

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

Ingeniería Mecánica

PROYECTO FINAL DE GRADO

“SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE

PARA CARGAS ESPECIALES”

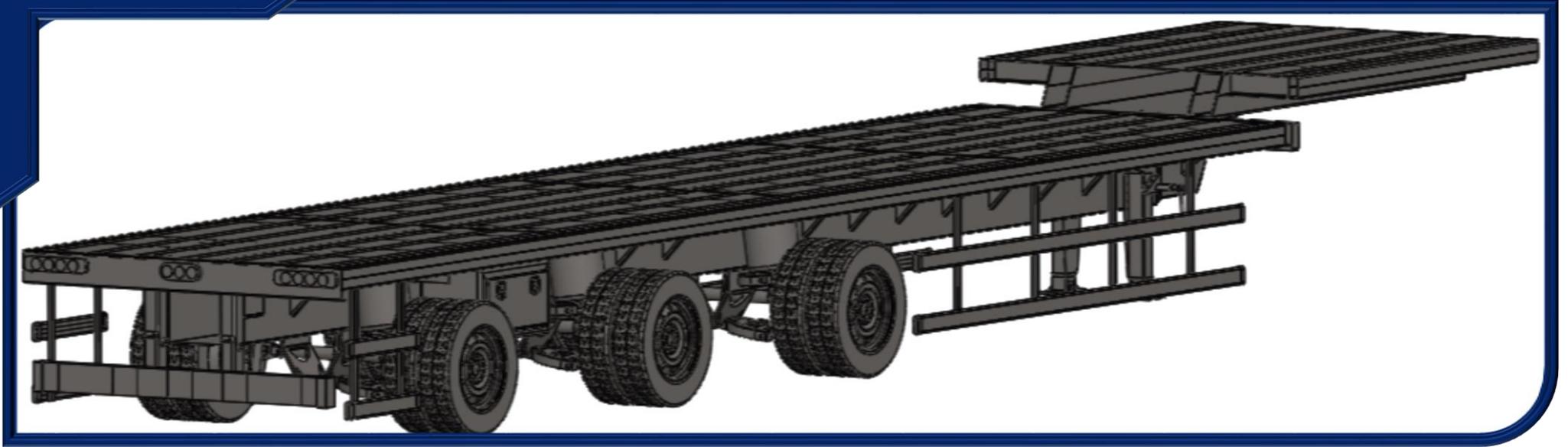
Docentes: Ing. Di Cola, Américo

Ing. Costamagna, Marcelo

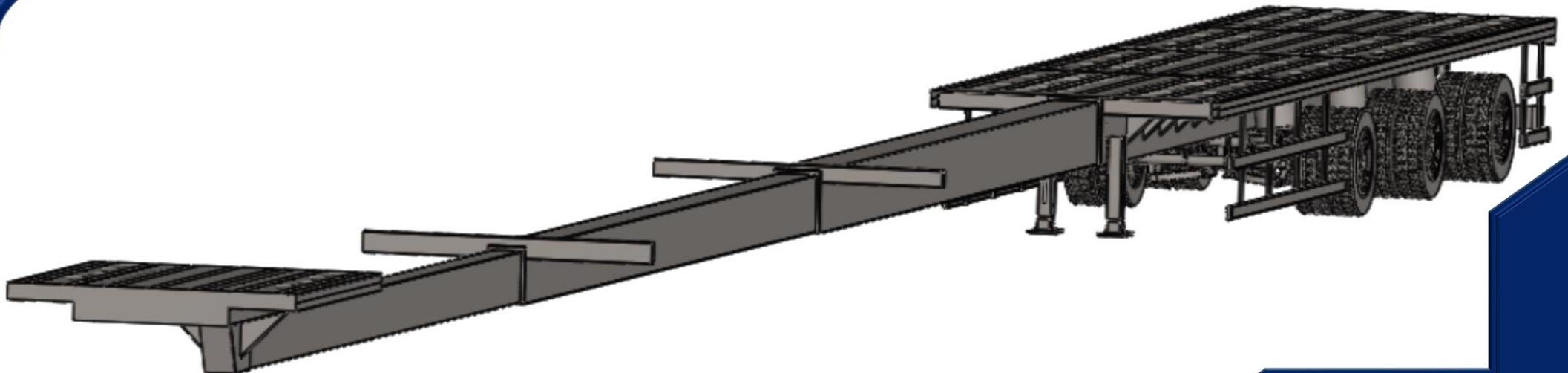
Alumno: Cochis Forneris, Luciano A.

Año: 2020

Cerrado – Estado I



SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE PARA CARGAS ESPECIALES



Extendido – Estado II



SIMBOLOGÍA

b	Base de área determinada.
h	Altura de área determinada.
L	Largo de la Viga.
F	Fuerza aplicada.
q	Carga uniformemente distribuida.
Q	Esfuerzo cortante de la sección.
M	Momento Flector de la sección.
x	Distancia a la sección a considerar.
Q_e	Carga estática uniformemente distribuida.
Q_t	Carga a transportar uniformemente distribuida.
Q_d	Carga dinámica uniformemente distribuida.
Q_s	Carga por sobrecarga uniformemente distribuida.
Q_i	Carga de impacto uniformemente distribuida.
$M_{f Máx}$	Momento Flector máximo de la sección.
$M_{f Min}$	Momento Flector mínimo de la sección.
$M_{f (t)}$	Momento Flector producido por la Carga a Transportar.
$M_{f (s)}$	Momento Flector producido por la Sobrecarga.
$M_{f (d)}$	Momento Flector producido por la Carga Dinámica.
$M_{f (i)}$	Momento Flector producido por la Carga de Impacto.
$M_{f (T)}$	Momento Flector producido por la Carga Total.
W	Módulo Resistente de la sección.
I	Momento de inercia de la sección.
I_p	Momento de inercia polar de la sección.
d	Distancia del eje neutro a la fibra de cálculo.
S_y	Esfuerzo de fluencia del material.
S_{ys}	Esfuerzo de fluencia al corte del material.
S_u	Esfuerzo de rotura del material.
S_d	Esfuerzo de Cálculo.
S_m	Esfuerzo medio.
S_{ms}	Esfuerzo medio al corte.
S_a	Esfuerzo alterno.
S_{as}	Esfuerzo alterno al corte.
N	Factor de seguridad de cálculo.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Villa María

E	Módulo de la elasticidad longitudinal del material.
δ	Flecha o deformación de la viga.
k_1	Coeficiente de corrección de fatiga según tipo de esfuerzo.
k_2	Coeficiente de corrección de fatiga por tamaño del elemento.
k_3	Coeficiente de corrección de fatiga por terminación superficial.
S_n	Resistencia a la fatiga.
S_{ns}	Resistencia a la fatiga al corte.
k_f	Coeficiente de concentración de esfuerzo para fatiga.
k_{fs}	Coeficiente de concentración de esfuerzo para fatiga al corte.
Σ	Sumatoria.
C_g	Centro de Gravedad.

** Símbolos particulares de ecuaciones específicas se detallan al margen del desarrollo de las mismas.*



ÍNDICE

INDICE DE FIGURAS	6
INDICE DE TABLAS	8
CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	9
1.1 RESUMEN	9
1.2 ABSTRACT	10
1.3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO	10
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	11
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO	12
CAPÍTULO II: INTRODUCCIÓN	13
2.1 MARCO TEÓRICO	13
2.1.1 TRANSPORTE	13
2.1.2 DEFINICIONES PRINCIPALES	15
2.2 PROYECTO	18
CAPÍTULO III: REGLAMENTACIONES LEGALES Y ANÁLISIS DE CARGAS	19
3.1 NORMAS	19
3.2 PERMISOS ESPECIALES	22
CAPÍTULO IV: CÁLCULO DE CHASIS	23
4.1. ESFUERZOS INTERVINIENTES	23
4.2. CONSIDERACIONES ESTABLECIDAS PARA EL DISEÑO	24
4.3. CÁLCULO DE REACCIONES, MOMENTO FLECTOR MÁXIMO Y DEFORMACIONES MÁXIMAS	24
4.3.1. CONSIDERACIONES	24
4.3.2. SEMIRREMOLQUE CERRADO (ESTADO I)	25
4.3.3. SEMIRREMOLQUE EXTENDIDO (ESTADO II)	27
4.4. MATERIAL ESPECIAL – MLC 500	28
4.5. DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS	30
4.5.1. VIGA PRINCIPAL	31
4.5.2. 1° VIGA EXTENSIBLE	33
4.5.3. 2° VIGA EXTENSIBLE	34
4.5.4. 3° VIGA EXTENSIBLE	35
4.5.5. VIGAS DELANTERAS (Cuello)	37



4.6.	DEFORMACIÓN DE LAS VIGAS	38
4.6.1.	SEMIRREMOLQUE CERRADO	39
4.6.2.	SEMIRREMOLQUE EXTENDIDO	39
4.7.	DIMENSIONAMIENTO DE TRAVESAÑOS	39
4.8.	DEFORMACIÓN DE LOS TRAVESAÑOS	43
4.9.	SOLDADURA	46
4.9.1.	CÁLCULO DE SOLDADURA	47
4.10.	MATERIALES ANTIDESLIZANTES	52
CAPÍTULO V: COMPONENTES DEL CHASIS		54
5.1.	PERNO REY Y QUINTA RUEDA	54
5.1.1.	DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DEL PERNO REY	54
5.1.2.	CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LA QUINTA RUEDA	58
5.2.	VIGAS DE APOYO DEL PERNO REY	59
5.2.1.	DIMENSIONAMIENTO DE LAS VIGAS DE APOYO DEL PERNO REY	59
5.2.2.	DEFORMACIÓN DE LAS VIGAS DE APOYO DEL PERNO REY	62
CAPÍTULO VI: SUSPENSIÓN		63
6.1.	ESTADO DEL ARTE	63
6.2.	INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO	65
6.2.1.	ALCANCE	66
6.3.	DESARROLLO DE LA SUSPENSIÓN	66
6.3.1.	DISEÑO	66
6.3.2.	CÁLCULO	68
6.3.3.	ANÁLISIS DINÁMICO	75
6.3.4.	SIMULACIÓN	84
6.4.	AMORTIGUACIÓN NEUMÁTICA	91
6.4.1.	CÁLCULO DE LOS FUELLES NEUMÁTICOS	92
6.5.	RODAMIENTOS EN LA PUNTA DE EJE	94
CAPÍTULO VII: EJES DIRECCIONALES		102
7.1.	INTRODUCCIÓN	102
7.2.	CÁLCULO DEL CILINDRO DE LOS EJES DIRECCIONALES	102
7.3.	NEUMÁTICOS	106
7.4.	VERIFICACIÓN DE LOS BULONES DE LAS LLANTAS	106



<i>CAPÍTULO VIII: DISEÑO DE PARAGOLPES</i>	<i>112</i>
8.1. PARAGOLPES TRASERO	112
8.2. PARAGOLPES LATERALES	119
8.3. PATAS DE APOYO	122
<i>CAPÍTULO IX: FRENOS Y SISTEMA DE ILUMINACIÓN</i>	<i>124</i>
9.1 FRENOS	124
9.2 SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN	131
BIBLIOGRAFÍA	134
<i>CAPITULO X: SISTEMA DE CODIFICACIÓN</i>	<i>135</i>
10.1 SISTEMA DE CODIFICACIÓN	135
10.2 LISTA MAESTRA DE MATERIALES	136
<i>Semirremolque Completo Ensamblado (A0)</i>	<i>137</i>
<i>Conjunto de la Estructura Trasera del Chasis (A1)</i>	<i>137</i>
<i>Conjunto de la Estructura Delantera del Chasis (A2)</i>	<i>138</i>
<i>Conjunto Paragolpes Trasero (A3)</i>	<i>138</i>
<i>Conjunto Paragolpes Lateral Delantero (A4)</i>	<i>139</i>
<i>Conjunto Paragolpes Lateral Trasero (A5)</i>	<i>139</i>
<i>Conjunto Referido a la Suspensión (A6)</i>	<i>139</i>
<i>Conjunto Accesorios del Semirremolque (A7)</i>	<i>140</i>
<i>CAPÍTULO XI: PLANIMETRÍA</i>	<i>141</i>



INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

FIGURA N° 1. ESQUEMA DE UNA UNIDAD TRACTORA DE DOS EJES.....	15
FIGURA N° 2. CARGAS Y TOLERANCIAS SEGÚN TIPO DE CONFIGURACIÓN DE EJES.....	17

CAPÍTULO III

FIGURA N° 3. ILUSTRACIÓN DE LAS MÁXIMAS DIMENSIONES PERMITIDAS.....	19
FIGURA N° 4. SEMIRREMOLQUE CERRADO – ESTADO I.....	20
FIGURA N° 5. SEMIRREMOLQUE EXTENDIDO – ESTADO II.....	20

