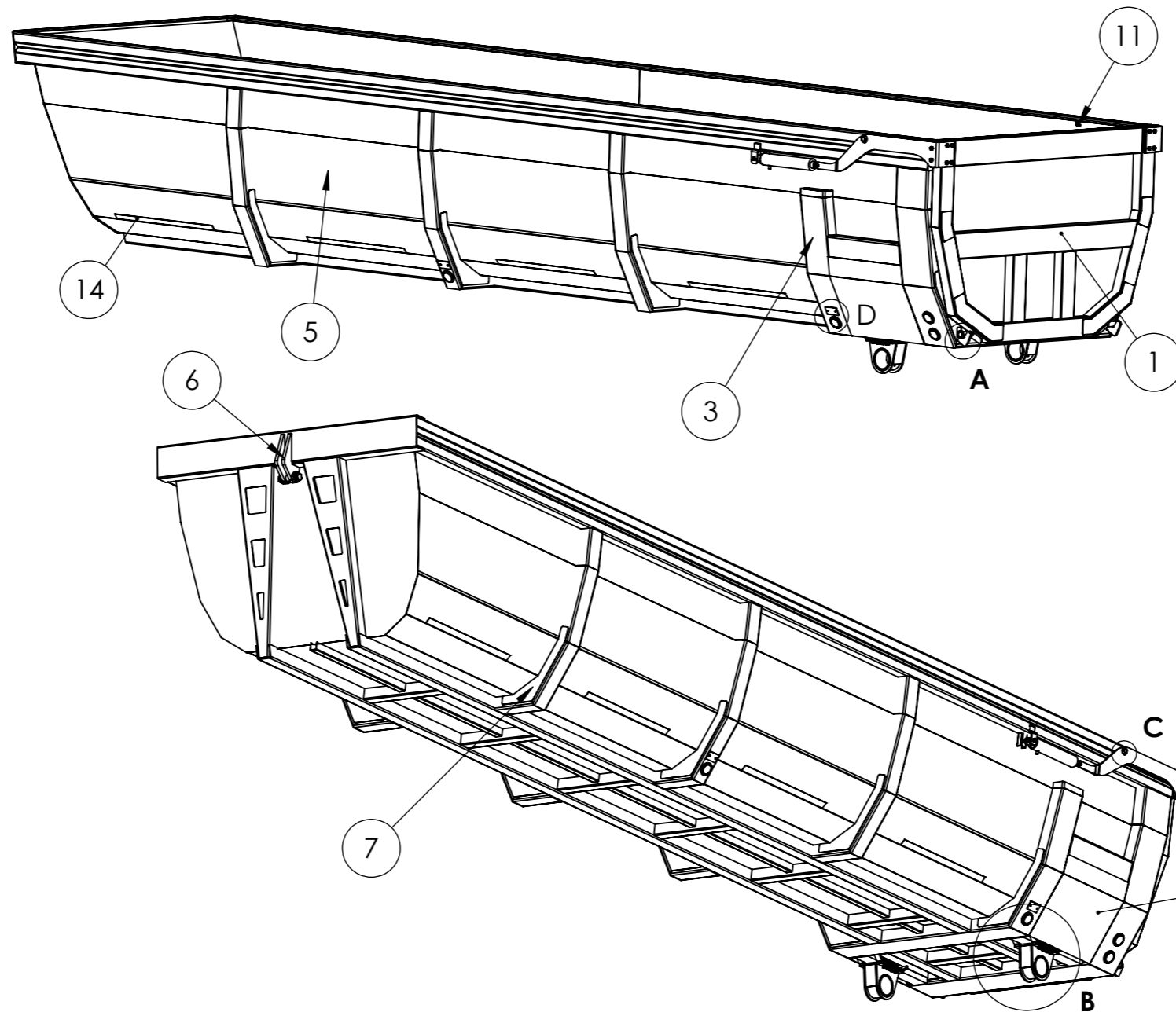
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: TAPA DE PARAGOLPES			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 3/16"
Acabado			Escala: 1 : 1	Código: SE 11 1 03 15
Cantidad	2			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones	Radios no indicados R4			



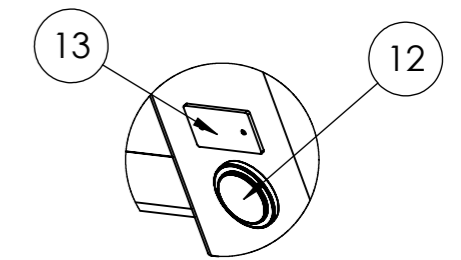
DETALLE B
ESCALA 1 : 20



DETALLE C
ESCALA 1 : 5



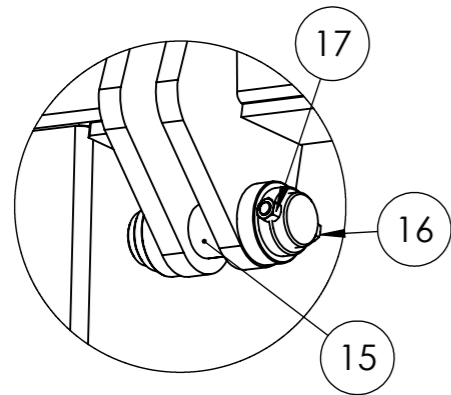
DETALLE A
ESCALA 1 : 7



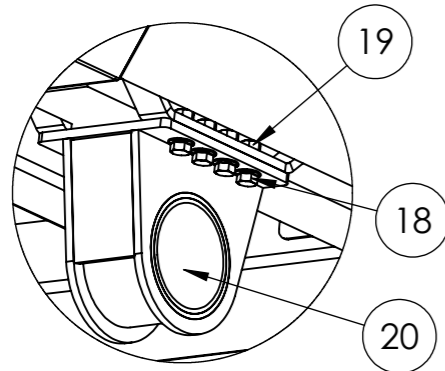
DETALLE D
ESCALA 1 : 10

14	Cinta reflectante	Color blanca 50 mm x 760 mm	SE 11 2 00 40	8
13	Reflector catadióptrico	Color ambar	SE 11 2 00 35	4
12	Faro lateral	BAIML Color ambar	SE 11 2 00 30	8
11	Tuerca	Tuerca autofrenante 1/2" UNF(STD)	SE 11 2 00 25	2
10	Arandela	Arandela plana 1/2" (STD)	SE 11 2 00 20	4
9	Tornillo pivote	Tornillo 1/2" x 2 1/2" UNF (STD)	SE 11 2 00 15	2
8	Tapa trasera de marco	---	SE 11 2 00 10	2
7	Refuerzo costillas	---	SE 11 2 00 05	20
6	Pivote superior de hidraulico	---	SE 11 2 06 00	1
5	Chapas de recubrimiento	---	SE 11 2 05 00	1
4	Mecanismo de cierre	---	SE 11 2 04 00	1
3	Estructura resistente	---	SE 11 2 03 00	1
2	Manota pivote	---	SE 11 2 02 00	2
1	Portón trasero	---	SE 11 2 01 00	1
Item	Descripción Subconjunto	Observaciones	Código	Cantidad

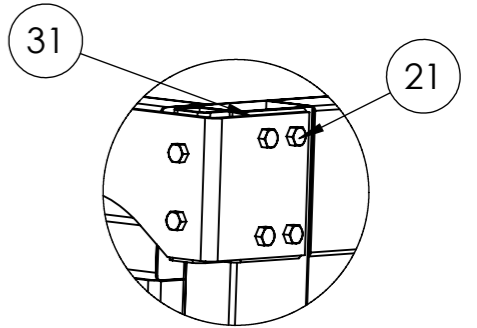
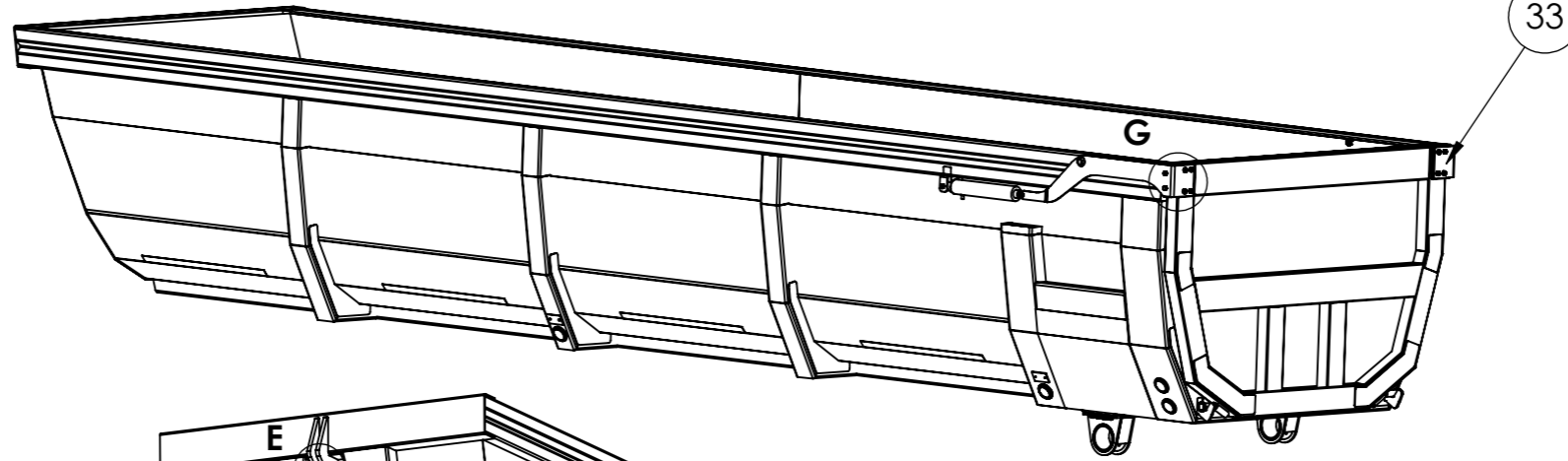
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5 mm
Nombre		Fecha	Producto:		FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN		
Dibujó		10/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó		10/03/21	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO			Título:			Material:	
			Batea ensamblada (1/2)				
Acabado				Escala:		Código: SE 11 2 00 00	
Cantidad				1 : 40		Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm	
Observaciones							



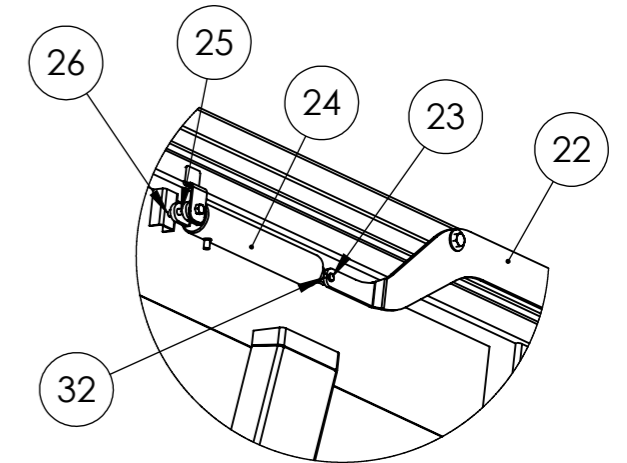
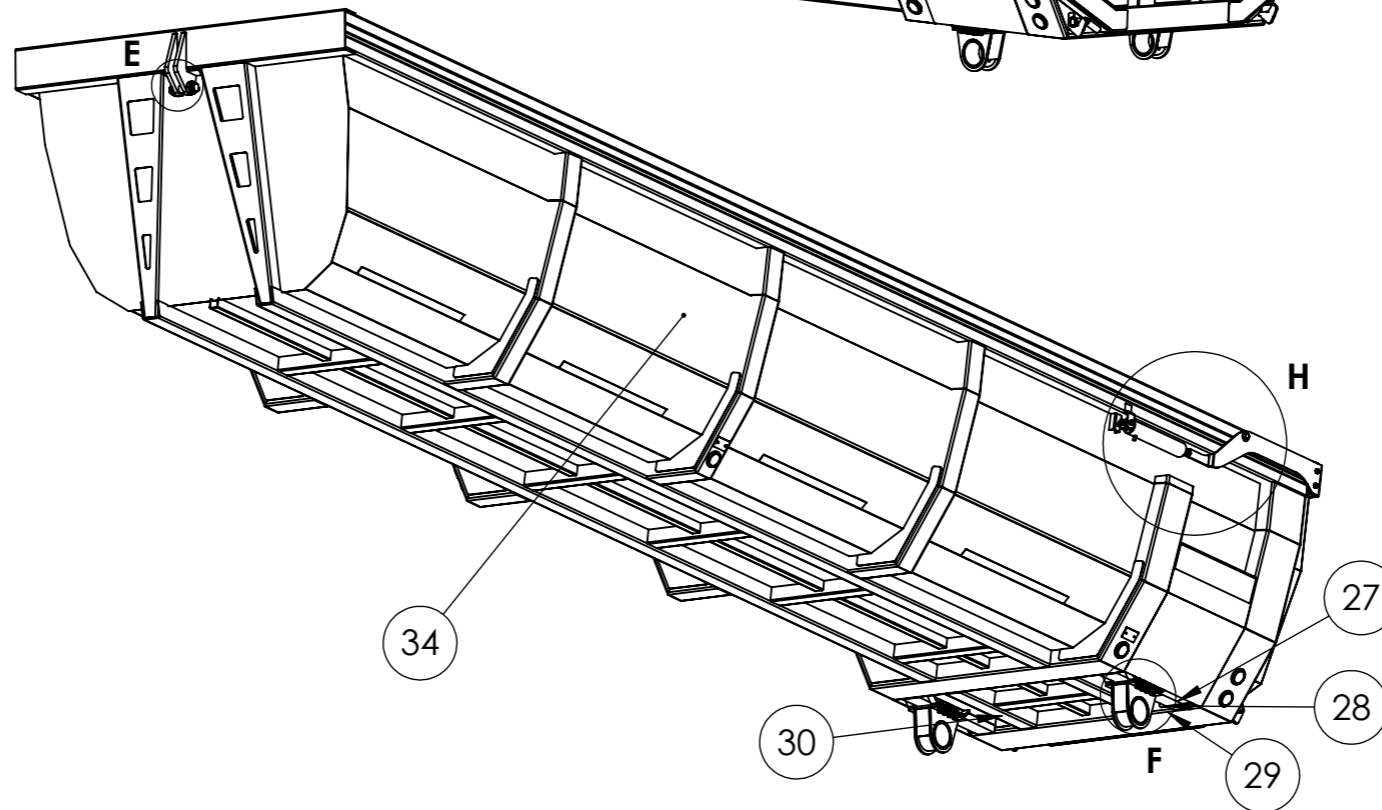
DETALLE E
ESCALA 1 : 7



DETALLE F
ESCALA 1 : 10

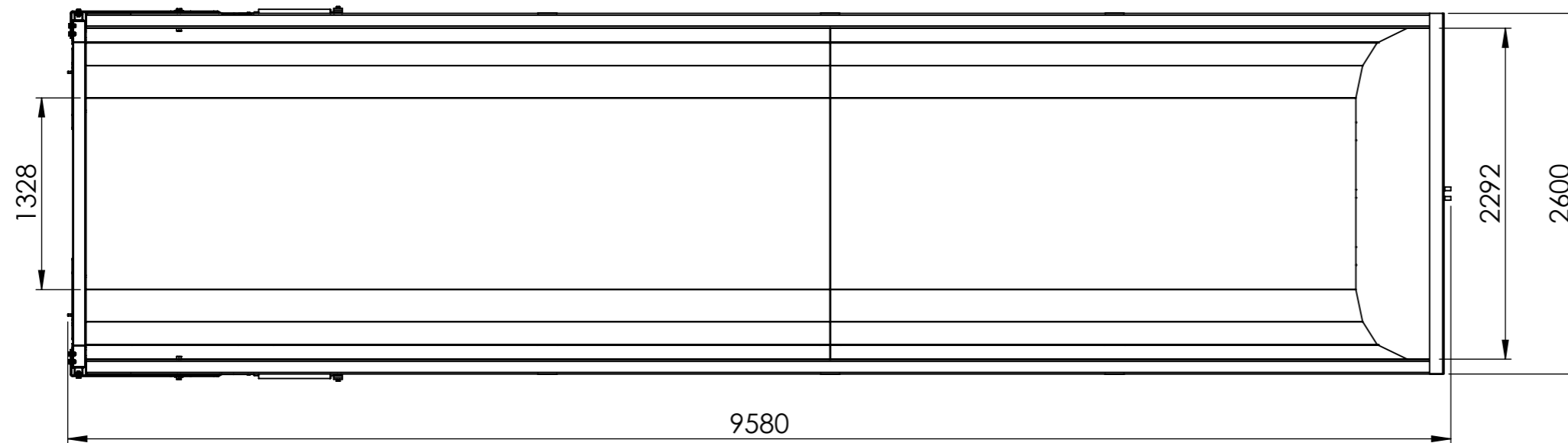
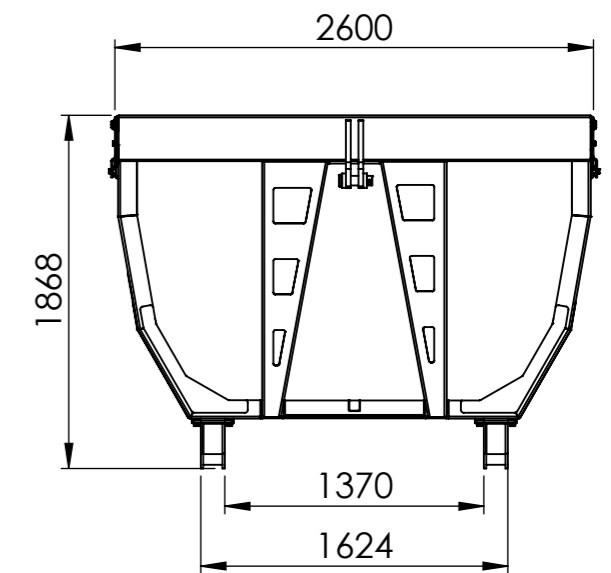
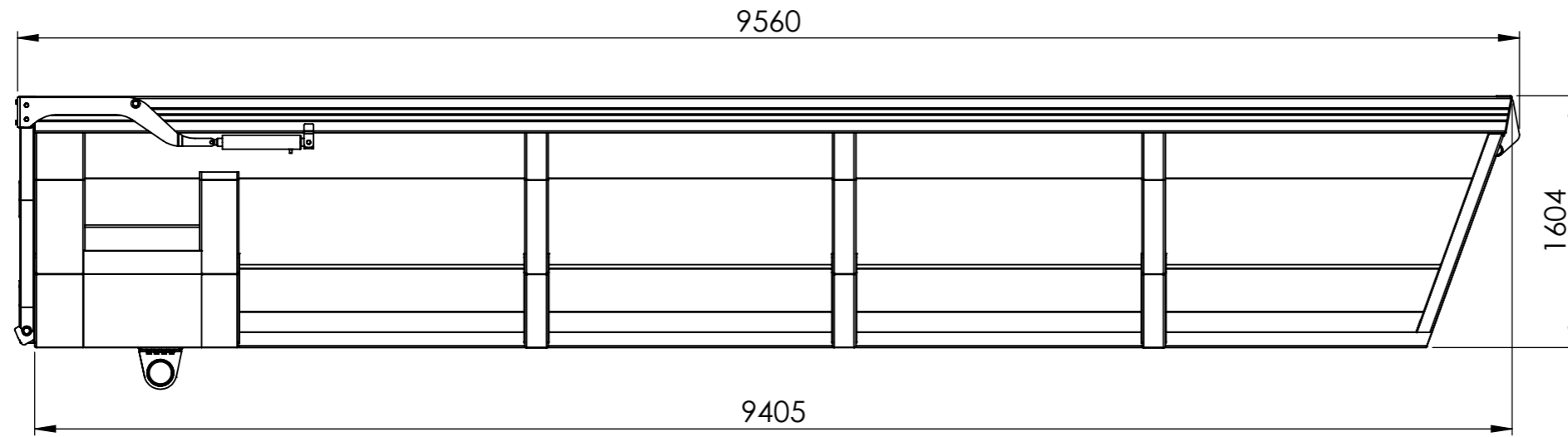


DETALLE G
ESCALA 1 : 10

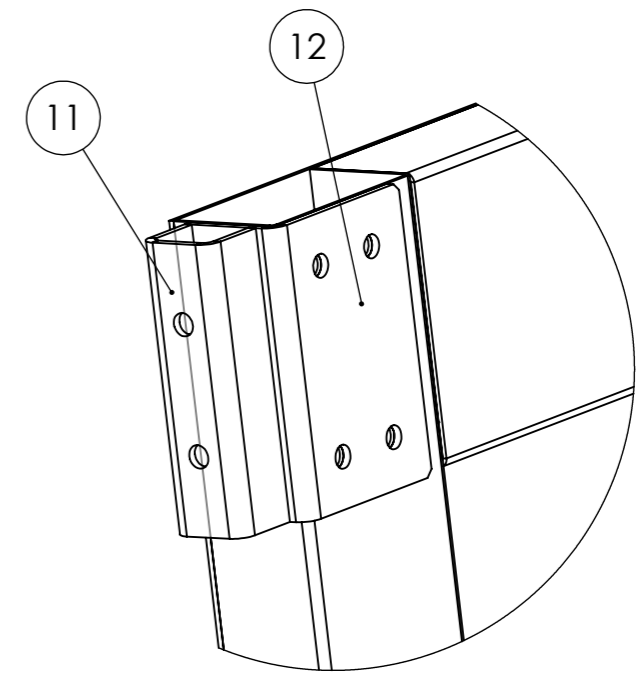
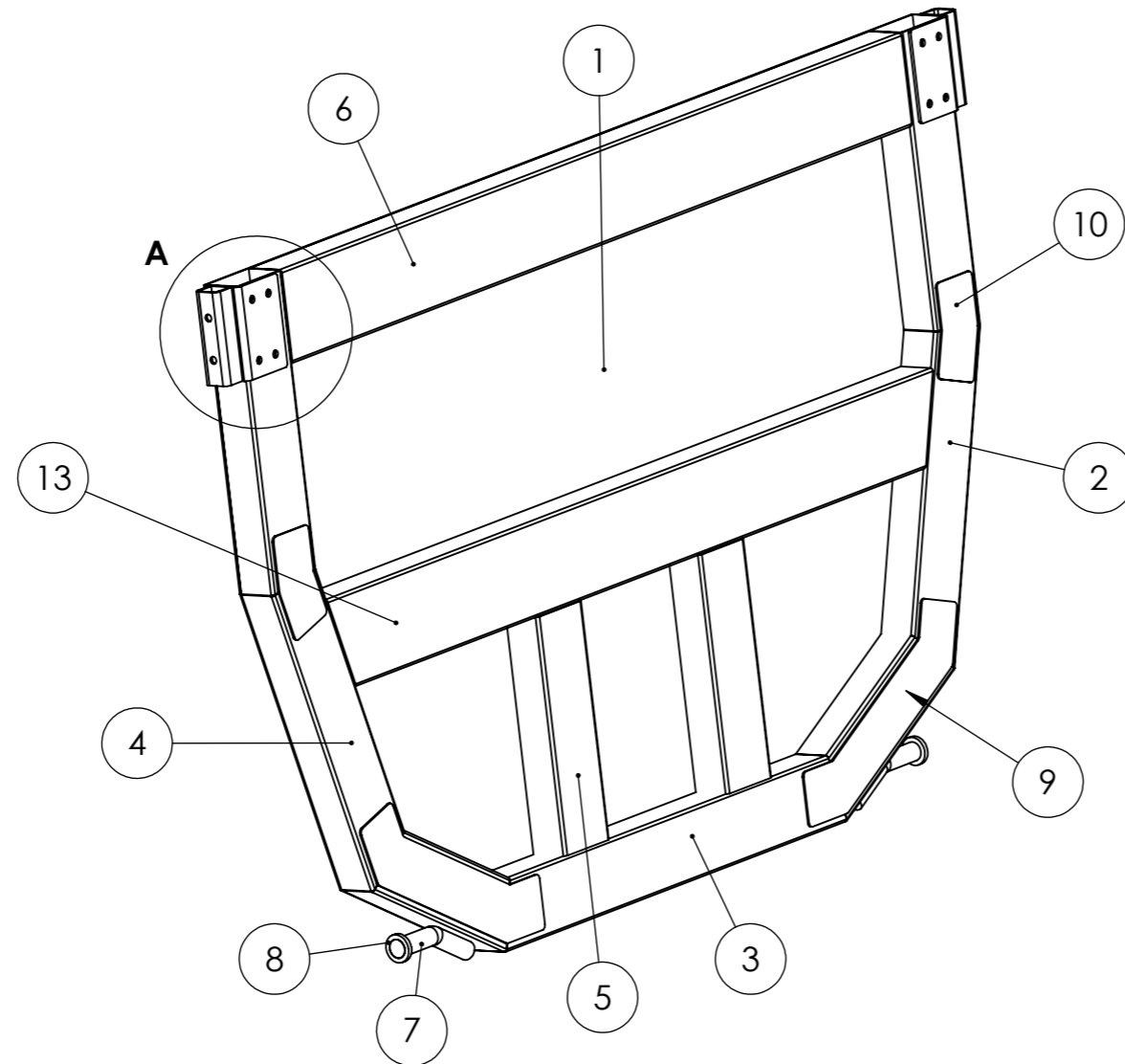


DETALLE H
ESCALA 1 : 20

29	Tuerca para freno de aire	ϕ 9/16" UNF (STD)	SE 11 2 00 70	1	34	Batea Soldada	---	SE 11 2 07 00	1																								
28	Tornillo traba para freno	ϕ 9/16" x 1 1/2" (STD)	SE 11 2 00 68	1	33	Pivot de portón derecho	---	SE 11 2 00 78	1																								
27	Cámara de freno de aire	24/30 (STD)	SE 11 2 00 66	1	32	Chaveta	Chaveta Clip R3.5	SE 11 2 00 76	2																								
26	Tuerca pivot hidráulico	Autofrenante ϕ 5/8" UNF (STD)	SE 11 2 00 64	2	31	Tuerca pivot de portón	Autofrenante ϕ 5/8" UNF	SE 11 2 00 74	12																								
25	Tornillo pivot hidráulico	ϕ 5/8" x 4 1/2" UNF (STD)	SE 11 2 00 62	2	30	Extremo soporte	---	SE 11 2 00 72	2																								
24	Cilindro hidráulico	Simple efecto, ϕ i:63.5 mm; C:400 mm (STD)	SE 11 2 00 60	2	Tolerancias Generales (salvo especificación)																												
23	Pasador	Pasador ϕ 5/8" x 1 1/2" (STD)	SE 11 2 00 58	2	Medidas (mm)						Revisión:																						
22	Pivot de portón izquierdo	---	SE 11 2 00 56	1	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>< 20</td> <td>De 20-100</td> <td>De 100-500</td> <td>De 500-1000</td> <td>De 1000-5000</td> <td>> 5000</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Tolerancia (+ -)</td> <td>Longitud</td> <td>0.5</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>5 mm</td> </tr> <tr> <td>Diámetro</td> <td>0.1</td> <td>0.15</td> <td>0.5</td> <td>1</td> <td>2.5</td> <td>5 mm</td> </tr> </table>							< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00	Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5 mm	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5 mm
	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00																										
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5 mm																										
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5 mm																										
21	Tornillos pivot de portón	ϕ 5/8" x 1 1/2" UNF (STD)	SE 11 2 00 54	12	Nombre				Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN																						
20	Buje de grilón	---	SE 11 2 00 52	2	Dibujó				10/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA																							
19	Tuerca unión de manota	Tuerca M16 x 2 (STD)	SE 11 2 00 50	16	Revisó				10/03/21	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS																							
18	Tornillo unión de manota	Tornillo M16 x 2 x 40 (STD)	SE 11 2 00 48	16	Aprobó																												
17	Tuerca	Tuerca autofrenante 1/2" UNF	SE 11 2 00 46	1	NO MEDIR SOBRE PLANO		Título:			Material:																							
16	Tornillo traba	Tornillo 1/2" x 2 1/2" UNF	SE 11 2 00 44	1			Batea ensamblada (2/2)																										
15	Perno pivote	---	SE 11 2 00 42	1	Acabado		Escala:																										
					Cantidad		1 : 40			Código: SE 11 2 00 00																							
Item	Descripción Subconjunto	Observaciones	Código	Cantidad	Observaciones					Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm																							

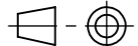


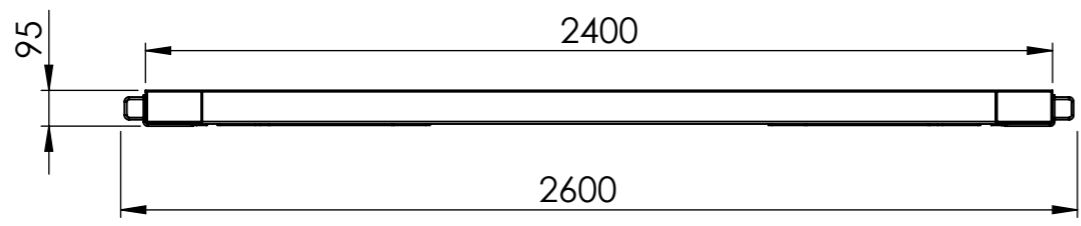
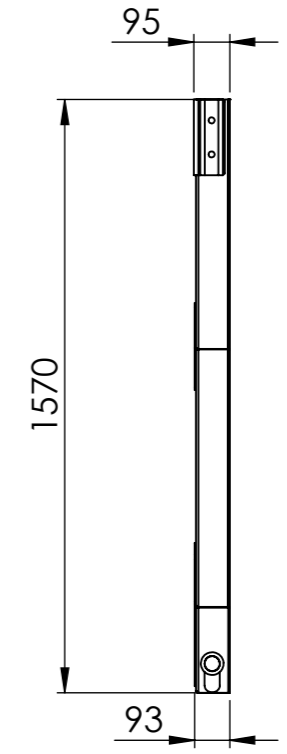
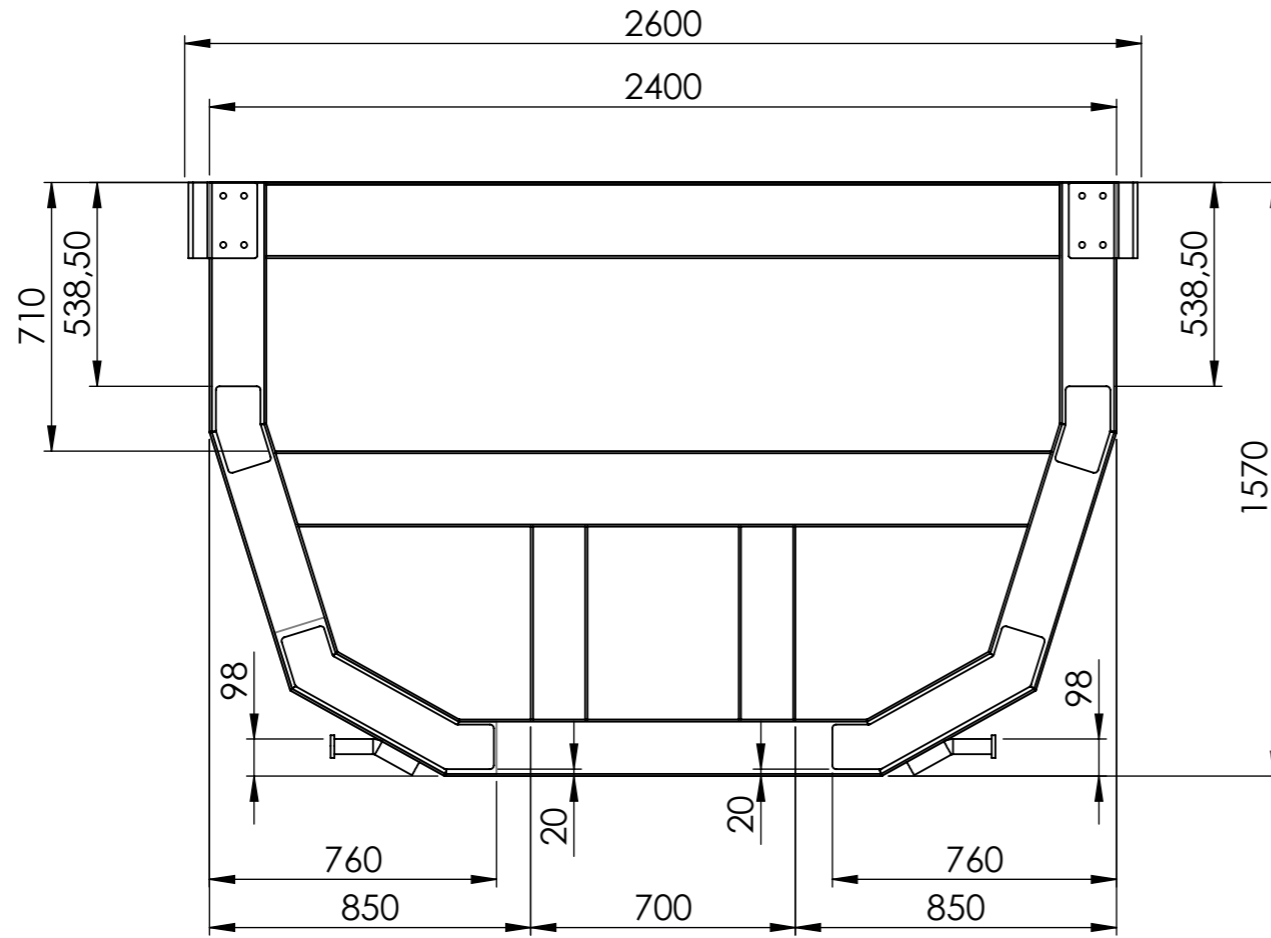
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	12/02/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	12/02/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: BATEA O CUCHARA DIMENSIONES PRINCIPALES		Material:
Acabado		Escala: 1 : 40		Código: SE 11 2 00 00
Cantidad				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm
Observaciones				



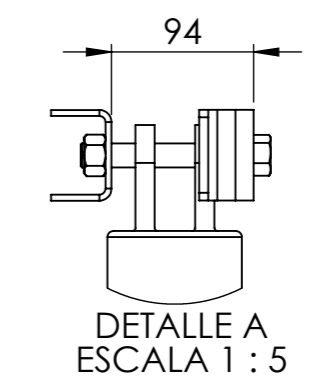
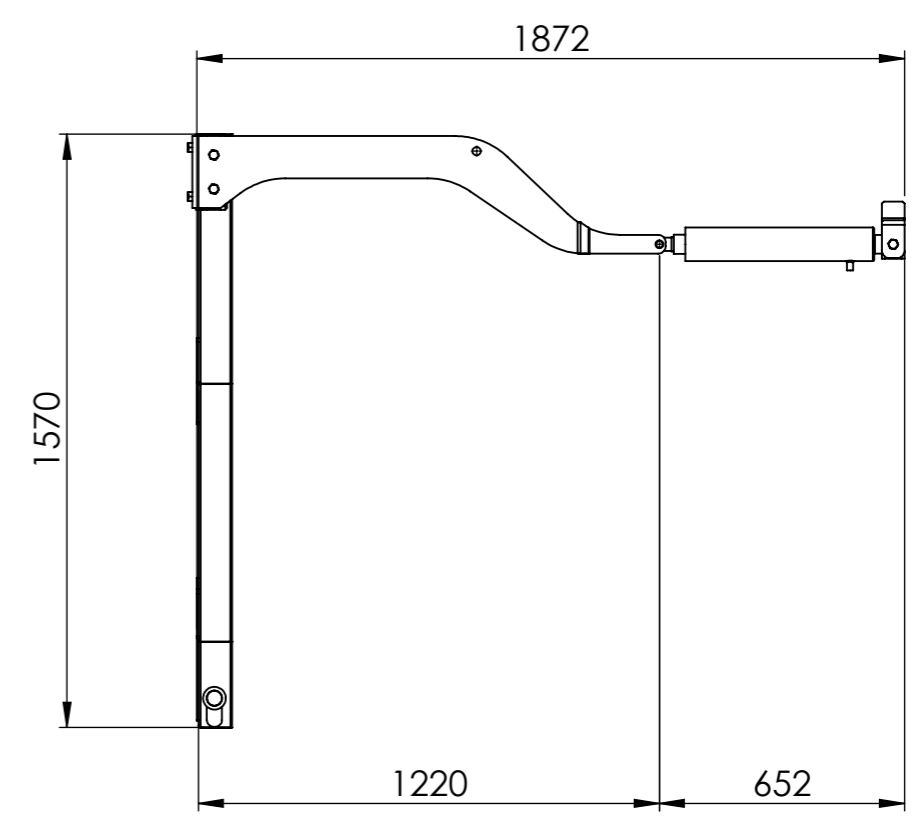
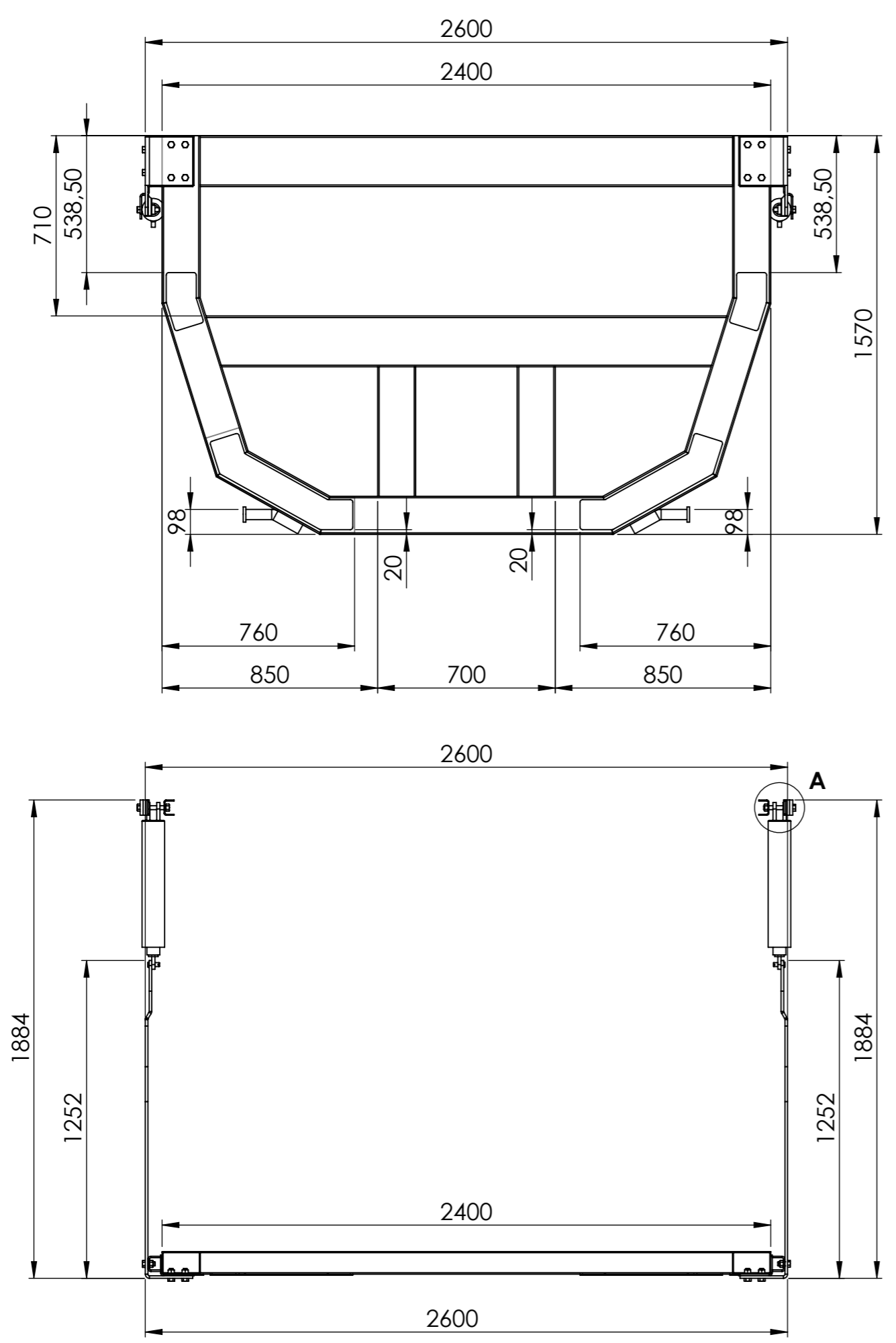
**DETALLE A
ESCALA 1 : 5**

13	Crucero central	---	SE 11 2 01 13	1
12	Placa refuerzo de marco sup.	---	SE 11 2 01 16	2
11	"U" tope	---	SE 11 2 01 15	2
10	Placa refuerzo superior	---	SE 11 2 01 11	1
9	Placa refuerzo inferior	---	SE 11 2 01 12	2
8	Arandela de perno	---	SE 11 2 01 22	2
7	Perno traba	---	SE 11 2 01 21	2
6	Cumbrera	---	SE 11 2 01 06	1
5	Refuerzo central	---	SE 11 2 01 05	2
4	Marco lateral izquierdo	---	SE 11 2 01 04	1
3	Marco inferior	---	SE 11 2 01 03	1
2	Marco lateral derecho	---	SE 11 2 01 02	1
1	Plancha	---	SE 11 2 01 01	1
Item	Descripción	Observaciones	Código	Cantidad