CAPÍTULO IV

FIGURA N° 6. ESTADO DE CARGA DEL SEMIRREMOLQUE CERRADO.....	25
FIGURA N° 7. CÁLCULO DE REACCIONES CON EL SEMIRREMOLQUE CERRADO.....	26
FIGURA N° 8. CÁLCULO DEL MOMENTO FLECTOR CON EL SEMIRREMOLQUE CERRADO.....	26
FIGURA N° 9. ESTADO DE CARGA DEL SEMIRREMOLQUE EXTENDIDO.....	27
FIGURA N° 10. CÁLCULO DE REACCIONES CON EL SEMIRREMOLQUE EXTENDIDO.....	27
FIGURA N° 11. CÁLCULO DEL MOMENTO FLECTOR CON EL SEMIRREMOLQUE EXTENDIDO.....	28
FIGURA N° 12. RELACIÓN DEL LÍMITE ELÁSTICO Y LA REDUCCIÓN POTENCIAL DE PESO. DATOS DE SIDERAR.....	30
FIGURA N° 13. CONJUNTO ENSAMBLADO DE VIGAS EXTENSIBLES QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA DEL CHASIS.....	30
FIGURA N° 14. CÁLCULO DE DEFORMACIONES PARA EL ESTADO I.....	39
FIGURA N° 15. CÁLCULO DE DEFORMACIONES PARA EL ESTADO II.....	39
FIGURA N° 16. DIAGRAMA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CHASIS DEL SEMIRREMOLQUE Y LA CARGA ACTUANTE.....	41
FIGURA N° 17. DEFORMACIONES MÁXIMAS EN LOS TRAVESAÑOS.....	43
FIGURA N° 18. TENSIONES MÁXIMAS EN LOS TRAVESAÑOS.....	44
FIGURA N° 19. VISTA SUPERIOR DEL CHASIS TRASERO DEL SEMIRREMOLQUE Y SUS PRINCIPALES COTAS.....	44
FIGURA N° 20. ESTRUCTURA DEL CHASIS QUE FORMA AL SEMIRREMOLQUE Y SUS COMPONENTES.....	45
FIGURA N° 21. ESTRUCTURA DEL CHASIS CON LOS REFUERZOS PLEGADOS.....	45
FIGURA N° 22. VISTA FRONTAL DEL CHASIS.....	46
FIGURA N° 23. DIMENSIONES PRINCIPALES DE LA SOLDADURA A FILETE.....	47
FIGURA N° 24. ELEMENTOS A UNIR POR MEDIO DE LA SOLDADURA.....	48
FIGURA N° 25. REPRESENTACIÓN DE LA CARGA DISTRIBUIDA QUE ACTÚA SOBRE CADA TRAVESAÑO DE 925MM.....	48
FIGURA N° 26. CARGA PUNTUAL EN EL CENTRO DEL TRAVESAÑO RESULTANTE DE LA CARGA DISTRIBUIDA.....	49
FIGURA N° 27. SECCIÓN DEL FILETE DE SOLDADURA.....	50
FIGURA N° 28. REFERENCIA DE DIMENSIONES DE LOS RESPECTIVOS CORDONES DE SOLDADURA.....	50
FIGURA N° 29. VALOR MÁXIMO QUE PUEDE POSEER EL CORDÓN DE SOLDADURA.....	52
FIGURA N° 30. IMAGEN DE LÁMINA INSTALADA.....	53
FIGURA N° 31. ROLLO DE PRODUCTO IMPLEMENTADO.....	53
FIGURA N° 32. CHASIS COMPLETO DEL SEMIRREMOLQUE. SE DESTACA CHAPA ANTIDESLIZANTE DE PLATAFORMAS.....	53

CAPÍTULO V

FIGURA N° 33. CORTE CON LAS PARTES Y COTAS DEL PERNO REY.....	55
FIGURA N° 34. DIMENSIONES E IMAGEN DEL PERNO REY “260000085” QUE SE UTILIZA EN ESTE EQUIPO.....	55
FIGURA N° 35. IMAGEN DE LA QUINTA RUEDA SELECCIONADO JSK 38C.....	58
FIGURA N° 36. DIMENSIONES DE LA QUINTA RUEDA JSK 38C.....	58
FIGURA N° 37. CONJUNTO DELANTERO DEL SEMIRREMOLQUE Y SUS COMPONENTES, SIN SU PLATAFORMA.....	61
FIGURA N° 38. VISTA SUPERIOR DEL CONJUNTO DELANTERO Y SUS COTAS PRINCIPALES.....	61
FIGURA N° 39. DIAGRAMA DE DEFORMACIÓN ESTÁTICA EN TRAVESAÑOS.....	62



CAPÍTULO VI

FIGURA N° 40. ESQUEMA DE SUSPENSIÓN INDEPENDIENTE DE PROTOTIPO PRESENTADO EN EL EXTERIOR.....	63
FIGURA N° 41. MECANISMO DE BARRAS REPRESENTATIVO DEL ESQUEMA DE SUSPENSIÓN.	69
FIGURA N° 42. PUNTOS PRINCIPALES FORMADOS POR LA GEOMETRÍA DE LA SUSPENSIÓN.....	71
FIGURA N° 43. DISTANCIAS PRINCIPALES DEL CIR Y EL CB.	72
FIGURA N° 44. DISTANCIAS DEL CENTRO DE GRAVEDAD A LOS EXTREMOS DEL CHASIS CUANDO ESTÁ CERRADO.	73
FIGURA N° 45. DISTANCIAS AL CENTRO DE GRAVEDAD DEL PERNO REY Y DE CADA EJE. SEMIRREMOLQUE CERRADO.	74
FIGURA N° 46. DISTANCIAS DEL CENTRO DE GRAVEDAD A LOS EXTREMOS DEL CHASIS CUANDO ESTÁ EXTENDIDO.....	74
FIGURA N° 47. DISTANCIAS AL CENTRO DE GRAVEDAD DEL PERNO REY Y DE CADA EJE. SEMIRREMOLQUE EXTENDIDO. ..	74
FIGURA N° 48. BALANCEO DE LA MASA SUSPENDIDA Y NO SUSPENDIDA, EN EL PLANO TRANSVERSAL.....	76
FIGURA N° 49. MASA SUSPENDIDA Y NO SUSPENDIDA, CON LAS CARGAS INTERVINIENTES.	77
FIGURA N° 50. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE EN EL CASO DE ACELERACIÓN.	80
FIGURA N° 51. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE EN EL CASO DEL FRENADO.	83
FIGURA N° 52. MODELO FÍSICO DE PARRILLA SUPERIOR CON SUJECIONES Y CARGAS CORRESPONDIENTES.	86
FIGURA N° 53. TENSIONES PRODUCIDAS EN LA PARRILLA SUPERIOR BAJO CARGAS DEL ESTADO DE ACELERACIÓN.	86
FIGURA N° 54. DEFORMACIONES PRODUCIDAS EN LA PARRILLA SUPERIOR BAJO CARGAS DEL ESTADO DE ACELERACIÓN.	87
FIGURA N° 55. MODELO FÍSICO DE PARRILLA INFERIOR CON SUJECIONES Y CARGAS CORRESPONDIENTES.....	87
FIGURA N° 56. TENSIONES PRODUCIDAS EN LA PARRILLA INFERIOR BAJO CARGA DEL ESTADO DE FRENADO.....	88
FIGURA N° 57. DEFORMACIONES PRODUCIDAS EN LA PARRILLA INFERIOR BAJO CARGA DEL ESTADO DE FRENADO.	88
FIGURA N° 58. MODELO FÍSICO DEL PORTA MAZA CON SUJECIONES, CARGA AXIAL Y RADIAL CORRESPONDIENTE.....	89
FIGURA N° 59. TENSIONES PRODUCIDAS EN EL PORTA MAZA EN EL ESTADO DE PASO POR CURVA Y FRENANDO.....	90
FIGURA N° 60. DEFORMACIONES PRODUCIDAS EN EL PORTA MAZA BAJO CARGA DEL ESTADO DE PASO POR CURVA Y FRENANDO.....	90
FIGURA N° 61. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL FUELLE.	93
FIGURA N° 62. ESQUEMA DEL CIRCUITO PERTINENTE A LA SUSPENSIÓN NEUMÁTICA.....	94
FIGURA N° 63. RODAMIENTOS CÓNICOS DE UNA HILERA, DISPUESTOS ESPALDA CON ESPALDA.....	96
FIGURA N° 64. NOMENCLATURA DE DIMENSIONES PRINCIPALES Y DISPOSICIÓN DE LOS RODAMIENTOS.	96

CAPÍTULO VII

FIGURA N° 65. HUELLAS DEL NEUMÁTICO EN LA SUPERFICIE SEGÚN LA PRESIÓN.	103
FIGURA N° 66. VISTA SUPERIOR DEL SISTEMA ANALIZADO.	104
FIGURA N° 67. CORTE LONGITUDINAL DE CILINDRO HIDRÁULICO DE DOBLE EFECTO.....	105
FIGURA N° 68. CIRCUITO HIDRÁULICO DE LOS EJES DIRECCIONALES.....	105
FIGURA N° 69. ESFUERZOS CORTANTES APLICADOS A LOS BULONES DE LLANTAS.	107
FIGURA N° 70. ESFUERZOS A TRACCIÓN APLICADOS A LOS BULONES DE LLANTAS.	109

CAPÍTULO VIII

FIGURA N° 71 . PUNTOS DE APLICACIÓN DE LAS CARGAS ESTABLECIDAS POR LA NORMA.	113
FIGURA N° 72. DISEÑO DEL PARAGOLPES TRASERO REBATIBLE PARA ESTA TIPO DE SEMIRREMOLQUE.....	114
FIGURA N° 73. PARAGOLPES TRASERO CON LAS FIJACIONES Y LAS CARGAS P1 (100kN) ACTUANTES.....	114
FIGURA N° 74. TENSIONES PRODUCIDAS EN EL PARAGOLPES DEBIDO A LAS CARGAS P1.....	115
FIGURA N° 75. DEFORMACIONES PRODUCIDAS EN EL PARAGOLPES DEBIDO A LAS CARGAS P1.	115
FIGURA N° 76. PARAGOLPES TRASERO CON LAS FIJACIONES Y LA CARGA P3 (100kN) ACTUANTE.....	116
FIGURA N° 77. TENSIONES PRODUCIDAS EN EL PARAGOLPES DEBIDO A LA CARGA P3.	116
FIGURA N° 78. DEFORMACIONES PRODUCIDAS EN EL PARAGOLPES DEBIDO A LA CARGA P3.....	117
FIGURA N° 79. PARAGOLPES TRASERO CON LAS FIJACIONES Y LAS CARGAS P2 (150kN) ACTUANTES.....	117
FIGURA N° 80. TENSIONES PRODUCIDAS EN EL PARAGOLPES DEBIDO A LAS CARGAS P2.....	118
FIGURA N° 81. DEFORMACIONES PRODUCIDAS EN EL PARAGOLPES DEBIDO A LAS CARGAS P2.	118
FIGURA N° 82. DIMENSIONES PRINCIPALES DEL PARAGOLPES LATERAL DELANTERO.....	119
FIGURA N° 83. DIMENSIONES PRINCIPALES DEL PARAGOLPES LATERAL TRASERO.....	120
FIGURA N° 84. SECCIÓN DEFINIDA PARA PERFIL HORIZONTAL Y VERTICAL, PARA AMBOS PARAGOLPES LATERALES.....	120
FIGURA N° 85. PARAGOLPES LATERAL DELANTERO CON SUS FIJACIONES (VERDES) Y CARGAS (VIOLETAS) DE 1000N. .	121
FIGURA N° 86. TENSIONES PRODUCIDAS AL APLICARSE LAS CARGAS EN EL PARAGOLPES LATERAL DELANTERO.	121
FIGURA N° 87. DEFORMACIONES RESULTANTES EN PARAGOLPES LATERAL TRASERO.	121
FIGURA N° 88. PATA DE APOYO Y SUS COMPONENTES MÁS COMUNES.....	122



CAPÍTULO IX

FIGURA N° 89. SISTEMA DE FRENOS A TAMBOR CON SUS COMPONENTES.....	125
FIGURA N° 90. CIRCUITO NEUMÁTICO DEL SISTEMA DE FRENOS Y DEL SISTEMA ABS CON LA CONFIGURACIÓN 4S/2M.	126
FIGURA N° 91. CONJUNTO QUE CONTIENE LA ECU Y VÁLVULAS DEL ABS.....	127
FIGURA N° 92. SENSOR DE CONECTOR MOLDEADO DEL ABS Y CLIP DE AGARRE.....	127
FIGURA N° 93. ARO DENTADO EN EL QUE SE MIDE EL FLUJO MAGNÉTICO.....	127
FIGURA N° 94. CIRCUITO DEL EBS EN LA CONFIGURACIÓN 4S/2M Y SUS COMPONENTES.....	129
FIGURA N° 95. VÁLVULA DE REDUNDANCIA.....	129
FIGURA N° 96. MÓDULO EBS CONFIGURACIÓN 4S/2M.....	129
FIGURA N° 97. SENSOR DE CARGA DEL EJE.....	130
FIGURA N° 98. TERCER MÓDULO PARA EJES NO ELEVABLES, Y TERCER MÓDULO PARA EJES DIRECCIONALES.....	130
FIGURA N° 99. PERFIL QUE CONTIENE AL CONJUNTO DE LUCES CON LA CONFIGURACIÓN REGLAMENTARIA.....	132
FIGURA N° 100. ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL SEMIRREMOLQUE.....	132
FIGURA N° 101. CONECTOR DE 13 PUNTOS DEL CIRCUITO ELÉCTRICO. CUMPLE CON ISO 11446.....	133

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: LÍMITES DE CARGA POR EJE SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS. LEY NACIONAL N°24.449.....	21
TABLA N° 2: PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES MLC. “TERNIUM SIDERAR”.....	29
TABLA N° 3: ANCHO Y ESPESOR DE CHAPA QUE SE PROVEE. SE INDICA LA UTILIZADA.....	29
TABLA N° 4: CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE LA VIGA PRINCIPAL.....	32
TABLA N° 5: CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE LA 1° VIGA EXTENSIBLE.....	34
TABLA N° 6: CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE LA 2° VIGA EXTENSIBLE.....	35
TABLA N° 7: CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE LA 3° VIGA EXTENSIBLE.....	36
TABLA N° 8: CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE LAS VIGAS DELANTERAS.....	38
TABLA N° 9: CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE LOS TRAVESAÑOS.....	42
TABLA N° 10: COEFICIENTES DE CÁLCULO DE SOLDADURA. CIRSOC 301 – EL.....	49
TABLA N° 11: TAMAÑO MÍNIMO DE SOLDADURAS DE FILETE.....	51
TABLA N° 12: DIMENSIONES PRINCIPALES DE LOS DIFERENTES PERNO REY A DISPOSICIÓN.....	55
TABLA N° 13: PROPIEDADES DE LA QUINTA RUEDA SELECCIONADA.....	58
TABLA N° 14: CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE VIGA DE APOYO DEL PERNO REY.....	60
TABLA N° 15: DIMENSIONES Y ÁNGULOS DEL MECANISMO DE BARRAS.....	70
TABLA N° 16: MASA SUSPENDIDA, NO SUSPENDIDA Y TOTAL.....	75
TABLA N° 17: DISTANCIAS DE PUNTOS GEOMÉTRICOS PRINCIPALES.....	76
TABLA N° 18: RESULTADO DE CADA ECUACIÓN DESCRIPTA PARA CADA ÁNGULO DE BALANCEO POSIBLE.....	79
TABLA N° 19: COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES DEL MATERIAL DE LAS PARRILLAS Y LAS FIJACIONES.....	85
TABLA N° 20: COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES PRINCIPALES DEL MATERIAL DEL PORTA MAZA.....	85
TABLA N° 21: SELECCIÓN EN CATÁLOGO EL RODAMIENTO I (ROJO) Y EL RODAMIENTO II (NEGRO).....	97
TABLA N° 22: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE CADA RODAMIENTO.....	97



CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1.1 RESUMEN

En el presente Proyecto Final correspondiente a la carrera de grado de Ingeniería Mecánica dictada en la UTN Facultad Regional Villa María, se realiza el desarrollo de un Semirremolque Extensible para Cargas Especiales.

Este desarrollo está compuesto de un trabajo integro de planificación, investigación, análisis, diseño y simulación; con el fin de lograr los resultados más óptimos y fehacientes posibles. Basando cada proceso de cálculo tanto con los marcos legales reglamentarios, y con los fenómenos físicos a los que estará sometido este equipo destinado al transporte de cargas.

La Ley de Transito Nacional N° 24.449, compuesta por diferentes decretos es la que impone todas las pautas legales para que se pueda transitar. A partir de ella se obtienen los primeros argumentos de diseños, con los cuales debe cumplir la unidad, como lo son principalmente los límites de carga y distancias obligatorias. Y por su parte, en función de los conocimientos adquiridos en estos años, más la búsqueda de información, es posible analizar los fenómenos a los que se somete potencialmente el semirremolque, y desglosar así las fases iniciales de los primeros cálculos.

Este semirremolque en particular se caracteriza por varios aspectos que lo diferencian de otras unidades de transporte ya sean para funciones similares o no. Principalmente estos aspectos son los tres ejes direccionales independientes que posee; la capacidad de transportar eficientemente cargas cuando se encuentre cerrado (15,4 metros) como cuando se extiende (45,52 metros); también por implementar un material especial como lo es el MLC 500 en lo que refiere a la estructura, reduciendo el peso del equipo y aumentando la capacidad de carga entre otras ventajas. Y el último aspecto por el cual se diferencia es por su esquema de suspensión independiente del tipo paralelogramo deformable, el cual al día de la fecha solo se están realizando prototipos en otros países, y que con su aplicación se logran obtener múltiples ventajas que no poseen los semirremolques hoy en día.

Se busca aportar tanto una solución al transporte de carga especial de grandes dimensiones, como también así que esta sea una solución diferente y de vanguardia. Realizando esto bajo un proceso de estudio con el fin de formar un criterio adecuado y riguroso, para con el realizar un adecuado análisis y posteriormente efectuar los cálculos tanto manuales como también la verificación con herramientas que aplican el método de modelado de elementos finitos, utilizando el software “SolidWorks” en cada componente que forma parte de este semirremolque, con el objetivo de tener un diseño resistente, que posea altas prestaciones, con una buena relación costo/beneficio, y que cumpla con las necesidades que se requiera transportar.



1.2 ABSTRACT

In the present Final Project corresponding to the degree of Mechanical Engineering taught at the UTN Villa María Regional Faculty, the development of an Extendable Semi-trailer for Special Loads is carried out.

This development is made up of an integral work of planning, investigation, analysis, design and simulation; in order to achieve the most optimal and reliable results possible. Basing each calculation process both with the regulatory legal frameworks, and with the physical phenomena to which this cargo transportation will be subjected.

The "Ley de Transito Nacional N° 24.449", made up of different decrees is the one that imposes all the legal guidelines so that it can travel. From it the first design arguments are obtained, with which the unit must comply, as are mainly the load limits and mandatory distances. And for its part, based on the knowledge acquired in these years, plus the search for information, it is possible to analyze the phenomena to which the semi-trailer is potentially subjected, and the initial phases of the first calculations are broken down.

This particular semi-trailer is characterized by several aspects that differentiate it from other transport units whether for similar functions or not. Mainly these aspects are the three independent directional axes that it has; the ability to efficiently transport loads when closed (15.4 meters) and when extended (45.52 meters); also for implementing special material such as the MLC 500, which reduces the weight of the equipment and allows a greater load capacity, among other advantages. And the last aspect for which it differs is due to its independent suspension scheme of the deformable parallelogram type, which to date is only making prototypes in other countries, and with its application it will be possible to obtain multiple advantages that the freight transportation today.

The aim is to provide both a solution for the transport of special cargo of large dimensions, as well as making this a different and avant-garde solution. Carrying out this under a study process in order to form an adequate and rigorous criterion, in order to carry out an adequate analysis and subsequently carry out both manual calculations and a verification by tools such as the finite element method, using the software "SolidWorks" in each component that is part of this semi-trailer, with the aim of having a resistant design, that has high performance, with a good cost / benefit ratio, and that meets the needs that are required to transport.

1.3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

Es fundamental que antes del desarrollo de un trabajo final de grado como el presente, que se encuentra formado por diferentes fundamentos, diseños, cálculos, desarrollos y planimetría correspondiente, entre otros; se establezca un orden en el mismo para que este sea lo más armónico posible y que pueda ser explicada de la mejor manera posible tanto para desarrollarla, como para quien la lea pueda interpretarla fácilmente.

Es por ello que el proyecto se divide en 11 capítulos, los cuales de manera breve se describe el contenido de cada uno de ellos. El primer capítulo se trata de la presentación del proyecto y de la manera en que se organiza el mismo; el segundo refiere al marco



teórico que requiere el desarrollo del proyecto; en el tercer capítulo se dejan plasmadas las reglamentaciones legales que debe cumplir el semirremolque. Dentro del cuarto capítulo se realiza el cálculo de cada uno de los componentes de la estructura del chasis propiamente dicha, dimensionando vigas, analizando tensiones y deformaciones, además del cálculo de una de las uniones soldadas más solicitadas. En el quinto capítulo se obtienen las fuerzas que interactúan en el perno rey, la quinta rueda, y se dimensiona la viga de apoyo de estos componentes, y posteriormente se seleccionan de un catálogo. En el sexto capítulo se realiza todo lo referido al desarrollo de la suspensión independiente del semirremolque, con cálculos, simulaciones y análisis adecuados, además se obtiene el fuelle necesario de la amortiguación neumática, y se realiza el cálculo de los rodamientos de la punta de eje. En el séptimo apartado se calcula el diámetro del cilindro que direcciona las ruedas, se elige un tipo de cilindro a utilizar y se define el circuito hidráulico que permite direccionar los ejes, conjuntamente se definen los neumáticos correspondientes y se realiza la verificación de los bulones que fijan las llantas.

En el octavo capítulo se diseña el paragolpes trasero y las protecciones laterales en función de las normas aplicables, y además se seleccionan las patas de apoyo para este tipo de transporte en particular. Luego, en el capítulo nueve se desarrolla lo referente al sistema de frenos, con los componentes electrónicos, elementos necesarios, y el circuito neumático correspondiente, también se define el sistema de iluminación que por norma se deben utilizar.

En el décimo capítulo, se establece el sistema de codificación que se aplica y la lista maestra de ingeniería; que directamente interviene con el último capítulo donde se efectúa toda la planimetría de los componentes que conforman al semirremolque en su totalidad.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

A nivel global esta aumentado día a día la demanda de diferentes dispositivos que se adecuen cada vez más a las tareas que se desean realizar. Comenzando desde la etapa de diseño, se busca que cumpla con todas las especificaciones requeridas por los usuarios, hasta el punto de que debido a ello cada producto sea diferente al otro que sale de producción. Este nivel de demanda está llegando ya a la industria del transporte y puntualmente también para lo que son los transportes de cargas.

Al ser un suceso que ocurre en todo el planeta, esta tendencia está llegando a nuestro país a pesar de que sea a un menor ritmo. Es por ello que el semirremolque desarrollado en este proyecto, se adecua en varios puntos técnicos a lo que significa realizar productos cada vez más dinámicos y versátiles a cada mercado.

Es por ello, que se toma esto como una idea fundamental en base al desarrollo de cada componente que conforma este semirremolque, ya que son varios los puntos en los que se diferencia de cualquier otro tipo transporte de carga terrestre. Como se ha nombrado ya, su capacidad de ser útil tanto para cargas especiales pesadas y/o de grandes dimensiones, como para cargas comunes en las cuales el equipo se adapta reduciendo su distancia, permitiendo reducir riesgos y mejorar la maniobrabilidad siendo aún eficiente. Además de lo que es sumarse a la aplicación de materiales especiales, y como lo es el



desarrollo de una suspensión independiente, algo que para este tipo de transporte aún está en una fase de investigación mundialmente.

Por lo tanto, con la realización del presente proyecto se intenta aportar y sumar en lo que es el desarrollo continuo, y la aplicación de nuevas tecnologías en el área del transporte.

1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Desde el inicio del desarrollo del presente trabajo se plantean los siguientes objetivos a cumplir:

- Desarrollar completamente un semirremolque extensible de cargas especiales, y que este cumpla con todas las normas legales establecidas.
- Implementar diferentes conocimientos y herramientas adquiridos en la carrera.
- Realizar una adecuada búsqueda de toda la información necesaria, implementando diferentes fuentes.
- Que el proyecto se caracterice por diferenciarse en ciertos aspectos técnicos.
- Realizar el diseño de diferentes piezas y componentes, que puedan soportar las solicitaciones a las que están sometidas, y que actúen del modo más similar al planteado.
- Realizar los cálculos adecuados, y las verificaciones pertinentes con la aplicación del Método de Elementos Finitos.
- Ejecutar todas las simulaciones correspondientes, con el fin de poseer un diseño lo más cercano posible, para una potencial realización del mismo.



CAPÍTULO II: INTRODUCCIÓN

2.1 MARCO TEÓRICO

La idea inicial de realizar este proyecto, fue la de desarrollar una unidad de transporte destinada especialmente al traslado de alabes de aerogeneradores utilizados en la generación de energía eléctrica. Pero luego a medida que se avanzó con el proyecto, se analizó que con la implementación de unas pocas modificaciones se podrían aprovechar las grandes dimensiones de la unidad, y así obtener una unidad destinada a transportar prácticamente cualquier carga sin importar las dimensiones y con un alto límite de carga, enfocándose en maximizar este límite lo mayor posible bajo lo establecido por la norma, y siempre respetando la cantidad de 3 ejes iniciales que permiten una mayor maniobrabilidad. Siendo también capaz de transportar cualquier carga ordinaria que podría realizar un semirremolque común. A partir de esto se ve que es posible destinar una sola unidad para diferentes tareas, comprender que es posible aumentar esta capacidad de polivalencia es lo que despertó luego la implementación de diferentes y novedosas variaciones técnicas en componentes que se vienen realizando de la misma manera desde hace tiempo.

Por lo dicho con anterioridad, es que a continuación se destinan unas palabras en referencia a la energía eólica tanto en el país, como globalmente. De igual manera, a modo de introducción teórica es que se realiza una breve pero puntual reseña, previa al desarrollo de cada punto de este trabajo.