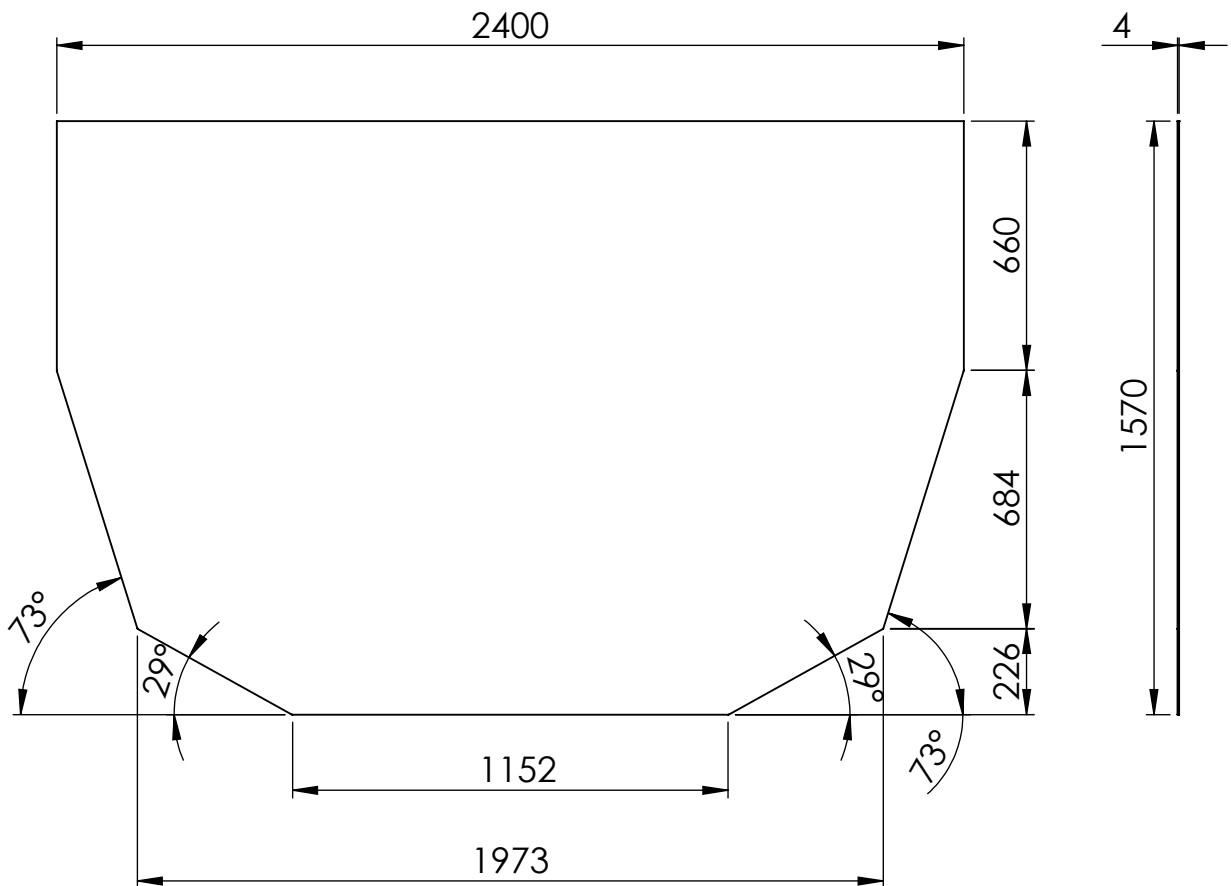
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:	
Medidas (mm)		< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5	mm
Nombre		Fecha		Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN	
Dibujó		25/11/20		SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó		25/11/20		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó								
NO MEDIR SOBRE PLANO			Título:				Material:	
			PORTÓN TRASERO DESPIECE					
Acabado						Escala:	Código: SE 11 2 01 00	
Cantidad			1			1 : 15		
Observaciones						 Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm		



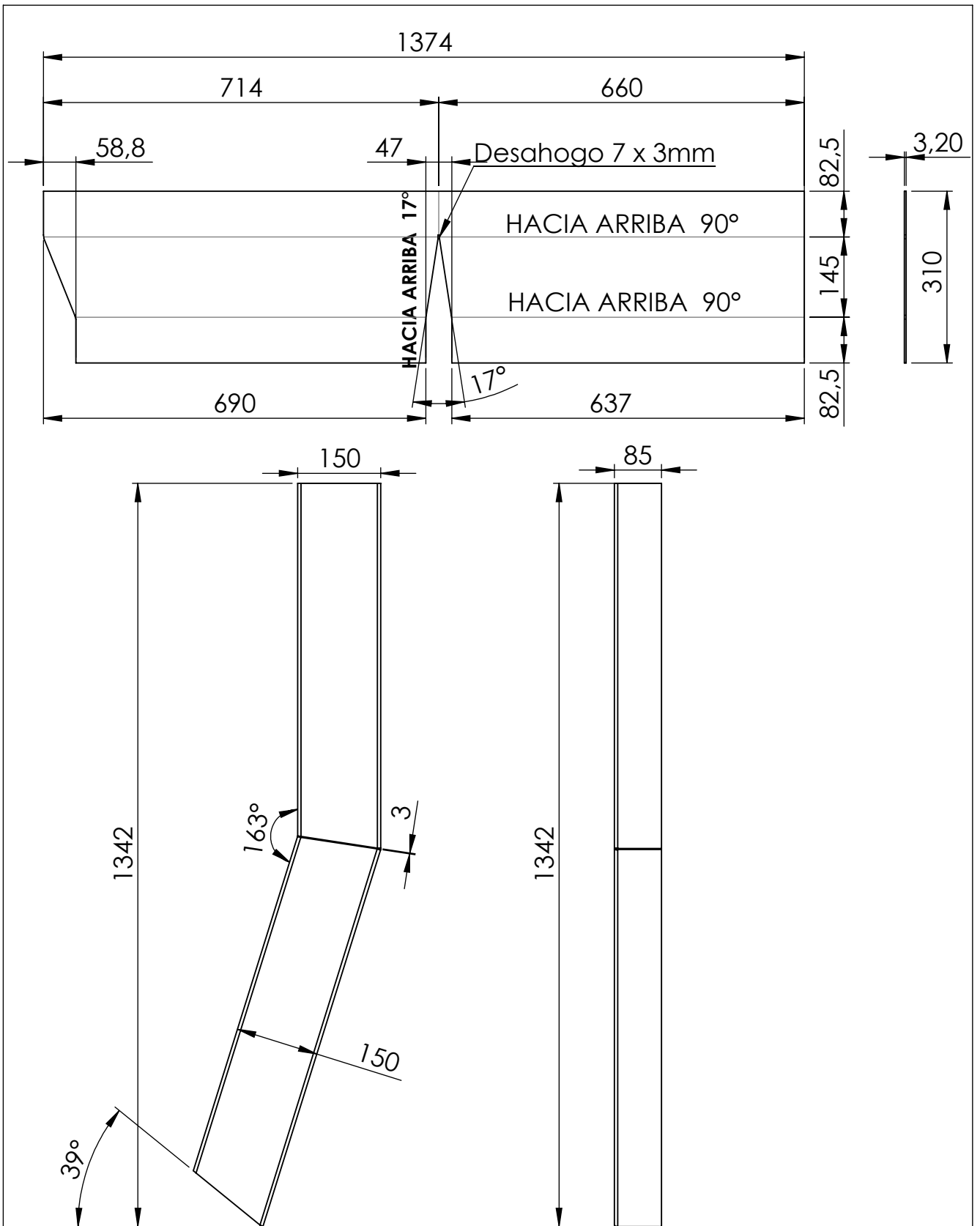
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	mm
Nombre		Fecha	Producto:		FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN		
Dibujó		03/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó		03/03/21	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título:			Material:		
		PORTÓN TRASERO DIMENSIONES GENERALES					
Acabado				Escala:		Código: SE 11 2 01 00	
Cantidad		1		1 : 20			
Observaciones						Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm	



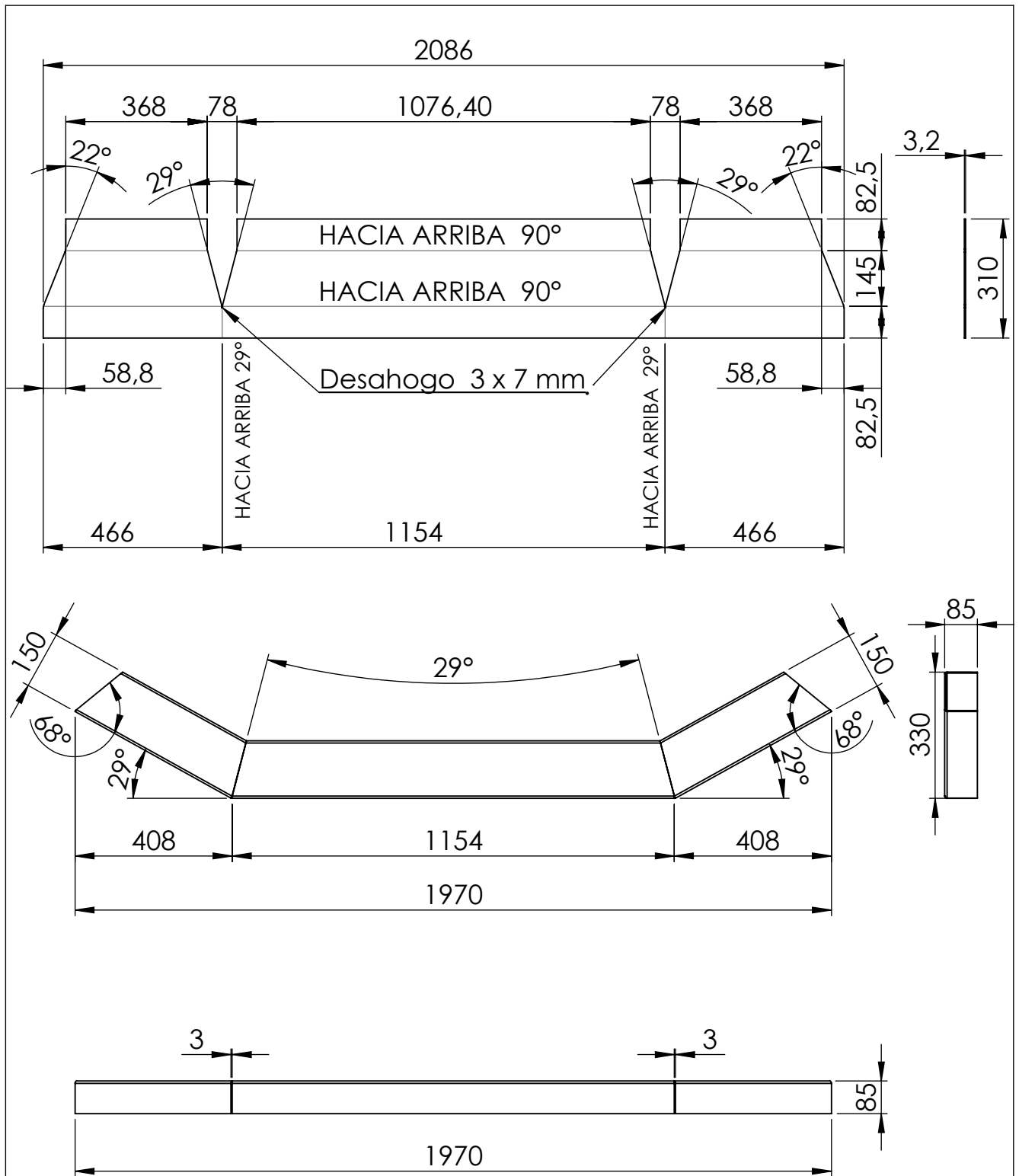
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	mm
Nombre		Fecha	Producto:		FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN		
Dibujó		03/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó		03/03/21	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: PORTÓN TRASERO ENSAMBLADO DIMENSIONES GENERALES			Material:		
Acabado					Escala: 1 : 20		Código: SE 11 2 01A 00
Cantidad		1			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm		
Observaciones							

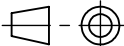


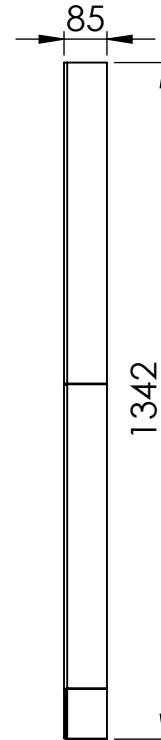
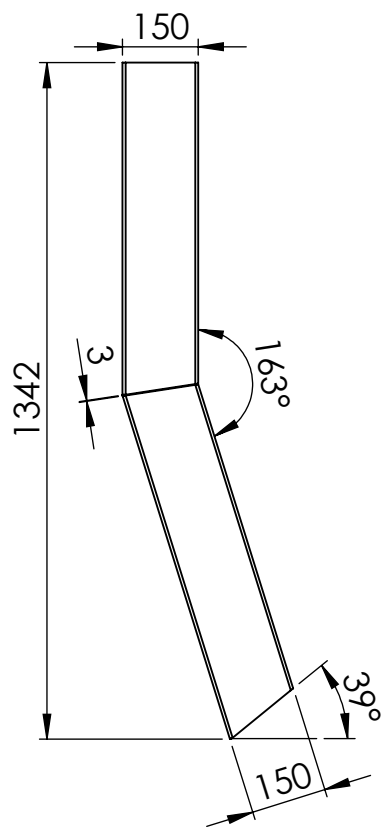
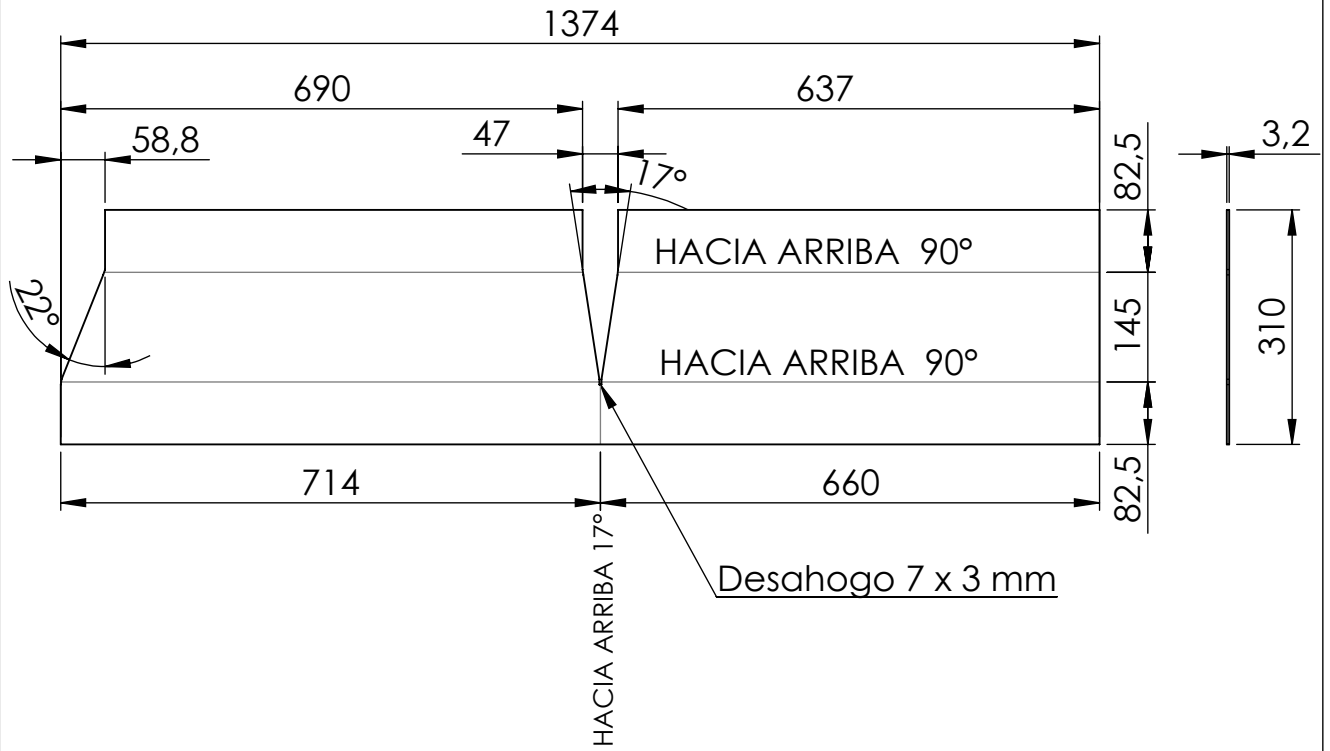
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: PLANCHA			Material: Chapa de acero calidad Hardox 450 Espesor 4 mm
Acabado			Escala: 1 : 20	Código: SE 11 2 01 01
Cantidad	1			
Observaciones	Laminas de chapa de 1650 mm de ancho			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



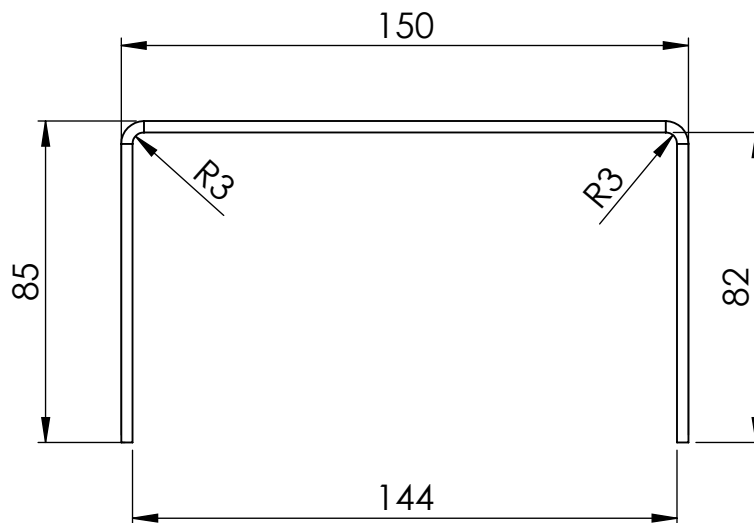
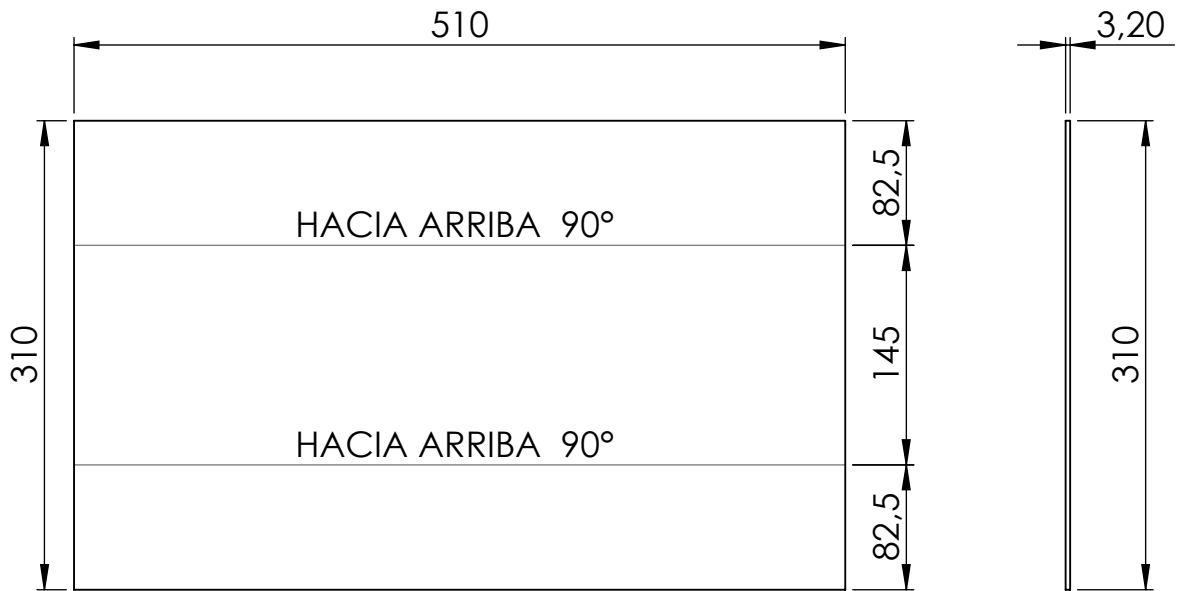
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		MARCO LATERAL DERECHO	Material:
Acabado				Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 1/8"
Cantidad	1		Escala:	Código:
Observaciones	Radio de plegado R3		1 : 10	SE 11 2 01 02
				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



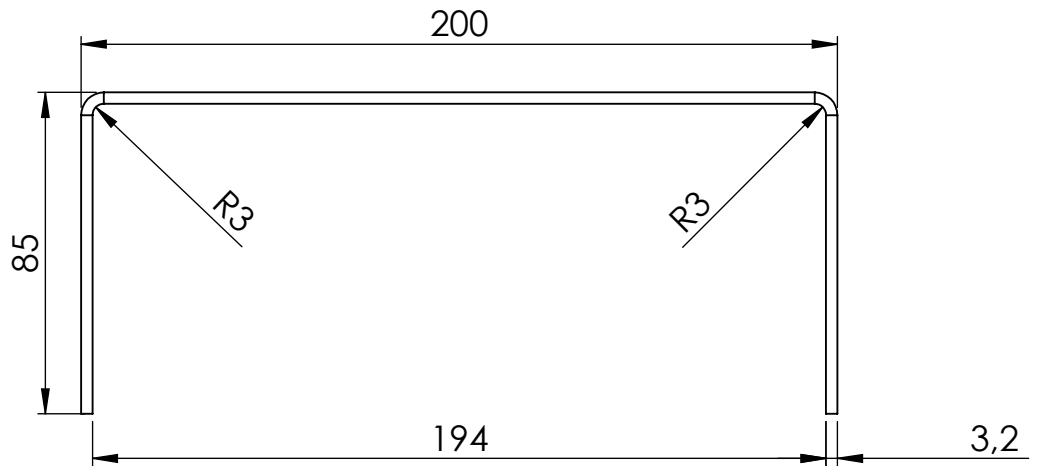
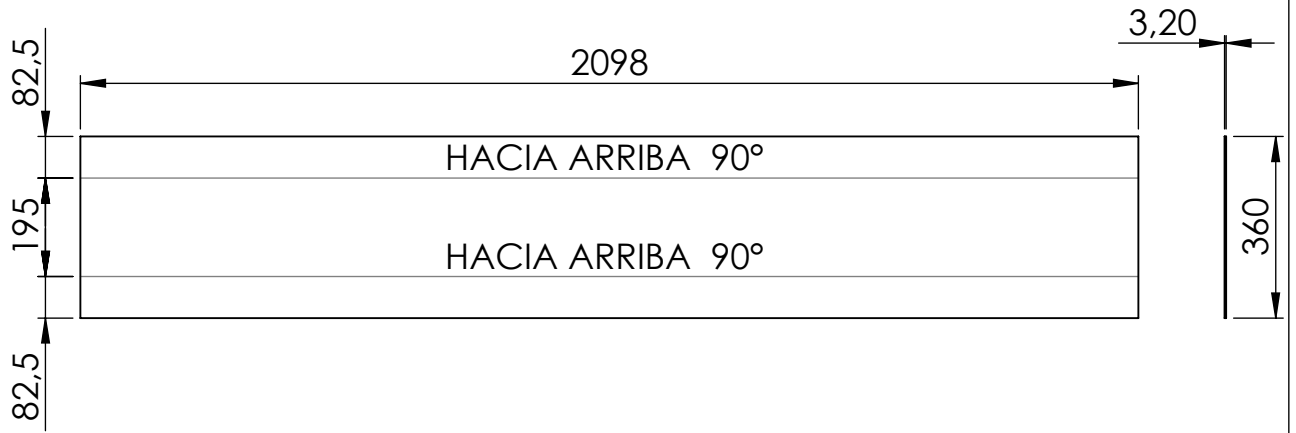
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: MARCO INFERIOR			Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 1/8"
Acabado			Escala: 1 : 15	Código: SE 11 2 01 03
Cantidad	1			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones	Radio de plegado R3			



	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		MARCO LATERAL IZQUIERDO	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 1/8"
Cantidad	1		1 : 10	Código: SE 11 2 01 04
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

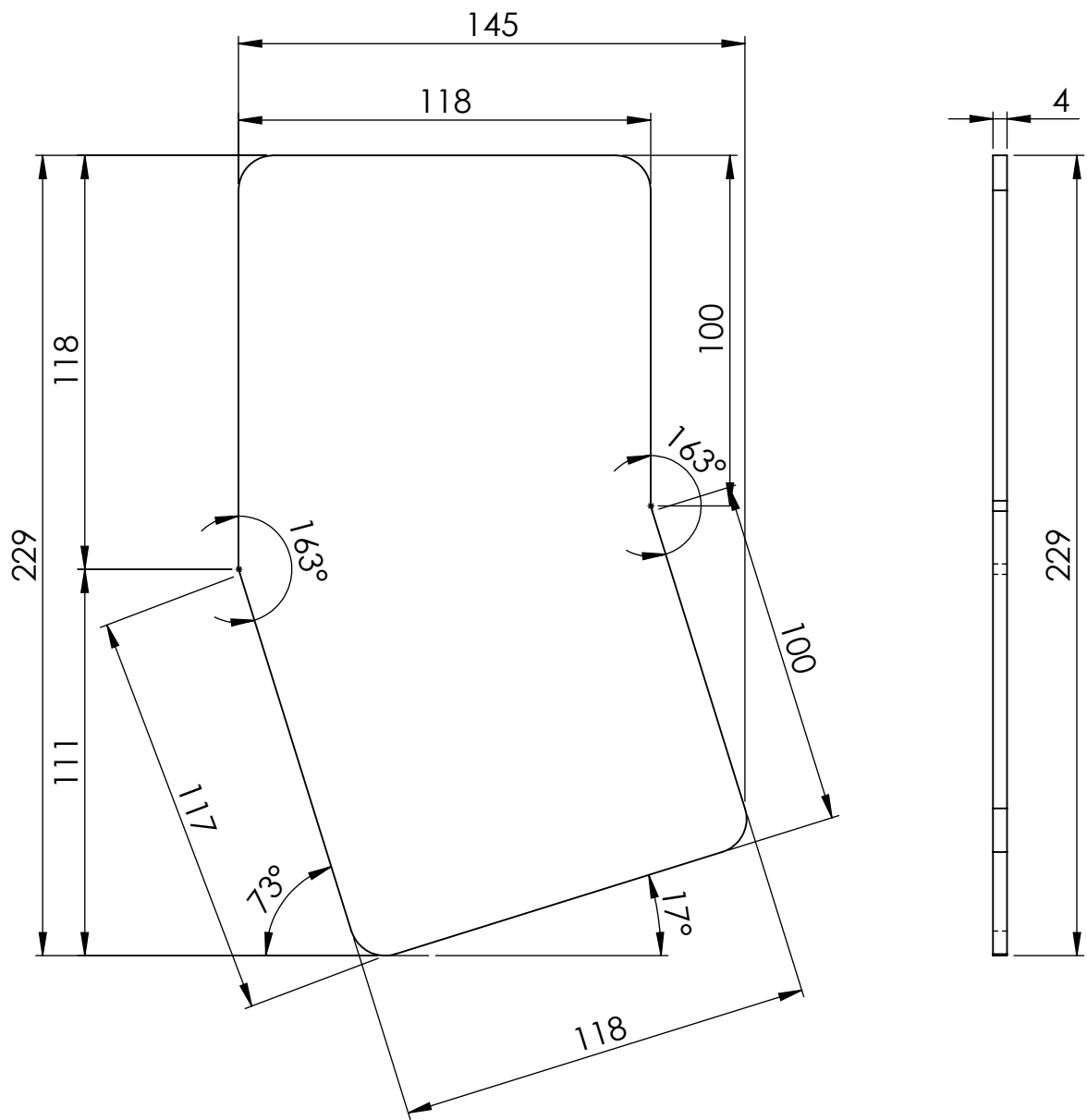


	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: REFUERZO CENTRAL			Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 1/8"
Acabado			Escala: 1 : 5	Código: SE 11 2 01 05
Cantidad	2			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones	Radio de plegado R3			

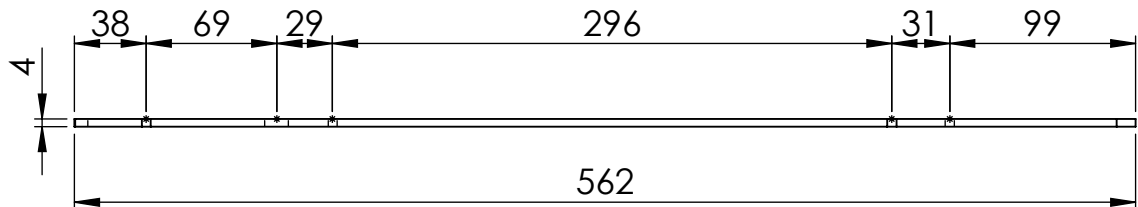
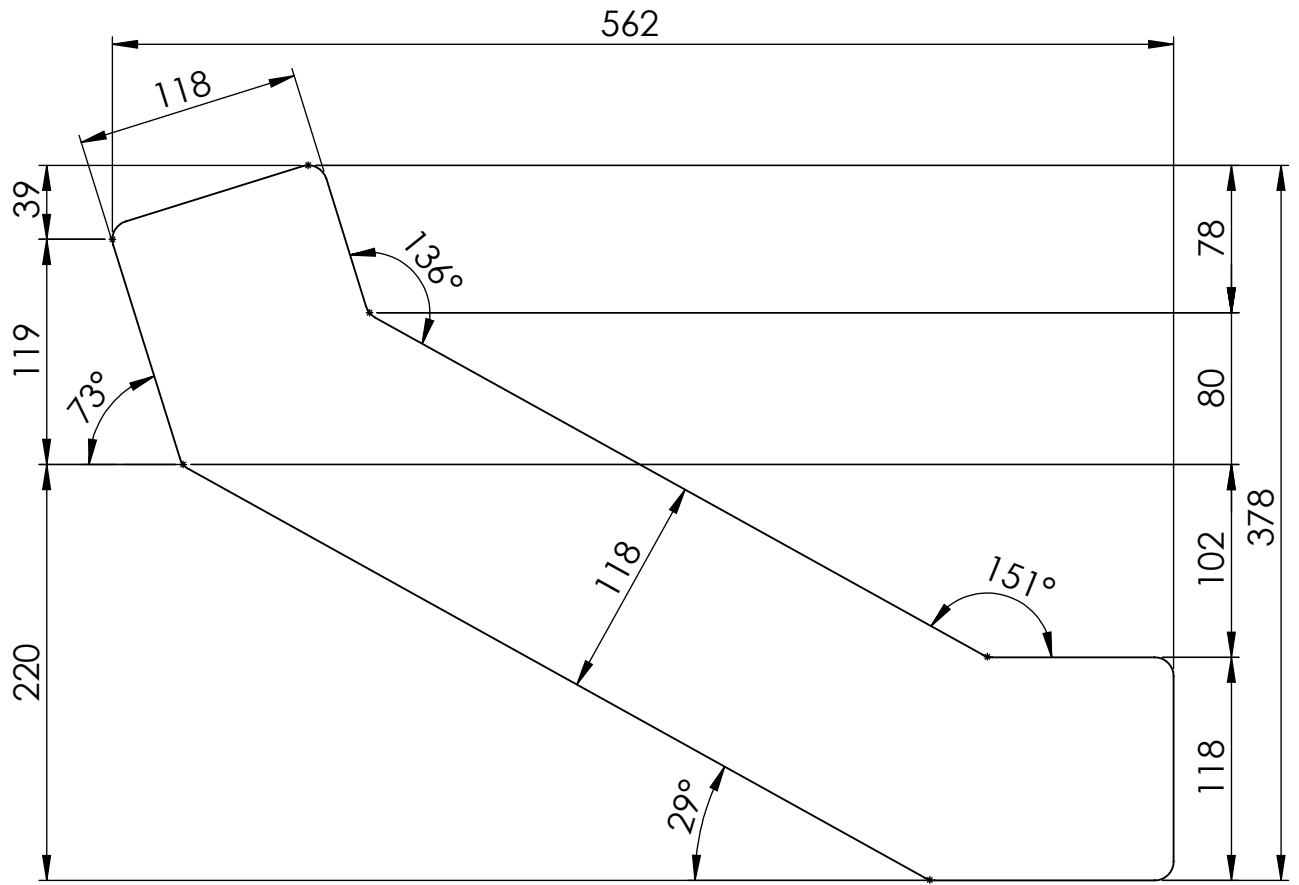


ESCALA 1:2

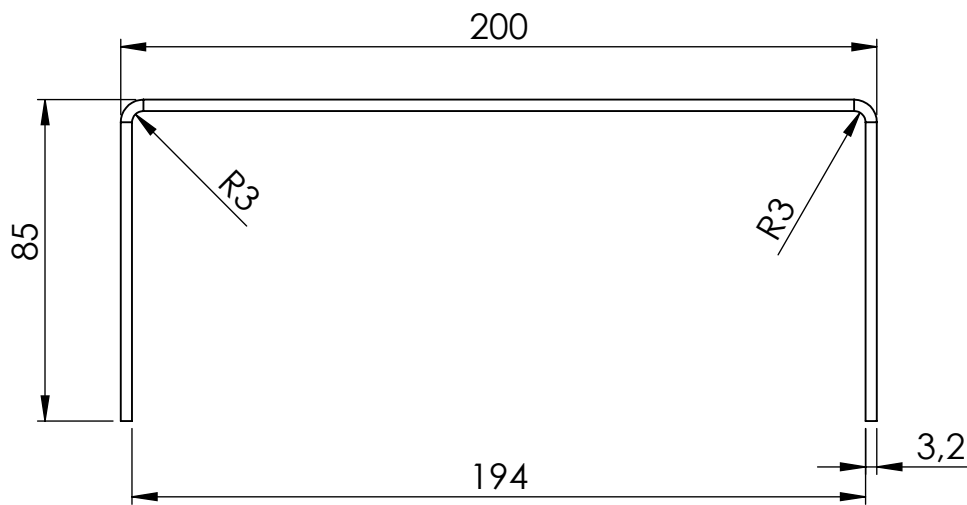
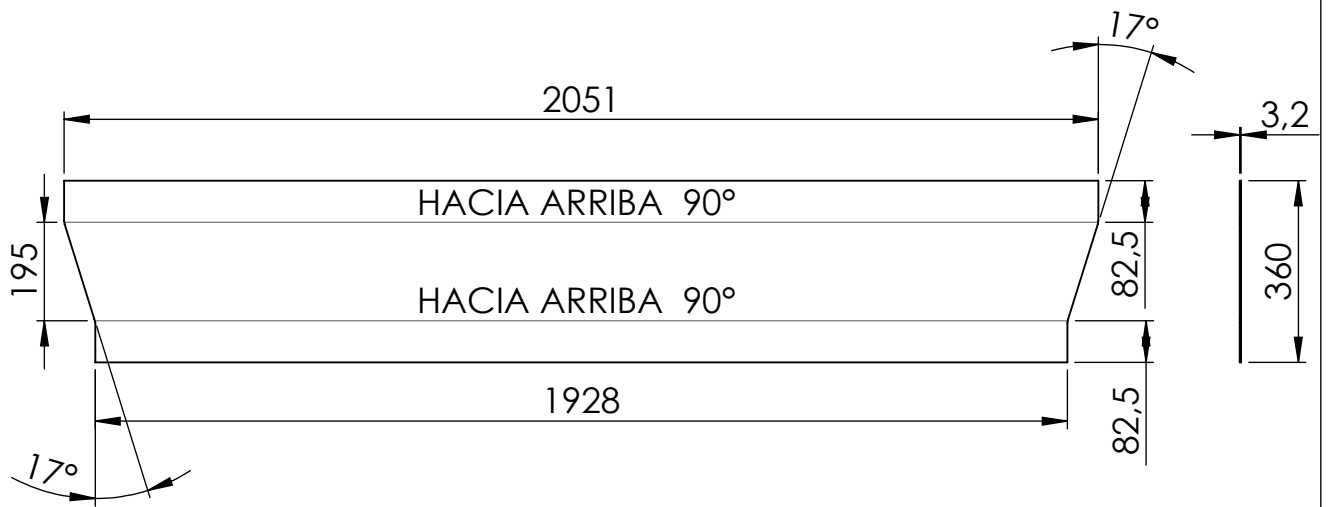
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: CUMBRERA			Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 1/8"
Acabado			Escala: 1:15	Código: SE 11 2 01 06
Cantidad	1			
Observaciones	Radio de plegado R3			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: PLACA REFUERZO SUPERIOR			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 4 mm
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 2 01 11
Cantidad	2			
Observaciones	Radios no indicados R10			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

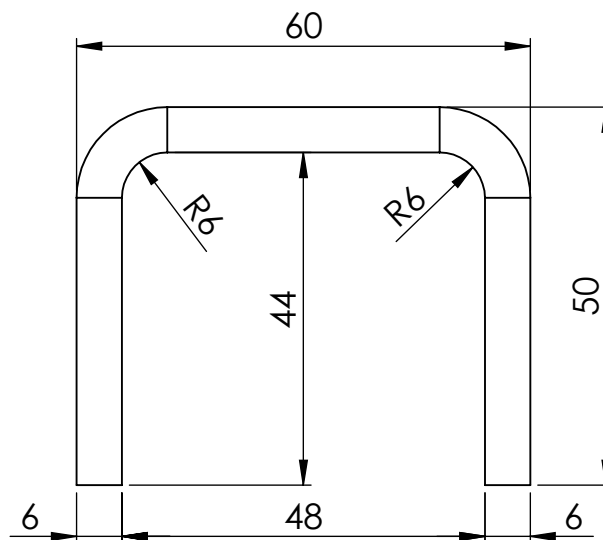
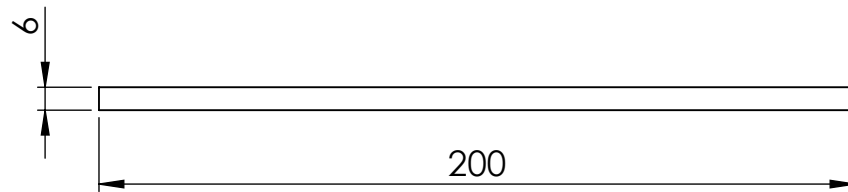
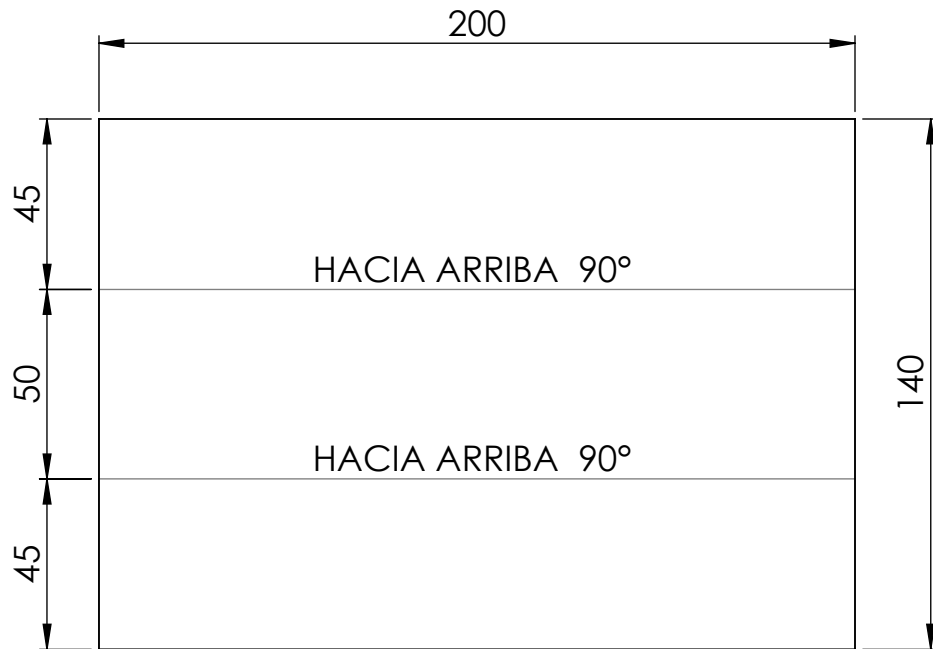


	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		PLACA REFUERZO INFERIOR	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 4 mm
Cantidad	2		1 : 5	Código: SE 11 2 01 12
Observaciones	Radios no indicados R10			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