2.1.1 TRANSPORTE

Por lo tanto, considerando la ubicación de las empresas que desarrollan y fabrican equipos para la generación de energía eólica (los cuales se caracterizan por sus grandes dimensiones), y analizando la ubicación geográfica de los diferentes parques eólicos en todo el país, es reflejada la gran importancia de los dispositivos de transportes eficientes para el traslado de un punto al otro, del modo más seguro posible.

El servicio de transporte de carga forma parte de una cadena logística que cumple la función de transportar de un lugar a otro, en los periodos de tiempo establecidos, diferentes tipos de productos, equipos y/o componentes.

Para iniciar con la referencia histórica, es importante destacar que la palabra transportar proviene del latín, donde –trans- significa “al otro lado” y –portar- significa “llevar”. La evolución de la historia del transporte avanzó en conjunto con la historia de la humanidad. Todas las sociedades de todas las épocas han tenido la necesidad de trasladar objetos y mercancías. Es así como la necesidad de cargar objetos y distribuirlos entre distintos territorios se sitúa en el origen del transporte terrestre pero también del transporte marítimo y del transporte aéreo.

En los inicios, el transporte terrestre se realizaba a pie aplicando su propia fuerza, pero como el ser humano es débil como fuerza de transporte, comenzaron a utilizar la fuerza de los animales o sino con embarcaciones aprovechando la corriente de los ríos para hacer llegar sus mercaderías al destino deseado.



Al aumentar exponencialmente la necesidad de transportar cosas más pesadas, de mayor volumen y cuya carga no podía ser soportada por animales, supuso la creación y posterior impulso de la rueda. Apareció en la prehistoria y ha sido uno de los inventos más maravillosos de toda la historia, es que todavía a pesar de los diferentes avances tecnológicos que se han aplicado en la rueda, su principio físico de funcionamiento es el mismo de siempre.

La rueda permitió la evolución de los medios de transporte terrestres y la llegada del hombre a lugares tan lejanos en cada vez menos tiempo. Los carros y diligencias tirados por caballos propiciaron el intercambio de todo tipo de materiales gracias al establecimiento de las rutas comerciales.

Posteriormente con la implementación de la energía a vapor, se logró transportar grandes cargas por medio de los primeros trenes y barcos. Mucho más acá en el tiempo, la gran evolución de los aviones permitió aplicarlos en lo que es el transporte de cargas.

A la vez, la evolución de los transportes terrestres siempre fue creciente, ya que surgió la bicicleta, que fue el origen posterior de la motocicleta y esta, a su vez del automóvil. Además esto fue posible gracias a que en 1882, se descubrió el petróleo y poco a poco fueron surgiendo más inventos que utilizaban este combustible como fuerza impulsora. Desde siempre, el hombre ha buscado la manera de inventar un aparato que lo transportase rápida y cómodamente sin la necesidad de utilizar animales.

Con las guerras las necesidades de transporte se incrementaron, y así surgieron los autobuses y la gran industria del motor existente al día de hoy que incluye tan variados métodos de transporte. Su evolución ha sido fundamental para garantizar el suministro de alimentos y todo tipo de bienes y servicios. Siendo fundamental para el avance de la propia humanidad.

Luego de la segunda guerra mundial se incrementó incontinentemente el avance de la globalización, la competencia de mercados, como la aparición de mercados emergentes, el incremento de nuevos negocios y el aumento del consumo, como de la población han conllevado a un aumento de la necesidad de transportar todo tipo de objetos alrededor de todo el mundo, como dentro de mercados internos de cada continente, región y país. Los niveles de exigencia se han elevado, para cumplir con los requisitos de rapidez y eficacia, suplir con las entregas a tiempo, y además realizarlo dentro de ciertos márgenes de costo y calidad. El transporte es un pilar fundamental de la economía y su desarrollo porque es la herramienta que moviliza los productos al alcance del consumidor, siendo indispensable por su productividad, versatilidad, siendo simple y flexible, permite el transporte de cualquier tipo de mercancía, con la ventaja de no tener restricción para el traslado de ciertas mercancías.

A lo largo de los años son muy variados y específicos los tipos de vehículos que se han desarrollado ya sean de cargas o no; para cualquier necesidad que se requiera se están realizando diferentes diseños específicos. Particularmente en los últimos años la implementación de tecnologías más limpias está tomando mayor relevancia, sin dejar de lado la tecnología y la búsqueda permanente de la mayor eficiencia posible.



2.1.1.1 TRANSPORTE TERRESTRE

Se desarrolla este tipo de transporte ya que es el medio que implementan los semirremolques. Este medio está formado por los que circulan en carretera y por las que están vinculadas al ferrocarril.

El transporte de carretera es de los que menos ha evolucionado históricamente, en principio solo se realizaba por senderos. Ya en la era precolombina aparecieron los primeros caminos y recién en el 1800 se hicieron gran cantidad de caminos de tierra. Para alrededor de 1825 aparecieron las primeras carreteras de material, que lograron conectar las grandes ciudades y permitir circular más rápidamente.

En el transporte terrestre se destaca lo que son por un lado el transporte de personas y por otro el de mercancías. En particular, para este proyecto interesan las de mercancías, en las cuales se debe tener en cuenta el tipo de bien a transportar, estos pueden ser objetos líquidos en tanques, sólidos o que no se encuentren envasados, lo que es a granel como puede ser el transporte de granos, piedras u otros.

Además de los que son productos terminados, como lo pueden ser los alabes de aerogeneradores o partes de alguna estructura, por ejemplo que son el caso con el que se imparte la idea de realizar este proyecto. En lo que concierne a cargas especiales se incluye a toda carga que requiere de permisos especiales para poder trasladarla, esto puede ser por su alto peso y por sus dimensiones, que sin ser de algún uso en particular de la industria, lo que se busca con esta unidad es poder trasladar cualquier tipo de carga que sea limitada únicamente por la reglamentación, y que no lo sea bajo ningún punto de vista por los elementos diseñados. En otras palabras se destina a este semirremolque al traslado de toda carga que no sobrepase las exigencias de cálculo planteadas.

2.1.2 DEFINICIONES PRINCIPALES

Previo al desarrollo del proyecto, es importante establecer algunos conceptos básicos asociados a semirremolques y sus componentes relacionadas. Los siguientes son:

- **Unidad Tractora:** es un vehículo autopropulsado que es diseñado para remolcar y soportar la carga que le transmite un semirremolque a través de un acople adecuado para tal función. El semirremolque desarrollado está diseñado para ser arrastrado por tractores de ejes dobles o tándem doble del tipo dual-dual, los cuales son hechos para realizar largas distancias y/o soportar cargas pesadas. Estos poseen dos ejes en la parte trasera los cuales uno puede ser motriz y otro no, o ambos motrices. También se puede utilizar uno con tres ejes traseros, que de igual manera poseen uno o dos ejes motrices.



Figura N° 1. Esquema de una unidad tractora de dos ejes.



- Semirremolque: es un vehículo sin eje delantero, que es diseñado para ser acoplado a un vehículo tractor de manera que sea arrastrado y que parte de su peso sea arrastrado por este. Existen múltiples tipos de semirremolques destinados para diferentes tareas, pero siempre con el fin de transportar cargas de un lugar a otro de la manera más adecuada. Están constituidos por diferentes componentes que se definen a continuación.
- Chasis o Bastidor: es una estructura cuyo propósito es fundamental para el eficiente funcionamiento del semirremolque ya que es el encargado de soportar su propio peso, la carga a transportar, posibles sobrecargas y las cargas dinámicas a la que es afectada al circular por la ruta.
- Suspensión: el sistema de suspensión tiene como función minimizar y absorber el efecto de las cargas de impacto sobre el chasis, las cuales producto de las irregularidades del camino, otorgando un confort de marcha más suave y aumentando la vida de ciertos componentes ya que reduce las posibles vibraciones a las que pueden ser afectadas.
 - Suspensión Neumática: es el tipo de sistema que utiliza este semirremolque, es el de mayor implementación últimamente para diferentes vehículos de diferentes características ya que permite una conducción suave tanto si va cargado o no el vehículo, además de ser menos agresiva en cuestión de daños al asfalto de las rutas, ya que actúan de forma más progresiva. Además permite elevar la carga útil. Utilizan aire comprimido dentro de los fuelles que se ubican entre el eje y el chasis.
- Sistema de Ejes: ayudan a soportar tanto el peso del semirremolque como el de la carga. Los ejes contienen las ruedas, que giran debido al arrastre ocasionado por la propulsión de la unidad tractora vinculada, caso contrario sería que estos sean motrices. Los ejes se encargan de transmitir un movimiento de rotación a las ruedas, como también de interferir en el momento de frenado. El eje de una rueda debe además guiar la rueda para que no se desplace axialmente, así como que no gire involuntariamente respecto a un eje perpendicular al eje de giro. Al poseer ejes direccionales se logra controlar el ángulo de guiado de las ruedas respecto al chasis.

Tipos de ejes:

- Eje Simple: elemento construido por un solo eje no articulado a otro, puede ser motriz o no, direccional o no, anterior, central o posterior.
- Eje Compuesto (Tándem): elemento constituido por dos ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes, separados entre centros una distancias 1.2m a 2.4m. Pudiendo ser motriz o no.
- Eje Compuesto (Tándem Triple): formado por tres ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes, separados 1.2m a 2.4m entre centros de rotación de los ejes. Pudiendo ser motriz o no.



- En este equipo se implementan 3 ejes que son independientes ya que se encuentran a una distancia de 2,5 metros entre ellos.



Figura N° 2. Cargas y Tolerancias según tipo de configuración de ejes.

- **Frenos:** al encontrarse en movimiento un vehículo este posee energía cinética y para detenerlo al vehículo hay que transformar esa energía en otra sin involucrar el movimiento y esta es la energía calorífica, la cual se logra mediante la fricción que es la fuerza que se opone al movimiento. Cuanto mayor sea la velocidad y el peso que tenga un vehículo más energía cinética este va a poseer, siendo más difícil detenerlo, lo cual se debe compensar con una mayor área de frenado y mayor presión, para generar así más fricción y disipar más calor.
- **Ruedas:** son elementos estructurales del semirremolque que permiten soportar parte de su carga y la transmiten al suelo; están formadas por el conjunto llanta/neumático. Estas están unidas por medio de los ejes para permitir que se movilice el vehículo. Esta unidad utilizara ruedas duales, por lo que tendrá 4 ruedas por eje.
- **King Pin o Perno Maestro:** elemento fijado al semirremolque y diseñado para ser enganchado en la unidad tractora que le genera una fuerza para mover y frenar el vehículo. También permite el giro a través de una articulación flexible que permite un movimiento libre respecto al eje vertical.
- **Freno de Estacionamiento:** es un freno que se utiliza cuando el semirremolque se encuentra desenganchado.
- **Patas de Apoyo:** sostienen el frente del semirremolque cuando no está conectado a la unidad tractora.
- **Accesorios:** ante cualquier dificultad que se presente en el camino el semirremolque debe contener un equipo de herramientas simples, como lo son el gato hidráulico, llaves de pernos, elementos de señalización, extintores, mangueras y botiquín de primeros auxilios.
- **Sistema de Luces:** se implementan con el fin de que sea fácil de visualizar el semirremolque. Es fundamental para poder señalar las maniobras que realiza la unidad, la dirección que se va a tomar o la velocidad a la que estamos circulando.



2.2 PROYECTO

Como la idea inicial de realizar este semirremolque en el presente proyecto final, surge de transportar alabes de aerogeneradores para la generación de energía eléctrica, en donde los más utilizados en el país tienen una longitud de 45 metros o más; se requiere de un semirremolque que es clasificado como un equipo de transporte de cargas especiales. Donde se establece que al estar extendida la plataforma del semirremolque este medirá 45.52 metros (denominado ESTADO II), lo que es aproximadamente 3 veces la dimensión nominal del semirremolque cerrado, como del límite legal para transitar sin permisos necesarios.

Un alabe pesa aproximadamente 8 toneladas según cual sea el modelo; pero para aprovechar las dimensiones que obligatoriamente requiere el equipo se lo diseña para que pueda transportar cualquier otro tipo de carga, como pueden ser vigas, componentes de construcciones, piezas especiales, etc. Siempre y cuando el momento flector y la deformación no superen los valores máximos obtenidos en el proceso de cálculo.

Que el semirremolque sea extensible, permite que cuando se culmine la tarea del traslado de cargas de grandes longitudes, se pueda cambiar la disposición del equipo a 15.4 metros (denominado ESTADO I) nuevamente con el fin de poder trasladarlo como a cualquier otro semirremolque, de un modo más adecuado y funcional. Es por ello que también se enfatiza en el diseño para ese estado, con el fin de que se pueda utilizar de manera eficiente permitiendo transportar hasta 37 toneladas netas de carga distribuida.

Permitiendo con todo esto lograr que con un solo semirremolque se puedan satisfacer amplias solicitudes de transporte de cargas a lo que sea requerido sin que la longitud de la misma no sea un inconveniente, logrando que una empresa no necesite de dos semirremolques diferentes con todo el costo que esto requiere; un semirremolque extensible conlleva un mayor costo de producción que uno convencional, pero al poder cubrir diferentes necesidades con una sola unidad es una solución considerablemente rentable. Al margen de ello, los otros puntos que diferencian y destacan a esta unidad son los aspectos técnicos que ya se han nombrado con anterioridad, como lo son la suspensión independiente, la dirección en cada uno de los ejes independientes, y la implementación de materiales constructivos especiales.