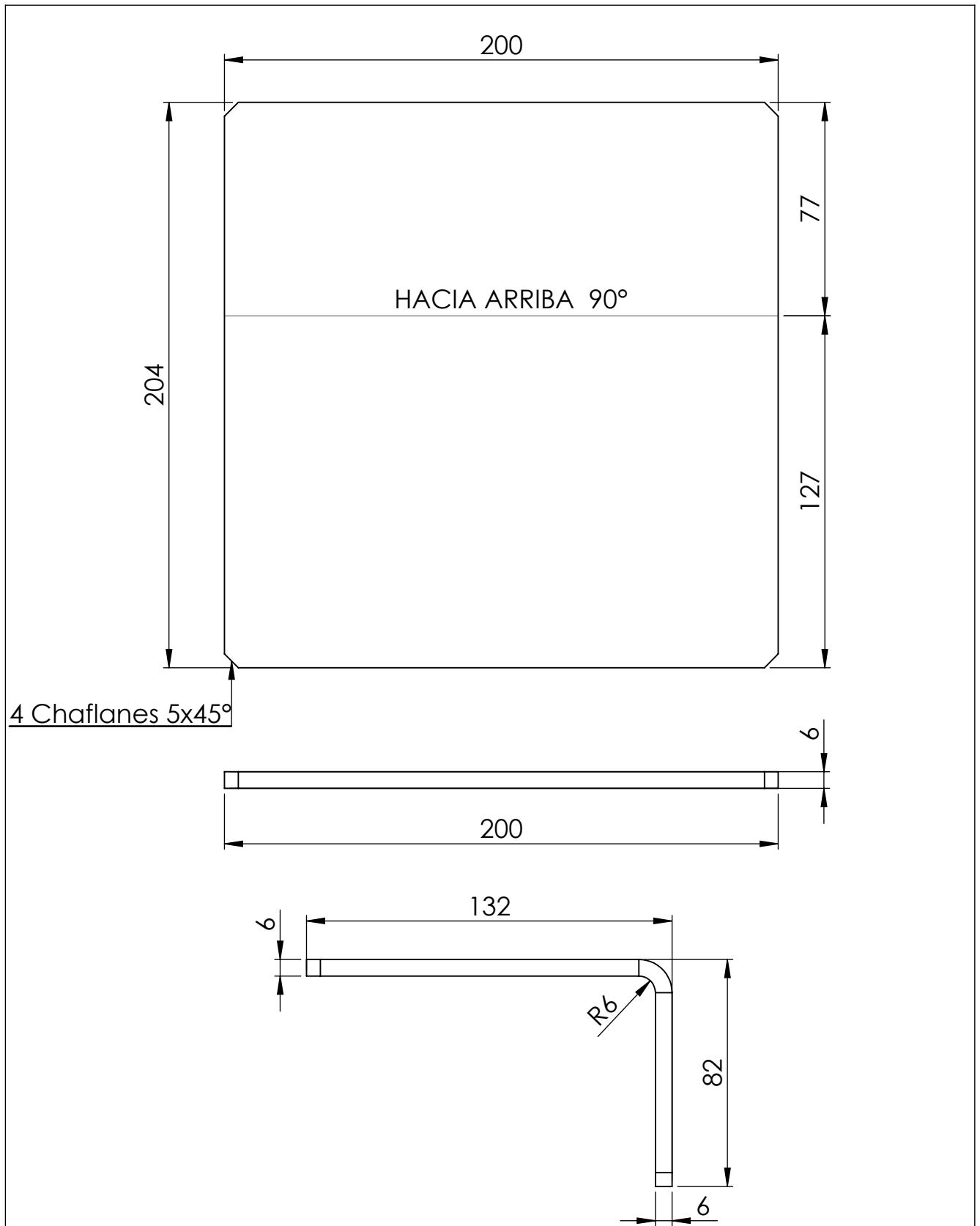


ESCALA 1:2

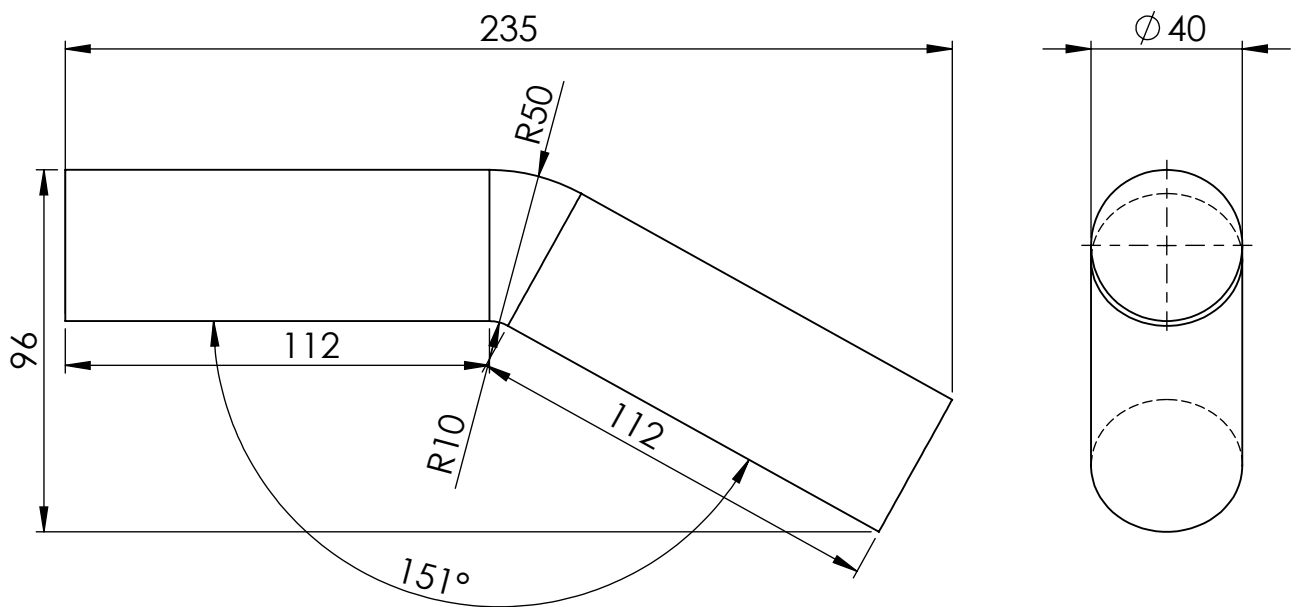
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/21	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		CRUCERO CENTRAL	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 1/8"
Cantidad	1		1 : 15	Código: SE 11 2 01 13
Observaciones	Radio de plegado R3			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



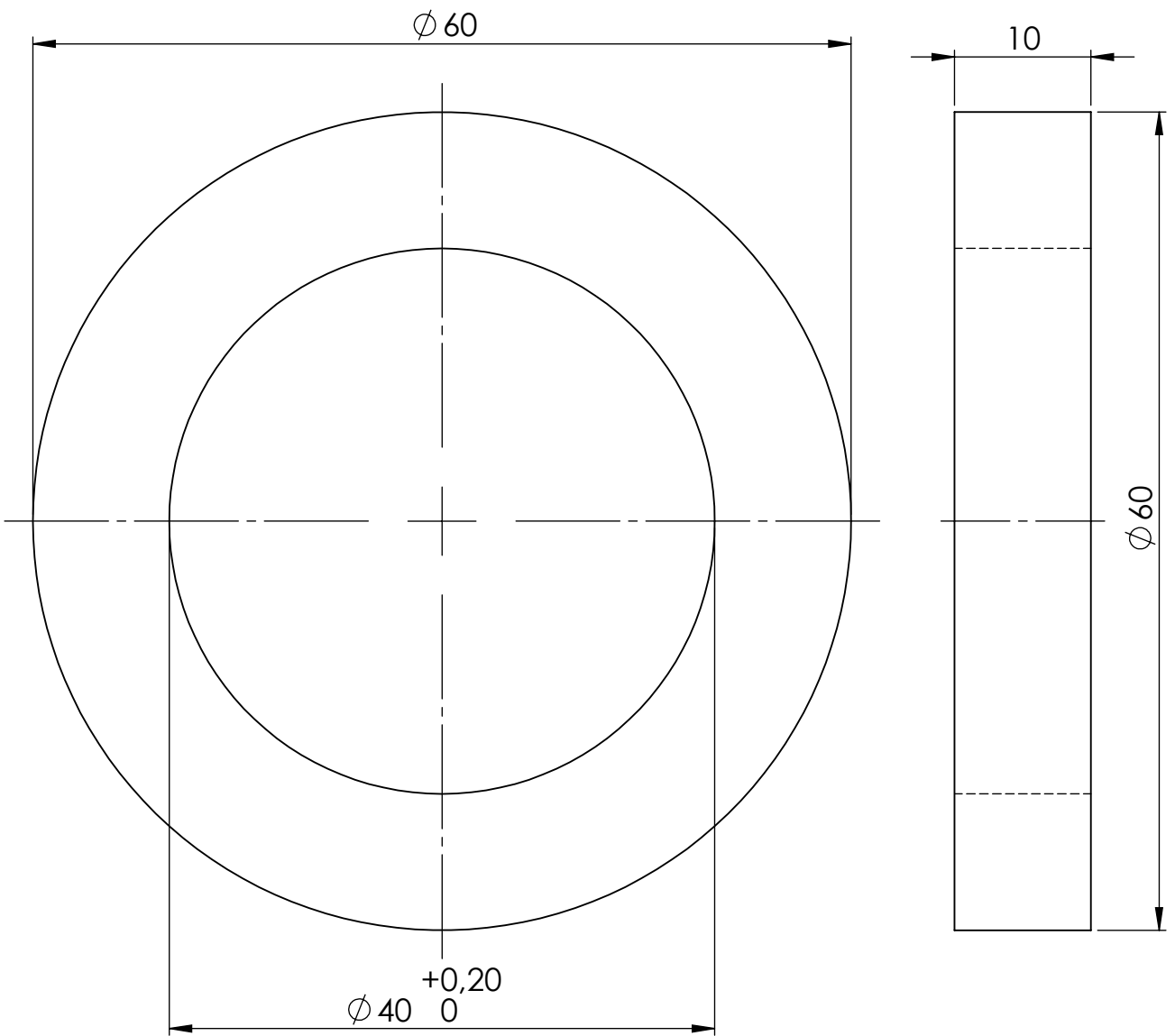
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: "U" TOPE			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 6 mm
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 2 01 15
Cantidad	2			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones	Radio de plegado R6			



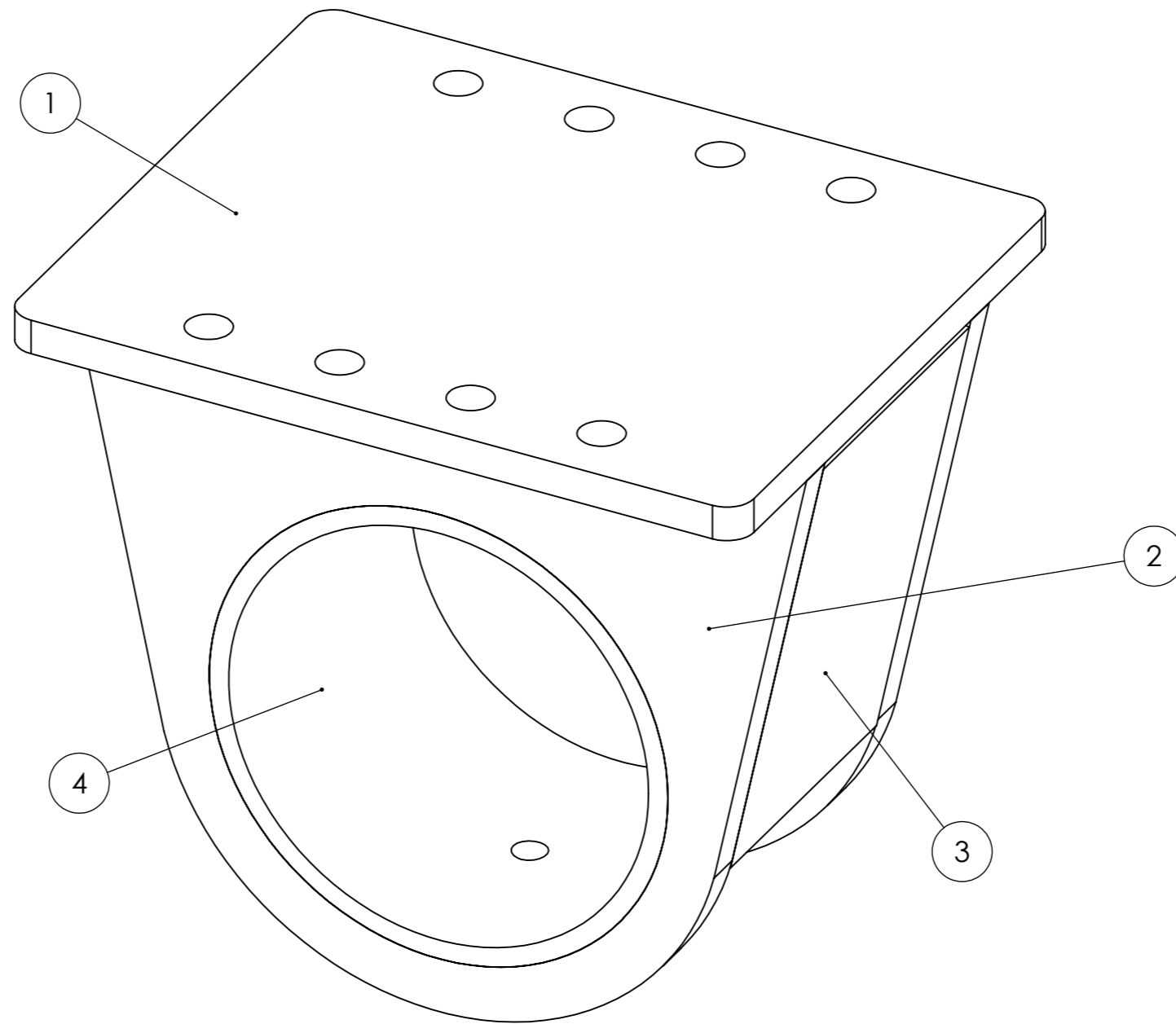
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: PLACA REFUERZO DE MARCO SUPERIOR			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 6 mm
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 2 01 16
Cantidad	2			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones	Radio de plegado R6			



	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: PERNO TRABA			Material: Barra de acero calidad SAE 1010 Ø 40 mm
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 2 01 21
Cantidad		2		
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

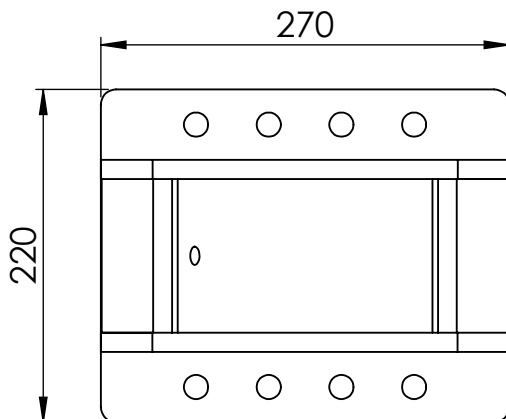
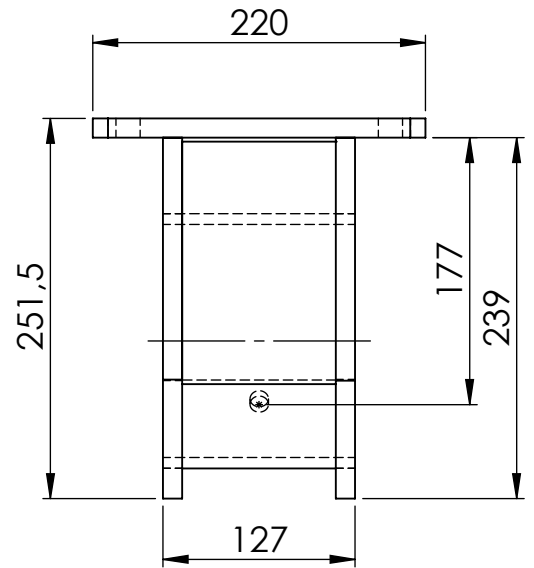
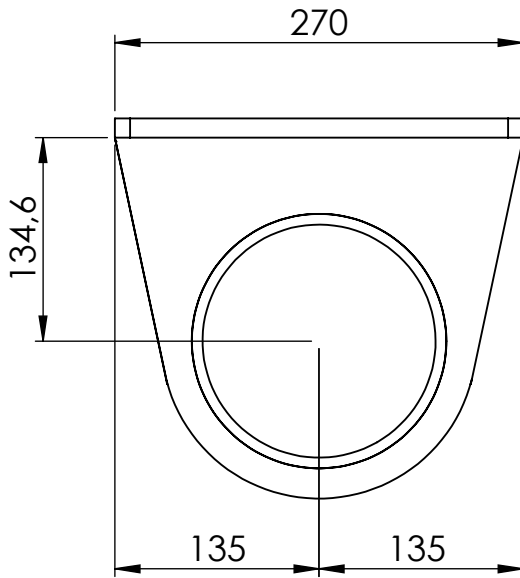


	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: ARANDELA DE PERNO			Material: Acero calidad SAE 1010
Acabado			Escala: 2 : 1	Código: SE 11 2 01 22
Cantidad	2			
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

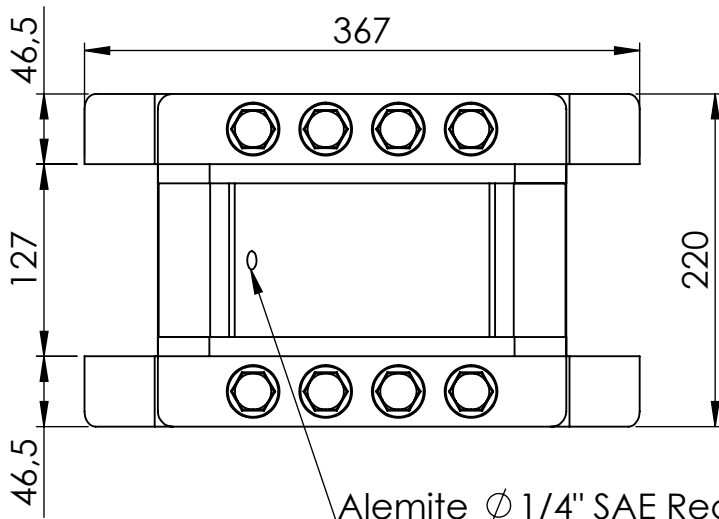
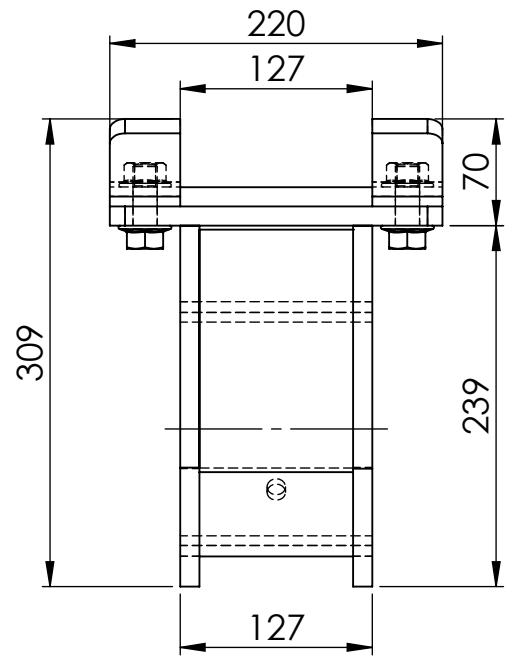
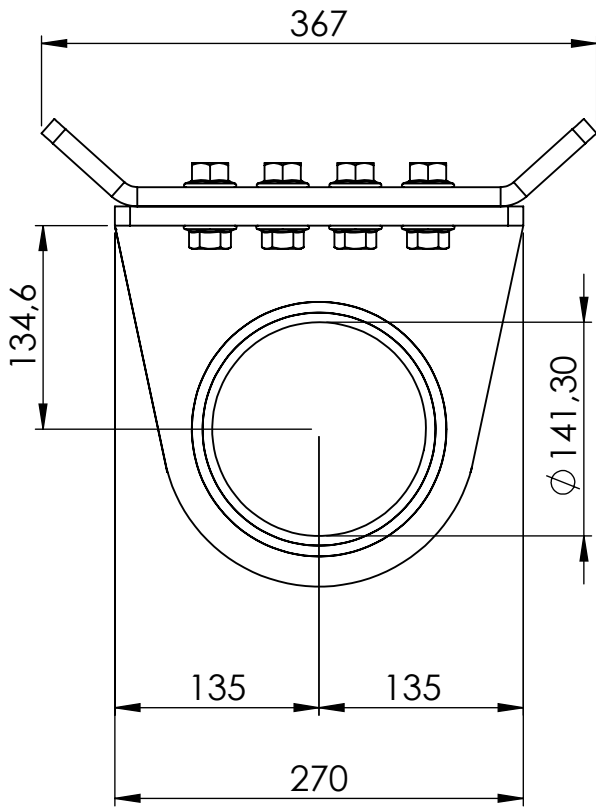


					Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)		< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000				00	
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5				mm	
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5				mm	
		Nombre	Fecha	Producto:		FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN						
Dibujó		Serri Micael	25/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA								
Revisó		Serri Micael	25/03/21	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS								
Aprobó												
		Título:		MANOTA PIVOT SOLDADA DESPIECE					Material:			
Acabado							Escala:					
Cantidad		2					1:3		Código: SE 11 2 02 00			
Observaciones									Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm			

Item	Descripción	Observaciones	Código	Cantidad
4	Tubo Schedule pivot	Sch40 $\phi_e=168.3$ mm; $\phi_i=154.08$ mm; e=7.11 mm	SE 11 2 02 04	1
3	Placa lateral	---	SE 11 2 02 03	2
2	Pletina soporte	---	SE 11 2 02 08	2
1	Pletina de amarre	---	SE 11 2 02 02	1

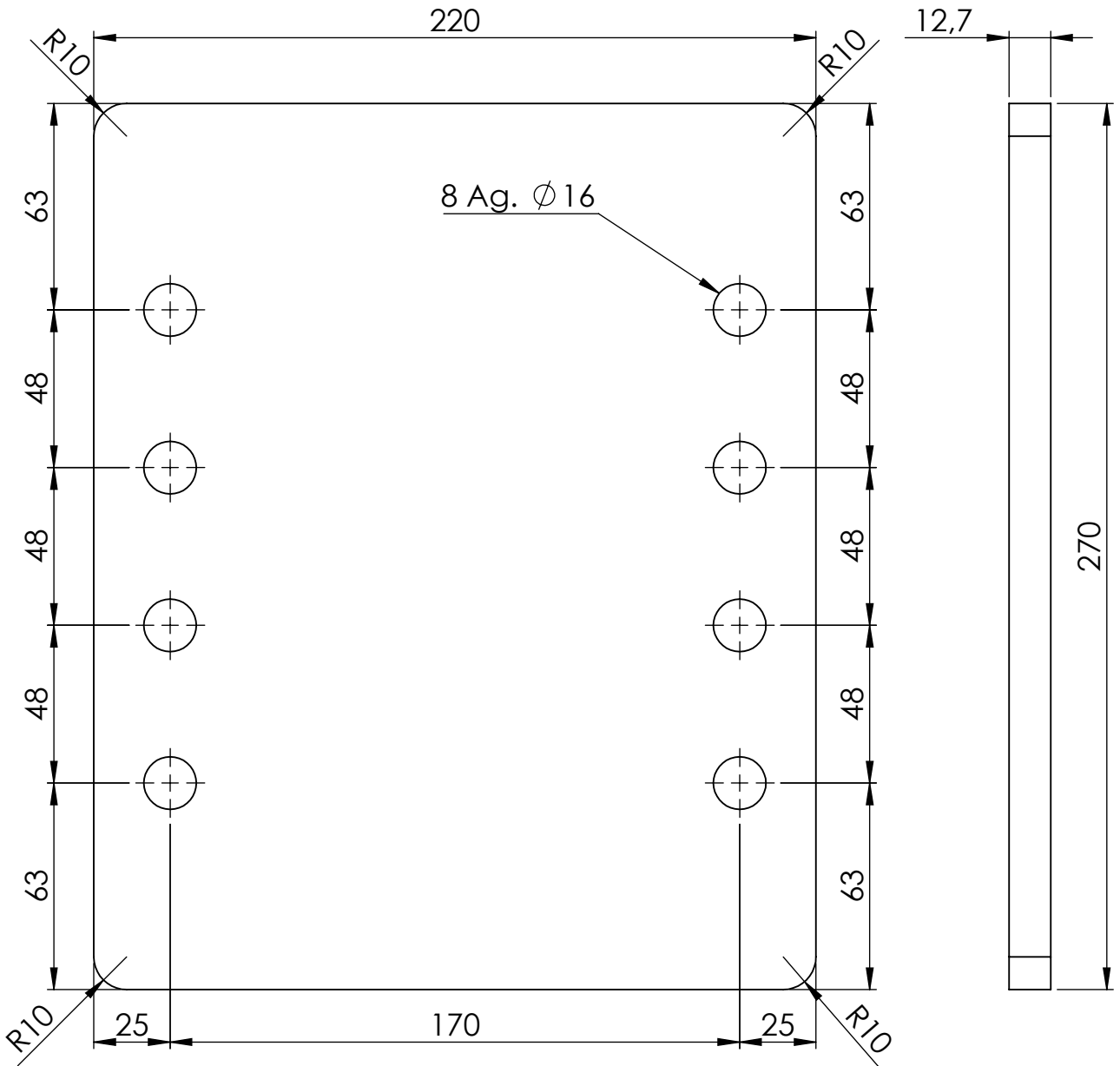


Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5
	Nombre	Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN	
Dibujó	Serri Micael	05/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó	Serri Micael	05/03/21	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:			MANOTA PIVOT DIMENSIONES PRINCIPALES			Material:
Acabado				Escala:	Código: SE 11 2 02 00		
Cantidad	2			1 : 2			
Observaciones					Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.		

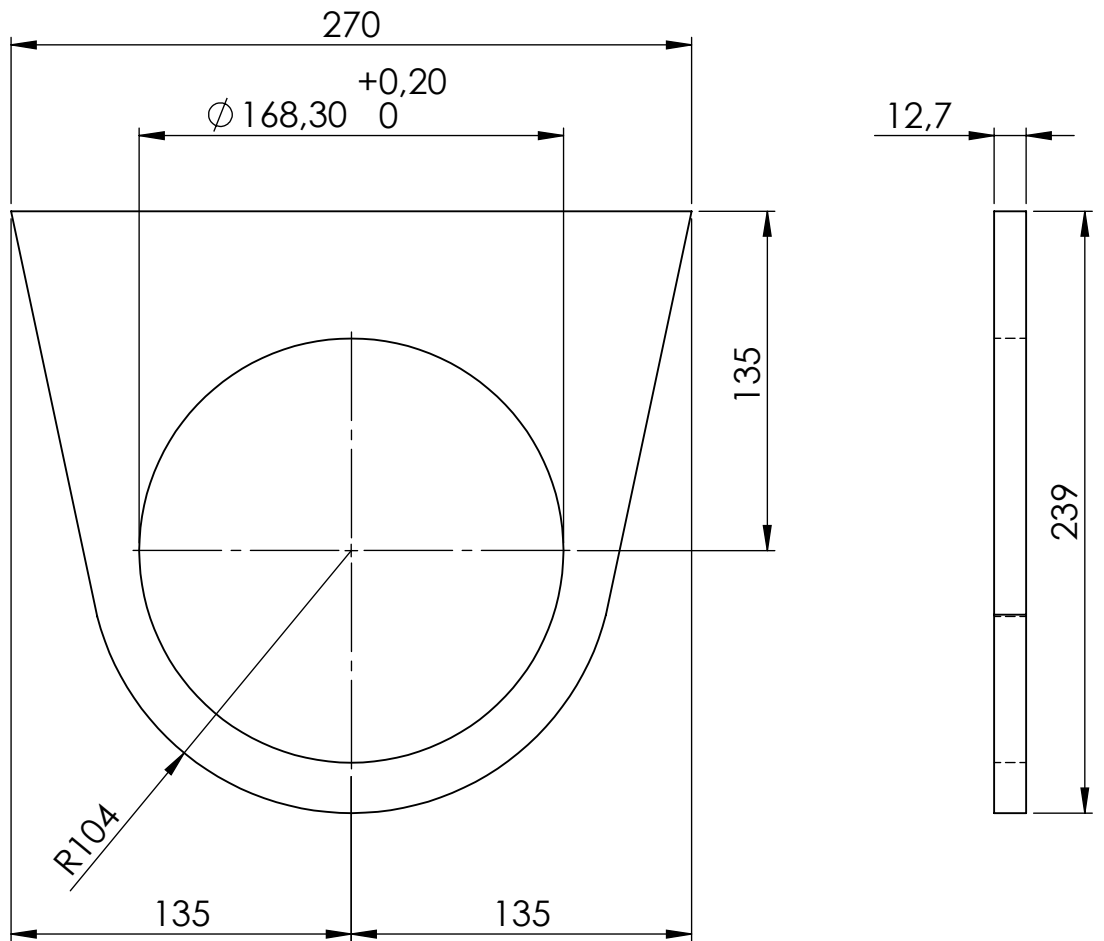


Alemite $\varnothing 1/4"$ SAE Recto

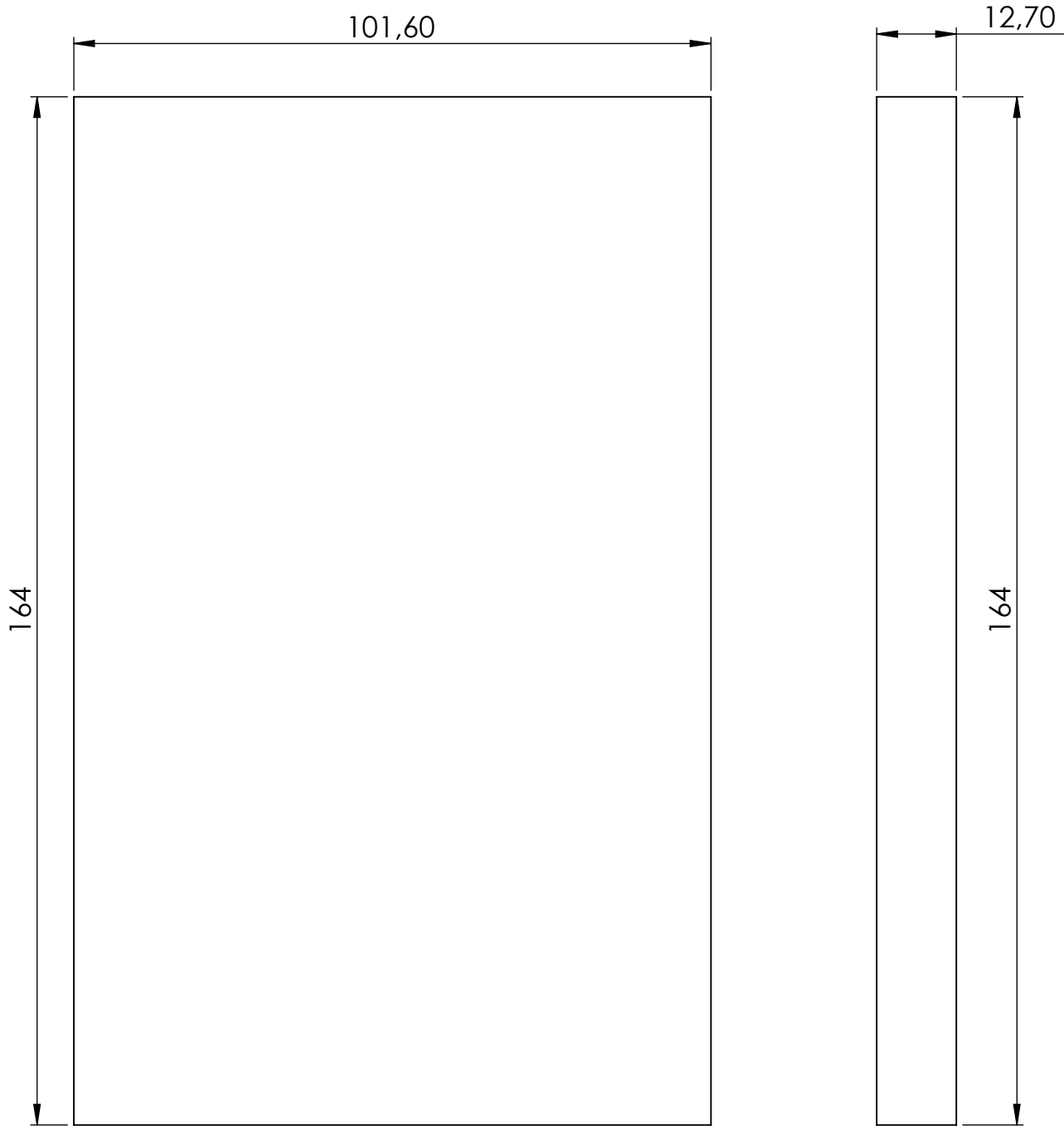
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5
	Nombre	Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN	
Dibujó	Serri Micael	05/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó	Serri Micael	05/03/21	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:			MANOTA PIVOT ENSAMBLADA DIMENSIONES GENERALES			Material:
Acabado				Escala:	Código: SE 11 2 02A 00		
Cantidad	2			1 : 2			
Observaciones					Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.		



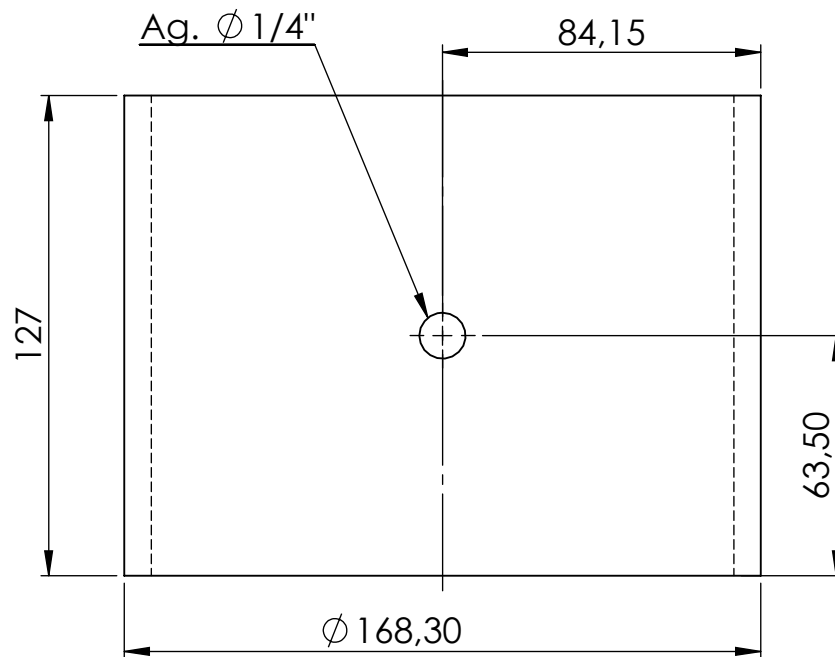
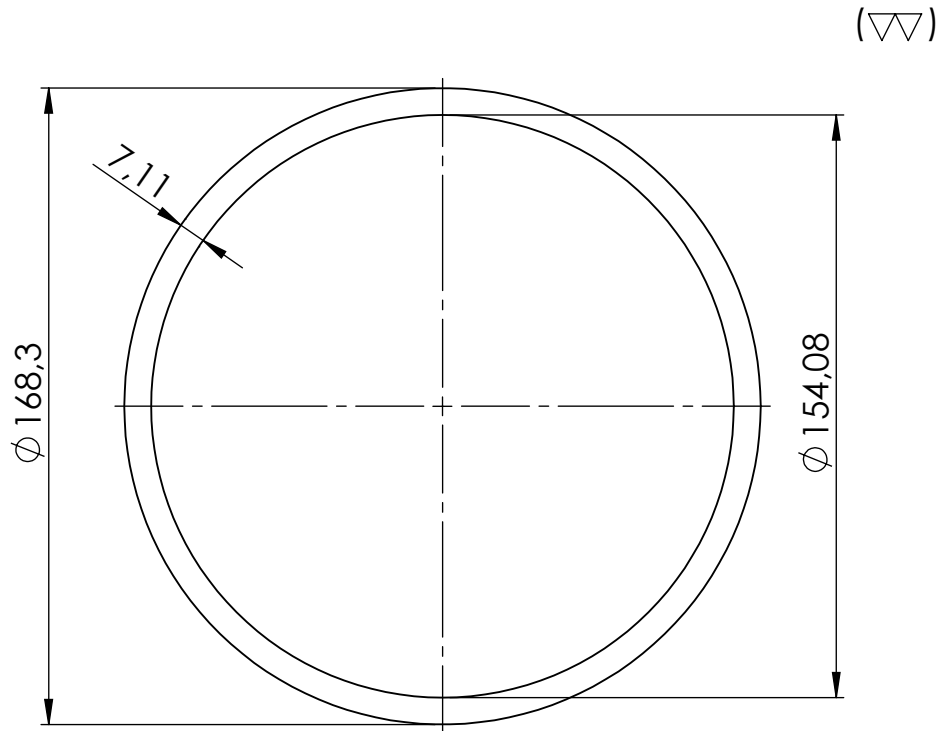
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		PLETINA DE AMARRE	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 1/2"
Cantidad	2		1 : 2	Código: SE 11 2 02 02
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



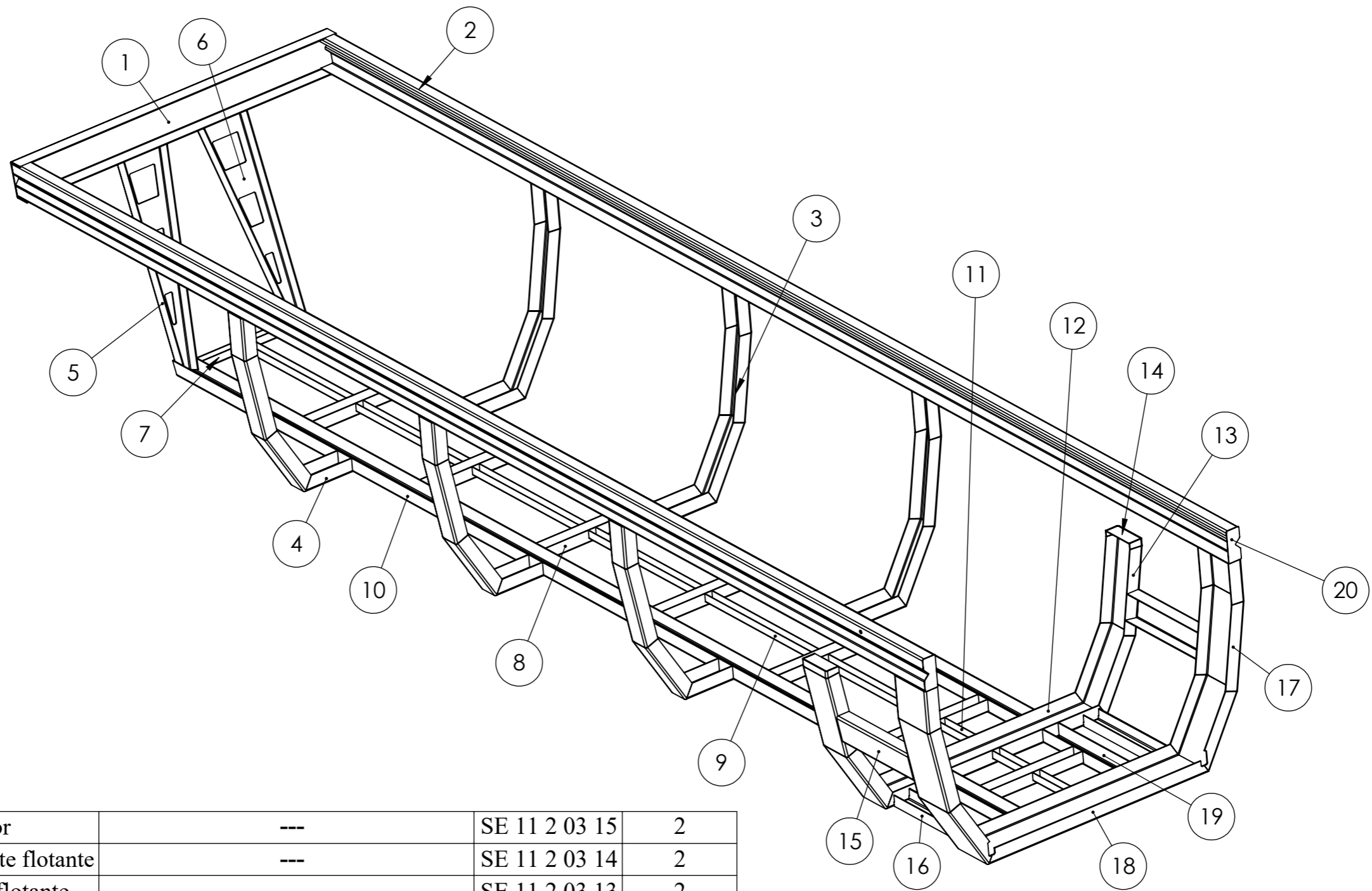
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: PLETINA SOPORTE			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 1/2"
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 2 02 08
Cantidad	4			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones				



	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		PLACA LATERAL	Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 1/2"
Acabado			Escala: 1 : 1	Código: SE 11 2 02 03
Cantidad	4			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones				



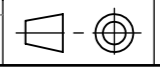
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		TUBO SCHEDULE PIVOTE	Material: Tubo de acero al Carbono sin costura Sch. 40 según norma ASTM A-53 Grado B
Acabado			Escala:	Código: SE 11 2 02 04
Cantidad	2		1 : 2	
Observaciones	Corte de tubo Sch.40 $\phi_n=6"$,Largo 5"			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

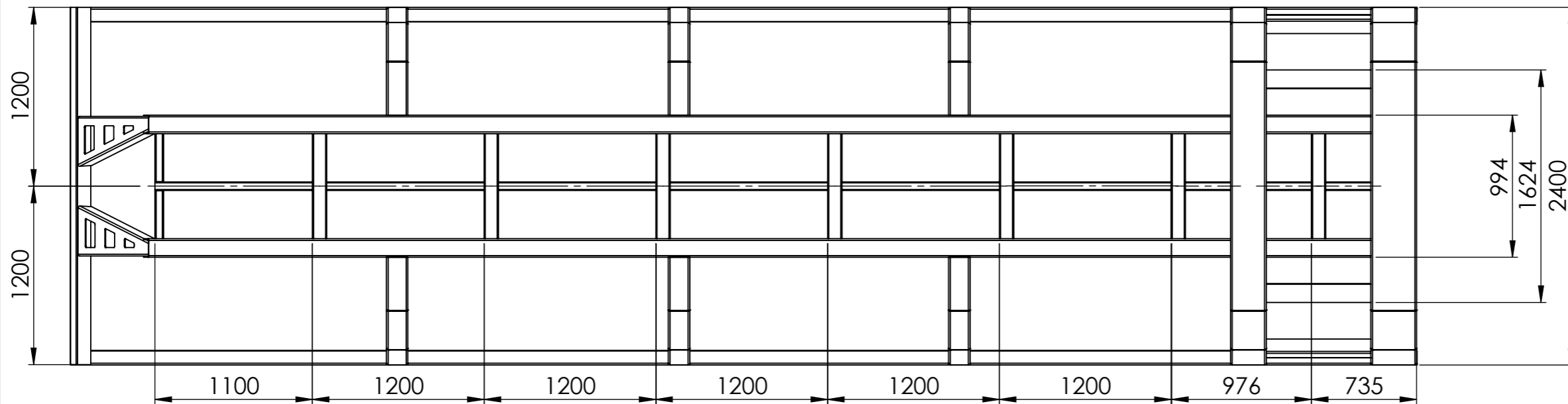
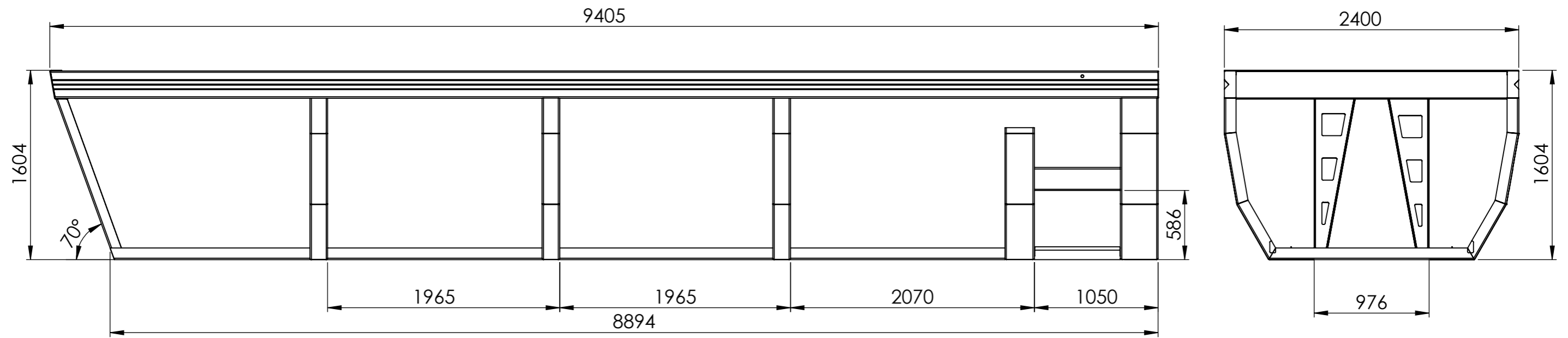


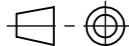
15	Soporte exterior	---	SE 11 2 03 15	2
14	Tapa superior puente flotante	---	SE 11 2 03 14	2
13	Lateral de puente flotante	---	SE 11 2 03 13	2
12	Base de puente flotante	---	SE 11 2 03 12	1
11	"U" trasera	---	SE 11 2 03 11	3
10	Larguero base	---	SE 11 2 03 10	2
9	Refuerzo "U" longitudinal	---	SE 11 2 03 09	6
8	Refuerzo "U" transversal	---	SE 11 2 03 08	7
7	"U" de encuentro frontal	---	SE 11 2 03 07	2
6	Refuerzo frontal izquierdo	---	SE 11 2 03 06	1
5	Refuerzo frontal derecho	---	SE 11 2 03 05	1
4	Base costilla lateral	---	SE 11 2 03 04	6
3	Costilla lateral	---	SE 11 2 03 03	6
2	Marco lateral	---	SE 11 2 03 02	2
1	Marco frontal	---	SE 11 2 03 01	1
Item	Descripción	Observaciones	Código	Cantidad

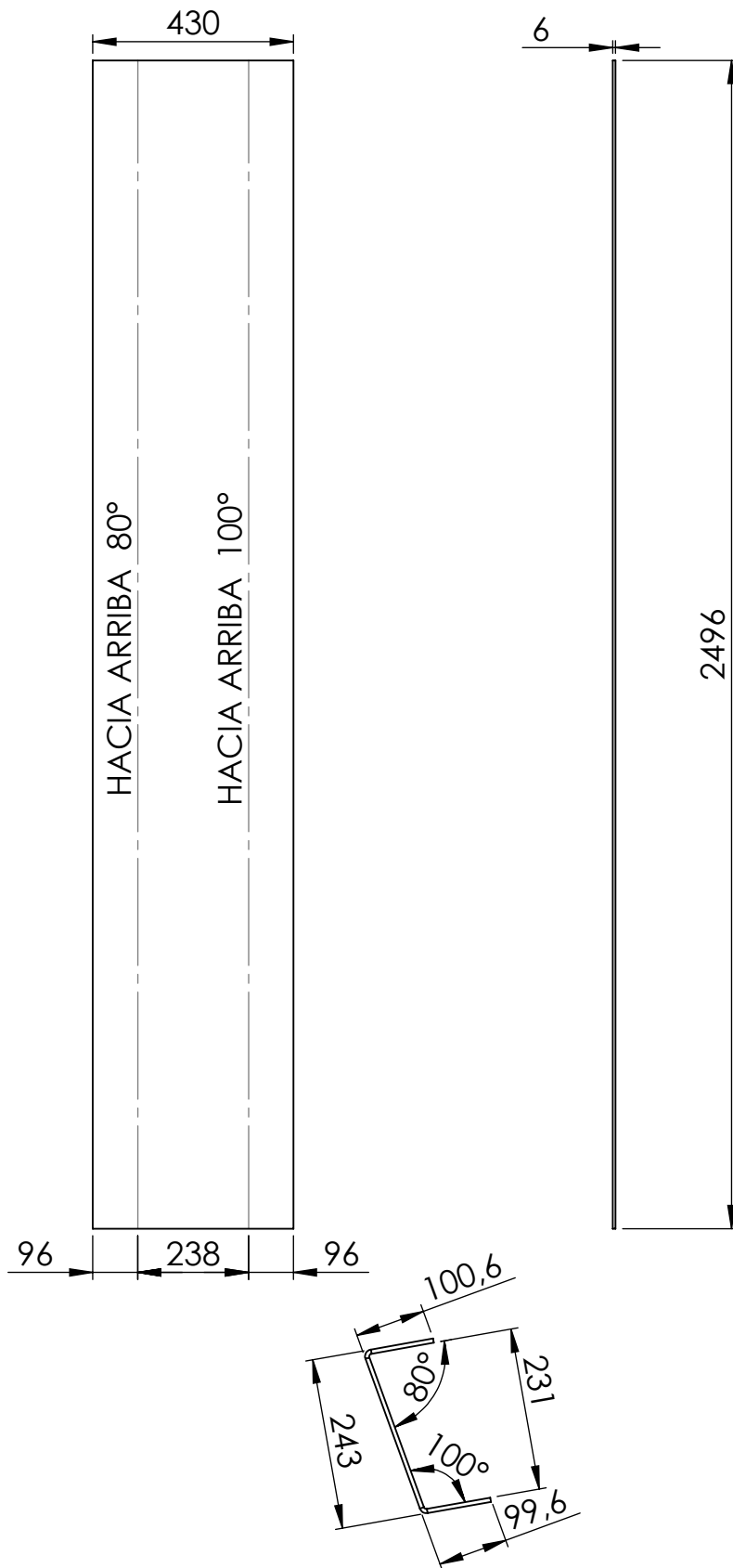
20	Tapa de marco trasero	---	SE 11 2 03 20	2
19	Larguero base de unión	---	SE 11 2 03 19	2
18	Base de marco trasero	---	SE 11 2 03 18	1
17	Lateral de marco trasero	---	SE 11 2 03 17	2
16	Soporte manota	---	SE 11 2 03 16	2

Nombre		Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó		20/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó		20/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: ESTRUCTURA RESISTENTE DESPIECE		Material:
Acabado				Código: SE 11 2 03 00
Cantidad		1		
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm

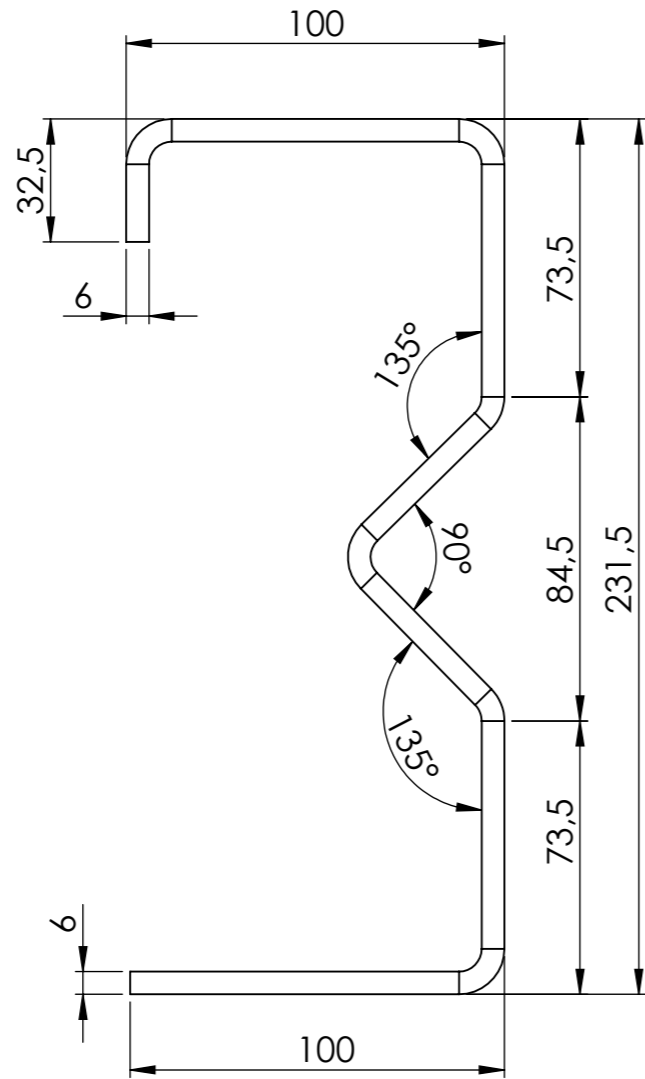
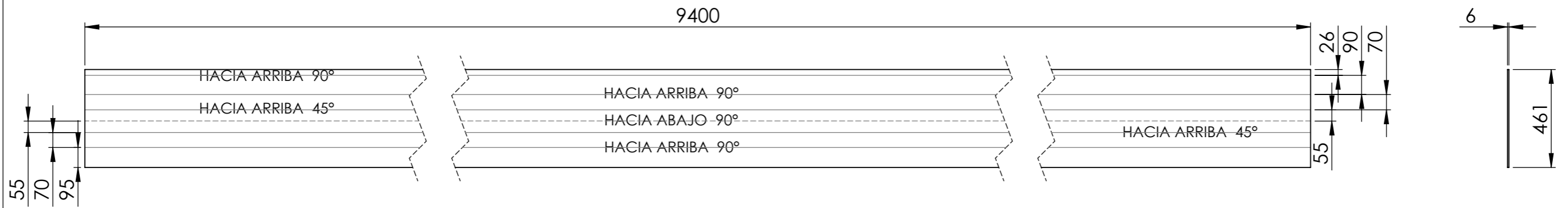




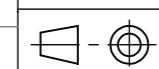
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	20/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	20/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: ESTRUCTURA RESISTENTE DIMENSIONES GENERALES		Material:
Acabado		Escala:		Código: SE 11 2 03 00
Cantidad	1	1 : 35		
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm

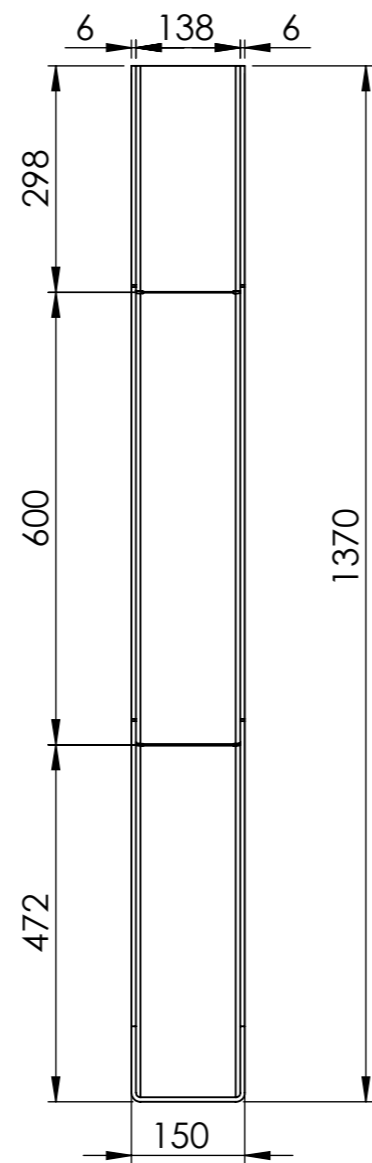
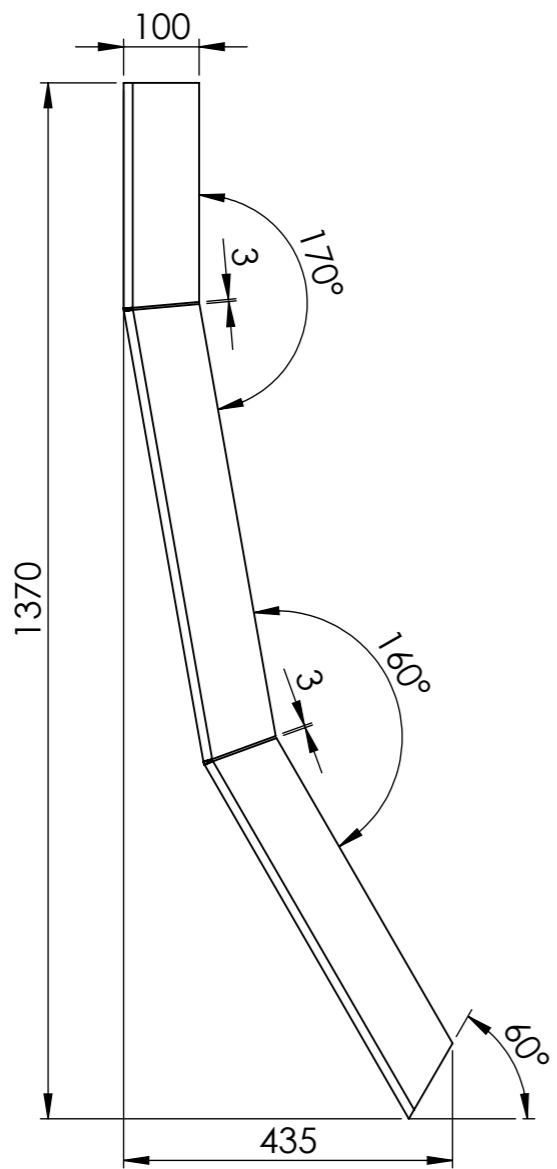
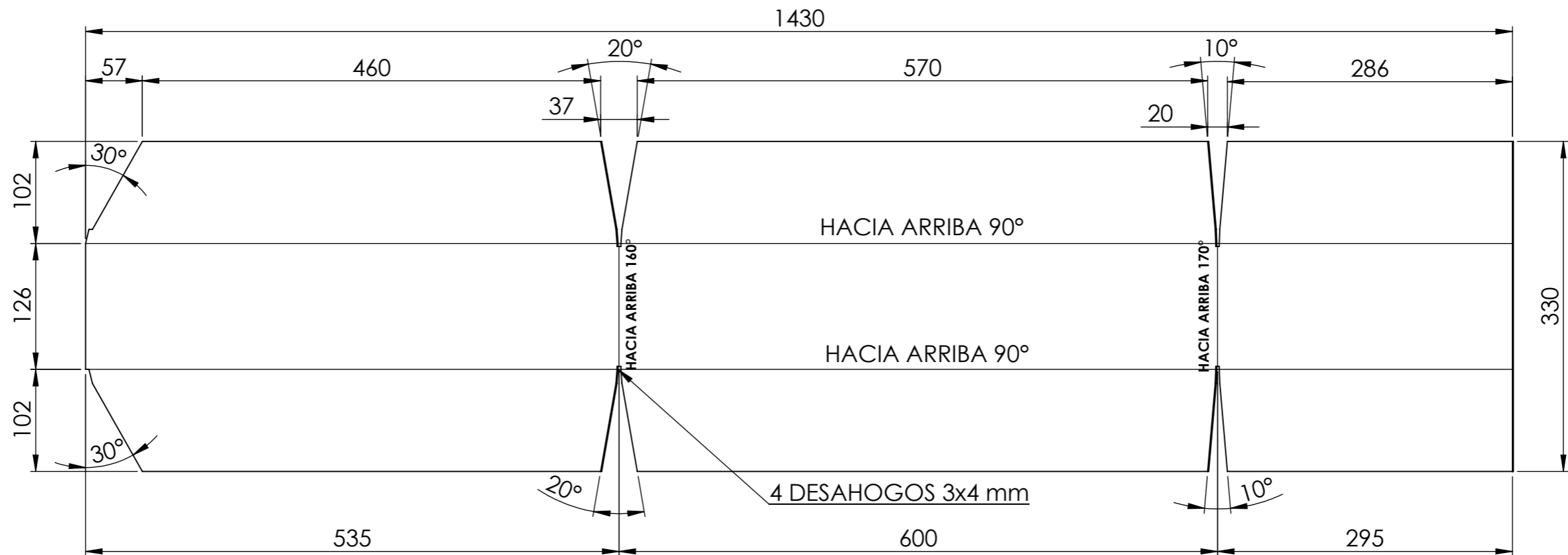


	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	20/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	20/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: MARCO FRONTAL			Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Acabado			Escala: 1 : 15	Código: SE 11 2 03 01
Cantidad	1			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones	Radio de plegado no indicado R6			

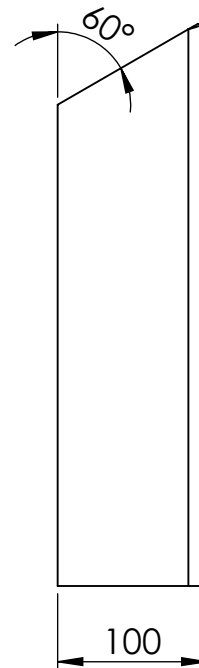
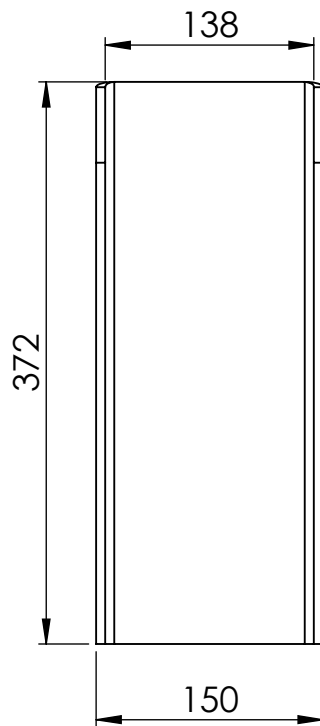
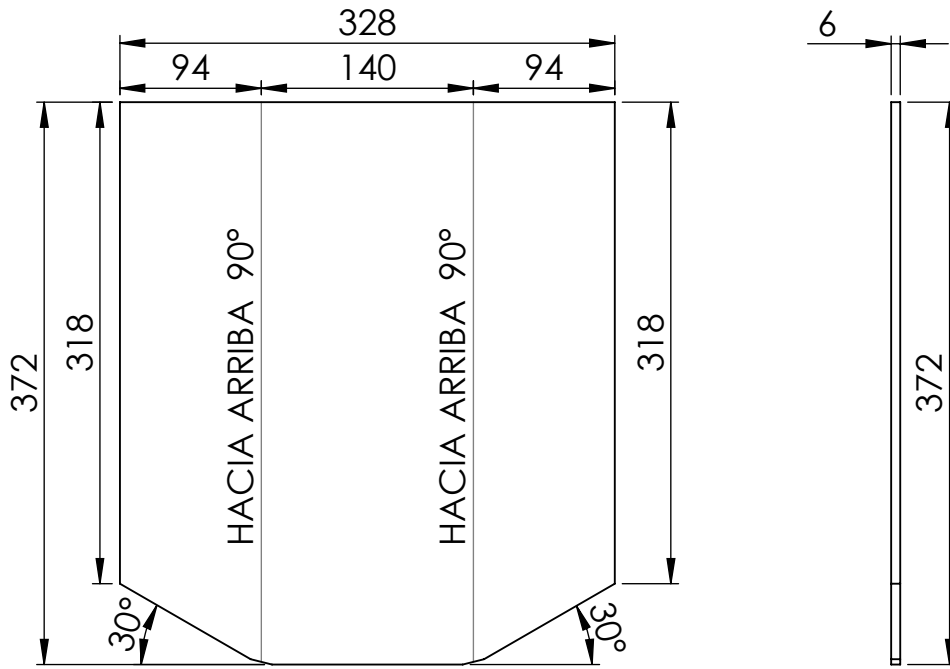


	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	20/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	20/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: MARCO LATERAL			Material:
Acabado				Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Cantidad	2			Código: SE 11 2 03 02
Observaciones	Radio de plegado no indicado R6			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm

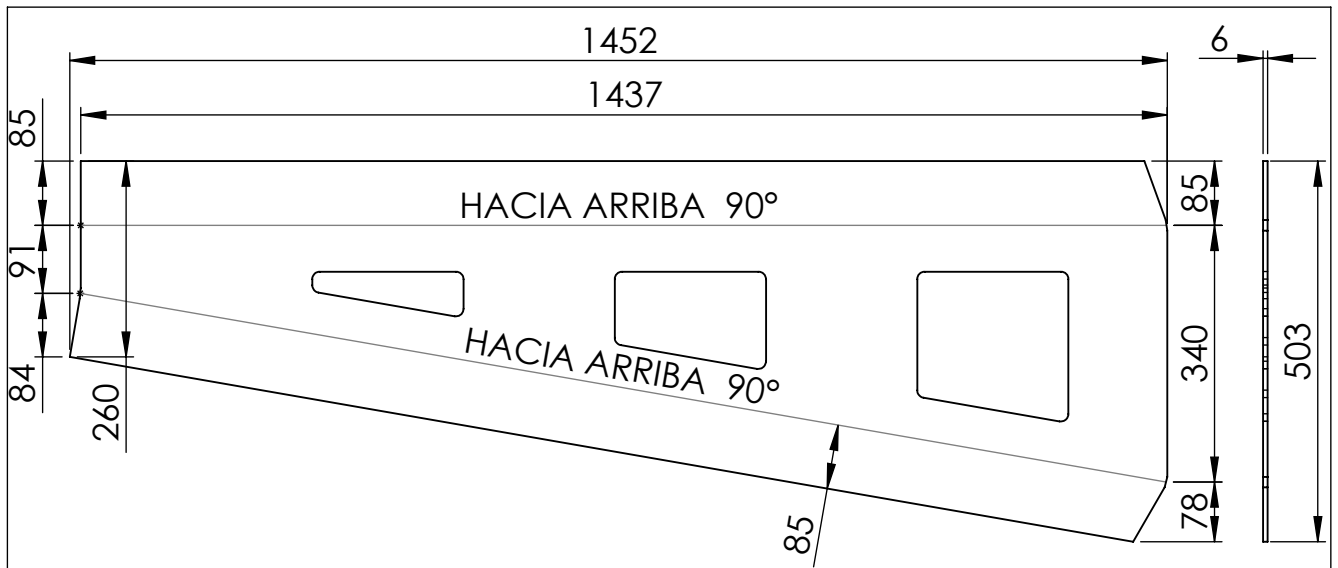




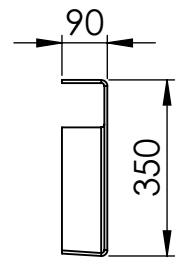
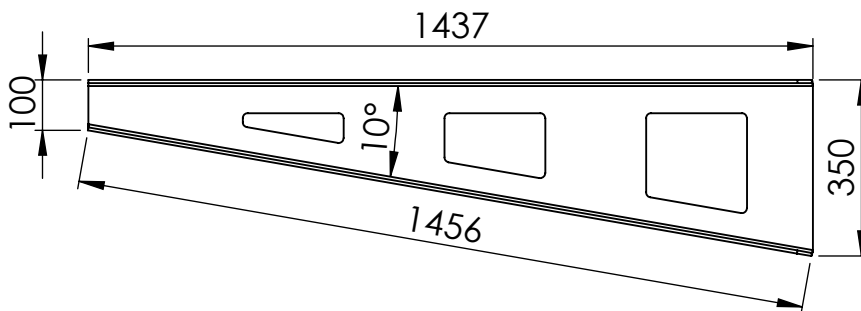
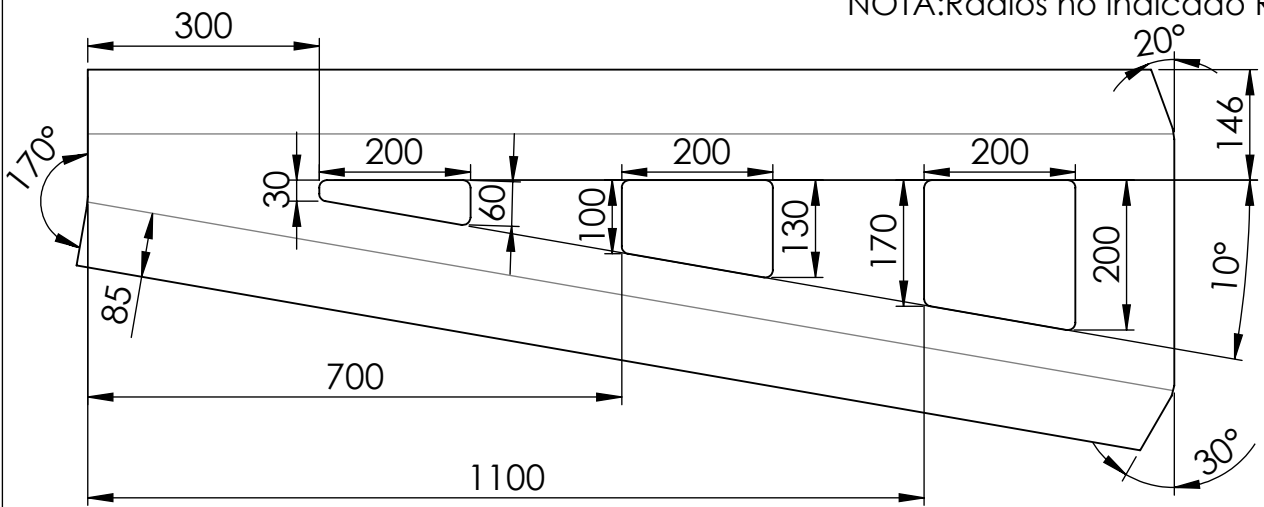
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	15/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	15/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: COSTILLA LATERAL		Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Acabado		Escala: 1 : 5		Código: SE 11 2 03 03
Cantidad	6		☐ - ⊕	Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm
Observaciones	Radio de plegado no indicado R6			



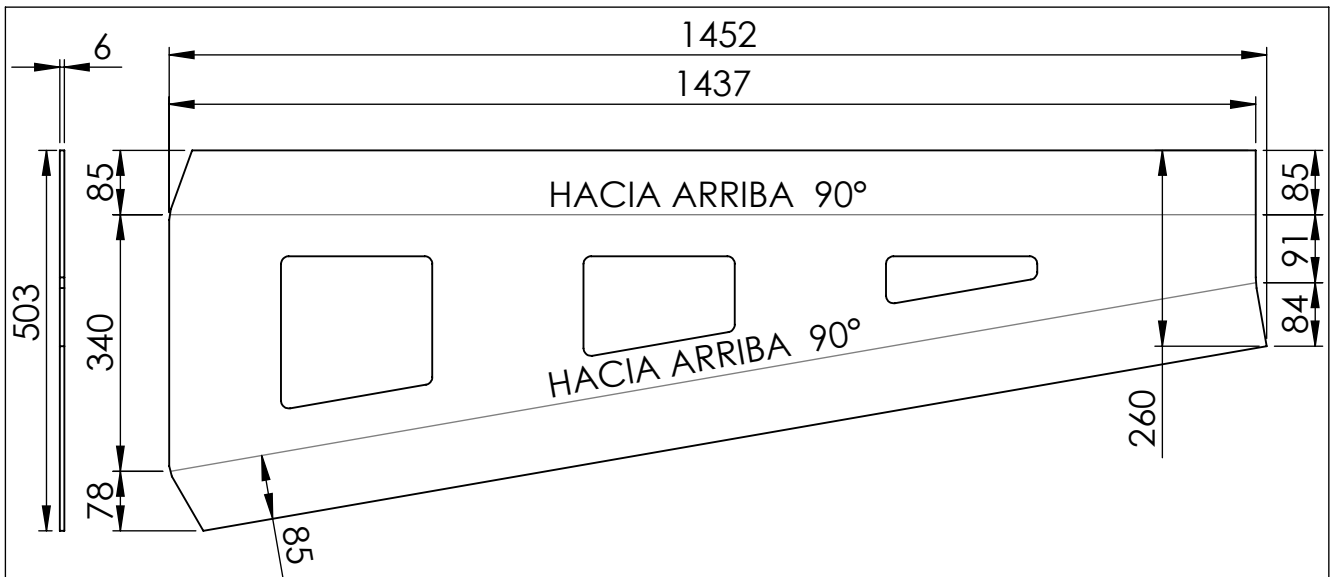
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		ALMA CENTRAL DELANTERA	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Cantidad	6		1 : 5	Código: SE 11 2 03 04
Observaciones	Radio de plegado no indicado R6			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



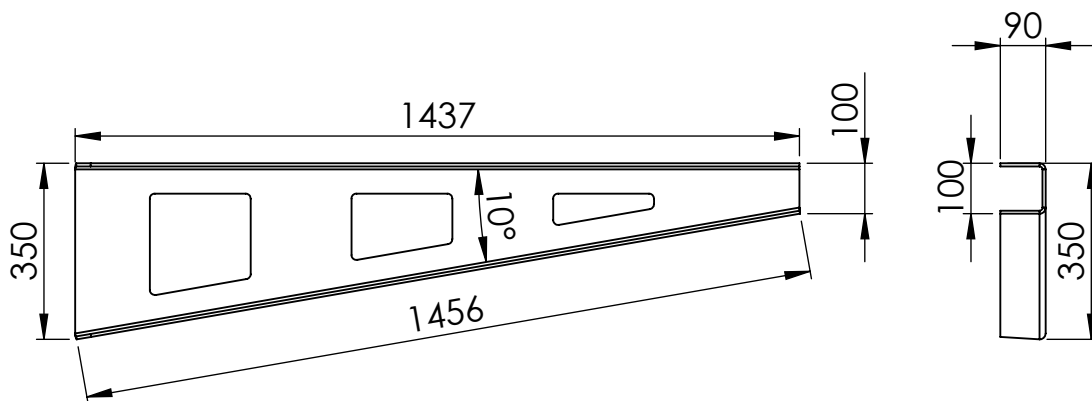
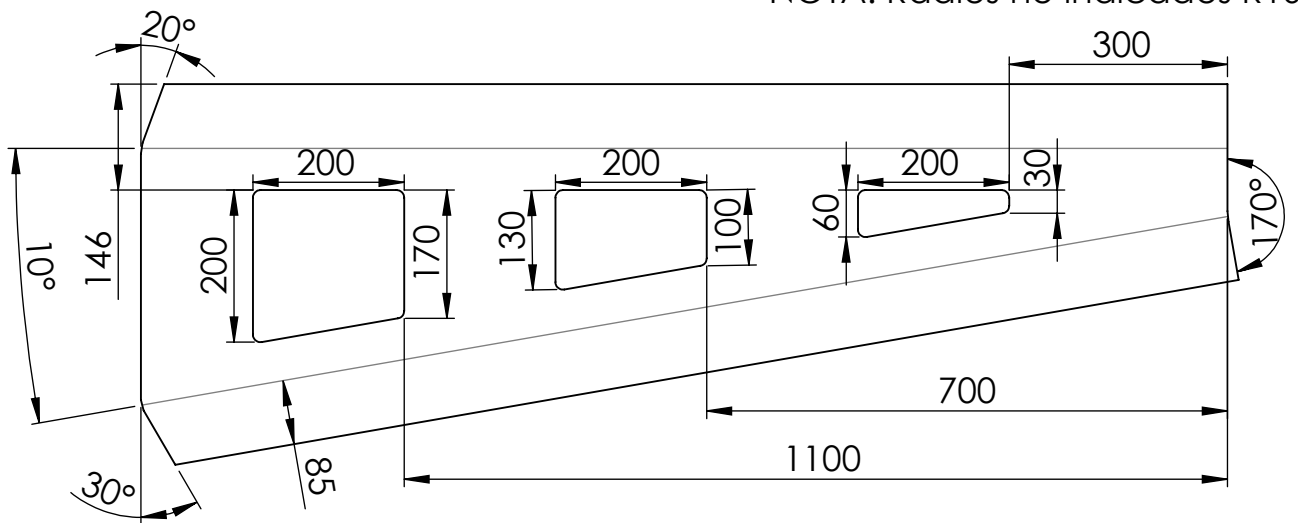
NOTA: Radios no indicado R10



	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: REFUERZO FRONTAL DERECHO			Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Acabado			Escala: 1 : 10	Código: SE 11 2 03 05
Cantidad	1			
Observaciones	Radio de plegado no indicado R6			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

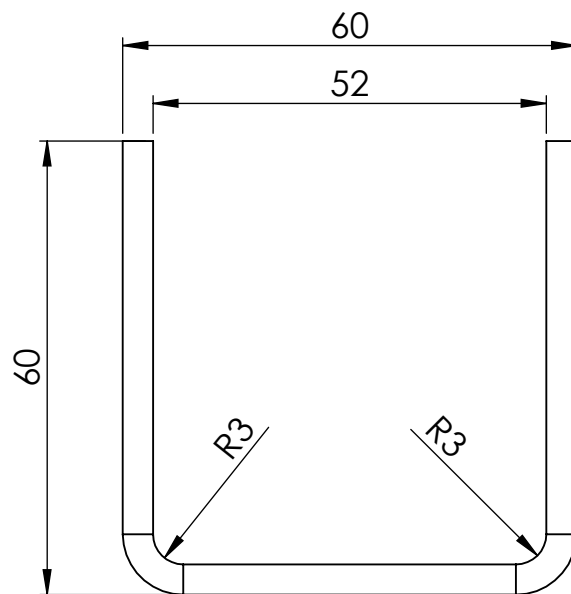


NOTA: Radios no indicados R10

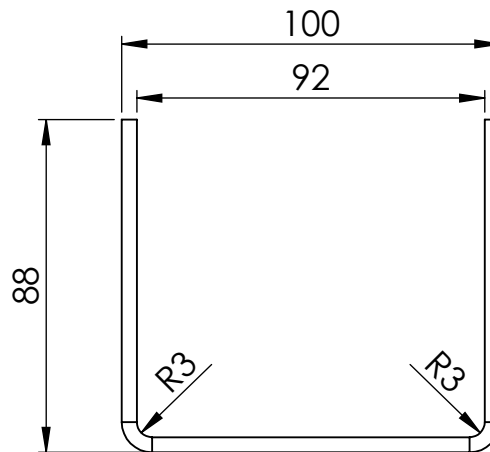
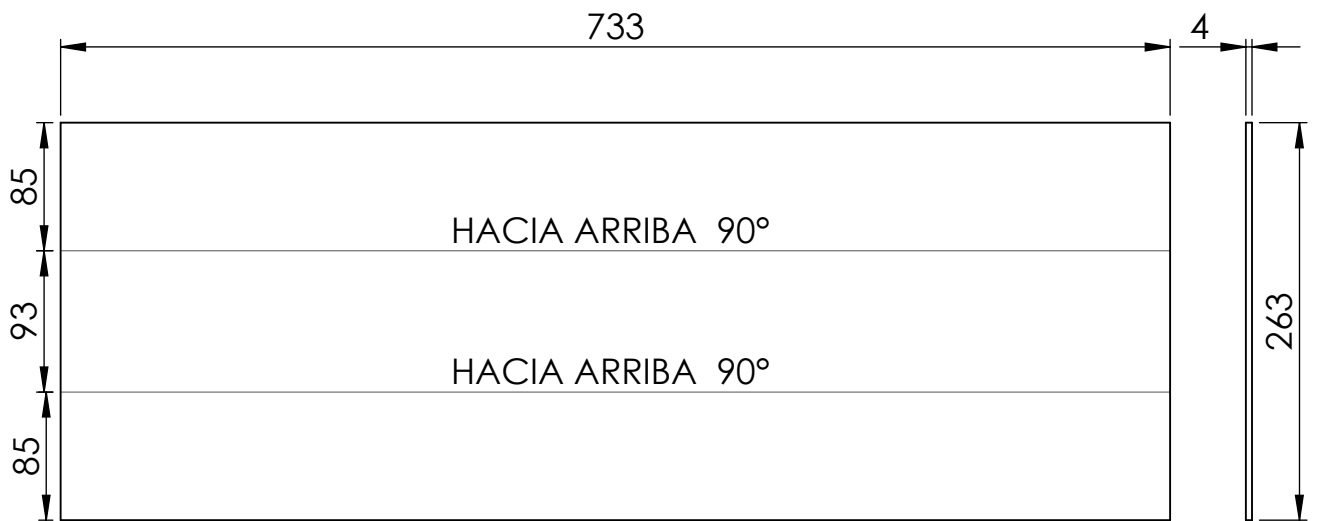


ESCALA 1:15

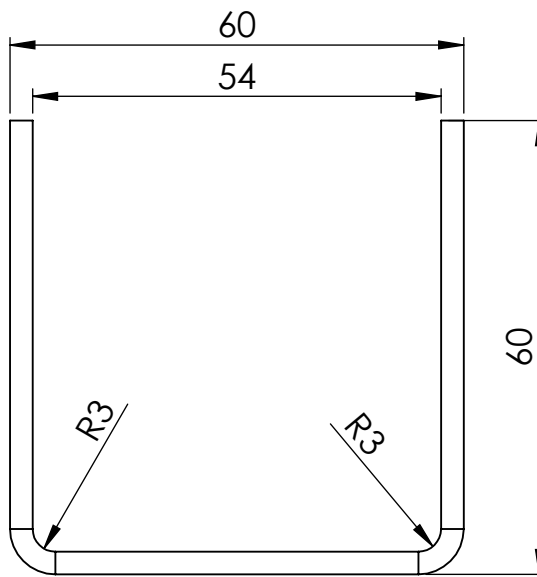
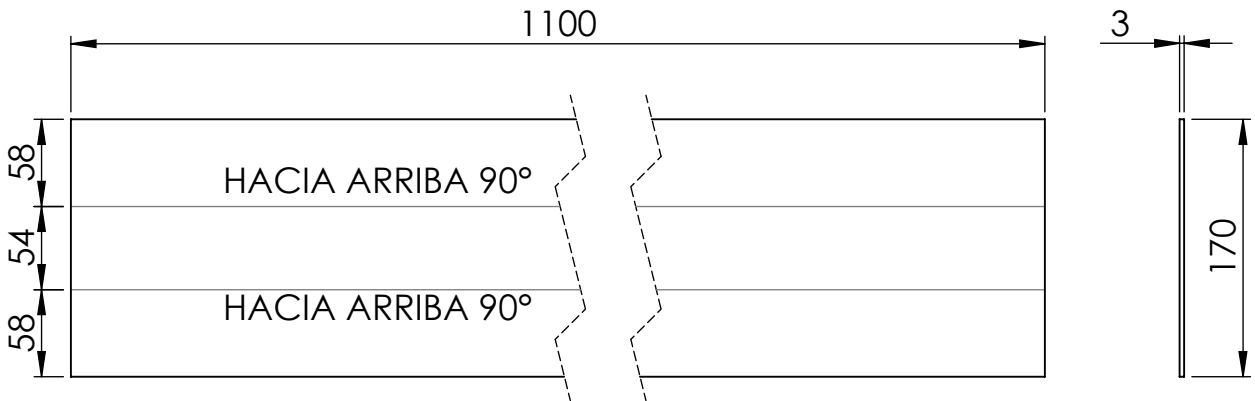
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		REFUERZO FRONTAL IZQUIERDO	Material:
Acabado				Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Cantidad	1		Escala:	Código: SE 11 2 03 06
Observaciones	Radio de plegado no indicado R6			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