CAPÍTULO III: REGLAMENTACIONES LEGALES Y ANÁLISIS DE CARGAS

3.1 NORMAS

Es de suma importancia que se establezcan ciertas regulaciones como sucede en cualquier otra área, con el fin principal de resguardar la seguridad de las personas, el buen estado de los caminos y la competencia leal dentro del área del transporte. El desarrollo del país y de los comercios en parte dependen del transporte de cargas y hay que buscar que estos se trasladen de un lugar a otro de la forma más segura y armónica posible.

Es por ello que se deben cubrir diferentes perspectivas, por ejemplo la Dirección Nacional de Vialidad tiene como misión primaria administrar la red troncal nacional y la red federal de autopistas. Responde directamente al Ministerio de Transporte de la Nación, teniendo como función el mantenimiento, mejora y construcción de la seguridad vial, otorgando confort para el usuario y la economía del tránsito.

Además la Ley Nacional de Tránsito n° 24.449 limita por medio de las normas y artículos pertinentes, las condiciones en las que basar el diseño y en cuáles no. Por lo tanto cumpliendo con ellas, se tendrá un semirremolque que circule adecuadamente y sin problemas. Satisfiriendo con las condiciones para transitar y las de seguridad que la misma determina.

Lo primero que se extrae de la Ley n° 24.449 son las dimensiones principales para este tipo de semirremolque, desde las cuales se impartirá el diseño del equipo. Estas son:

- La longitud máxima permitida considerando la unidad tractora es de 18,6 metros.
- El ancho máximo permitido para transitar es de 2,6 metros
- El alto máximo para circular es de 4,1 metros.



Figura N° 3. Ilustración de las máximas dimensiones permitidas.



ellos mayor a 2,5 metros (establecido por el decreto 32/2018 de la Ley n°24449). La suspensión de cada uno de estos ejes es neumática, por lo que la máxima capacidad de carga por cada eje es de 11tn (33tn entre los 3 ejes).

Tabla N° 1: Límites de carga por eje según sus características. Ley Nacional n°24.449.

CONFIGURACIÓN		SUSPENSIÓN MECÁNICA [toneladas]	SUSPENSIÓN NEUMÁTICA [toneladas]
Eje Simple. - Ruedas individuales, (neumáticos no superanchos)		6 SEIS	6,3 SEIS COMA TRES
Eje Simple. - Ruedas superanchas		6 SEIS (8 OCHO – maquinaria especial)	8 OCHO
Eje Simple. - Ruedas dobles		10,5 DIEZ COMA CINCO	11 ONCE ←
Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas individuales		10 DIEZ (5 por eje)	10,5 DIEZ COMA CINCO (5,25 por eje)
Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas dobles		18 DIECIOCHO (9 por eje)	18,9 DIECIOCHO COMA NUEVE (9,45 por eje)
Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas superanchas y ruedas dobles		15 QUINCE (9 eje con ruedas doble y 6 eje de ruedas superanchas)	16,5 DIECISEIS COMA CINCO (9,5 eje con ruedas doble y 7 eje de ruedas superanchas)
Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas individuales y ruedas dobles		14 CATORCE (9 eje con ruedas doble y 5 eje de ruedas individuales)	14,7 CATORCE COMA SIETE (9,45 eje con ruedas doble y 5,25 eje de ruedas individuales)
Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas superanchas.		12 DOCE (6 por eje)	14 CATORCE (7 por eje)
Conjunto (Tándem) triple de ejes. - Ruedas dobles		25,5 VEINTICINCO COMA CINCO (8,5 por eje)	26,8 VEINTISEIS COMA OCHO (8,93 por eje)
Conjunto (Tándem) triple de ejes. - 2 ejes con ruedas dobles - 1 eje con ruedas individuales		21 VEINTIUNO (8,5 ejes con ruedas doble y 4 eje de ruedas individuales)	22 VEINTIDOS (8,93 ejes con ruedas doble y 4,2 eje de ruedas individuales)
Conjunto (Tándem) triple de ejes. - Ruedas superanchas		18 DIECIOCHO (6 por eje)	19,5 DIECINUEVE COMA CINCO

3 Ejes Simples
Ruedas Dobles

Además se define que en la parte delantera del semirremolque donde el perno rey lo vincula a la unidad tractora, se debe cumplir con que este posea un tándem doble con ruedas duales, con una capacidad de carga máxima de 18tn, y en el que el eje delantero simple del camión se posee un límite de carga de 6tn.

Por lo tanto, el conjunto camión-semirremolque puede soportar en base a lo establecido por el decreto, una capacidad total de 57tn (33tn + 18tn + 6tn) al cual si se le resta lo aclarado anteriormente respecto a los pesos del camión y del semirremolque (20tn), se obtiene una diferencia de 37tn que estarán a plena disposición para la carga correspondiente que se requiera trasladar, la cual es identificada como carga dinámica.

Cabe destacar que las normas tanto técnicas como legales impartidas por los organismos correspondientes, como todas aquellas normas necesarias de diseño y ensayos aprobados por IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) se aplicarán al semirremolque sea cual sea la distribución en el que este se encuentre.



3.2 PERMISOS ESPECIALES

Desde la etapa de diseño es que se desarrolla este semirremolque para que sea funcional para cualquier tipo de carga. Lo cual para cargas de grandes dimensiones esto no será un inconveniente, pero al ser cargas no convencionales se excederán las distancias legales y debido a esta característica es que se encuentran a este tipo de carga dentro del tipo indivisible. Toda carga que supere los 2,6 metros de ancho; los 4,1 metros de altura, y en lo que respecta a la longitud se aclara que hasta los 18,6 metros se puede circular sin necesidad de solicitar algún tipo de permiso, pero si serán necesarios cuando este extendido ya que la longitud máxima de este semirremolque es de 45,52 metros sin la unidad tractora.

Es por ello que se necesitan determinados permisos para circular libremente dentro del país, los cuales se otorgan para un itinerario preestablecido en el cual se detallan cuantos viajes se efectuarán. Si estos viajes se realizan con cargas de volumen y pesos semejantes, el permiso tendrá una validez de un año.

Al superar los 30 metros es obligatorio circular únicamente durante las horas de luz solar desde la hora “sol sale” hasta la hora “sol se pone”. Además de circular por determinados caminos y a una velocidad máxima de 80 km/h.

Debido a que para el traslado de determinadas cargas es necesario intervenir en el tránsito, es posible transportar cargas que sobresalen sobre el semirremolque, siempre y cuando se utilicen las indicaciones adecuadas. Producto de esto, por ejemplo será posible trasladar alabes u otras cargas que excedan los 45,2 metros.



CAPÍTULO IV: CÁLCULO DE CHASIS

El semirremolque está conformado por diferentes componentes, subconjuntos y conjuntos; los cuales a medida que se desarrollan los cálculos pertinentes se especifica de qué se tratan, la función que poseen, y las características de cada uno de estos.

4.1. ESFUERZOS INTERVINIENTES

Una vez ya conocidas las cargas que intervienen y la distribución de las mismas, las cuales son tanto para el ESTADO I en el que la carga se considera distribuida en toda la longitud del equipo debido a que apoya sobre la plataforma y así la carga se apoya en múltiples puntos de contacto. En cambio para el ESTADO II se tienen dos cargas puntuales, que son los puntos en donde apoyaran las cargas indivisibles, esto se debe a que la plataforma ya no se encuentra como superficie de apoyo para la totalidad de la carga cuando se extiende el equipo, por lo que no ofrece la posibilidad de que se apoye la carga y parte de ella se encuentre en voladizo.

Se realizan los cálculos necesarios con todos los procesos y métodos de cálculos adquiridos en la carrera, adecuándose a cada fenómeno interviniente. Previo al desarrollo de cálculo es importante diferenciar los tipos de carga que interfieren, estas son:

- Carga estática o Muerta: Las cargas estáticas están determinadas por el peso propio de la estructura incluido todos los accesorios, valores que son obtenidos de diferente información técnica.
- Carga Dinámica o Viva: Es la carga a transportar, las cuales son muy variables, ya que es nula al estar descargado hasta la máxima cuando está cargado. Además, se considera una sobrecarga del 10% de la carga transportada con el fin de evitar que la estructura falle por una potencial sobrecarga que pueda producirse por diferentes motivos.
- Carga de Impacto: Cuando la unidad se encuentre en movimiento se producirán por las irregularidades de las carreteras, y por el efecto de fenómenos climáticos cargas de impacto que someterán a la estructura, que pueden producir fisuras en ella. La norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) establece que la tolerancia o incremento de impacto se expresa como una fracción de la carga dinámica con un valor máximo del 30%.
- Además el proceso de cálculo conlleva el estudio y aplicación de concentradores de tensiones; estudio, selección y resistencia de materiales; variación de diferentes parámetros y otras consideraciones más.

Las operaciones de cálculo serán acompañadas con el programa “TwoDFrame”, con el cual se logra modificar variables de un modo más dinámico y analizar cómo influyen distintos aspectos que intervienen en el diseño del semirremolque, como son las dimensiones, cargas, reacciones, puntos de aplicación de cargas, el momento flector y deformaciones, entre otros.



Además la verificación de cada resultado que se obtenga será efectuada con "SolidWorks" que opera con el Método de Elementos Finitos, la cual divide en pequeñas mallas al sólido y realiza un análisis sobre cada una de estas divisiones, otorgando resultados de todo el conjunto del modo más análogo a lo que realmente sucedería con el semirremolque circulando; buscando por medio de la simulación definir parámetros que se asemejen a fenómenos reales a los que estará sometido, como así de considerar ciertos coeficientes o sucesos que son difícilmente detectables y/o mensurables.

4.2. CONSIDERACIONES ESTABLECIDAS PARA EL DISEÑO

En un principio se establecen las opciones más convenientes y viables para este equipo, entre ellas se definen que el semirremolque poseerá 3 (tres) ejes independientes distantes entre ellos unos 2500mm, estos contarán con suspensión neumática en cada uno de los ejes. Todo esto permite una mayor capacidad de carga en cada eje, además de poder con ello competir con semirremolques de vanguardia, ya que se cumplen con estándares de seguridad y calidad.

Además de las longitudes ya aclaradas previamente:

- Longitud Máxima:
 - Estado I: 15,4 metros
 - Estado II: 45,52 metros
- Ancho: 2,6 metros
- Altura de la Plataforma: 1,6 metros

Se considera para el ESTADO II, que el apoyo de la carga puntual en la parte posterior, puede ubicarse en el rango entre el primer eje hasta el final del equipo, y allí los esfuerzos irán variado, pero el cálculo que se realiza en donde se producirá el mayor momento flector, simulando las condiciones más extremas a la que será solicitado.

4.3. CÁLCULO DE REACCIONES, MOMENTO FLECTOR MÁXIMO Y DEFORMACIONES MÁXIMAS

4.3.1. CONSIDERACIONES

Los primeros cálculos a llevar a cabo, son los de obtener a partir de las reacciones del sistema, los valores de momento flector en toda la estructura del chasis y a partir de allí se desprenderán diferentes cálculos del mismo. A su vez, se verificará que no sean de valores considerables las deformaciones en cada sección.

Cabe remarcar que se analiza tanto la zona delantera del semirremolque, que sería la cama alta, y así también la zona trasera del chasis que sería la cama baja. Esto se realiza ya que tendrán diferentes estructuras y perfiles, además de condiciones propias del diseño de los semirremolques, debido a que debe haber un cuello en la parte delantera que se vincula con la unidad tractora. Sumado también en que los esfuerzos y los espacios en la zona delantera son menores, por lo que son varias las justificaciones del porque se tienen en cuenta ambas partes por separado.



Para obtener las reacciones se considera una reacción para el perno rey (**A**) y una reacción para cada uno de los ejes, por lo tanto es un sistema hiperestático. Por ello, al momento de obtener el valor de estas reacciones se considera solo una reacción que concentra la carga de los tres ejes y que se ubica dónde está el segundo de ellos. Una vez obtenido el valor se la descompone por igual (se la divide por el número de ejes) obteniendo así la carga que actúa sobre cada uno de los ejes.

Para hallar el momento flector a lo largo de la viga principal se realiza el cálculo considerando al eje n°2 (**C**) y el eje n°3 (**D**). Al eje n°1 (**B**) no se lo tiene en cuenta ya que es común que a lo largo de la vida útil del semirremolque en ciertas maniobras (generalmente en espacios reducidos) este eje no apoye sobre la superficie exigiendo la resistencia del mismo, además tomando en cuenta esta situación se permite estar del lado de la seguridad en la fase de diseño y dimensionamiento.

4.3.2. SEMIRREMOLQUE CERRADO (ESTADO I)

Características Principales:

- Longitud Total Cerrado: 15400mm
- Exigencia de Carga: 31.8 Kg/cm (Distribuida)= 49000kg en total. Valor que es detallado en las páginas 23 y 24. Para los cálculos pertinentes es necesario considerar el peso propio del semirremolque el cual fue estimado con anterioridad en 12tn, la suma de la capacidad de carga de cada eje igual a 33tn, y el peso del camión de 6tn también es considerada. Por lo tanto, la carga total es de 49tn que es igual a la carga distribuida especificada ya que se la divide en la longitud de este estado. Cabe recordar que de la totalidad, la capacidad de carga real del equipo es de 37tn.