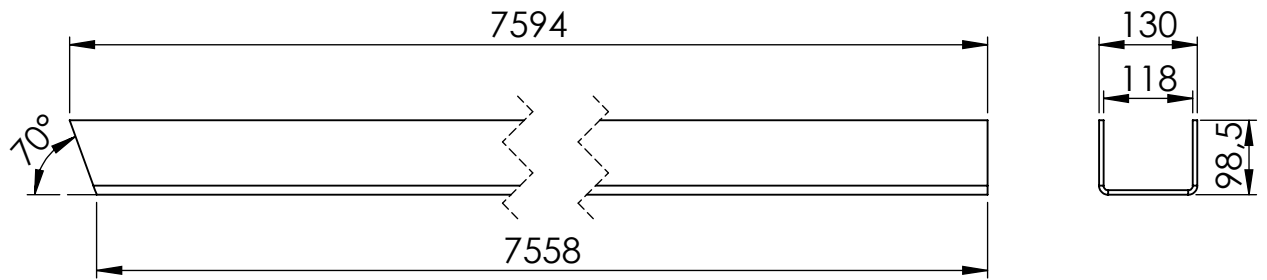
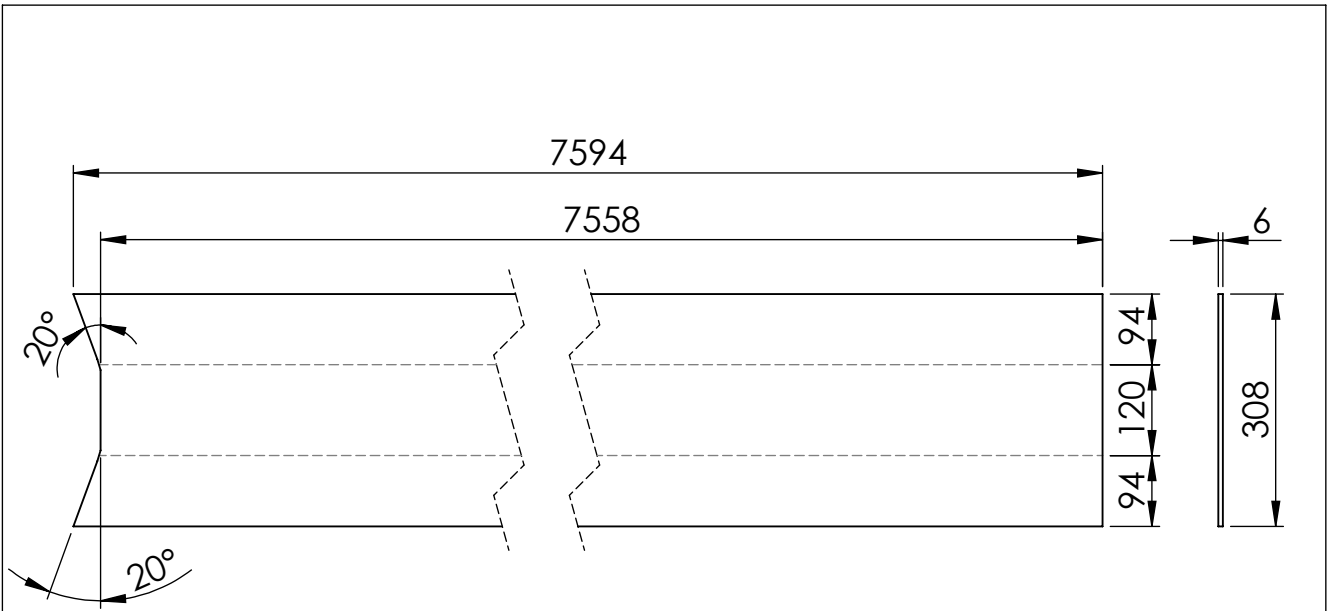
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		"U" DE ENCUENTRO FRONTAL	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 4 mm
Cantidad	2		1 : 2	Código: SE 11 2 03 07
Observaciones	Radio de plegado R3			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



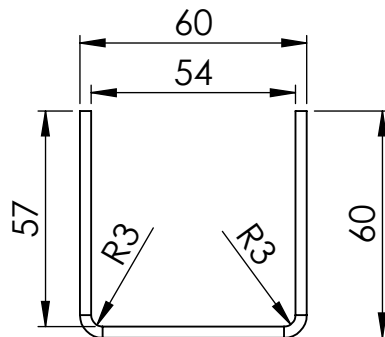
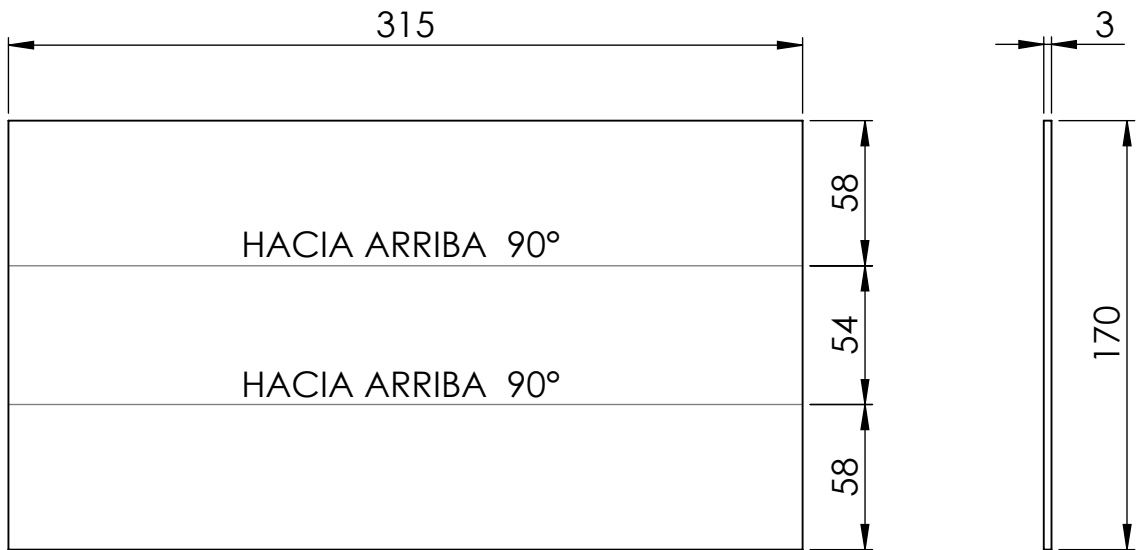
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		REFUERZO "U" TRANSVERSAL	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 4 mm
Cantidad	7		1 : 5	Código: SE 11 2 03 08
Observaciones	Radio de plegado R3			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



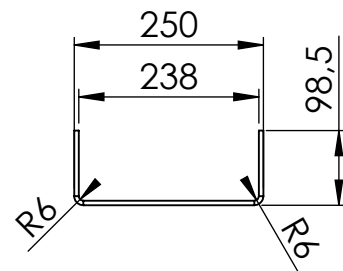
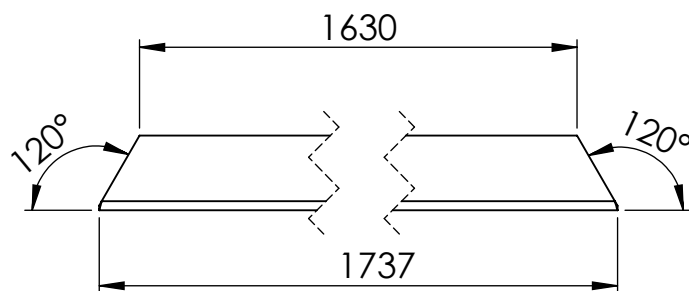
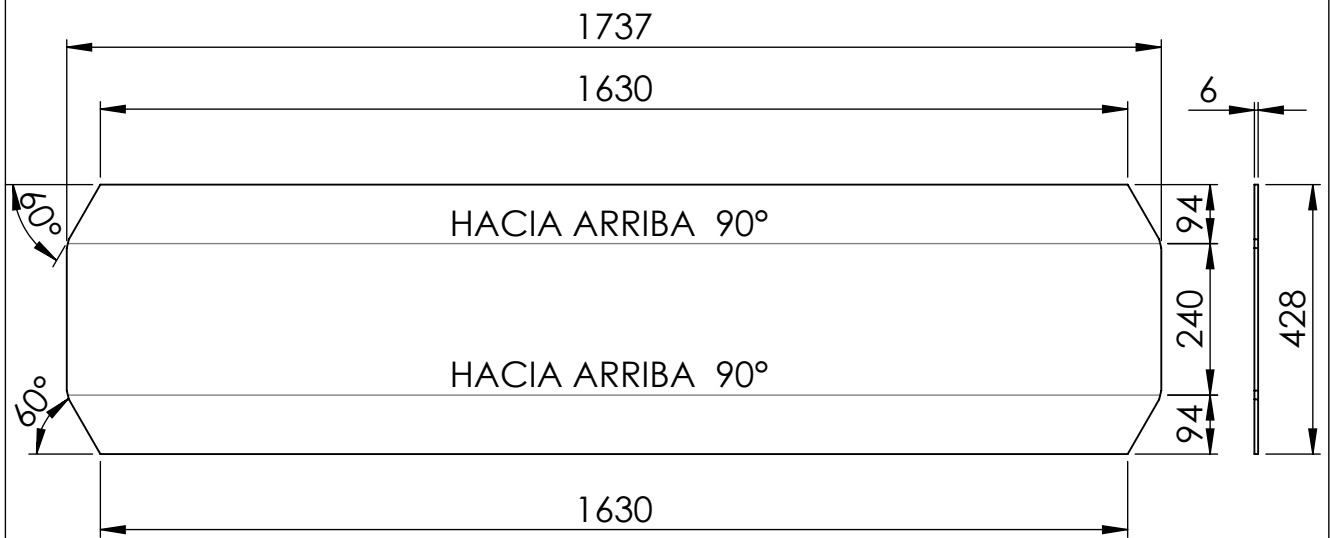
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		REFUERZO "U" LONGITUDINAL	Material:
Acabado				Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 3 mm
Cantidad	6		Escala:	Código: SE 11 2 03 09
Observaciones	Radio de plegado R3			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



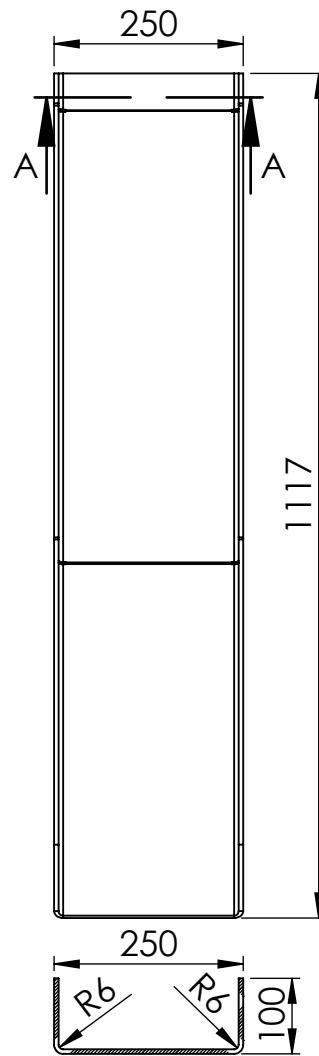
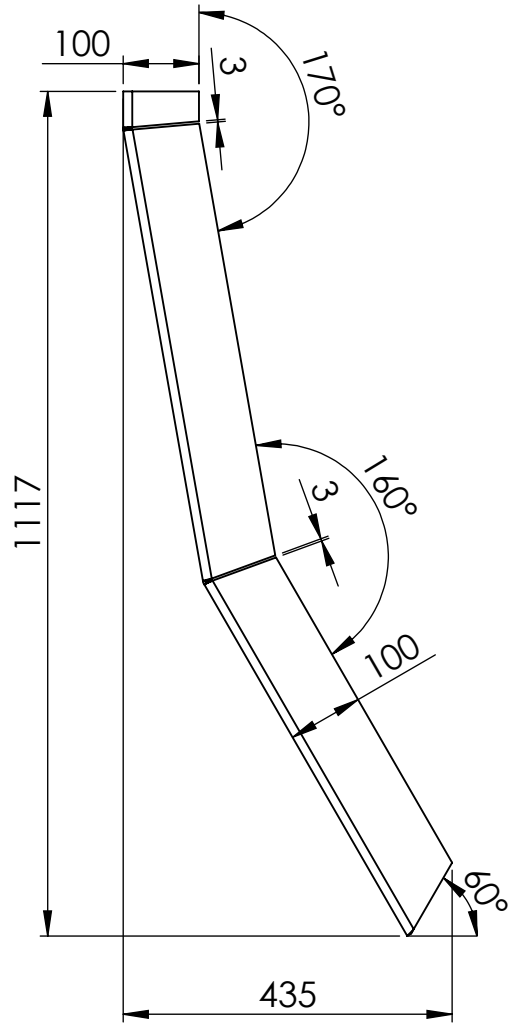
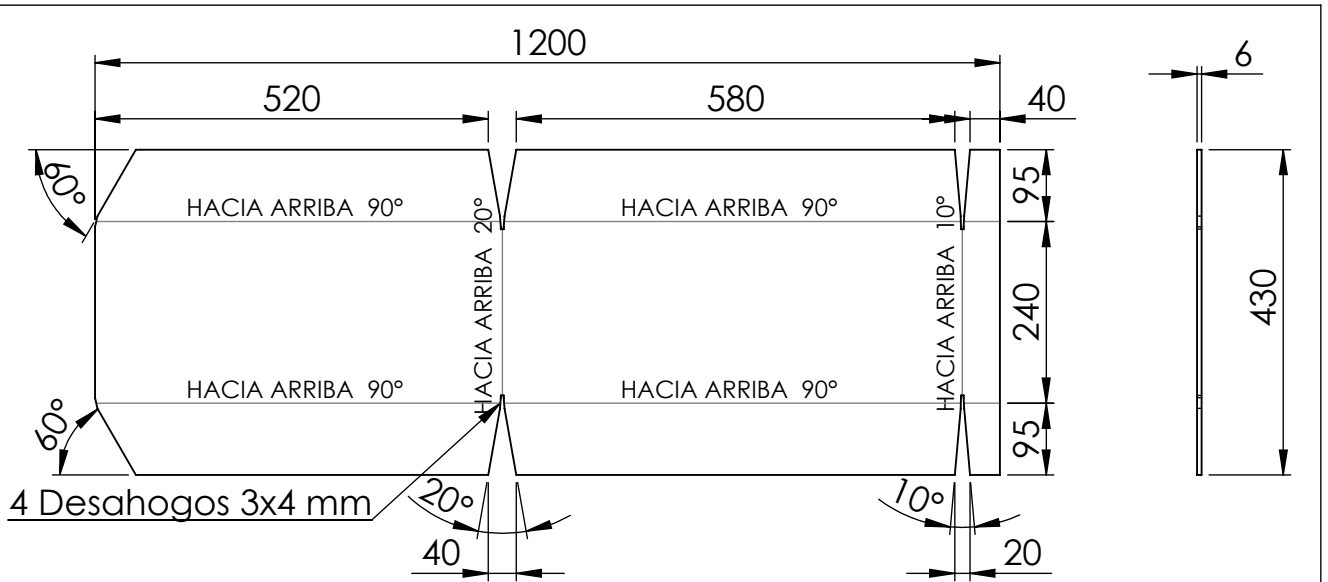
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: LARGUERO BASE			Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Acabado			Escala: 1 : 10	Código: SE 11 2 03 10
Cantidad	2			
Observaciones	Radio de plegado no indicado R6			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		"U" TRASERA DE ENCUENTRO	Material:
Acabado				Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 3 mm
Cantidad	3		Escala:	Código: SE 11 2 03 11
Observaciones	Radio de plegado R3			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

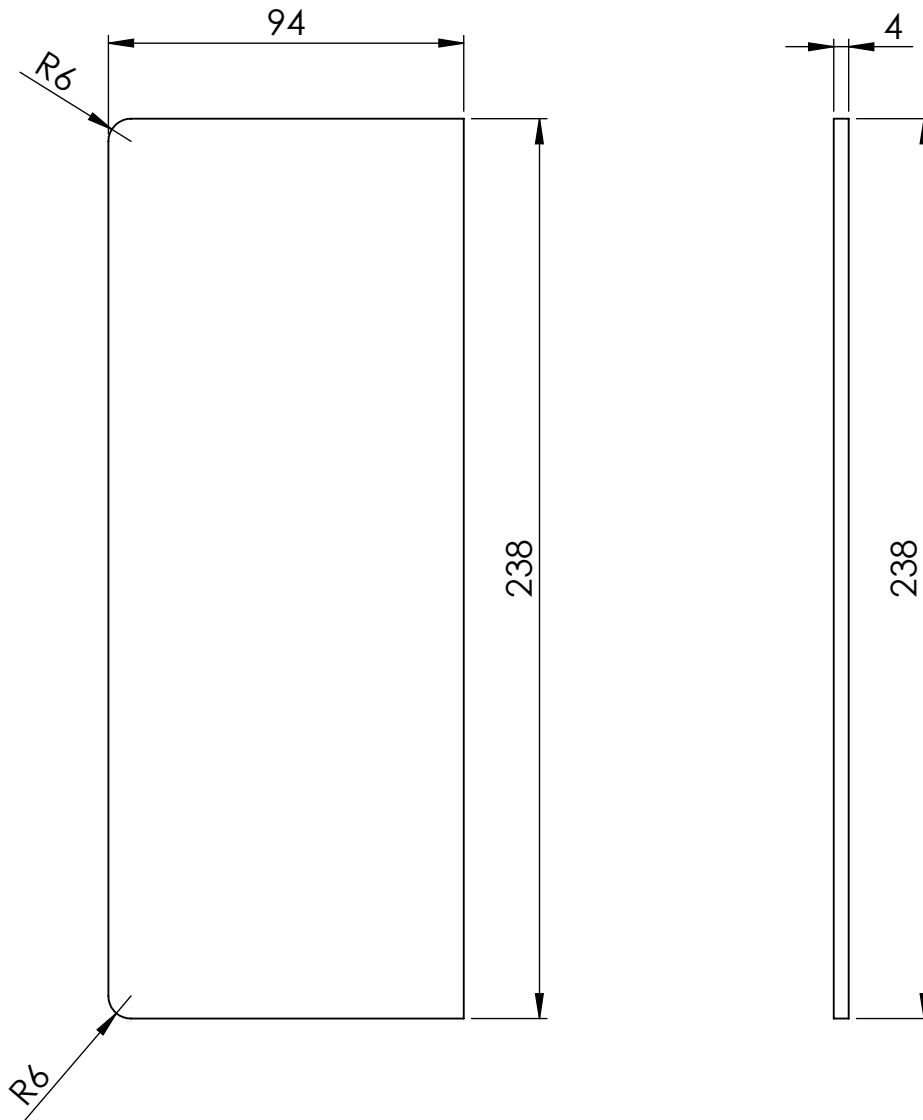


	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		BASE DE PUENTE FLOTANTE	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Cantidad	1		1 : 10	Código: SE 11 2 03 12
Observaciones	Radio de plegado R6			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

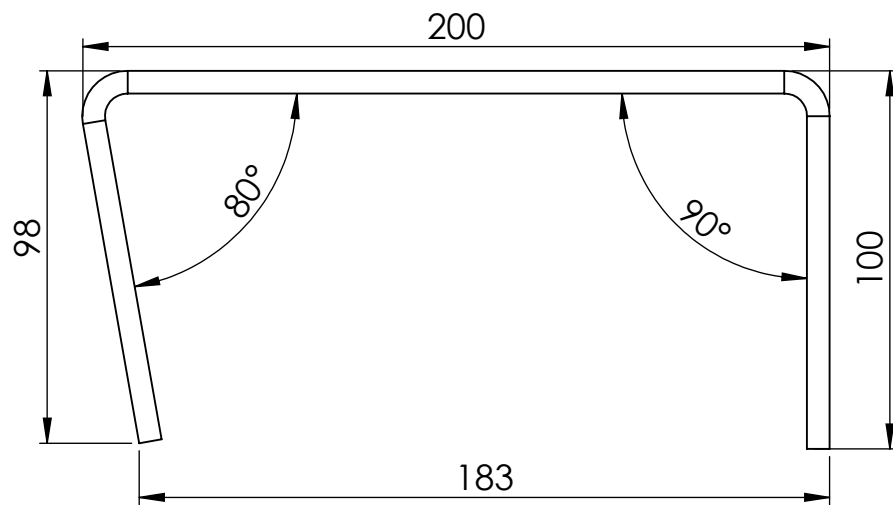
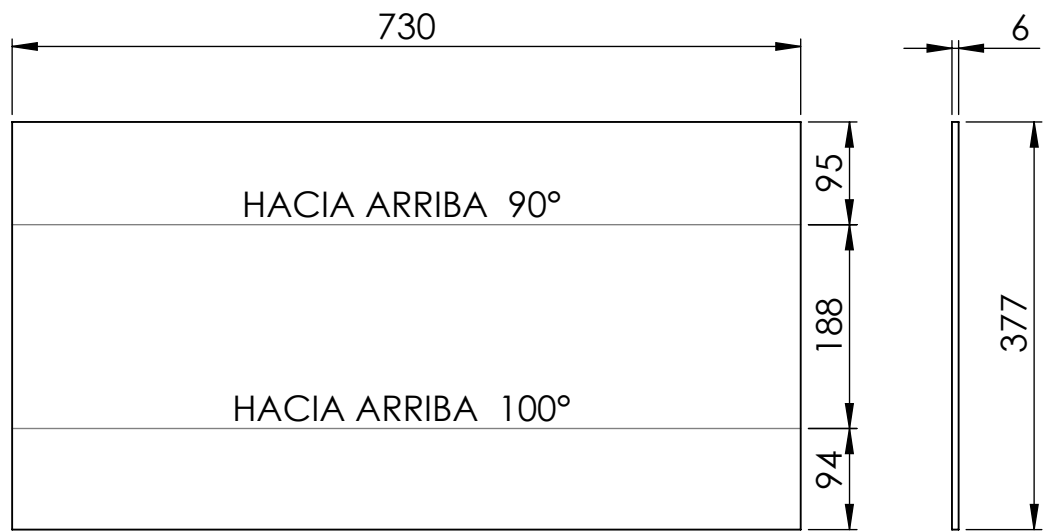


SECCIÓN A-A

	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		LATERAL DE PUENTE FLOTANTE	Material:
Acabado				Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Cantidad	2		Escala:	Código: SE 11 2 03 13
Observaciones	Radio de plegado R6			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

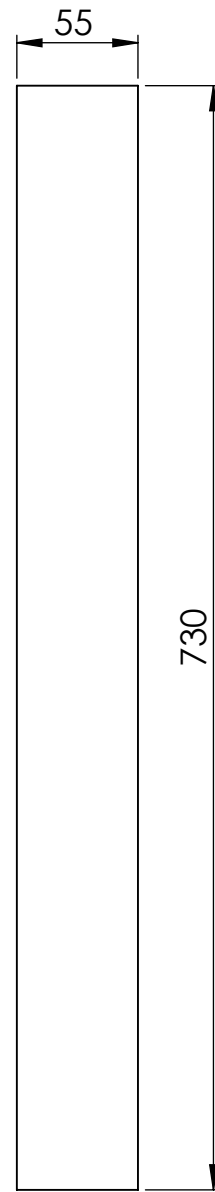
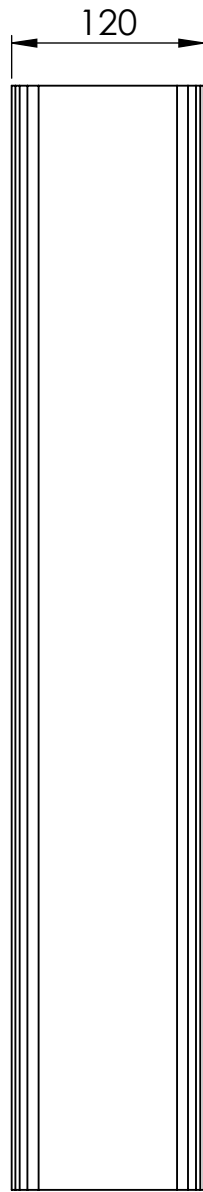


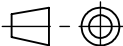
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/12/20	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/12/20	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		TAOA SUPERIOR PTE. FLOTANTE	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 4 mm
Cantidad	2		1 : 1	Código: SE 11 2 03 14
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

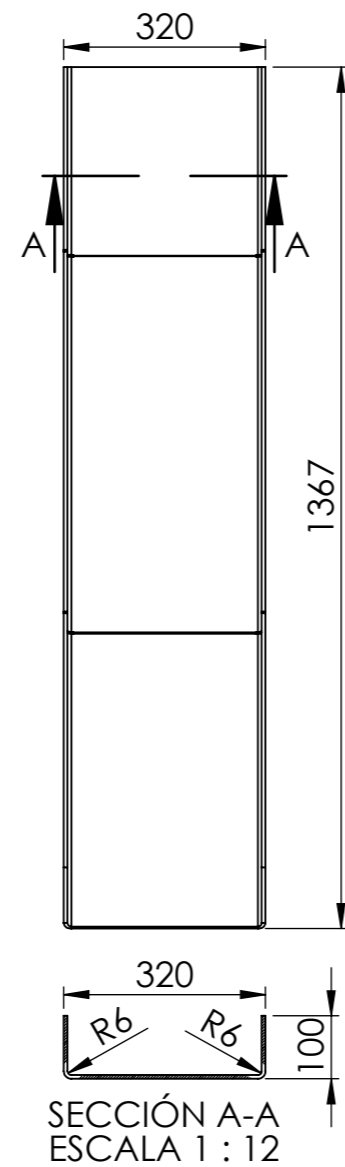
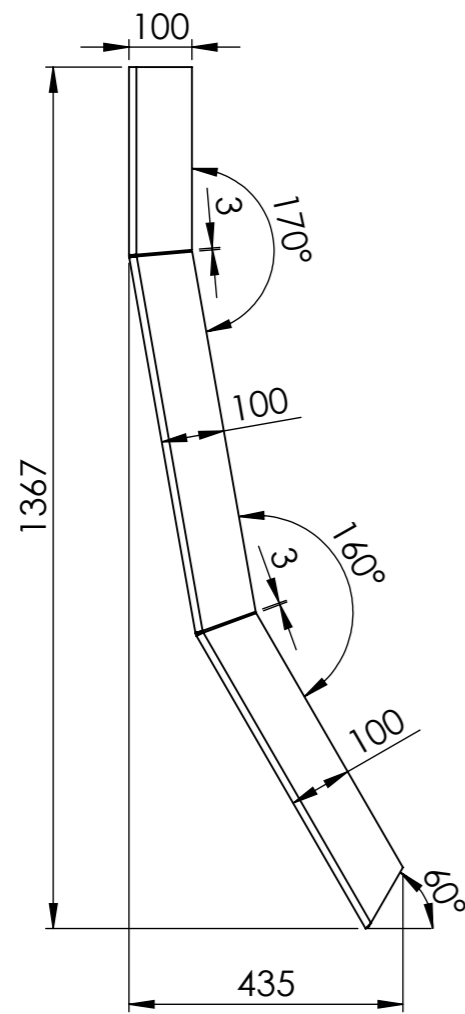
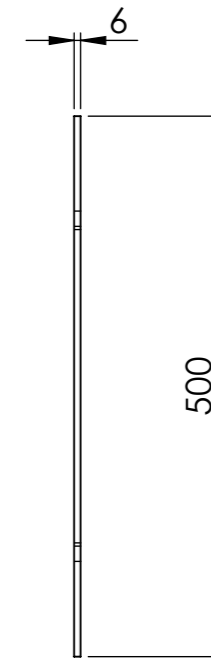
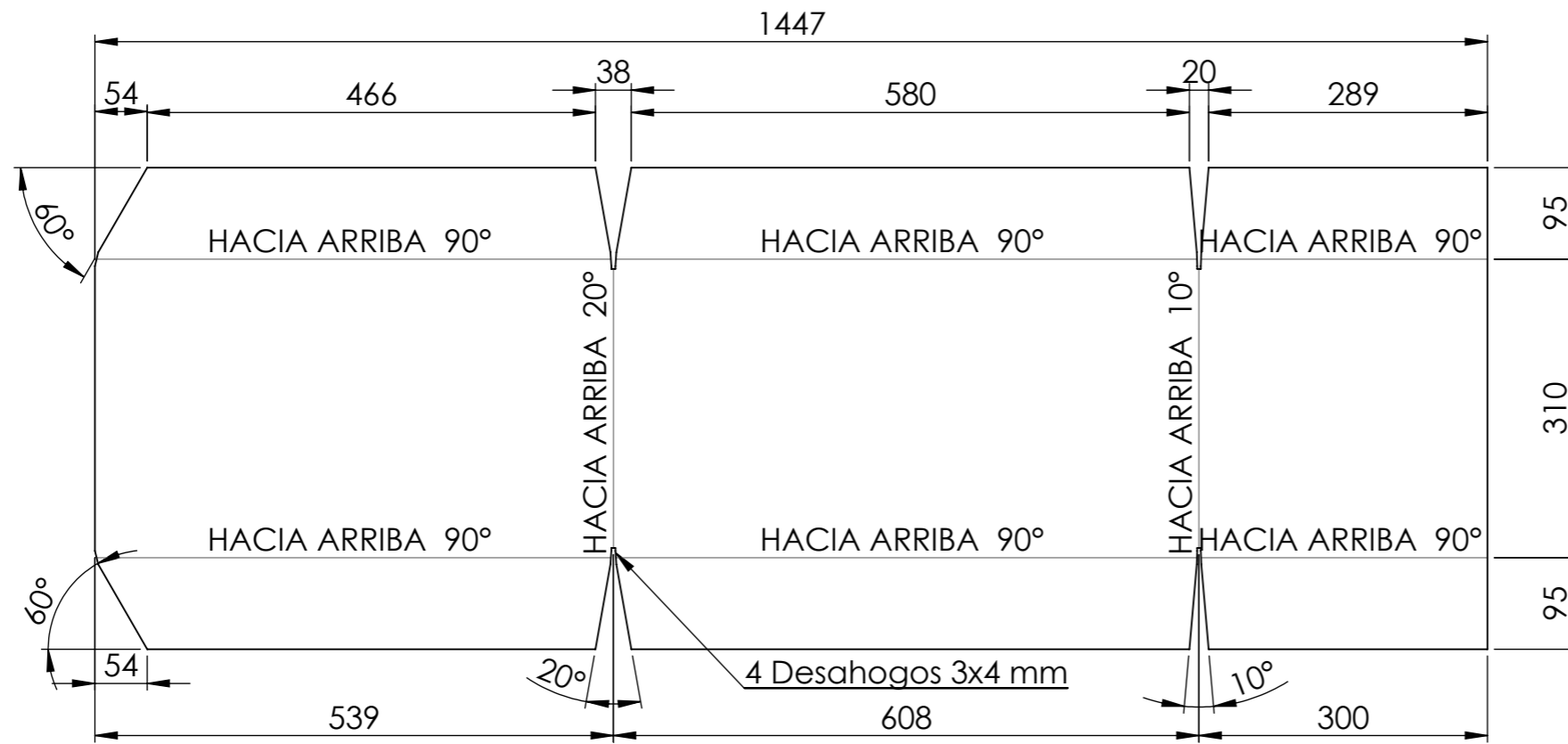


ESCALA 1:2

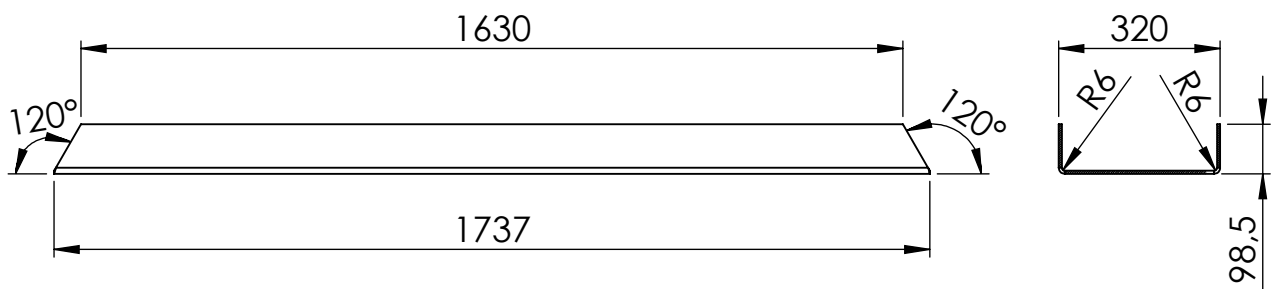
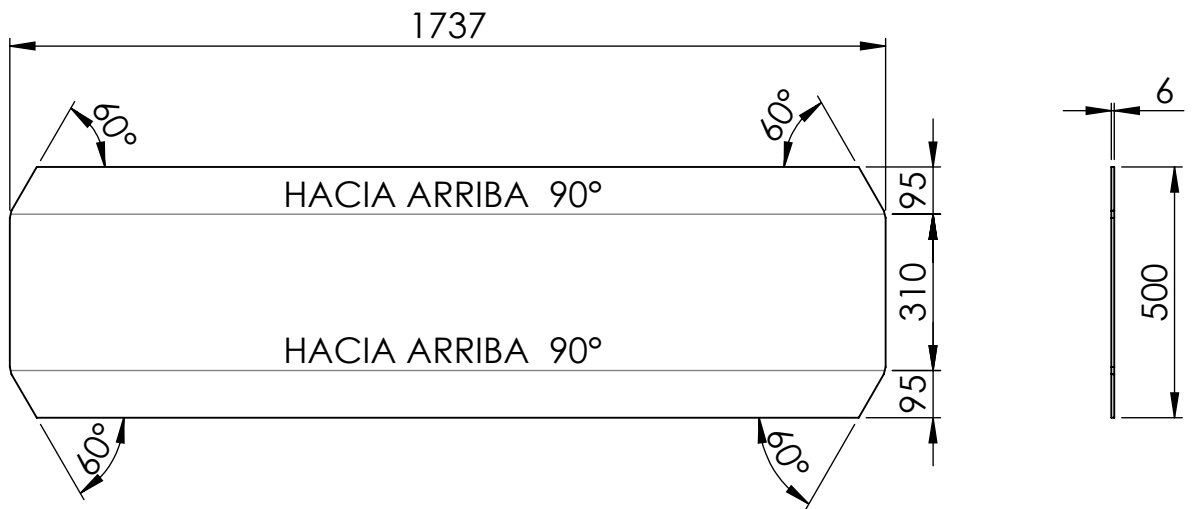
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: SOPORTE EXTERIOR			Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Acabado			Escala: 1 : 7	Código: SE 11 2 03 15
Cantidad	2			
Observaciones	Radio de plegado R6			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



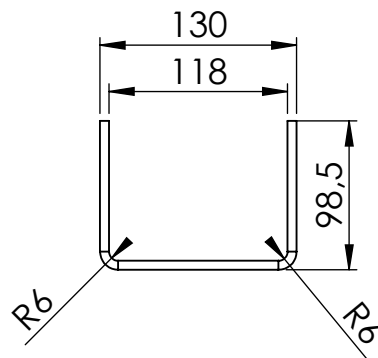
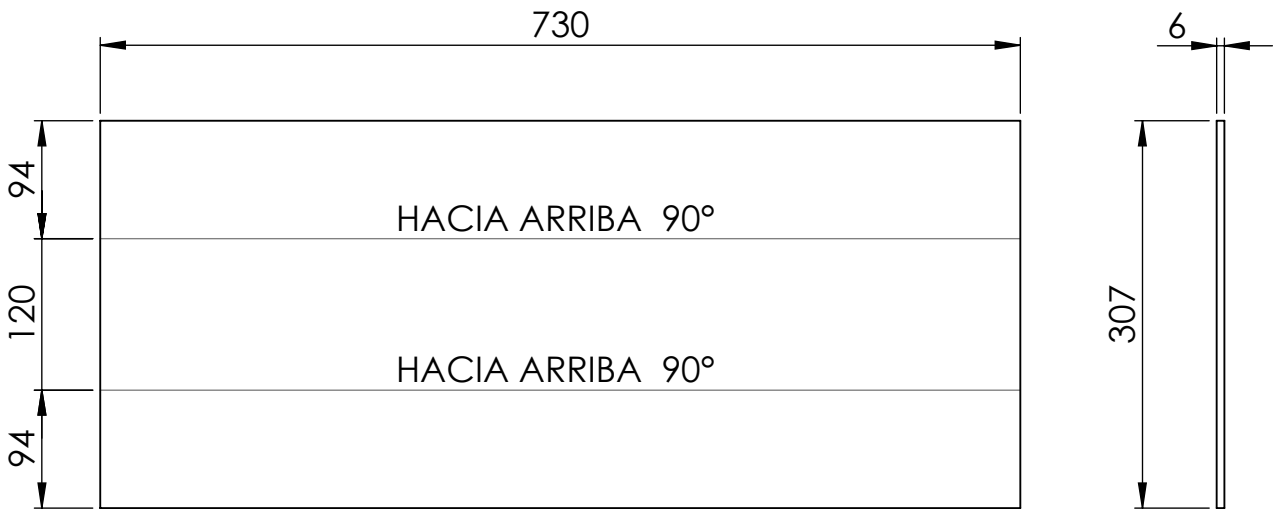
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		SOPORTE MANOTA	Material:
Acabado	Como recibido		Escala:	IRAM - IAS U 500-503/89 Grado F26
Cantidad	2		1 : 5	Código: SE 11 2 03 16
Observaciones	Perfil UPN 120 cortado a medida			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



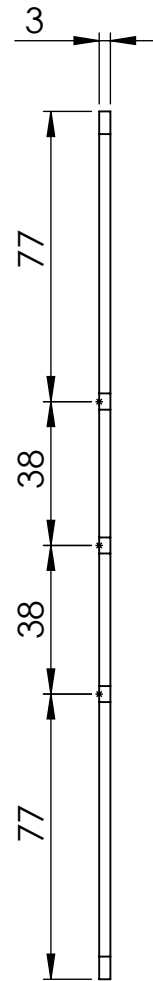
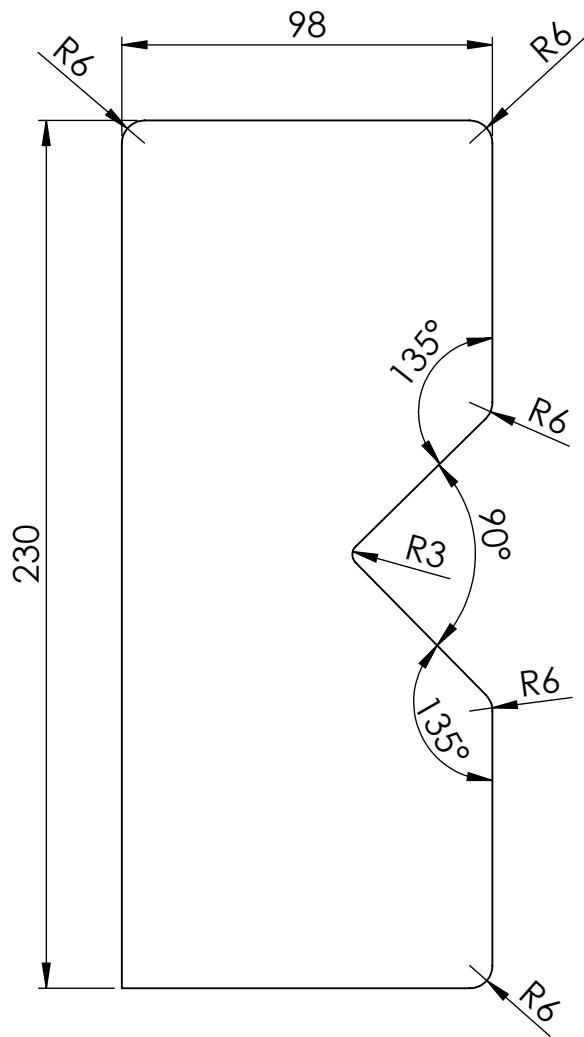
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	25/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	25/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		LATERAL DE MARCO TRASERO	Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Acabado			Escala:	Código: SE 11 2 03 17
Cantidad	2		1 : 10	
Observaciones	Radio de plegado R6			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm



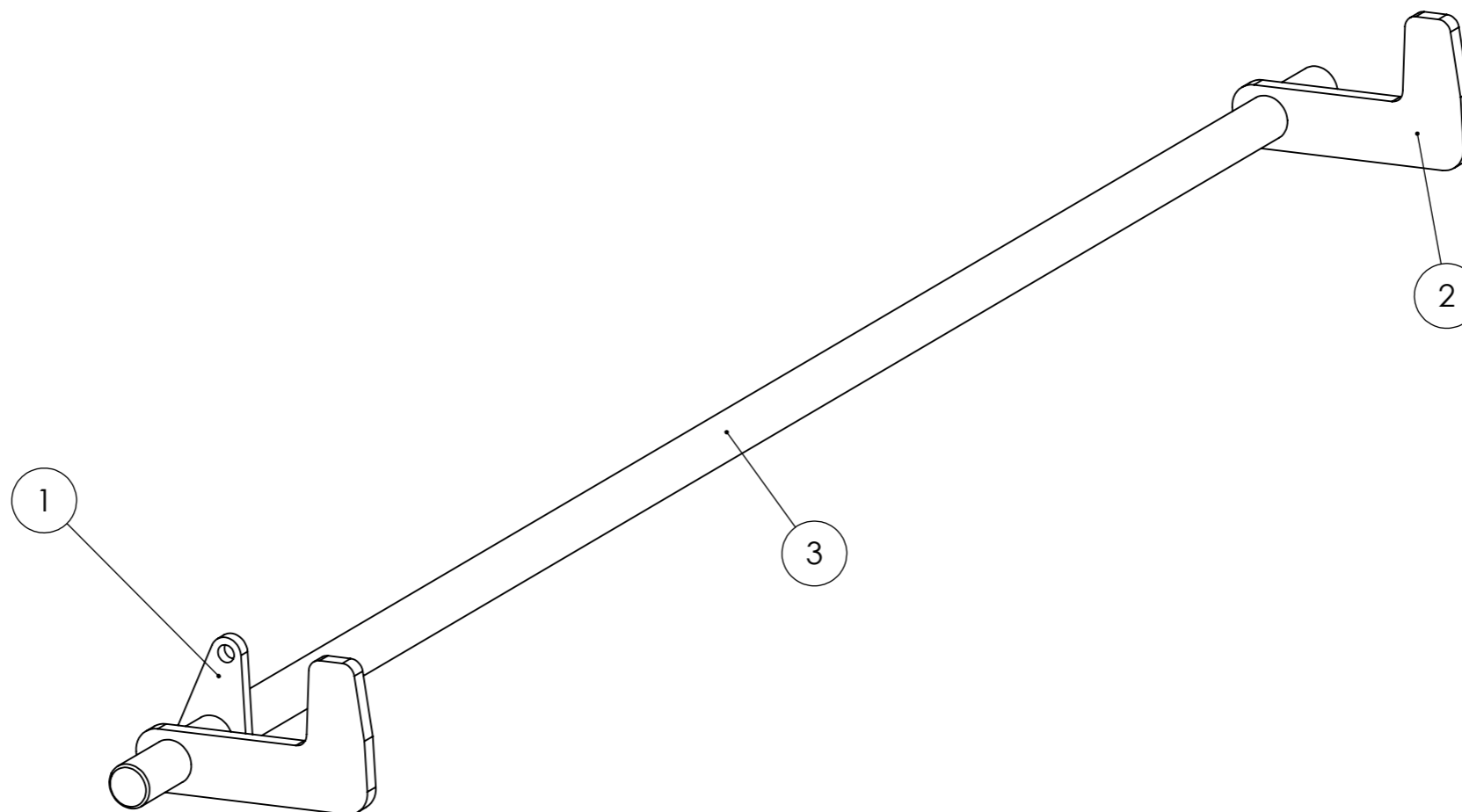
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		BASE DE MARCO TRASERO	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Cantidad	1		1 : 15	Código: SE 11 2 03 18
Observaciones	Radio de plegado R6			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: LARGUERO BASE DE UNIÓN			Material: Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Acabado			Escala: 1 : 5	Código: SE 11 2 03 19
Cantidad	2			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones	Radio de plegado R6			