➤ Sistema y Cargas [kN/m]:

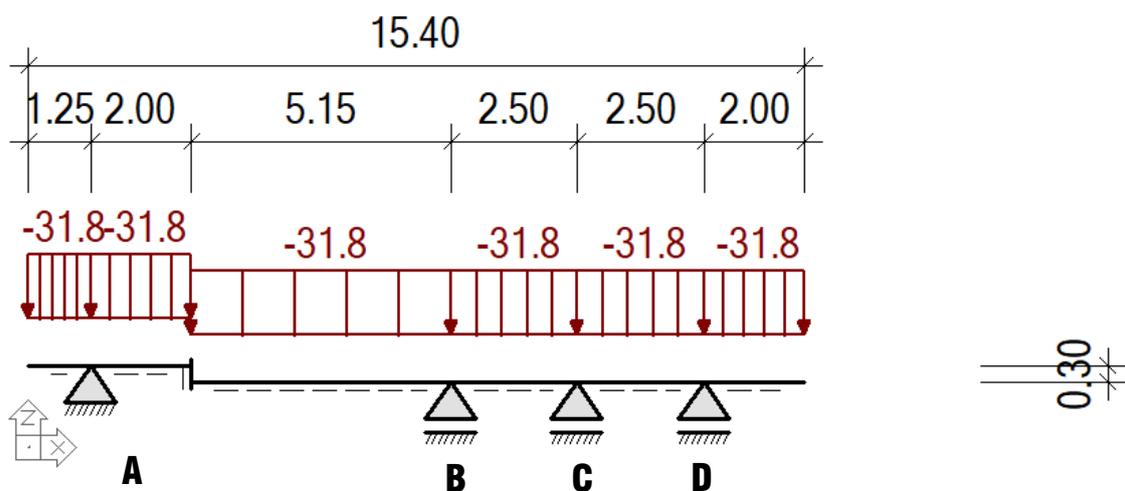


Figura N° 6. Estado de carga del semirremolque cerrado.



➤ Reacciones [kN]:

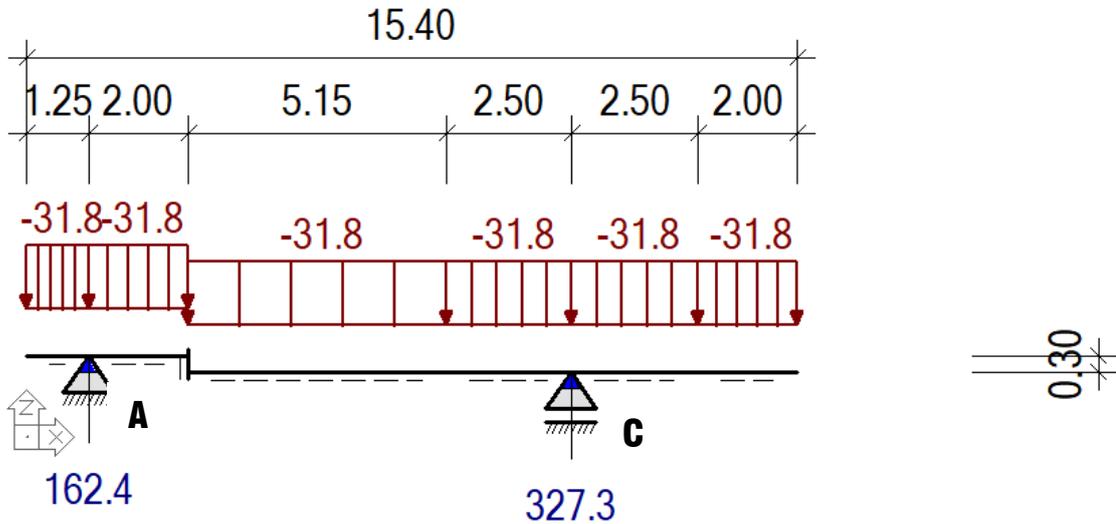


Figura N° 7. Cálculo de reacciones con el semirremolque cerrado.

➤ Momento Flector [kNm]:

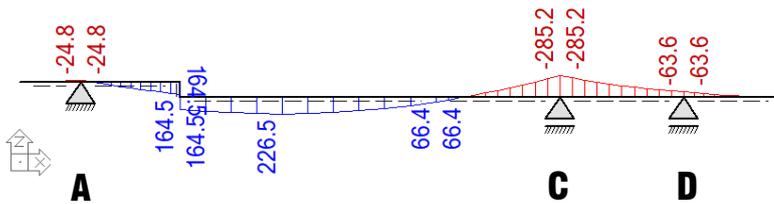


Figura N° 8. Cálculo del momento flector con el semirremolque cerrado.

Resultados obtenidos:

- La reacción en A no debe superar las 18tn y el valor obtenido es 16.24tn (162,4kN) [Cumple]
- La reacción en B no debe superar las 33tn y el valor obtenido es 32.73tn (327,3kN) [Cumple]. Por lo tanto dividiendo este último valor por tres (cantidad de ejes) se obtiene que sobre cada eje actúan 10.9tn.
- El momento flector máximo en la sección alta es de 1.645.000kg.cm (164,5kNm), y en la sección baja el momento flector máximo es de -2.852.000kg.cm (-285,2kNm).



4.3.3. SEMIRREMOLQUE EXTENDIDO (ESTADO II)

Características:

- Longitud Total Cerrado: 45520mm
- Exigencia de Carga: Dos cargas puntuales de hasta 15tn (150kN) en la zona delantera del semirremolque y hasta 34tn (340kN) atrás, en donde la suma de ambas fuerzas da la totalidad de 49000kg. El criterio de obtención de esta carga se basa en la misma detallada anteriormente para el Estado I a diferencia que se trabaja con dos cargas puntuales debido a que al extenderse el semirremolque la carga no se apoya sobre toda la extensión de la plataforma, quedando parte de ella en voladizo.

➤ Sistema y Cargas [kN]:

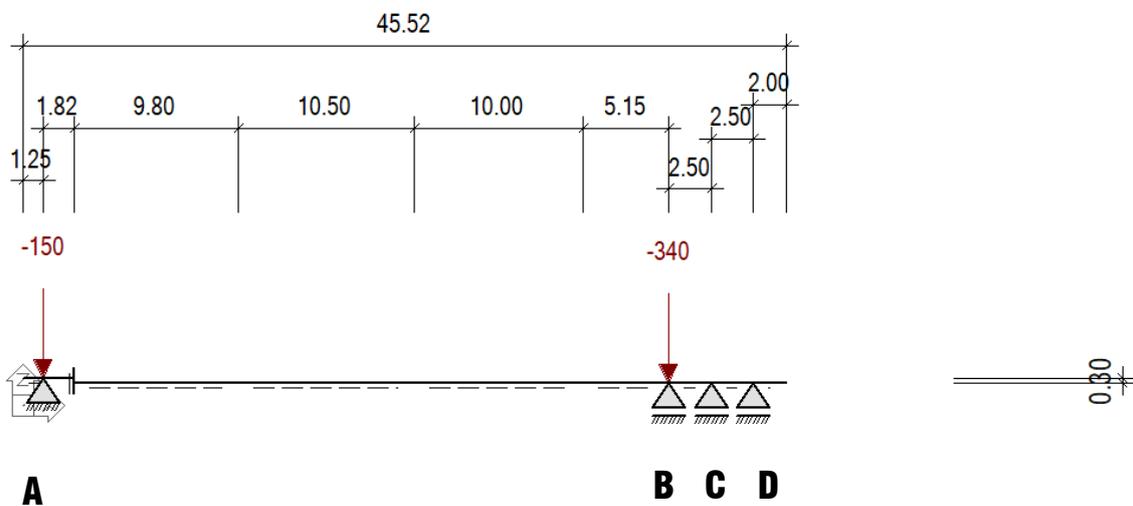


Figura N° 9. Estado de carga del semirremolque extendido.

➤ Reacciones [kN]:

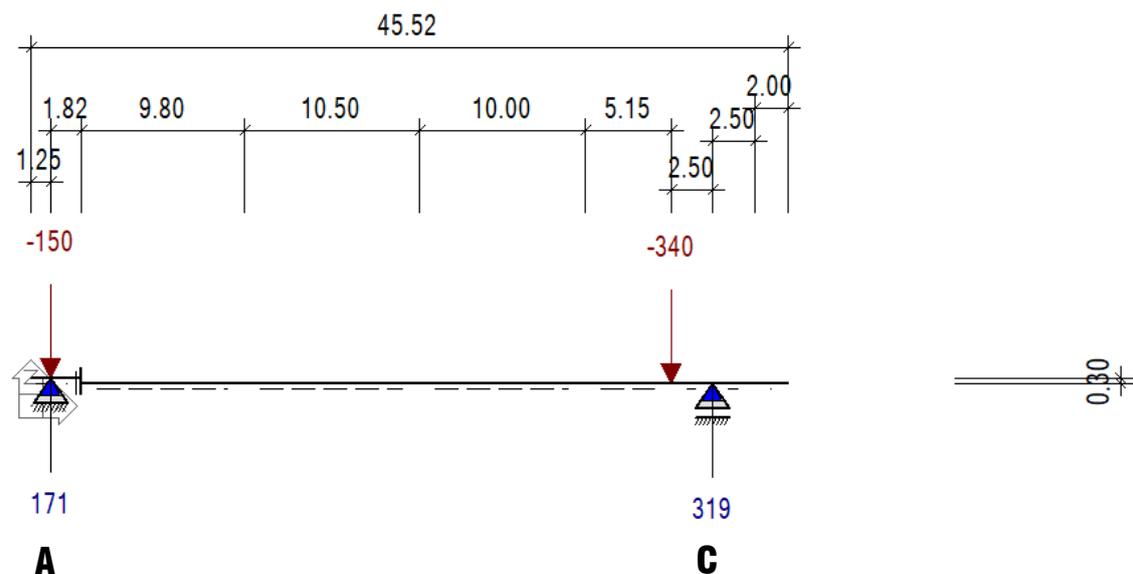


Figura N° 10. Cálculo de reacciones con el semirremolque extendido.



➤ Momento Flector [kNm]:

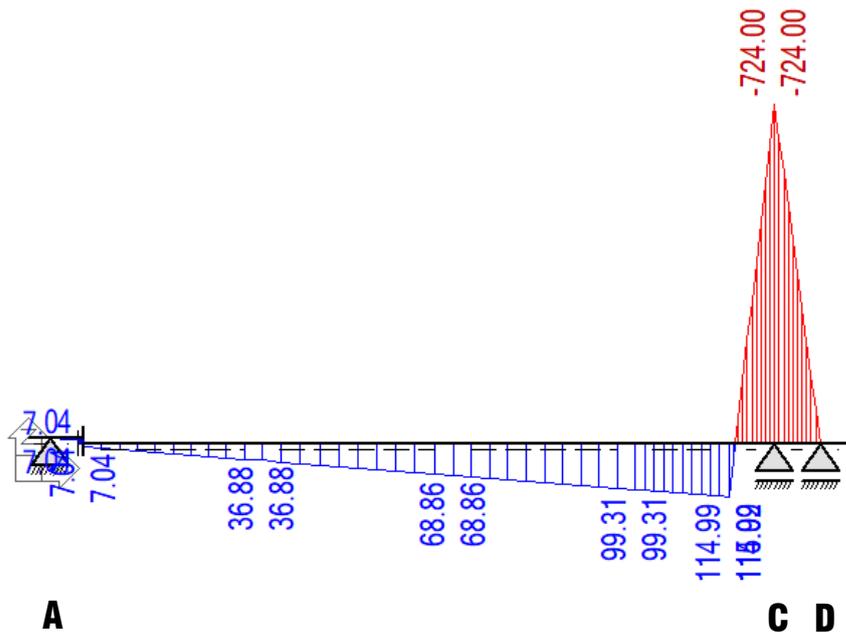


Figura N° 11. Cálculo del momento flector con el semirremolque extendido.

Resultados obtenidos:

- La reacción en A no debe superar las 18tn y el valor obtenido es 17,1tn (171kN) [Verifica]
- La reacción en B no debe superar las 33tn y el valor obtenido es 31,9tn (319kN) [Verifica]. Por lo tanto dividiendo este último valor por tres (Cantidad de ejes) se obtiene que sobre cada eje actúan 10.63tn.
- El momento flector máximo en la cama alta es de 80.000kg.cm (8kNm), y en la cama baja el momento flector máximo es de -7.240.000kg.cm (-724kNm).

4.4. MATERIAL ESPECIAL – MLC 500

Previo a realizar el dimensionamiento de las vigas se establece el material a utilizar en el chasis. Se dimensiona la viga principal la cual es una viga única, como así también cada una de las vigas que permiten la extensión, y de igual manera con las vigas que forman la parte delantera del chasis del semirremolque.

El chasis se desarrolla de material de alta resistencia, en este caso el denominado MLC 500 que se encuentra disponible en el país, este es un acero microaleado laminado en caliente. La aplicación de este tipo de materiales es cada vez más creciente en la industria y se comienzan a aplicar en la ingeniería del transporte como en el mercado de máquinas agrícolas, por ejemplo. La implementación de este tipo de material permite obtener las siguientes características:



- Desarrollar diseños más livianos.
- Elevadas propiedades mecánicas.
- Permite disminuir costos.
- Buena soldabilidad.
- No necesita cuidados especiales de mantenimiento.
- Disminuir el consumo de combustible.
- Mayor carga útil.
- Alta capacidad de conformación respecto a su alta resistencia.
- Puede ser galvanizado en caliente a base de su composición química.
- Resiliencia a bajas temperaturas.

A continuación se plasman tablas que destacan las principales propiedades y características del material MLC 500, las cuales son extraídas directamente de la información que ofrece proveedor.

Tabla N° 2: Propiedades Mecánicas de materiales MLC. "Ternium Siderar".

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

Tabla N° 3: Ancho y espesor de chapa que se provee. Se indica la utilizada.

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

La tensión que se utiliza para el cálculo es la tensión a la fluencia, la cual del acero de alta resistencia MLC 500 tiene un rango de valores que va de 5000 a 6500 kg/cm², esto se debe a los procesos de fabricación y en qué sentido es relevado el valor de la resistencia

de fluencia (puede ser tanto de manera longitudinal o transversal), ya que sucede esto se considera para el cálculo el menor valor para establecer la resistencia lo más constante posible sin importar el material que se encuentre en stock en la fases de proceso, además de permitir desarrollar un cálculo con cierta seguridad funcional.

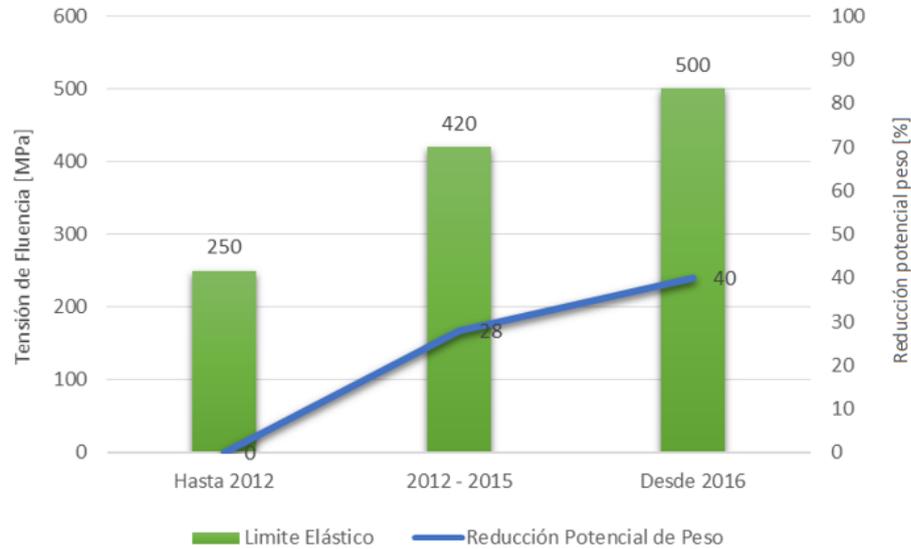


Figura N° 12. Relación del límite elástico y la reducción potencial de peso. Datos de Siderar.

Como se ve en el gráfico anterior, a lo largo de los últimos años la aplicación de aleaciones avanzadas del acero, han logrado cubrir diferentes necesidades en los últimos años de forma progresiva gracias al incremento de que se ha logrado de su límite elástico, logrando casi duplicar en cada evolución la potencial reducción del peso del proyecto que se realice. Es por esto que la implementación de este tipo de acero, es ampliamente ventajoso para toda la fase de diseño y desarrollo del equipo establecido en el presente proyecto.

4.5. DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS

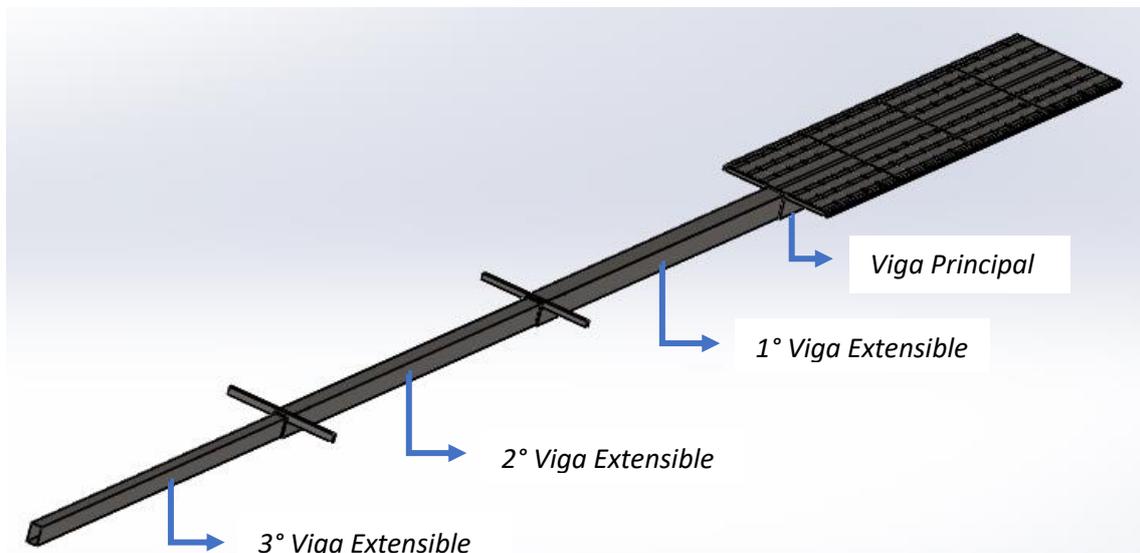


Figura N° 13. Conjunto ensamblado de vigas extensibles que conforman la estructura del chasis.



En la imagen anterior se pueden destacar todas las vigas que conforman a la estructura del chasis, se inicia por el cálculo de las vigas de mayores dimensiones hasta las menores.

4.5.1. VIGA PRINCIPAL

Considerando a la tensión de fluencia del MLC 500 igual a 5000 kg/cm^2 , y aplicando un coeficiente de cálculo de 2 se obtiene un esfuerzo de diseño igual a:

$$S_d = \frac{M_f}{W}$$
$$S_d = \frac{S_y}{2} = \frac{5000 \text{ kg/cm}^2}{2} = 2500 \text{ kg/cm}^2$$

Las dos cargas puntuales que suman las 49tn que afectan al semirremolque es la carga que produce un momento flector máximo en la viga principal al encontrarse este extendido es decir en el Estado II, este valor es relevado de la figura N°14:

$$M_{f \text{ máx}}(t) = 7.240.000 \text{ kg.cm}$$

Si se considera una eventual sobrecarga del 10%, se tendrá un momento flector adicional de:

$$M_f(s) = 0.1 * M_{f \text{ máx}}(t) = 0.1 * 7.240.000 \text{ kg.cm} = 724.000 \text{ kg.cm}$$

Por lo que el momento flector debido a la carga dinámica será el resultante de la suma del momento flector máximo producido por la carga a transporta más el momento flector debido a la sobrecarga:

$$M_f(d) = M_{f \text{ máx}}(t) + M_f(s) =$$

$$M_f(d) = 7.240.000 \text{ kg.cm} + 724.000 \text{ kg.cm} = 7.964.000 \text{ kg.cm}$$

Y además, por lo establecido por la norma AASHTO, se tendrá en cuenta una los efectos de impacto debido a las irregularidades de los caminos que afectan al chasis del equipo, este valor a considerar es el 30% de la carga dinámica por lo que el valor es:

$$M_f(i) = 0.3 * M_f(d) = 0.3 * 7.964.000 \text{ kg.cm} = 2.389.200 \text{ kg.cm}$$

Ya con este resultado se considera al momento flector total como el conformado por el momento flector de la carga dinámica, y por el momento flector debido a las cargas de impacto:

$$M_f(T) = M_f(d) + M_f(i) = 7.964.000 \text{ kg.cm} + 2.389.200 \text{ kg.cm} = 10.353.200 \text{ kg.cm}$$



Utilizando este momento flector en la viga principal del chasis, se procede al cálculo del módulo resistente mínimo que debe poseer la sección que sea capaz de soportar las condiciones establecidas:

$$W = \frac{M_f}{S_d} = \frac{10.353.200 \text{ kg.cm}}{2500 \text{ kg/cm}^2}$$

$$W = 4141 \text{ cm}^3$$

Sección de la Viga Principal:

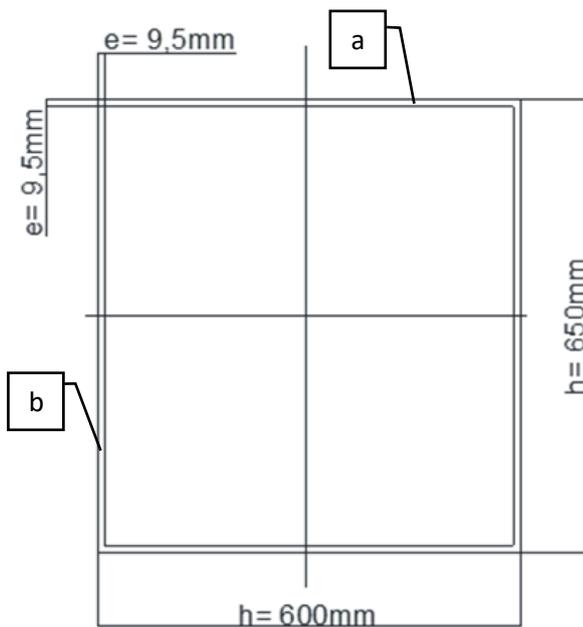


Tabla N° 4: Características de la sección de la viga principal.

CÁLCULO DE SECCION DE VIGA PRINCIPAL		
Viga Rectangular		
	[mm]	[cm]
b	600	60
h	650	65
e	9,5	0,95
d	325	32,5
	[mm ²]	[cm ²]
Area a	5700	57
Area b	5994,5	59,945
	[cm ⁴]	
Ixx a	4,29	
Ixx a (Steiner)	58463,52	
Ixx b	19889,80	
Ixx	156706,65	

Verificación del módulo resistente de la sección establecida, respecto al requerido:

$$W = \frac{I_{xx \text{ Total}}}{d}$$

$I_{xx \text{ Total}}$: Momento de inercia total de la sección en el eje horizontal.

c: Distancia más lejana de la sección, al eje de cálculo.

$$W = \frac{156707 \text{ cm}^4}{32,5 \text{ cm}} = 4821 \text{ cm}^3$$

$$W = 4821 \text{ cm}^3 \geq 4141 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, la sección del perfil establecido verifica con la sección mínima requerida para cumplir con las exigencias establecidas. Con un coeficiente de diseño del 1,16.



4.5.2. 1° VIGA EXTENSIBLE

Esta viga que es la que posee una mayor sección luego de la principal, y a su vez es la última que aparece en la secuencia de extensión de la unidad como puede observarse en la figura N°16. Pero tanto para las tres vigas extensibles el momento flector y la deformación que se producen son considerablemente menores a los que afectan a la viga principal, además estas vigas son solicitadas más que todo cuando el semirremolque está extendido, a diferencia de cuando se encuentra cerrado las vigas aportan mayor rigidez a toda la estructura del chasis, por lo que la seguridad del diseño es mayor aun a la que se calcula, también al momento de cargar el equipo la vinculación de las cuatro vigas que interactúan en total reducen la deformación.

Es por ello que realizar los cálculos pertinentes de cada una de estas vigas, se realizan a modo de verificación, pero que no son de menor importancia con el objetivo de que cada componente sea seguro y eficiente. Cabe aclarar que también la sección de cada una de las vigas es menor a las otras, como así también de la viga principal; esto se debe a que cada una de ellas debe introducirse en la predecesora cuando se cierra el semirremolque, en otras palabras es lo mismo a decir que el tamaño de cada sección es dependiente a la cual se introduce la misma.

Por último, a la longitud de diseño de cada una de las vigas se le agrega una distancia extra de un metro. Esto se realiza para que las vigas no se destalonen, además de que tampoco se flexionen excesivamente y que todo el conjunto tenga la robustez adecuada, sin utilizar material de más.