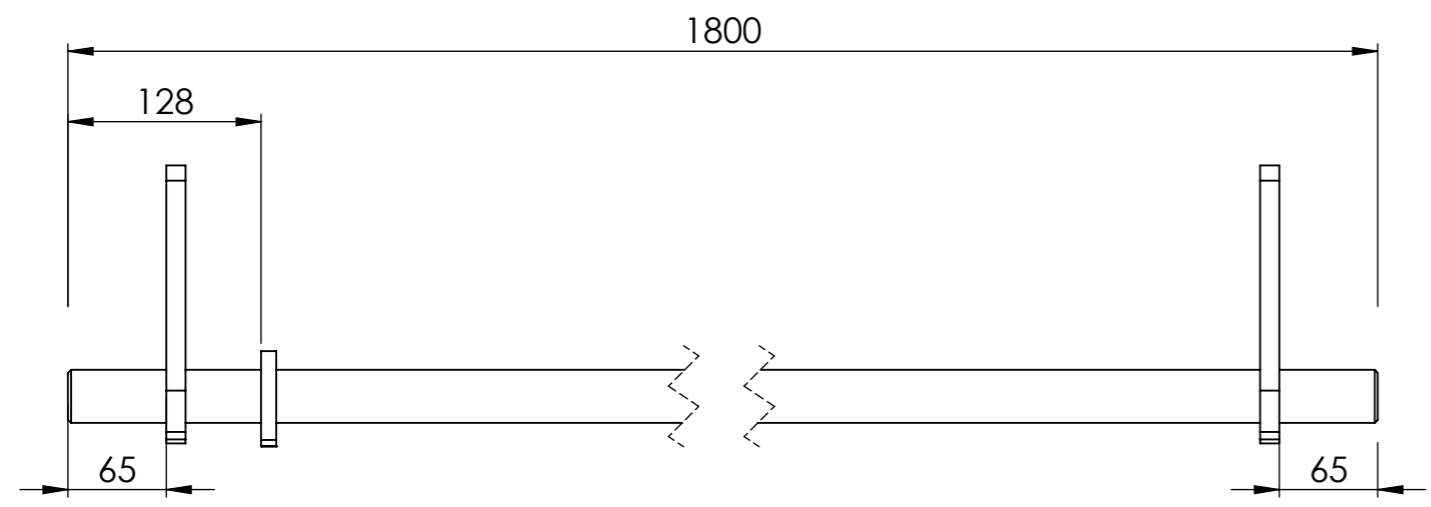
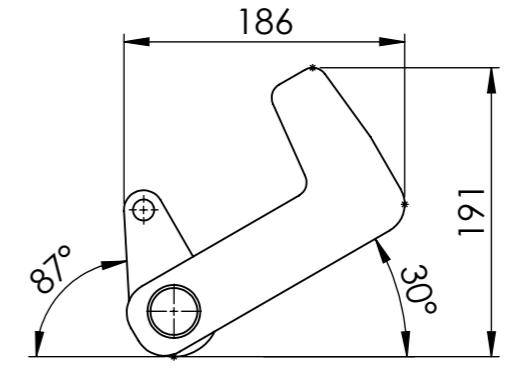
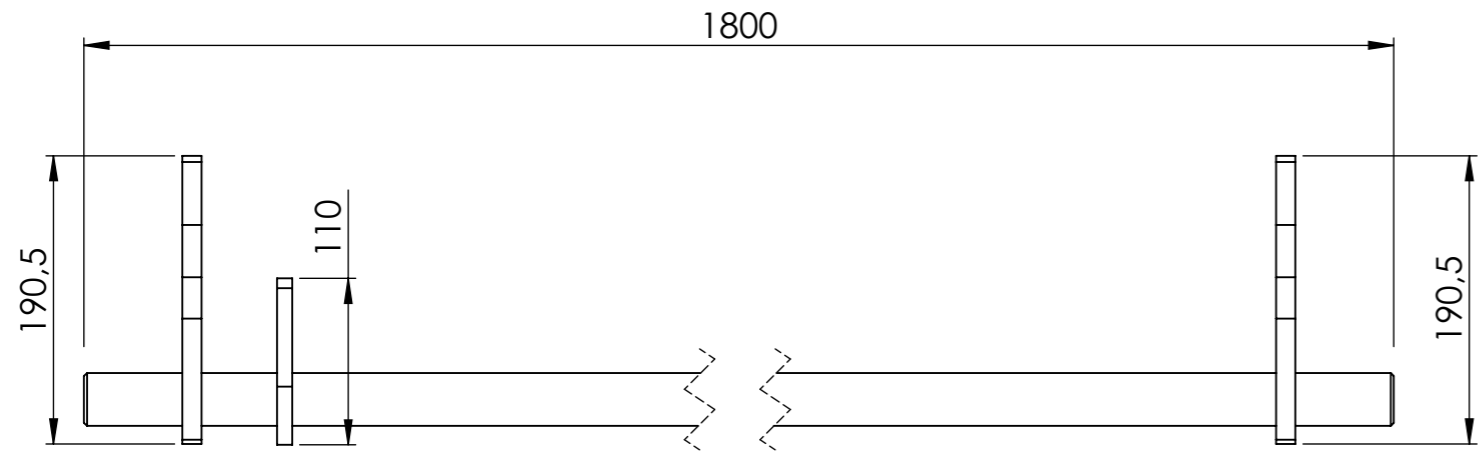


	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		TAPA DE MARCO TRASERO	Material:
Acabado				Chapa de acero calidad Strenx 700 MC Espesor 6 mm
Cantidad	2		Escala:	Código: SE 11 2 03 20
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

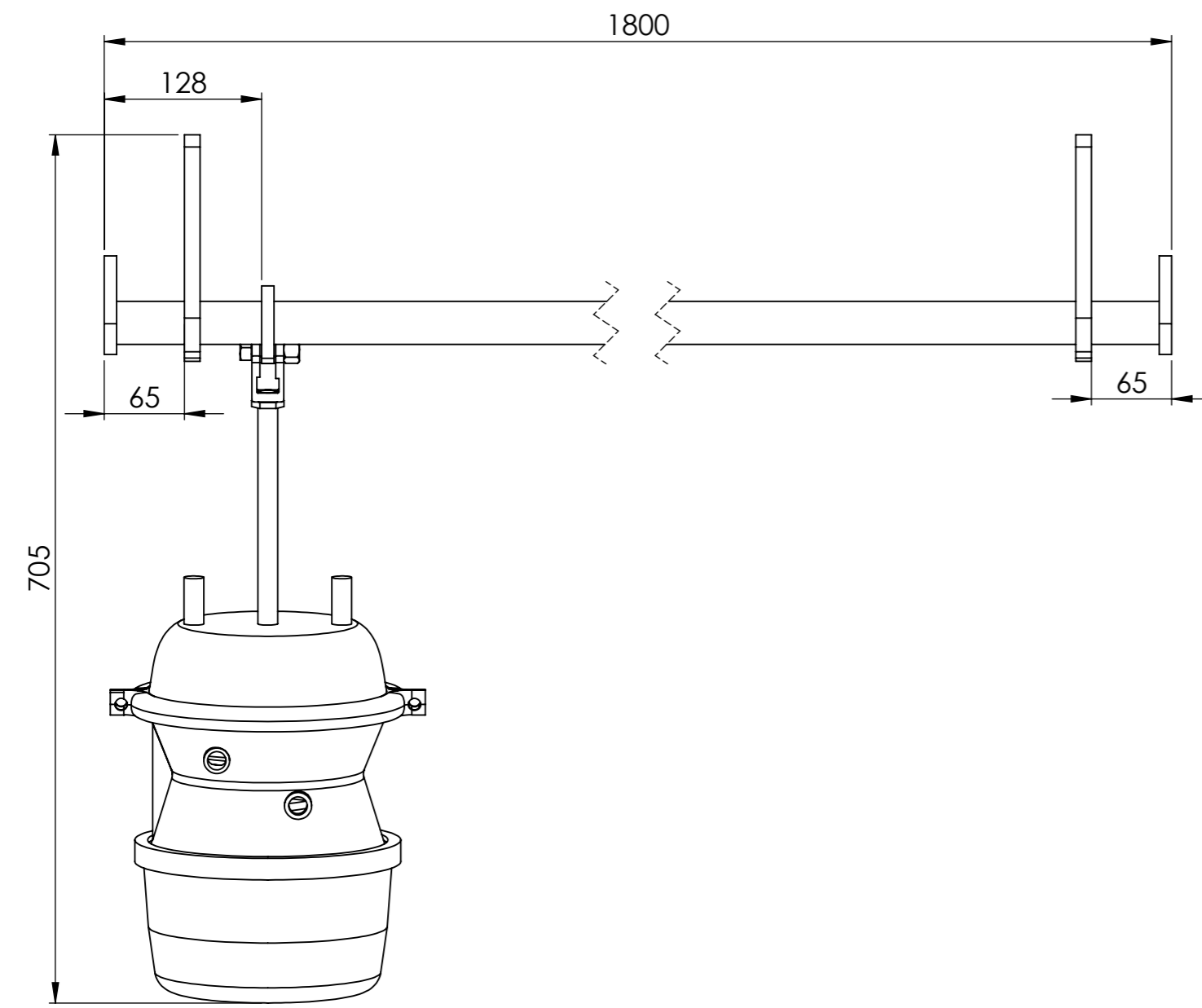
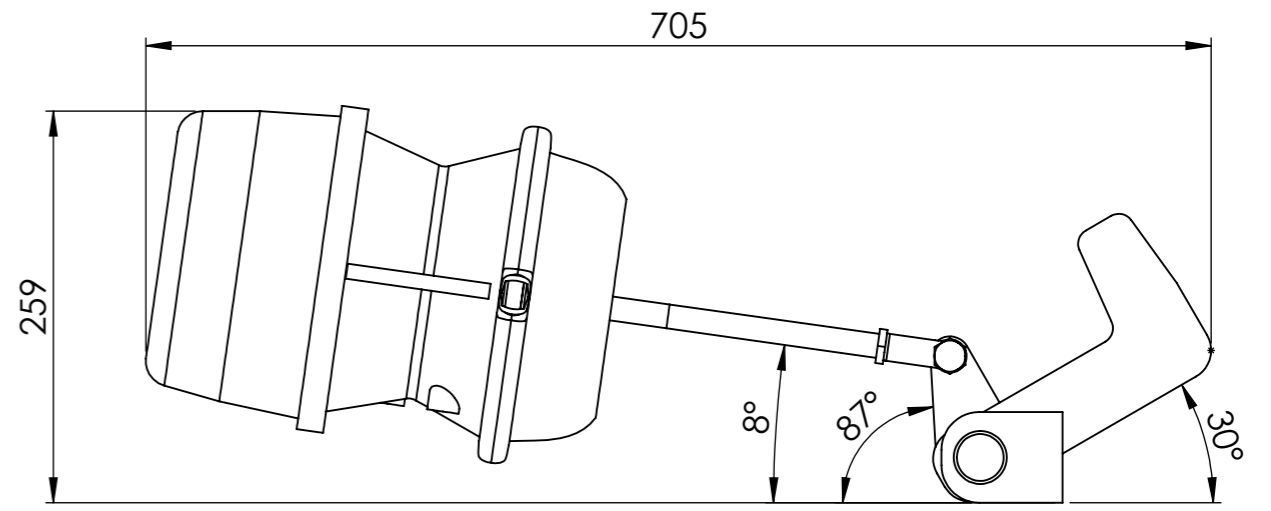
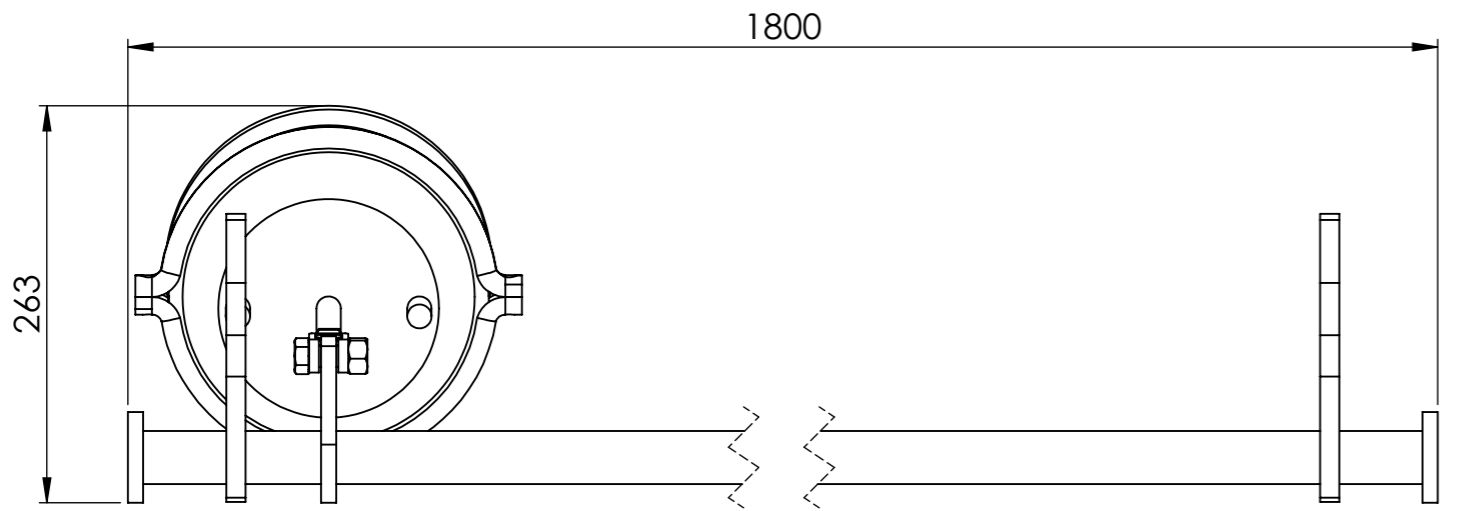


Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)		< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5
		Nombre	Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó		Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA			
Revisó		Serri Micael	10/04/21	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: MECANISMO DE CIERRE SOLDADO DESPIECE					Material:
Acabado							Escala: 1 : 5
Cantidad		1					Código: SE 11 2 04 00
Observaciones							Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm

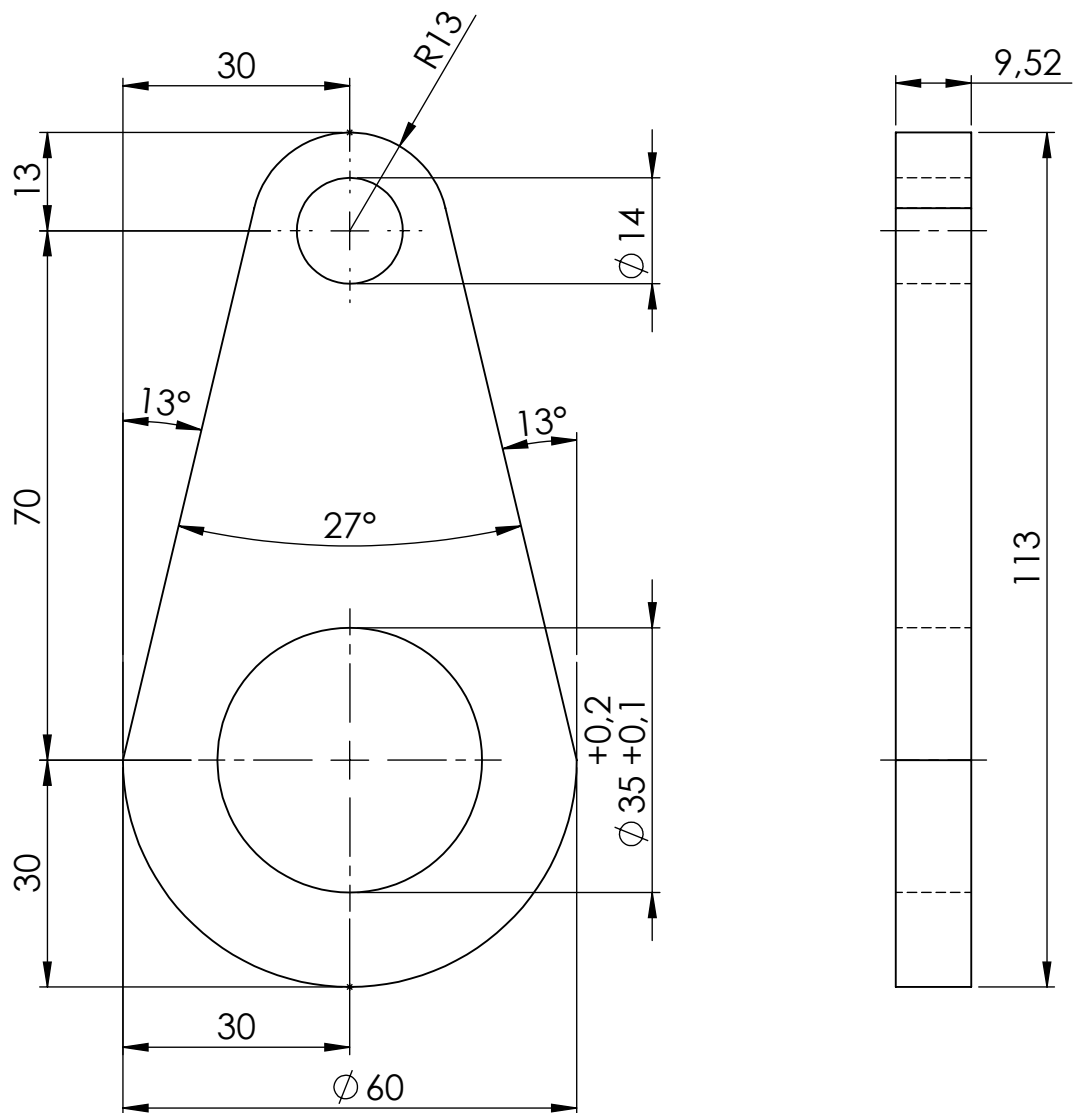
Item	Descripción	Observaciones	Código	Cantidad
3	Pivote de cierre	---	SE 11 2 04 03	1
2	Traba portón trasero	---	SE 11 2 04 04	2
1	Pivote de camara de freno	---	SE 11 2 04 08	1



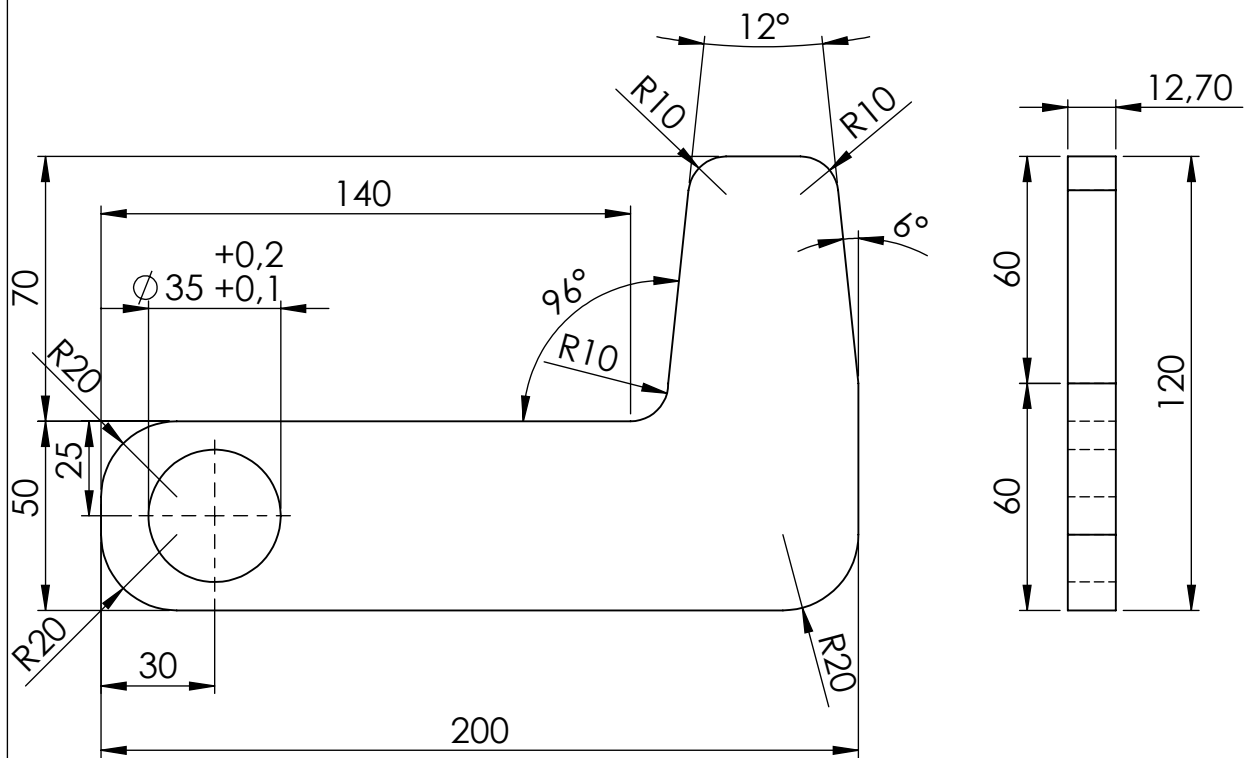
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	mm
Nombre		Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN	
Dibujó		10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó		10/04/21	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: MECANISMO DE CIERRE DIMENSIONES GENERALES				Material:	
Acabado					Escala: 1 : 2		Código: SE 11 2 04 00
Cantidad		1			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm		
Observaciones							



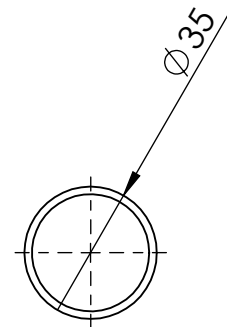
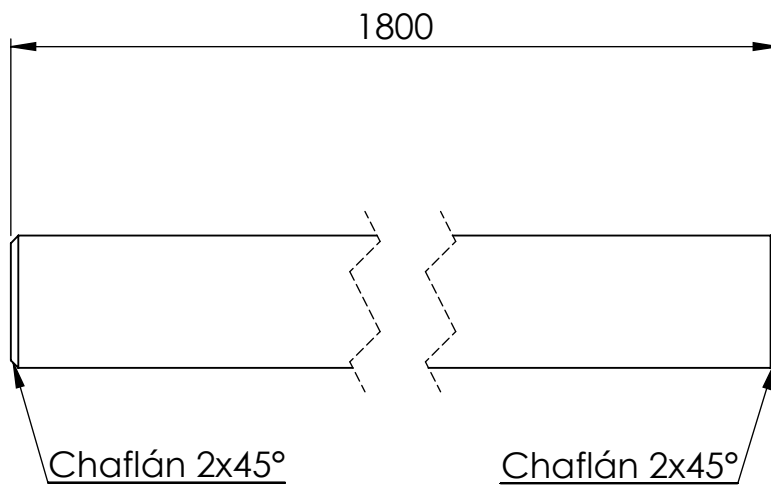
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:	
Medidas (mm)		< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5	mm
Nombre		Fecha		Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN	
Dibujó		10/04/21		SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó		10/04/21		REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó								
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: MECANISMO DE CIERRE ENSAMBLADO DIMENSIONES GENERALES					Material:	
Acabado					Escala:		Código: SE 11 2 04A 00	
Cantidad		1			1 : 2			
Observaciones							Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm	



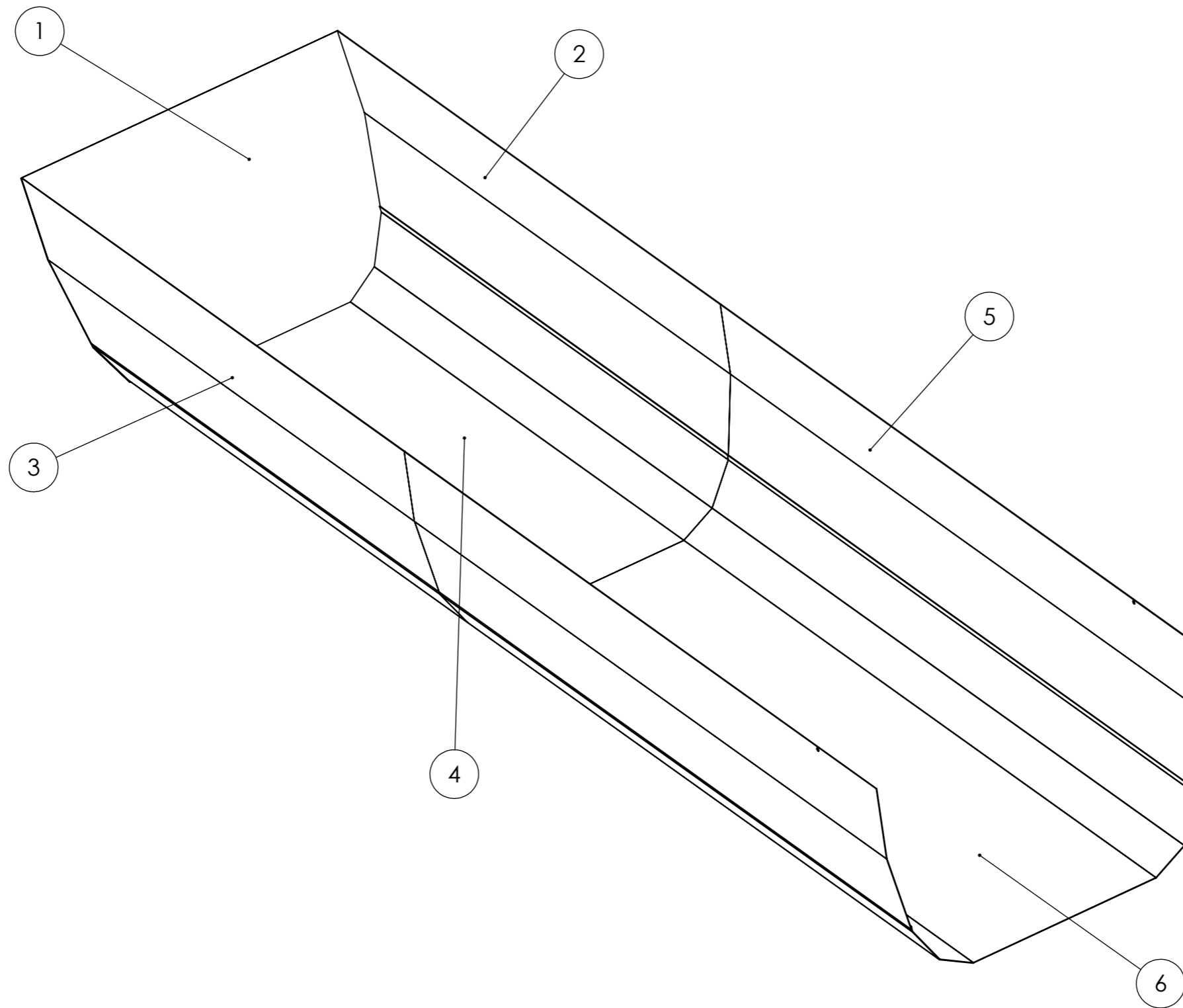
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: PIVOTE DE CAMARA DE FRENO			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 3/8"
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 2 04 08
Cantidad	1			
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: TRABA PORTÓN TRASERO			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 1/2"
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 2 04 04
Cantidad	2			
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

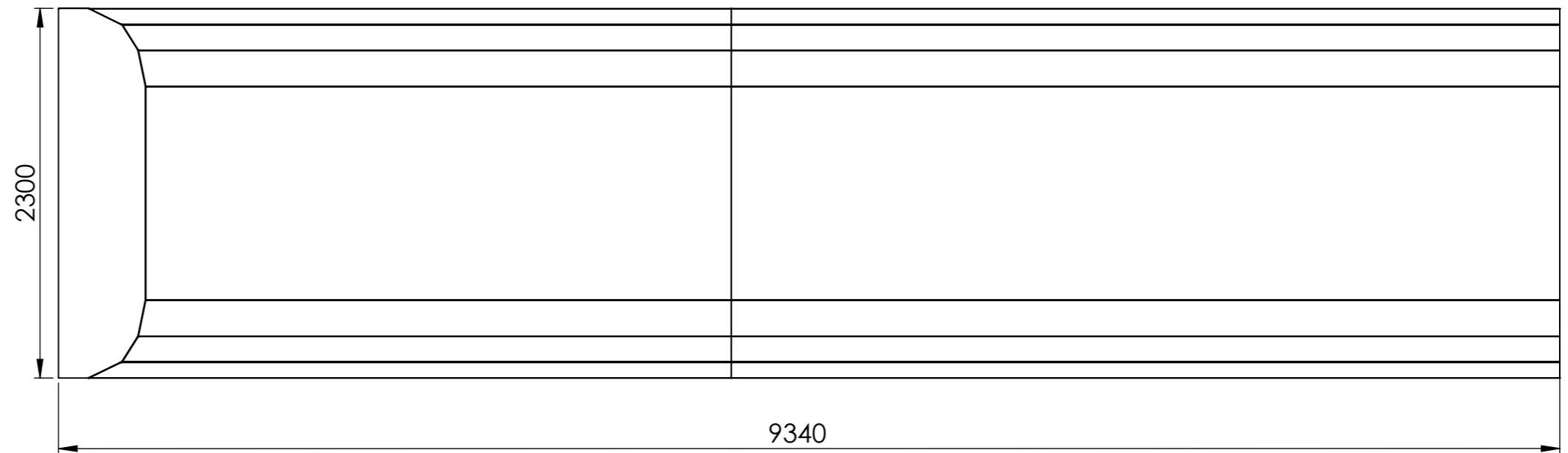
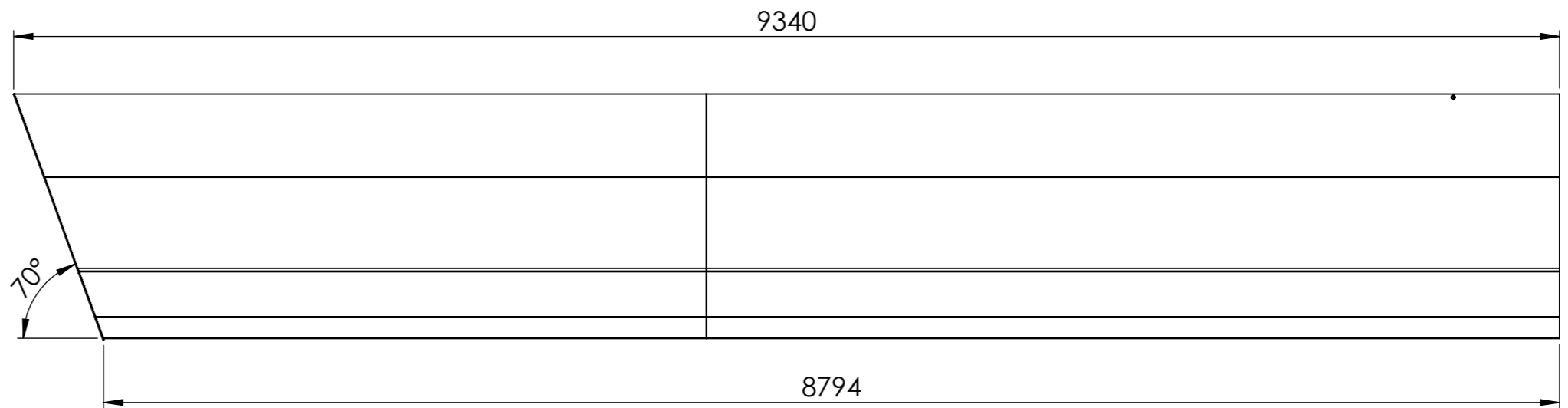
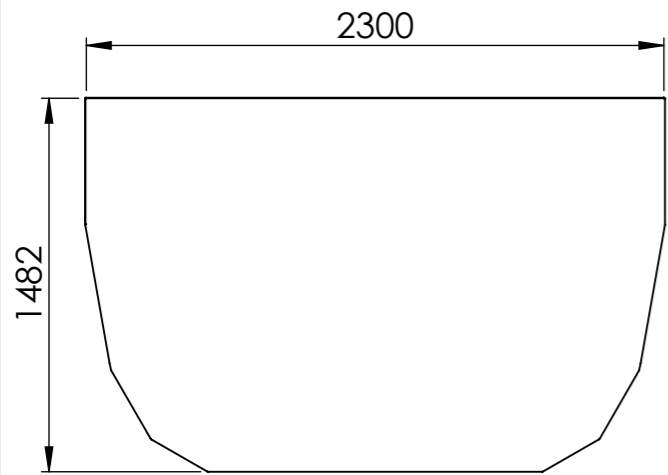


	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		PIVOTE DE CIERRE	Material:
Acabado			Escala:	Redondo macizo laminado Ø 35 mm SAE 1010
Cantidad	1		1 : 5	Código: SE 11 2 04 03
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

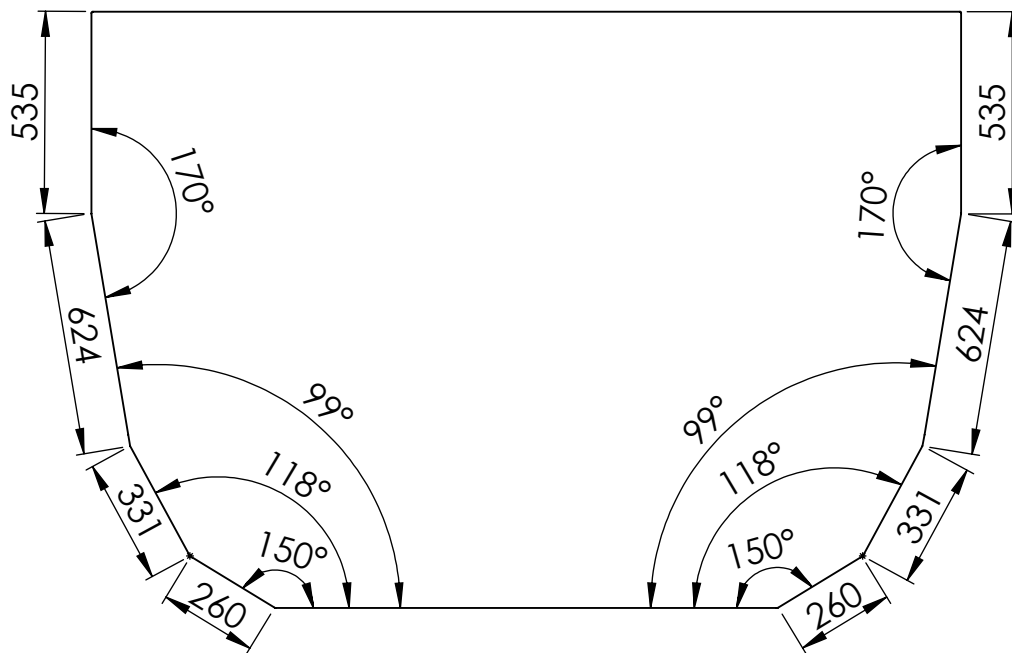
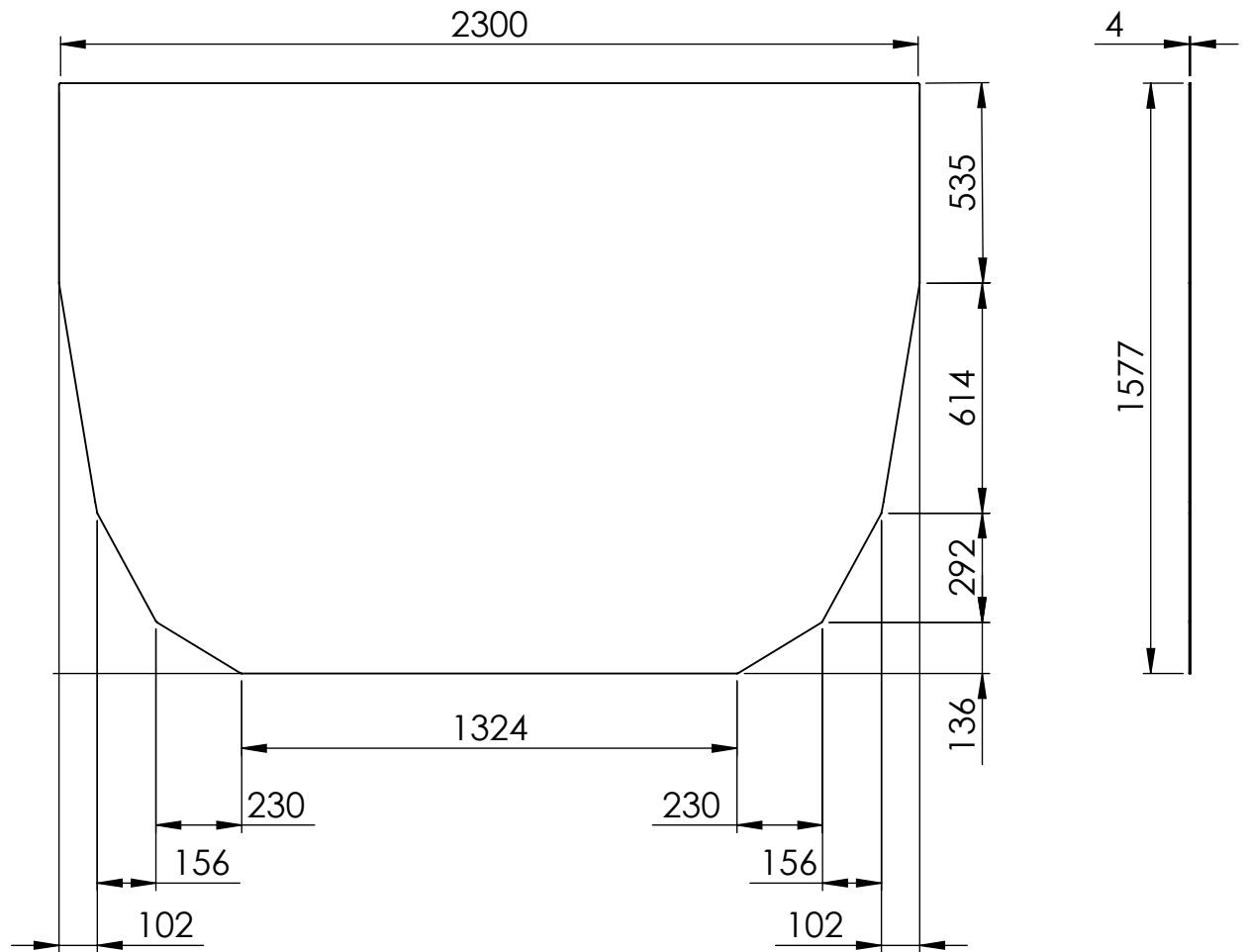


6	Piso trasero	---	SE 11 2 05 06	1
5	Lateral trasero	---	SE 11 2 05 05	2
4	Piso delantero	---	SE 11 2 05 04	1
3	Lateral delantero DER.	---	SE 11 2 05 03	1
2	Lateral delantero IZQ.	---	SE 11 2 05 02	1
1	Pecho frontal	---	SE 11 2 05 01	1
Item	Descripción	Observaciones	Código	Cantidad

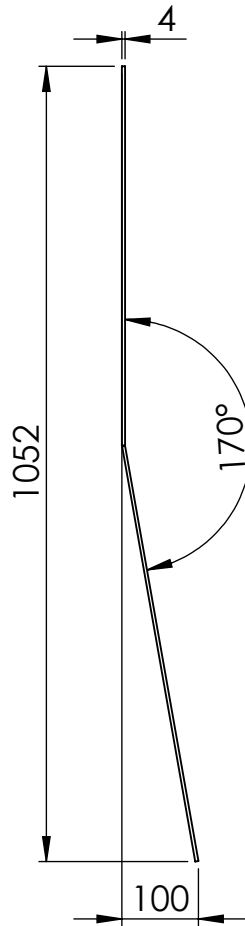
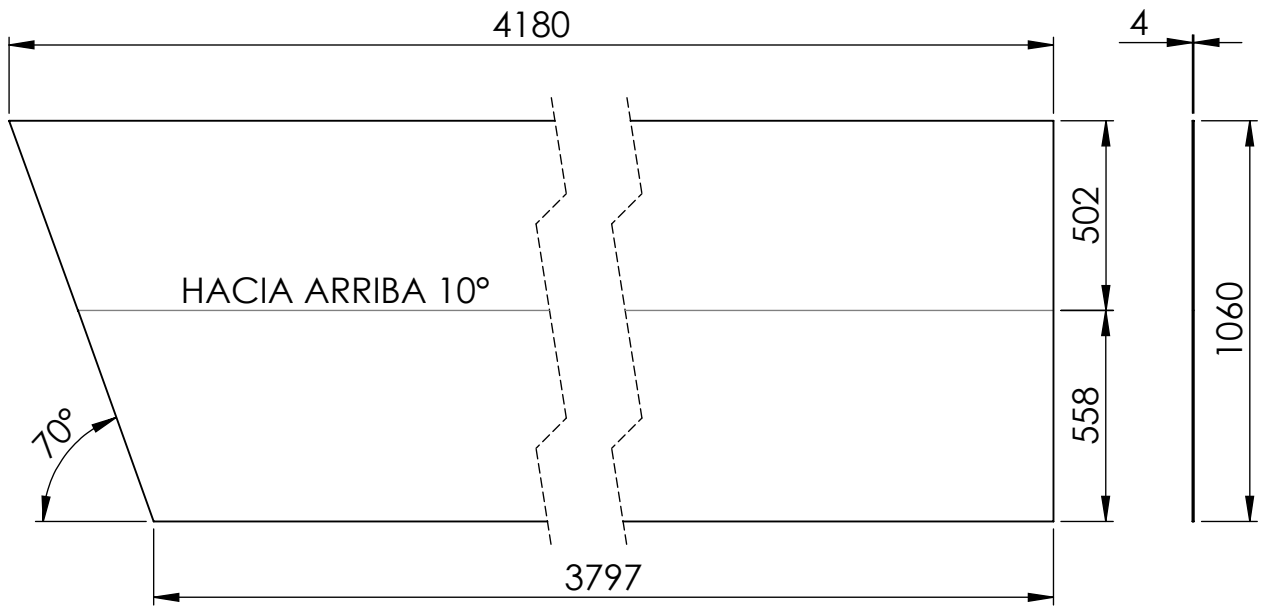
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				Material:
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: CHAPAS DE RECUBRIMIENTO DESPIECE		Código: SE 11 2 05 00
Acabado		Escala:		Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm
Cantidad	1	1 : 30		
Observaciones				



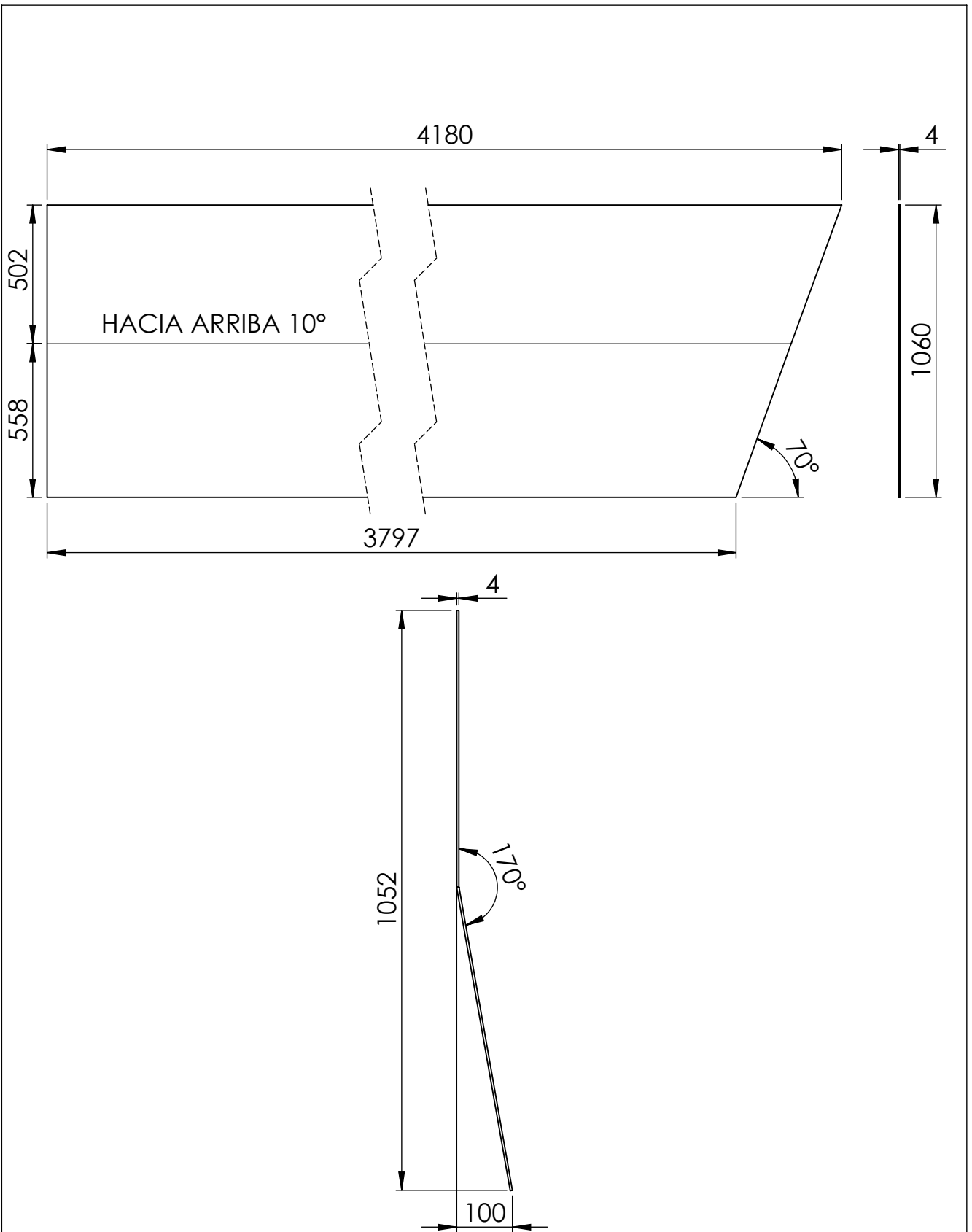
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: CHAPAS DE RECUBRIMIENTO DIMENSIONES GENERALES		Material:
Acabado		Escala:		Código: SE 11 2 05 00
Cantidad	1	1 : 30		
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm



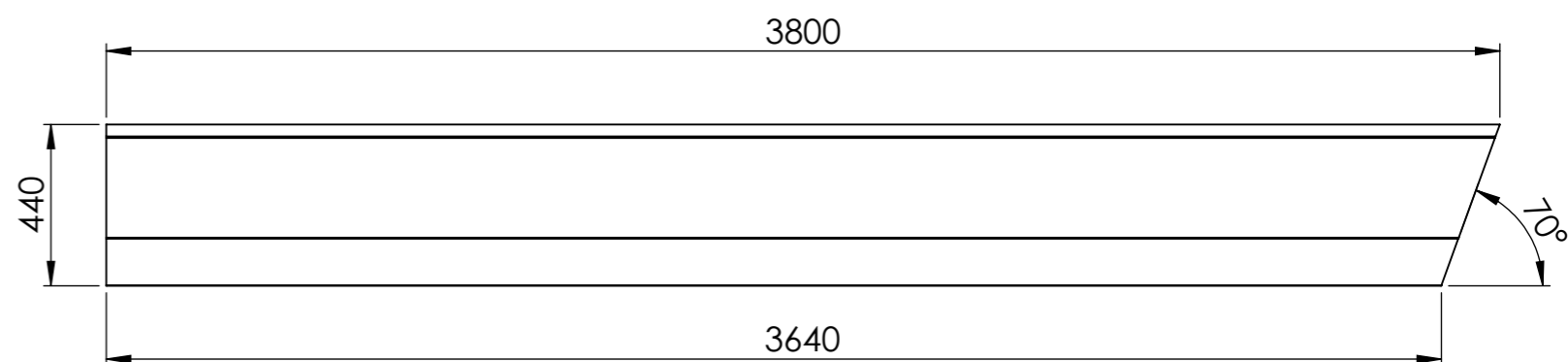
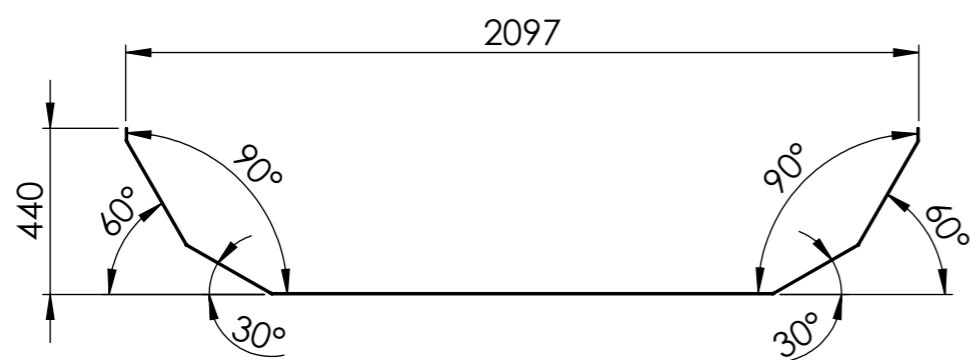
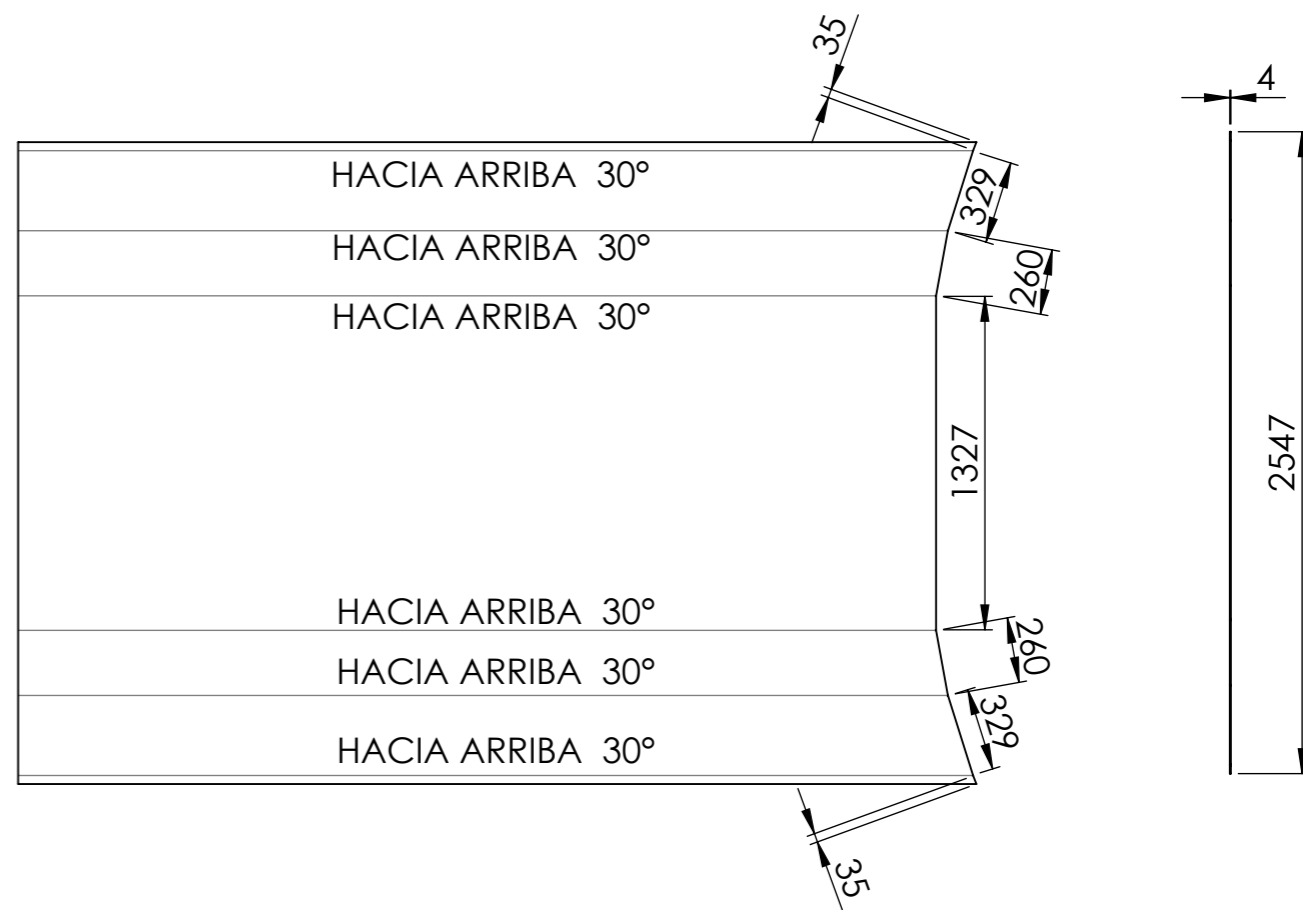
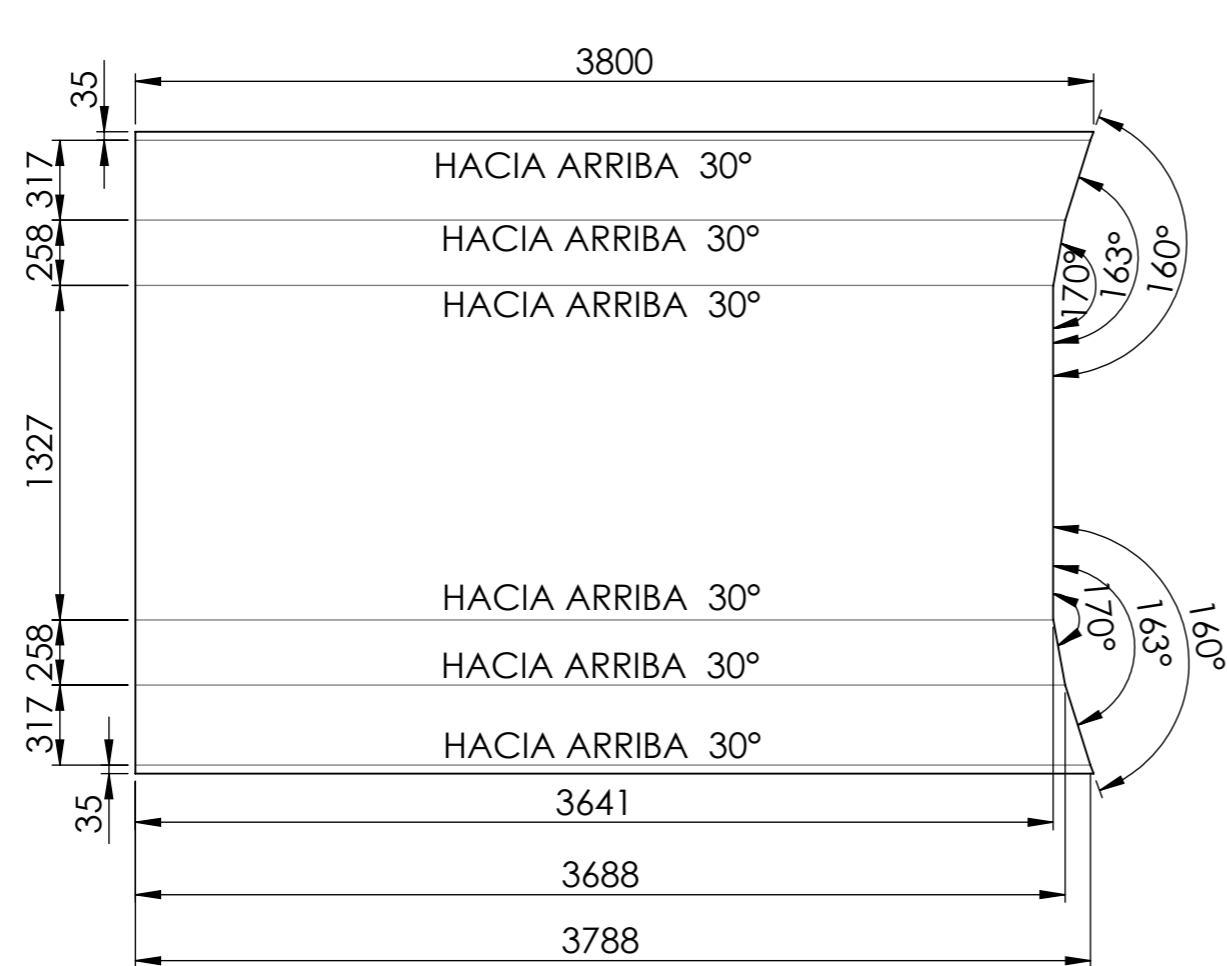
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	04/10/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	04/10/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: PECHO FRONTAL			Material: Chapa de acero calidad Hardox 450 Espesor 4 mm
Acabado			Escala: 1 : 20	Código: SE 11 2 05 01
Cantidad	1			
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



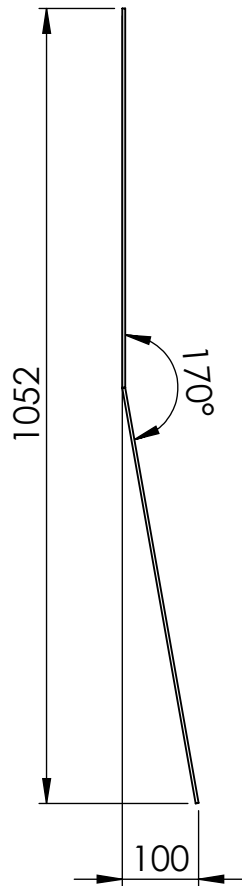
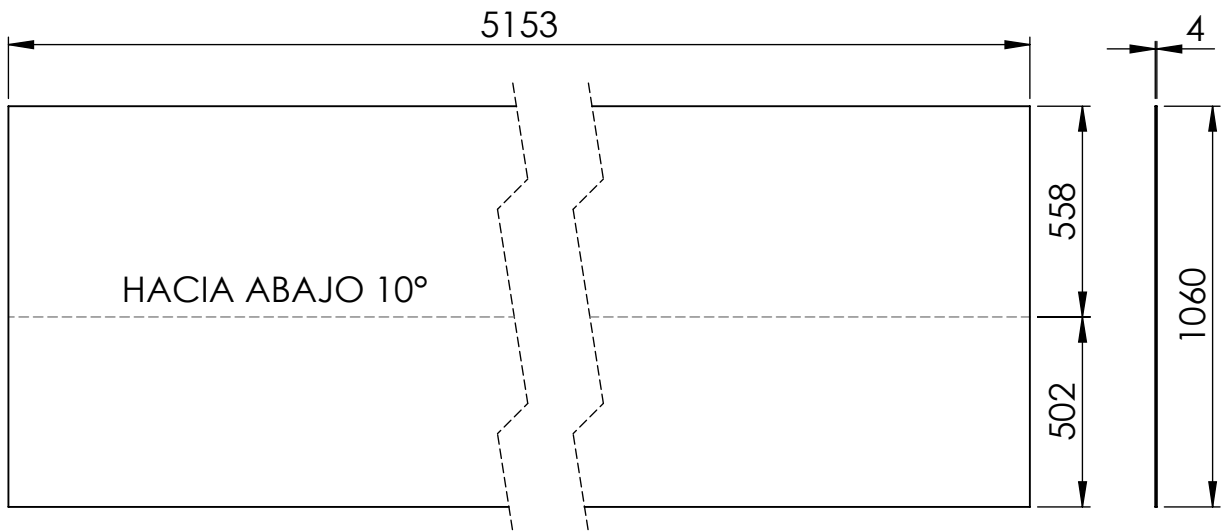
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		LATERAL DELANTERO IZQ.	Material:
Acabado				Chapa de acero calidad Hardox 450 Espesor 4 mm
Cantidad	1		Escala:	Código: SE 11 2 05 02
Observaciones	Radio de plegado no indicado R3			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



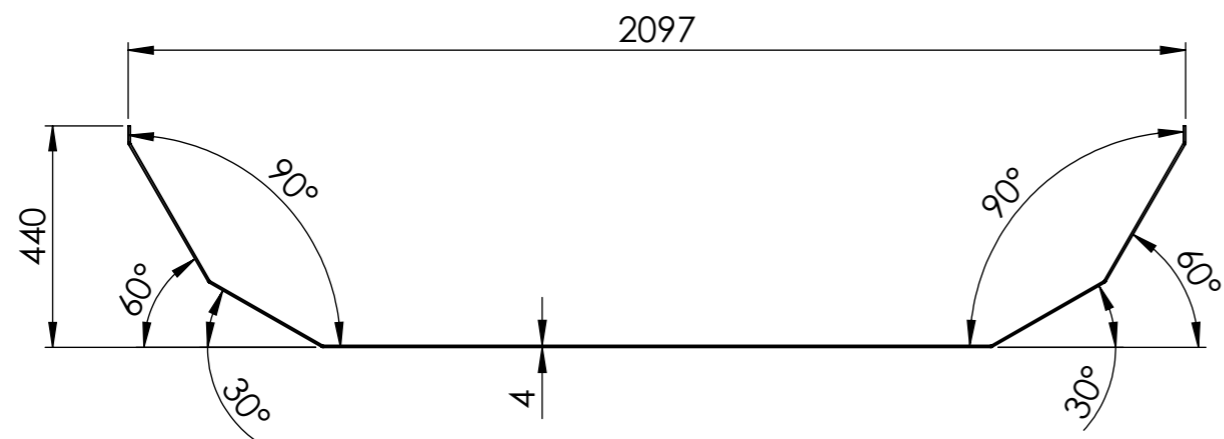
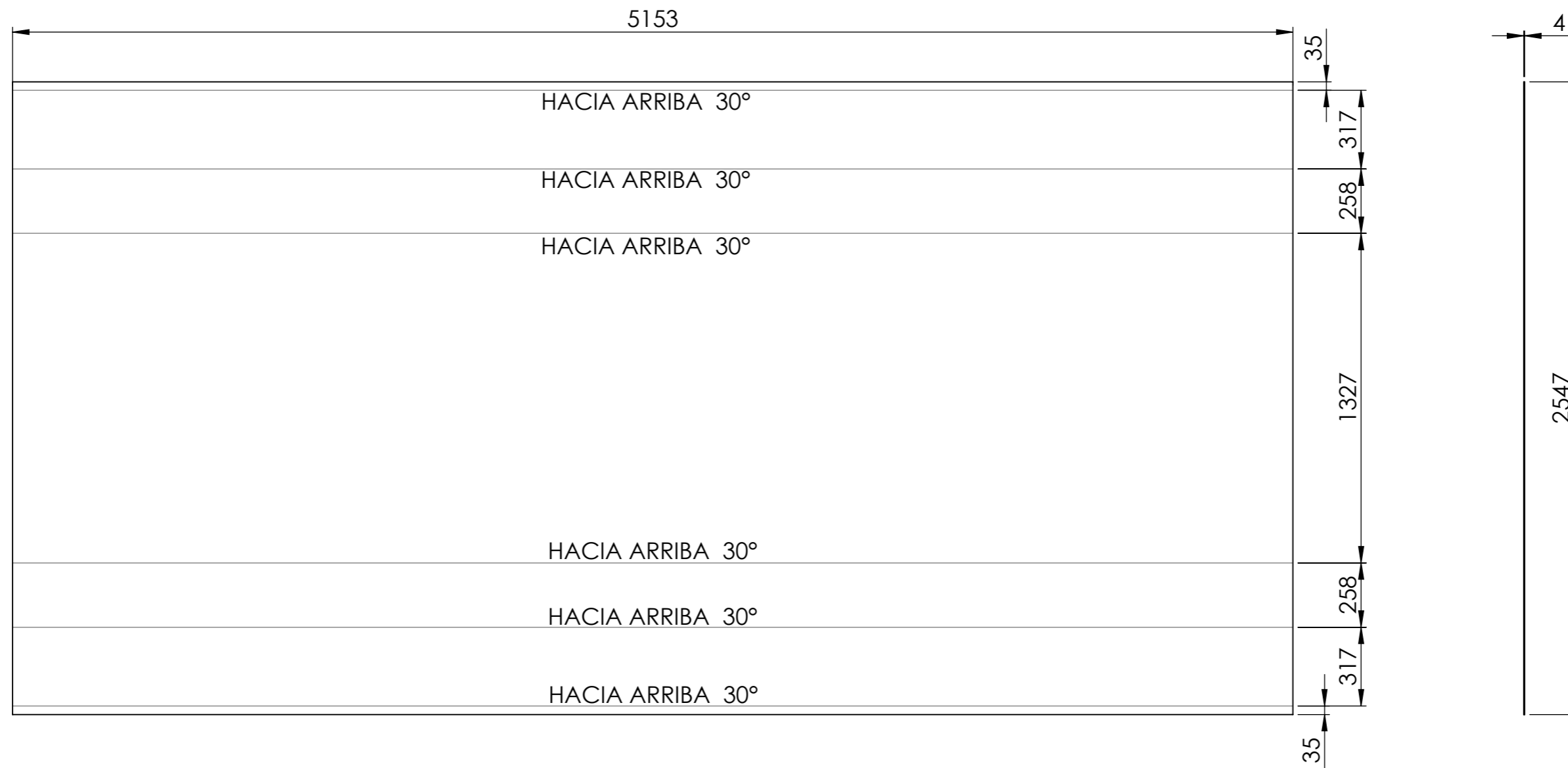
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		LATERAL DELANTERO DER.	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad HARDOX 450 Espesor 4 mm
Cantidad	1		1 : 20	Código: SE 11 2 05 03
Observaciones	Radio de plegado no indicado R3			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



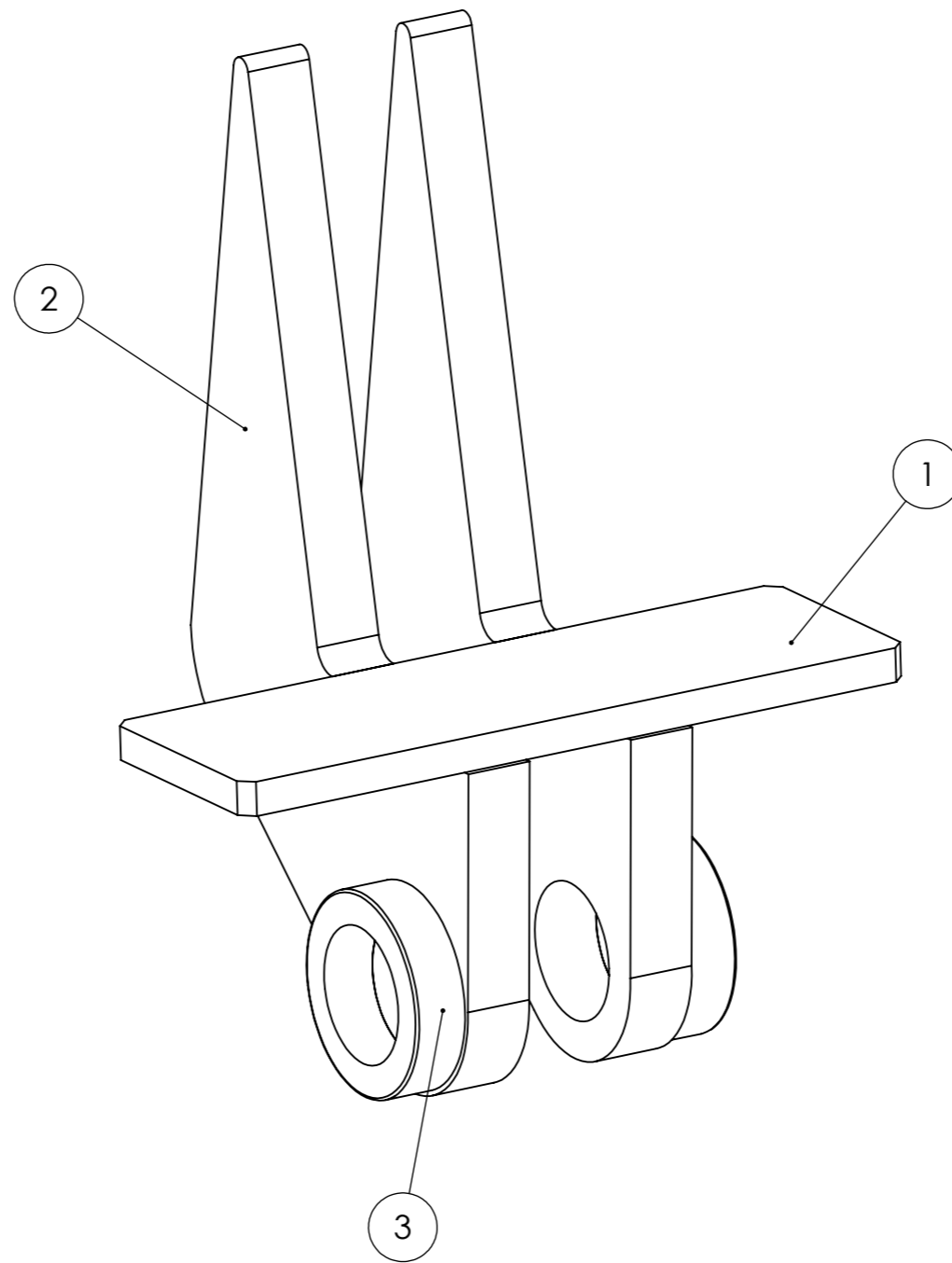
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: PISO DELANTERO		Material: Chapa de acero calidad Hardox 450 Espesor 4 mm
Acabado		Escala: 1 : 20		Código: SE 11 2 05 04
Cantidad	1			
Observaciones	Radio de plegado no indicado R3			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm



	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: LATERAL TRASERO			Material: Chapa de acero calidad Hardox 450 Espesor 4 mm
Acabado			Escala: 1 : 20	Código: SE 11 2 05 05
Cantidad	2			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones	Radio de plegado no indicado R3			

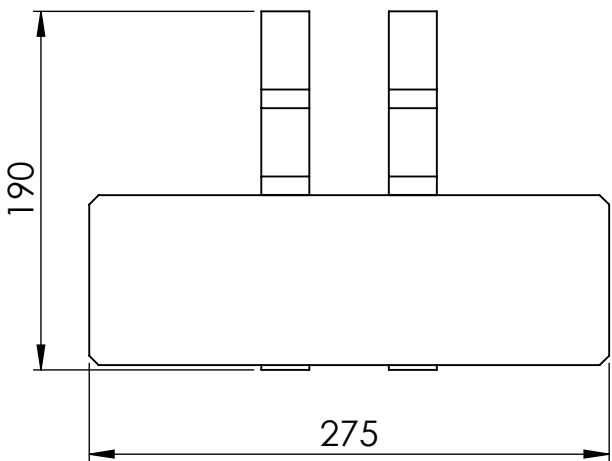
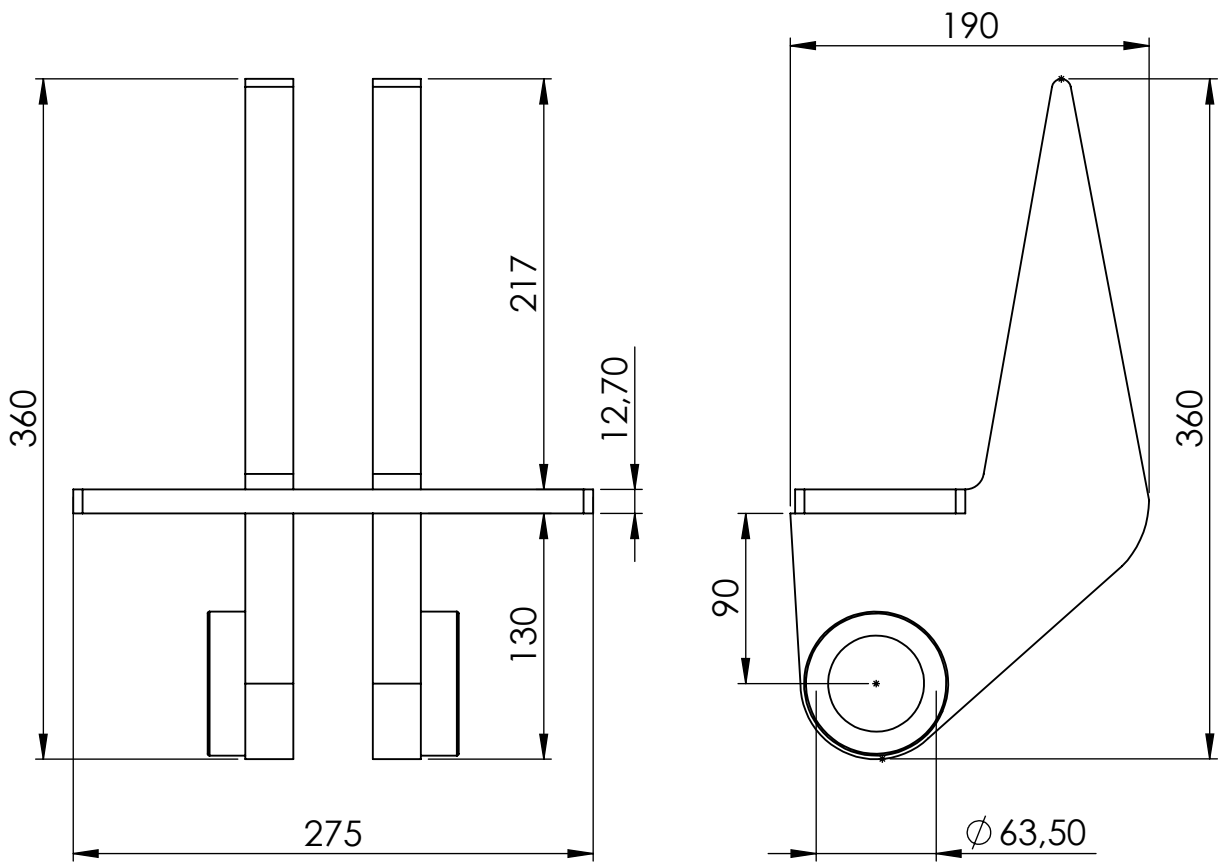


	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: PISO TRASERO			Material: Chapa de acero calidad Hardox 450 Espesor 4 mm
Acabado			Escala: 1 : 20	Código: SE 11 2 05 06
Cantidad	1			
Observaciones	Radio de plegado no indicado R3			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm

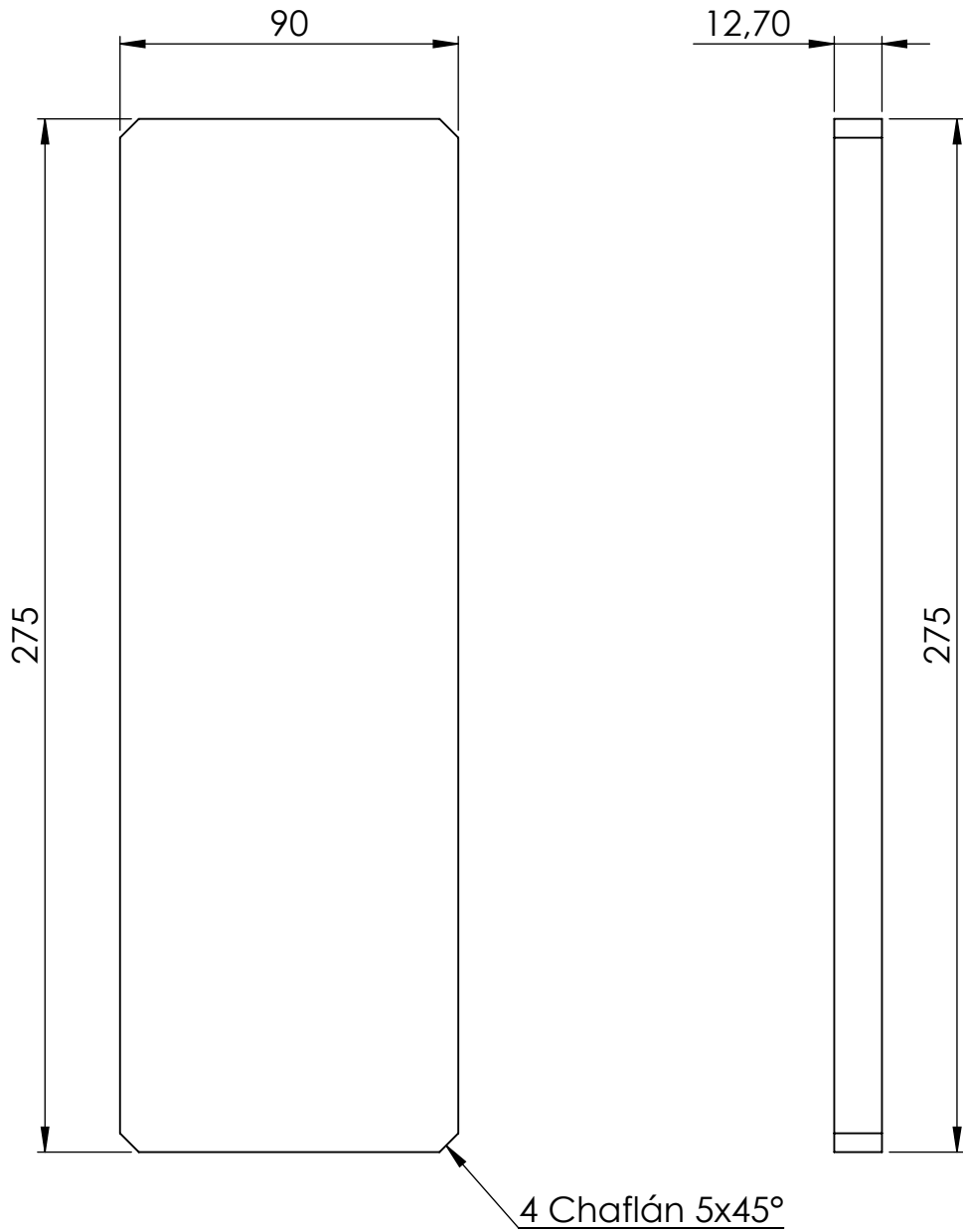


Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)		< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5
		Nombre	Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó		Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA			
Revisó		Serri Micael	10/04/21	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Aprobó							
		Título: PIVOTE SUPERIOR DE HIDRAULICO DESPIECE			Material:		
Acabado					Escala: 1 : 2		Código: SE 11 2 06 00
Cantidad		1					
Observaciones					Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm		

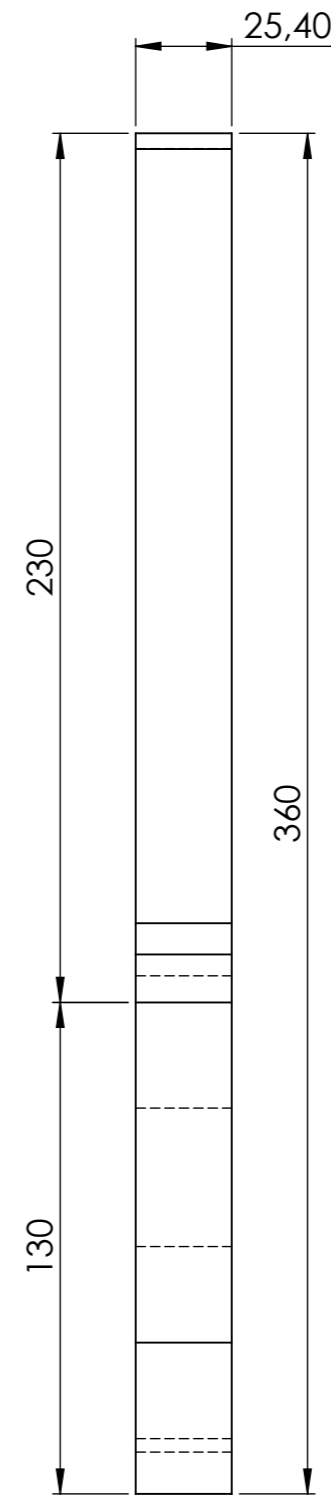
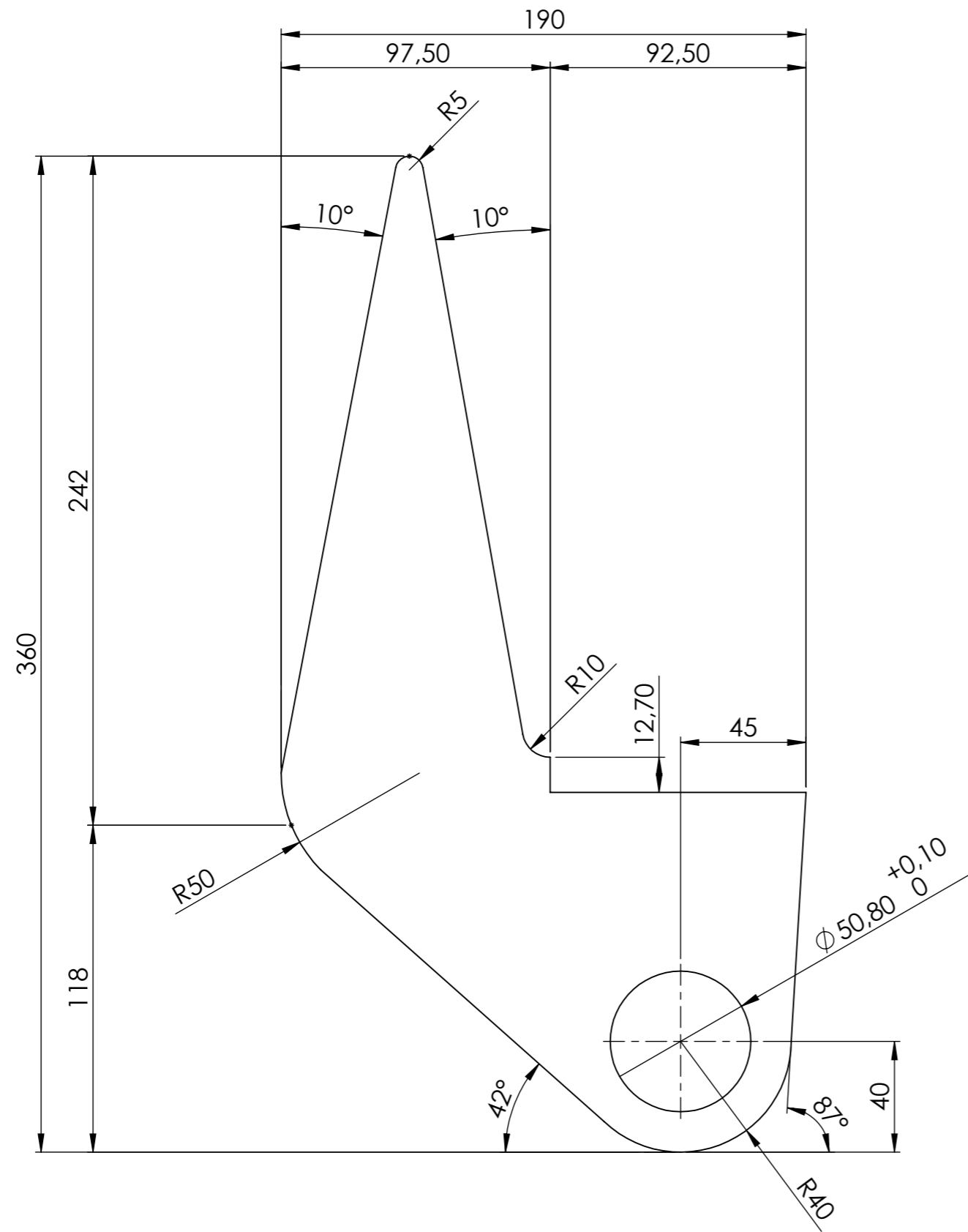
3	Buje soporte	---	SE 11 2 06 03	2
2	Pletina pivote	---	SE 11 2 06 02	2
1	Placa base	---	SE 11 2 06 01	1
Item	Descripción	Observaciones	Código	Cantidad



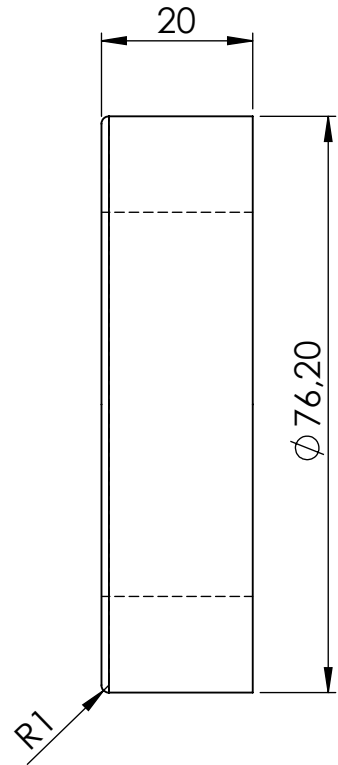
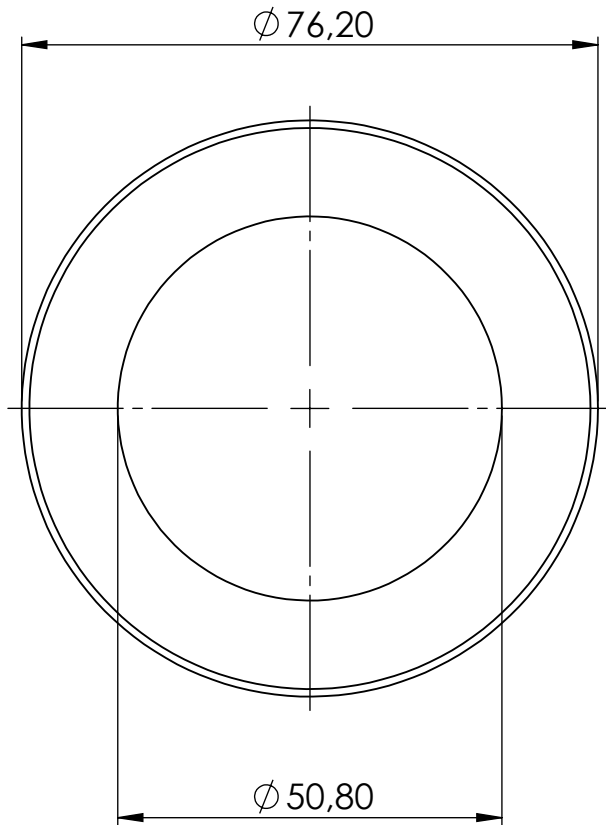
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:	
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00	
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5	mm
	Nombre	Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN		
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA					
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS					
Aprobó								
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: PIVOTE SUPERIOR DE HIDRÁULICO DIMENSIONES GENERALES				Material:		
Acabado					Escala:	Código: SE 11 2 06 00		
Cantidad		1			1 : 4			
Observaciones					-		Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.	



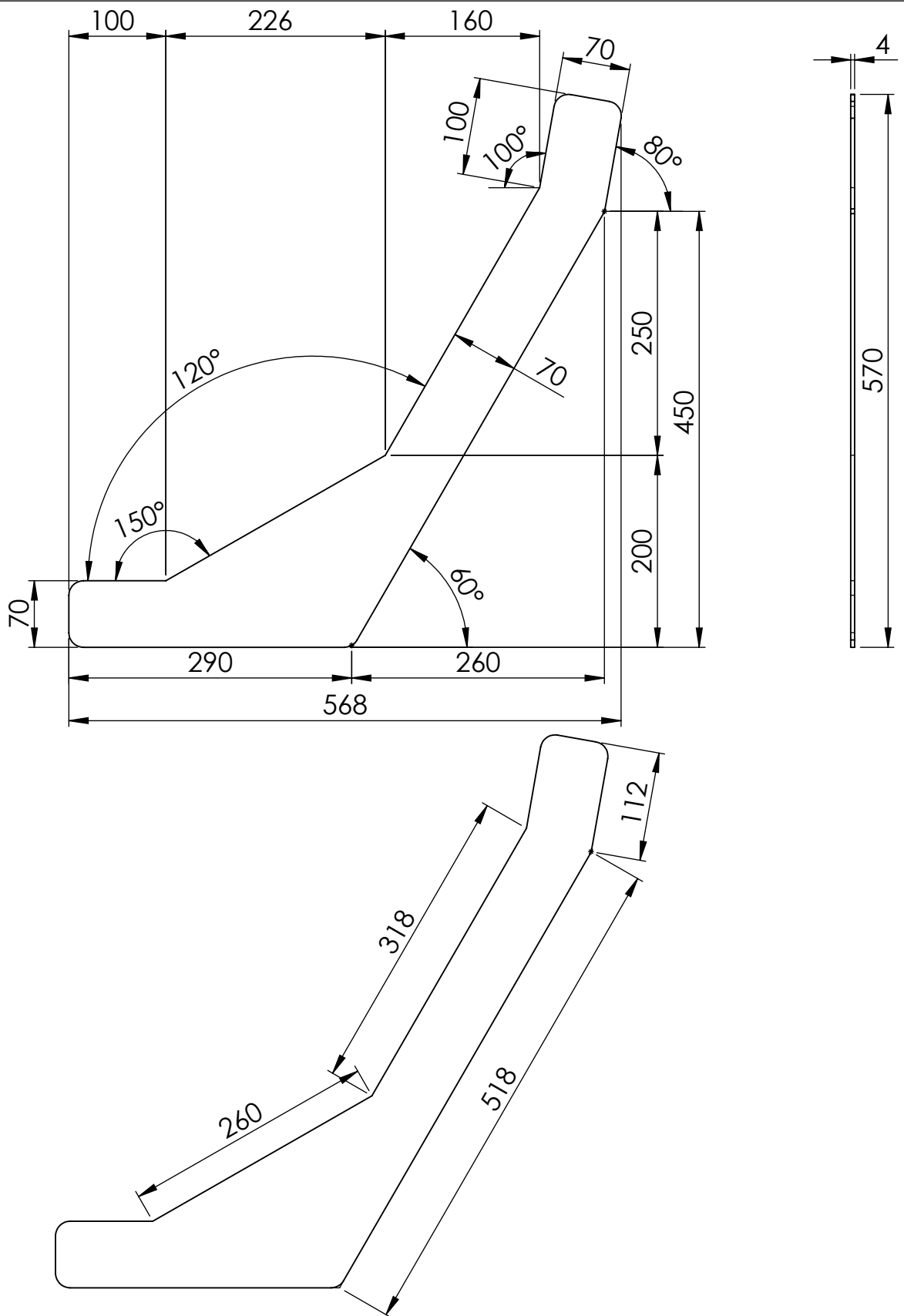
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		PLACA BASE	Material:
Acabado				Placa de acero calidad SAE 1010 Espesor 1/2"
Cantidad	1		Escala: 1 : 2	Código: SE 11 2 06 01
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



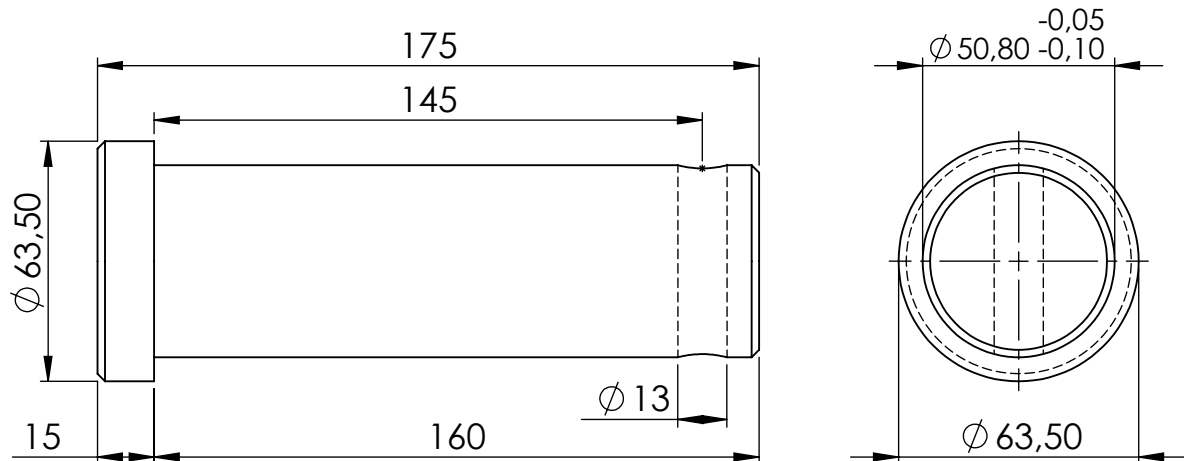
	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: PLETINA PIVOTE			Material: Placa de acero calidad SAE 1010 Espesor 1"
Acabado			Escala: 1 : 2	Código: SE 11 2 06 02
Cantidad	2			
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm



	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: BUJE SOPORTE			Material: Redondo laminado ϕ 3" SAE 1010
Acabado			Escala: 1 : 1	Código: SE 11 2 06 03
Cantidad	2			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.
Observaciones				

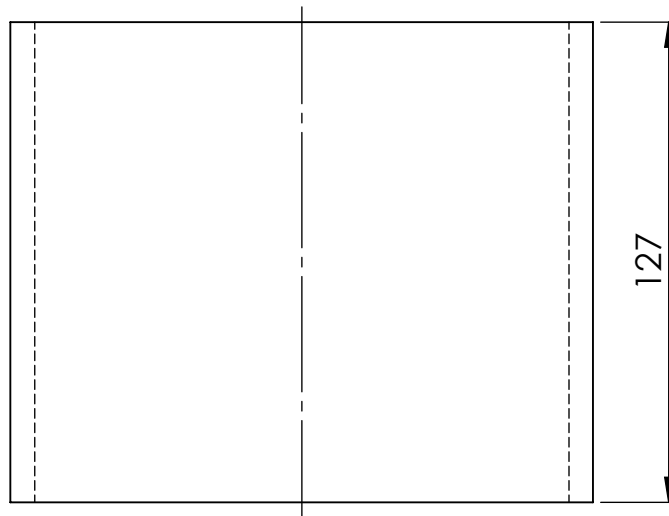
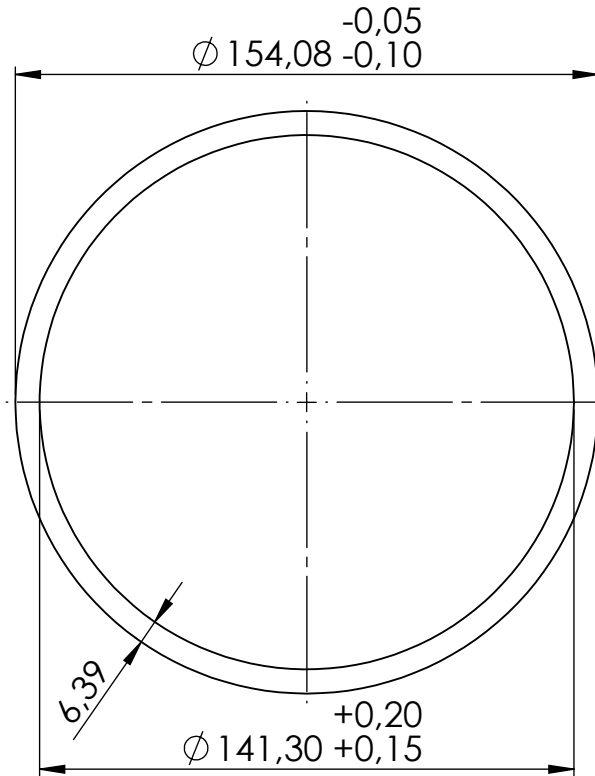


	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:		REFUERZO COSTILLAS	Material:
Acabado			Escala:	Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 4 mm
Cantidad	20		1 : 5	Código: SE 11 2 00 05
Observaciones	Radio de plegado no indicado R15			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.

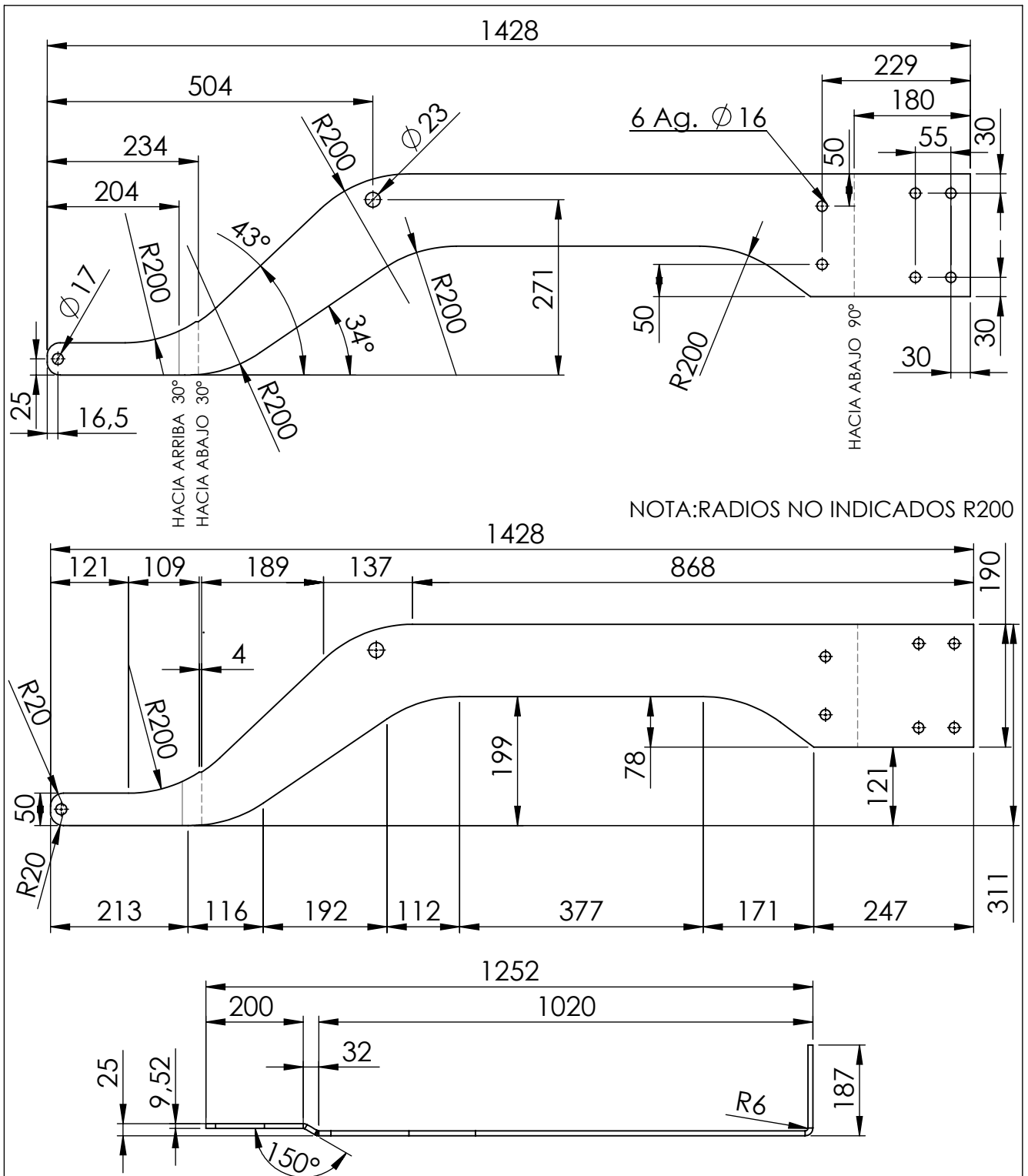


NOTA: CHAFLANES NO INDICADO 2 X 45°

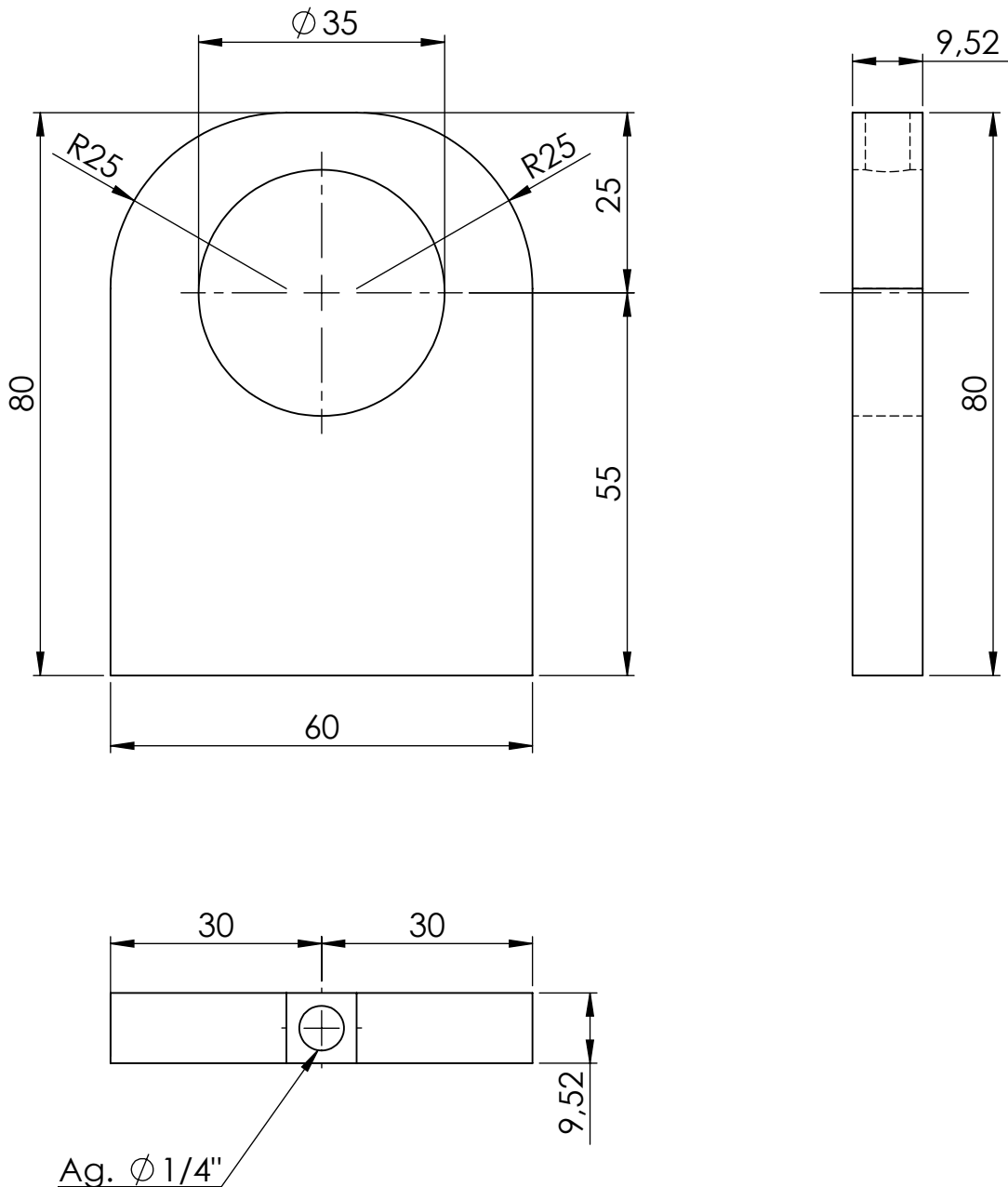
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:	
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00	
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5	mm
Nombre		Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN		
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA					
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS					
Aprobó								
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: PERNO PIVOTE			Material: Redondo trefilado SAE 1045 ϕ 2 1/2"			
Acabado		Zincado		Escala: 1 : 2		Código: SE 11 2 00 42		
Cantidad		1				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.		
Observaciones		TT: Templado por inducción						



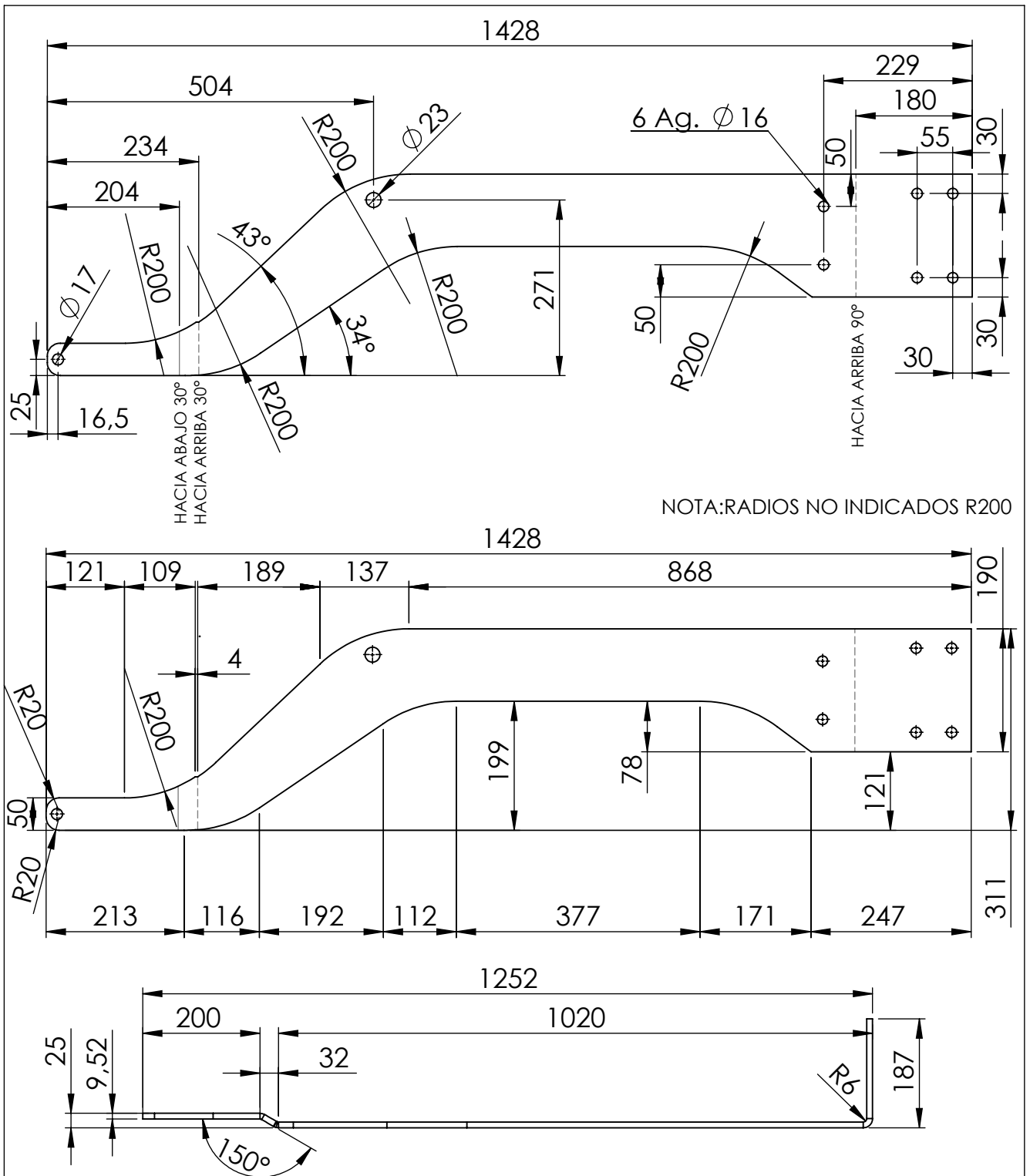
Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:	
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00	
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5	mm
	Nombre	Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN		
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA					
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS					
Aprobó								
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: BUJE DE GRILÓN				Material: GRILON		
Acabado					Escala:	Código: SE 11 2 00 52		
Cantidad		2			1 : 2			
Observaciones		Mecanizado a medidas necesarias					Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.	



Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	5	mm
Nombre		Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN	
Dibujó	Serri Micael	05/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó	Serri Micael	05/03/21	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título: PIVOT DE PORTÓN IZQUIERDO			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 3/8"		
Acabado		1			Escala: 1 : 10		Código: SE 11 2 00 56
Cantidad							
Observaciones		Radio de plegado R6			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.		

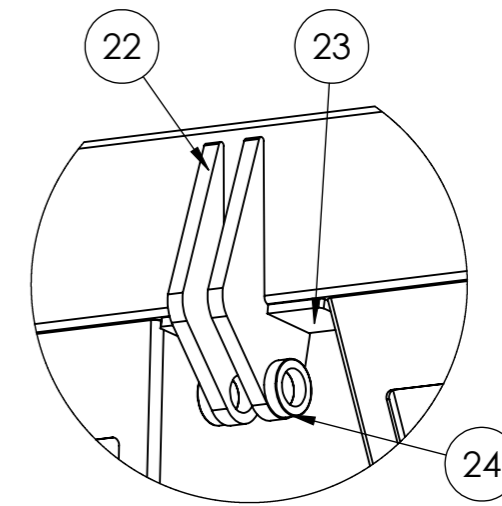
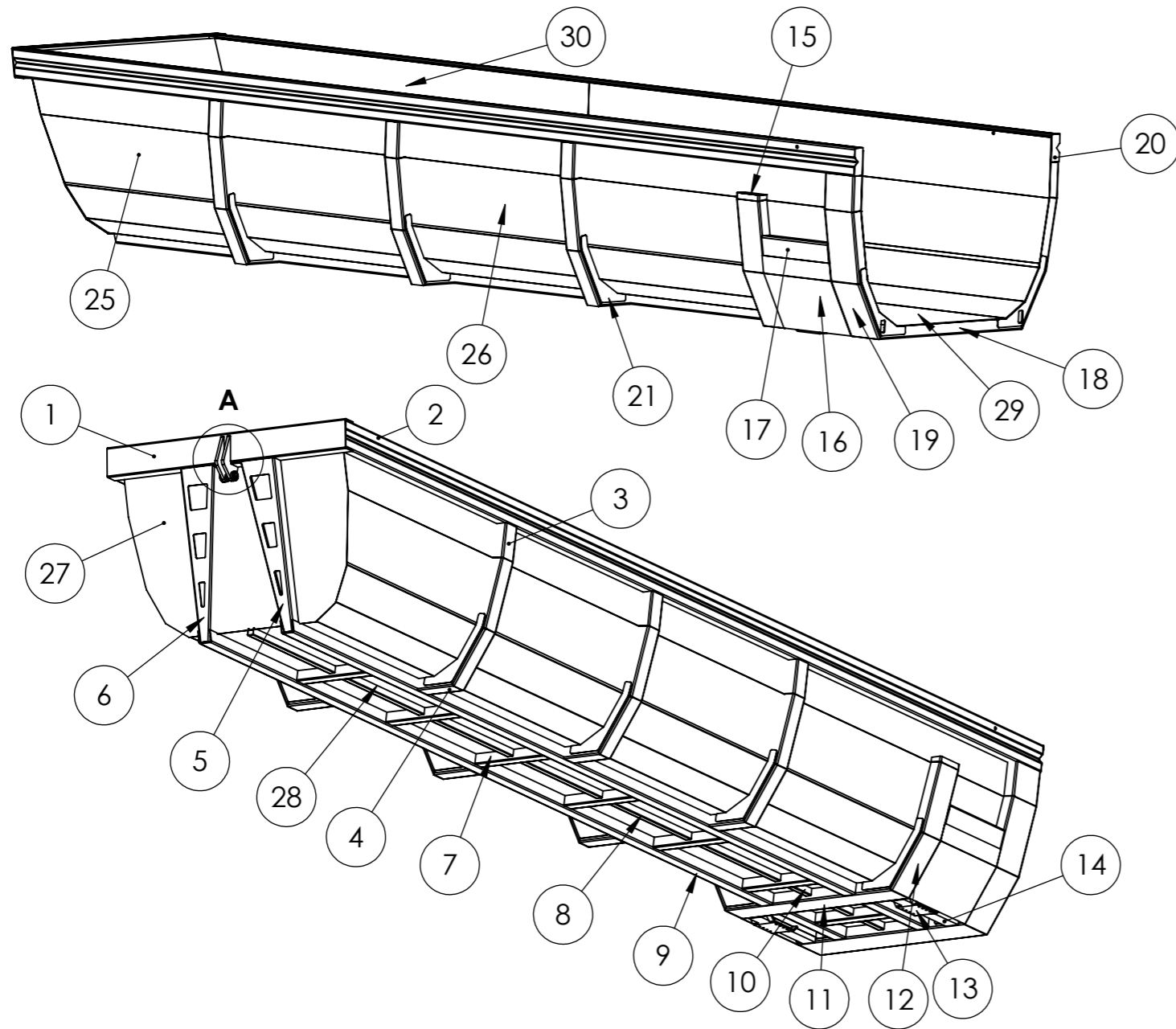


Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5
	Nombre	Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN	
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:			EXTREMO SOPORTE			Material:
Acabado				Escala:			Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 3/8"
Cantidad	2			1 : 1			Código: SE 11 2 00 72
Observaciones							Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



NOTA: RADIOS NO INDICADOS R200

Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	5	mm
Nombre		Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN	
Dibujó		05/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó		05/03/21	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó							
NO MEDIR SOBRE PLANO		Título:			Material:		
		PIVOT DE PORTÓN DERECHO			Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 3/8"		
Acabado					Escala:		
Cantidad		1			1 : 10		
Observaciones		Radio de plegado R6					
					Código: SE 11 2 00 78		
					Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.		

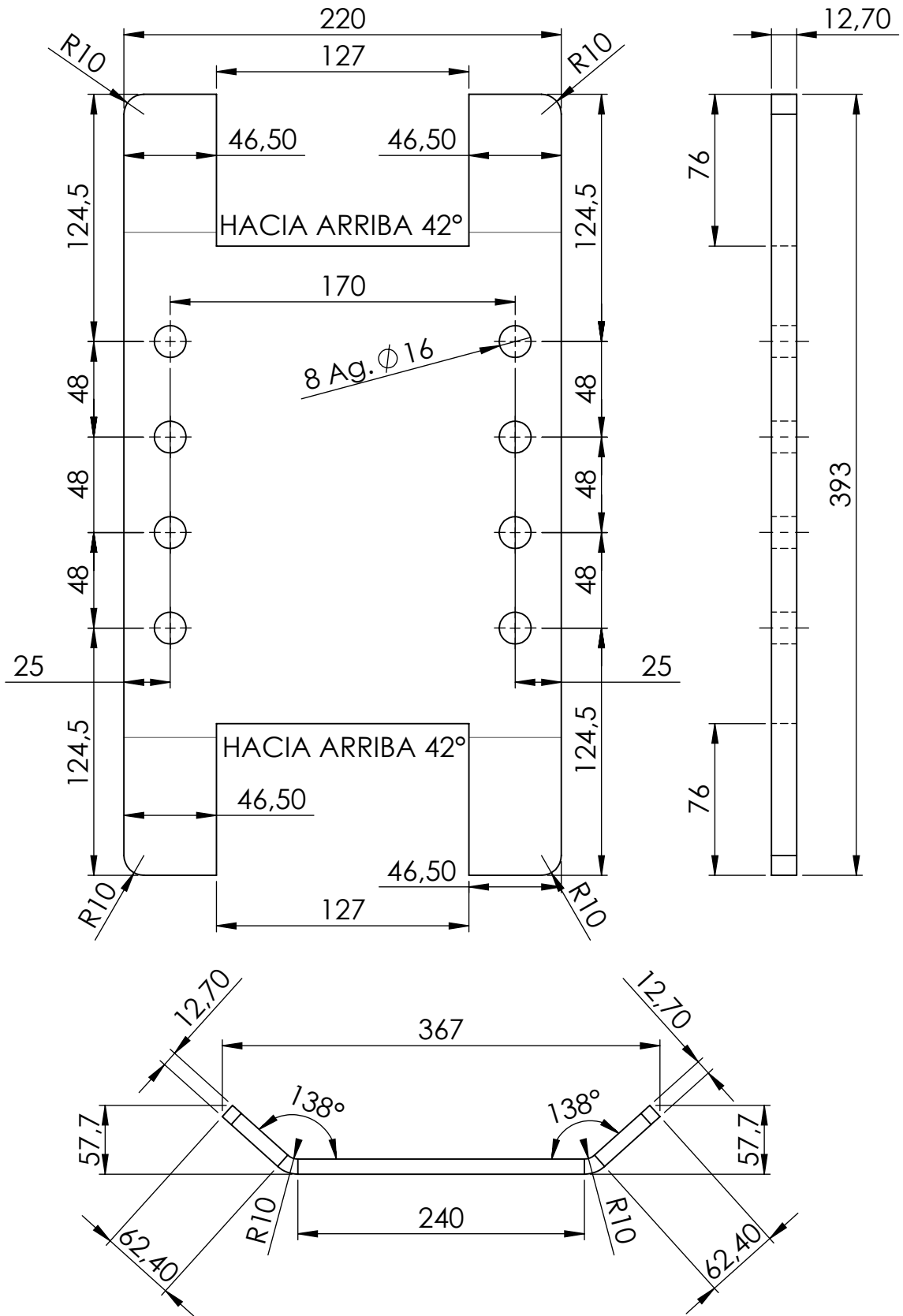


DETALLE A
ESCALA 1 : 10

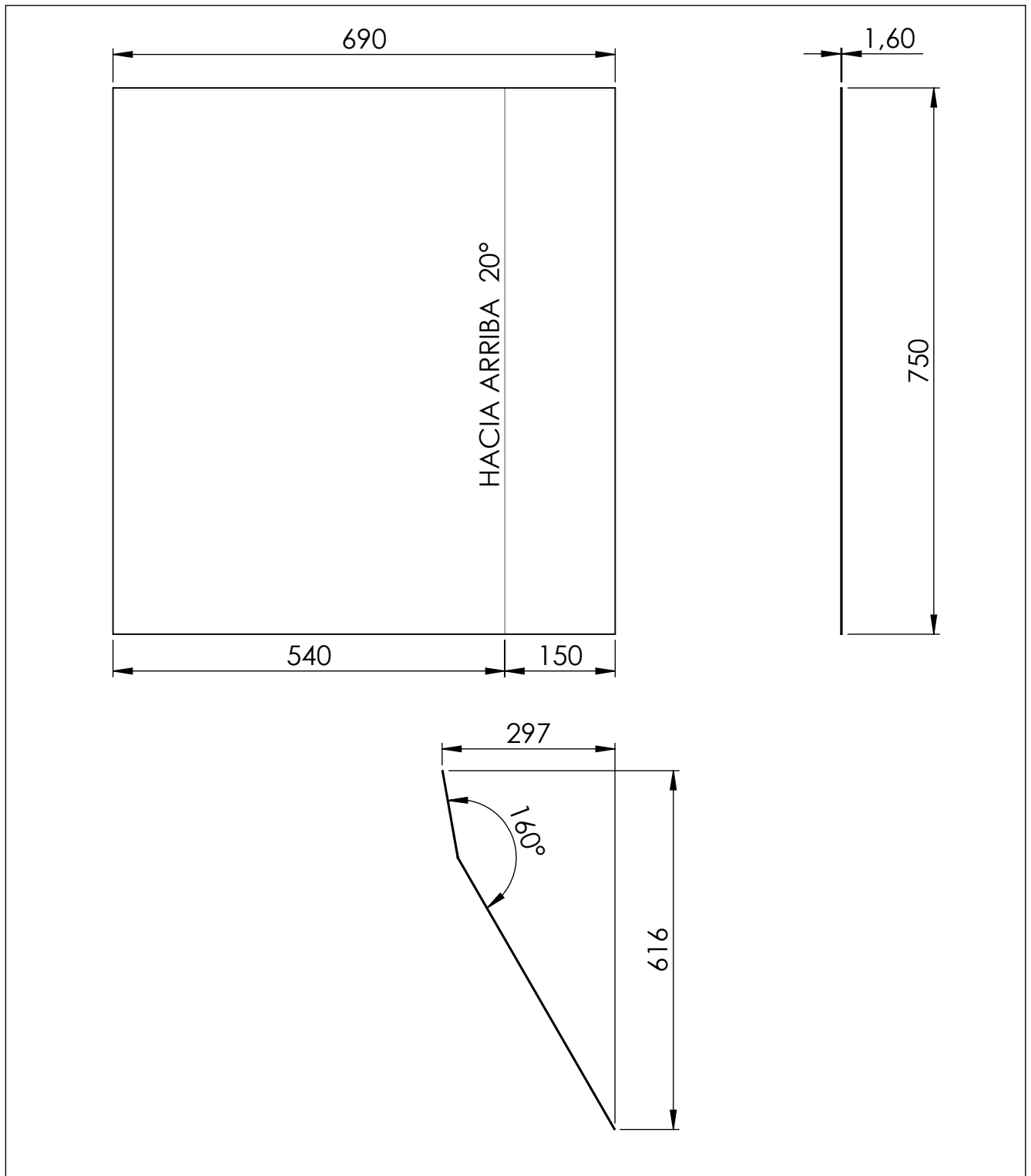
30	Lateral delantero DER.	---	SE 11 2 05 03	1
29	Piso trasero	---	SE 11 2 05 06	1
28	Piso delantero	---	SE 11 2 05 04	1
27	Pecho frontal	---	SE 11 2 05 01	1
26	Lateral trasero	---	SE 11 2 05 05	2
25	Lateral delantero IZQ.	---	SE 11 2 05 02	1
24	Buje soporte	---	SE 11 2 06 03	2
23	Placa base	---	SE 11 2 06 01	1
22	Pletina pivote	---	SE 11 2 06 02	2
21	Refuerzo costillas	---	SE 11 2 00 05	20
20	Tapa trasera de marco	---	SE 11 2 03 20	2
19	Lateral de marco trasero	---	SE 11 2 03 17	2
18	Base de marco trasero	---	SE 11 2 03 18	1
17	Soporte exterior	---	SE 11 2 03 15	2
16	Chapa protectora	---	SE 11 2 07 02	2
15	Tapa sup. puente flotante	---	SE 11 2 03 14	2

Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	mm
Nombre		Fecha	Producto:		FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN		
Dibujó		10/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA				
Revisó		10/03/21	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				
Aprobó			Título:		Material:		
NO MEDIR SOBRE PLANO		Batea soldada					
Acabado		Escala:					
Cantidad		1 : 40		Código: SE 11 2 07 00			
Observaciones				Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm			

14	Soporte manota	---	SE 11 2 03 16	2
13	Pletina fija	---	SE 11 2 07 01	2
12	Lateral de puente flotante	---	SE 11 2 03 13	2
11	Base de puente flotante	---	SE 11 2 03 12	1
10	"U" trasera	---	SE 11 2 03 11	3
9	Larguero base	---	SE 11 2 03 10	2
8	Refuerzo "U" longitudinal	---	SE 11 2 03 09	6
7	Refuerzo "U" transversal	---	SE 11 2 03 08	7
6	Refuerzo frontal izquierdo	---	SE 11 2 03 06	1
5	Refuerzo frontal derecho	---	SE 11 2 03 05	1
4	Base costilla lateral	---	SE 11 2 03 04	6
3	Costilla lateral	---	SE 11 2 03 03	6
2	Marco lateral	---	SE 11 2 03 02	2
1	Marco frontal	---	SE 11 2 03 01	1
Item	Descripción Subconjunto	Observaciones	Código	Cantidad



	Nombre	Fecha	Producto:	FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN
Dibujó	Serri Micael	05/03/21	SEMIRREMOLQUE BATEA	
Revisó	Serri Micael	05/03/21	REBARBEAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Aprobó				
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título: PLETINA FIJA			Material: Chapa de acero calidad SAE 1010 Espesor 1/2"
Acabado			Escala: 1 : 3	Código: SE 11 2 07 01
Cantidad	2			
Observaciones	Radio de plegado R10			Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.



Tolerancias Generales (salvo especificación)							Revisión:	
Medidas (mm)	< 20	De 20-100	De 100-500	De 500-1000	De 1000-5000	> 5000	00	
Tolerancia (+ -)	Longitud	0.5	1	2	2	3	5	mm
	Diámetro	0.1	0.15	0.5	1	2.5	5	mm
	Nombre	Fecha	Producto:			FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA UTN		
Dibujó	Serri Micael	10/04/21	SEMIRREMOLQUE BATEA					
Revisó	Serri Micael	10/04/21	REBABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS					
Aprobó								
NO MEDIR SOBRE PLANO	Título:			TAPA TRASERA DE MARCO		Material:		
Acabado				Escala:		Chapa de acero calidad SAE 1010 Calibre 16		
Cantidad	2			1 : 10		Código: SE 11 2 07 02		
Observaciones	Radio de plegado R2					Si no se indica lo contrario, cotas expresadas en mm.		