El momento flector máximo que interactúa a lo largo de esta viga es:

$$M_{f \text{ Máx}} (t) = 990.000 \text{ kg.cm}$$

Si a este valor se le considera un 10% de sobrecarga y al valor obtenido se pondera también el 30% de impacto establecido por la AASHTO, se obtiene el siguiente momento flector total:

$$M_{f (T)} = 1.415.700 \text{ kg.cm}$$

Utilizando este momento flector para el dimensionamiento de sección de la primera viga extensible del chasis, se procede al cálculo del módulo resistente mínimo que debe poseer la sección que sea capaz de soportar las condiciones establecidas:

$$W = \frac{M_f}{S_d} = \frac{1.415.700 \text{ kg.cm}}{2500 \text{ kg/cm}^2}$$

$$W = 566,3 \text{ cm}^3$$



Sección de la 1° viga extensible:

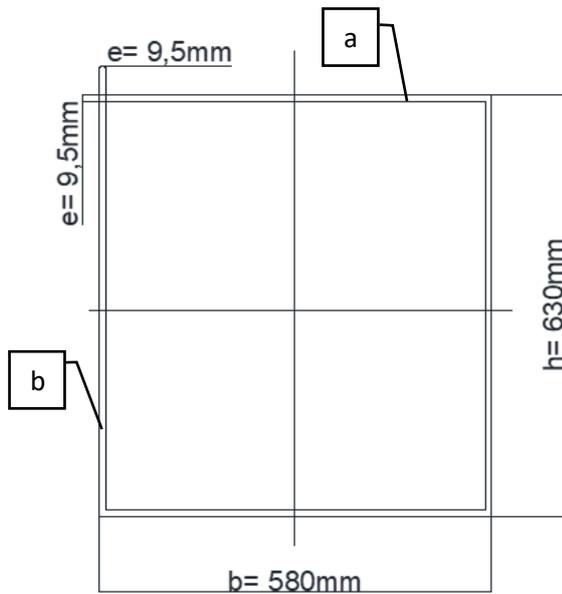


Tabla N° 5: Características de la sección de la 1° viga extensible.

CÁLCULO DE SECCION DE 1° VIGA		
Viga Rectangular		
	[mm]	[cm]
b	580	58
h	630	63
e	9,5	0,95
d	315	31,5
	[mm ²]	[cm ²]
Area a	5510	55,1
Area b	5804,5	58,045
	[cm ⁴]	
Ixx a	4,14	
Ixx a (Steiner)	53040,68	
Ixx b	18057,85	
Ixx	142197,06	

Verificación del módulo resistente de la sección establecida, respecto al requerido:

$$W = \frac{I_{xx \text{ Total}}}{d}$$

$$W = \frac{142197 \text{ cm}^4}{31,5 \text{ cm}} = 4514 \text{ cm}^3$$

$$W = 4514 \text{ cm}^3 \geq 566,3 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, la sección del perfil establecido verifica con la sección mínima requerida para cumplir con las exigencias predeterminadas. Con un coeficiente de diseño del 7,97.

4.5.3. 2° VIGA EXTENSIBLE

Valores máximos de la sección:

$$M_{f \text{ Máx}} (t) = 690.000 \text{ kg.cm}$$

Considerando un 10% de sobrecarga y al valor obtenido se pondera el 30% de impacto establecido por la AASHTO, se obtiene:

$$M_{f (T)} = 986.700 \text{ kg.cm}$$

Utilizando este momento flector en la primera viga extensible del chasis, se procede al cálculo del módulo resistente mínimo que debe poseer la sección que sea capaz de soportar las condiciones establecidas:



$$W = \frac{M_f}{S_d} = \frac{986.700 \text{ kg.cm}}{2500 \text{ kg/cm}^2}$$

$$W = 394,7 \text{ cm}^3$$

Sección de la 2° viga extensible:

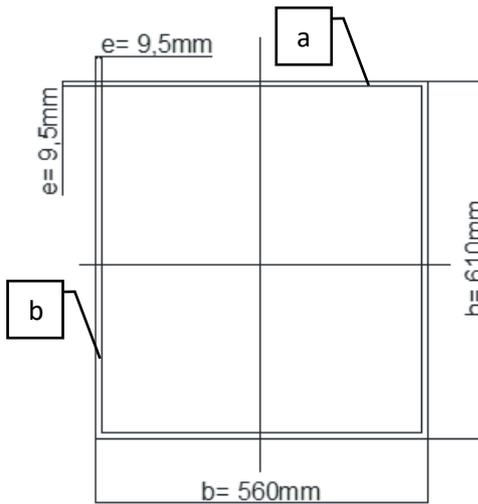


Tabla N° 6: Características de la sección de la 2° viga extensible.

CÁLCULO DE SECCION DE 2° VIGA		
Viga Rectangular		
	[mm]	[cm]
b	560	56
h	610	61
e	9,5	0,95
d	305	30,5
	[mm ²]	[cm ²]
Area a	5320	53,2
Area b	5614,5	56,145
	[cm ⁴]	
Ixx a	4,00	
Ixx a (Steiner)	47963,83	
Ixx b	16341,98	
Ixx	128611,64	

Verificación del módulo resistente de la sección establecida, respecto al requerido:

$$W = \frac{I_{xx \text{ Total}}}{d}$$

$$W = \frac{128611 \text{ cm}^4}{30,5 \text{ cm}} = 4217 \text{ cm}^3$$

$$W = 4217 \text{ cm}^3 \geq 394,7 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, la sección del perfil establecido verifica con la sección mínima requerida para cumplir con las exigencias predeterminadas. Con un coeficiente de diseño del 10,68.

4.5.4. 3° VIGA EXTENSIBLE

El momento flector máximo de una sección a lo largo de esta viga es:

$$M_{f \text{ Máx}} (t) = 370.000 \text{ kg.cm}$$

Considerando un 10% de sobrecarga y al valor obtenido se pondera el 30% de impacto establecido por la AASHTO, se obtiene:

$$M_{f (T)} = 529.100 \text{ kg.cm}$$

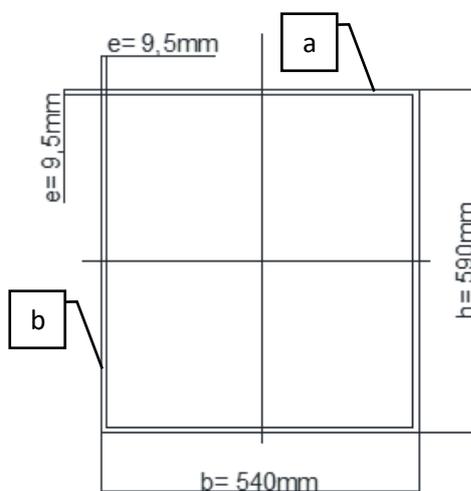


Utilizando este momento flector en la primera viga extensible del chasis, se procede al cálculo del módulo resistente mínimo que debe poseer la sección que sea capaz de soportar las condiciones establecidas:

$$W = \frac{M_f}{S_d} = \frac{529.100 \text{ kg.cm}}{2500 \text{ kg/cm}^2}$$
$$W = 263,84 \text{ cm}^3$$

Sección de la 3° viga extensible:

Tabla N° 7: Características de la sección de la 3° viga extensible.



CÁLCULO DE SECCION DE 3° VIGA		
Viga Rectangular		
	[mm]	[cm]
b	540	54
h	590	59
e	9,5	0,95
d	295	29,5
	[mm ²]	[cm ²]
Area a	5130	51,3
Area b	5424,5	54,245
	[cm ⁴]	
Ixx a	3,86	
Ixx a (Steiner)	43221,58	
Ixx b	14738,41	
Ixx	115919,97	

Verificación del módulo resistente de la sección establecida, respecto al requerido:

$$W = \frac{I_{xx \text{ Total}}}{d}$$
$$W = \frac{115.920 \text{ cm}^4}{29,5 \text{ cm}} = 3.929,5 \text{ cm}^3$$
$$W = 3.929,5 \text{ cm}^3 \geq 211,64 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, la sección del perfil establecido verifica con la sección mínima requerida para cumplir con las exigencias predeterminadas. Con un coeficiente de diseño del 18,56.



4.5.5. VIGAS DELANTERAS (Cuello)

En esta sección el momento flector máximo se produce cuando el semirremolque se encuentra cerrado como puede observarse en la figura n°11.

Aquí se tienen dos vigas, por esto el momento flector se lo divide por dos, a diferencia de la viga principal la cual es una viga única.

$$M_{f \text{ Máx } (t)} = \frac{1.645.000 \frac{kg}{cm^2}}{2} = 822.500 \frac{kg}{cm^2}$$

El momento flector debido a la sobrecarga es:

$$M_{f (s)} = 0.1 * M_{f \text{ Máx } (t)} = 0.1 * 822.500 \frac{kg}{cm^2} = 82.250 \frac{kg}{cm^2}$$

Momento flector resultante incluyendo la sobrecarga es:

$$M_{f (d)} = M_{f \text{ Máx } (t)} + M_{f (s)} = 822.500 \frac{kg}{cm^2} + 82.250 \frac{kg}{cm^2} = 904.750 \frac{kg}{cm^2}$$

Momento flector debido a la carga de impacto:

$$M_{f (i)} = 0.3 * M_{f (d)} = 0.3 * 904.750 \frac{kg}{cm^2} = 271.425 \frac{kg}{cm^2}$$

Por lo tanto el momento flector total es:

$$M_{f (T)} = M_{f (d)} + M_{f (i)} = 904.750 \frac{kg}{cm^2} + 271.425 \frac{kg}{cm^2} = 1.176.175 \frac{kg}{cm^2}$$

Utilizando este momento flector en una de las dos vigas delanteras del chasis, se procede al cálculo del módulo resistente mínimo que debe poseer la sección que sea capaz de soportar las condiciones establecidas:

$$M_f = \frac{1.176.175 kg \cdot cm}{2500 kg/cm^2}$$

$$W = 470,5 \text{ cm}^3$$



Perfil de las Vigas delanteras:

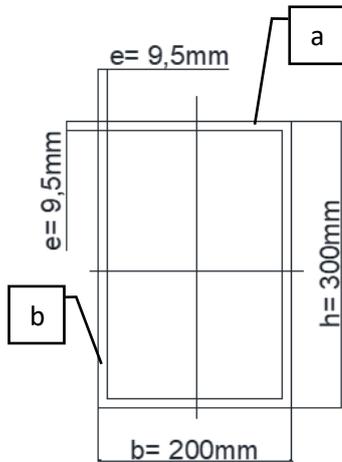


Tabla N° 8: Características de la sección de las vigas delanteras.

CÁLCULO DE SECCION VIGA DELANTERA		
Viga Rectangular		
	[mm]	[cm]
b	200	20
h	300	30
e	9,5	0,95
d	150	15
	[mm ²]	[cm ²]
Area a	1900	19
Area b	2669,5	26,695
	[cm ⁴]	
Ixx a	1,43	
Ixx a (Steiner)	4009,97	
Ixx b	1756,55	
Ixx	11533,04	

Verificación del módulo resistente de la sección establecida, respecto al requerido:

$$W = \frac{I_{xx} T}{d}$$

$$W = \frac{11533,04 \text{ cm}^4}{15 \text{ cm}} = 769 \text{ cm}^3$$

$$W = 769 \text{ cm}^3 \geq 470,5 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, la sección del perfil establecido verifica con la sección mínima requerida para cumplir con las exigencias establecidas. Con un coeficiente de diseño del 1,63.

4.6. DEFORMACIÓN DE LAS VIGAS

Una vez conocidas cada una de las secciones de las diferentes vigas que forman a la estructura, se procede a cargar las secciones de vigas y material utilizado en el mismo programa de cálculo implementado para obtener cada momento flector, con el fin de conseguir las deformaciones a lo largo del semirremolque en ambas disposiciones desarrolladas. Se establece como criterio una deformación máxima permitida de 1mm por cada metro de longitud del equipo, esto es para ambas configuraciones del equipo. A continuación se procede a realizar la verificar de ello.

4.6.1. SEMIRREMOLQUE CERRADO

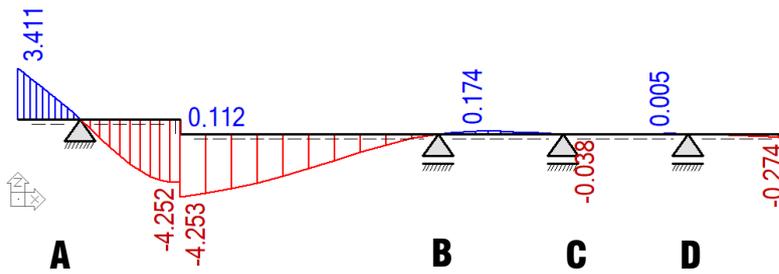


Figura N° 14. Cálculo de deformaciones para el Estado I.

Por lo establecido con anterioridad, cuando el semirremolque se encuentre cerrado la máxima deformación permisible es de 15,4mm. En función de esto, se cumple para este caso ya que la máxima deformación resultante es de 4,253mm, por lo tanto verifica. De todos modos la deformación real será aún menor debido a que dentro de la viga principal se alojan las otras tres vigas.

4.6.2. SEMIRREMOLQUE EXTENDIDO

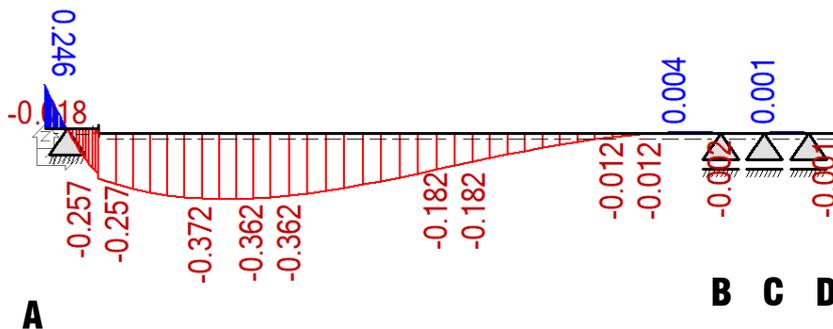


Figura N° 15. Cálculo de deformaciones para el Estado II.

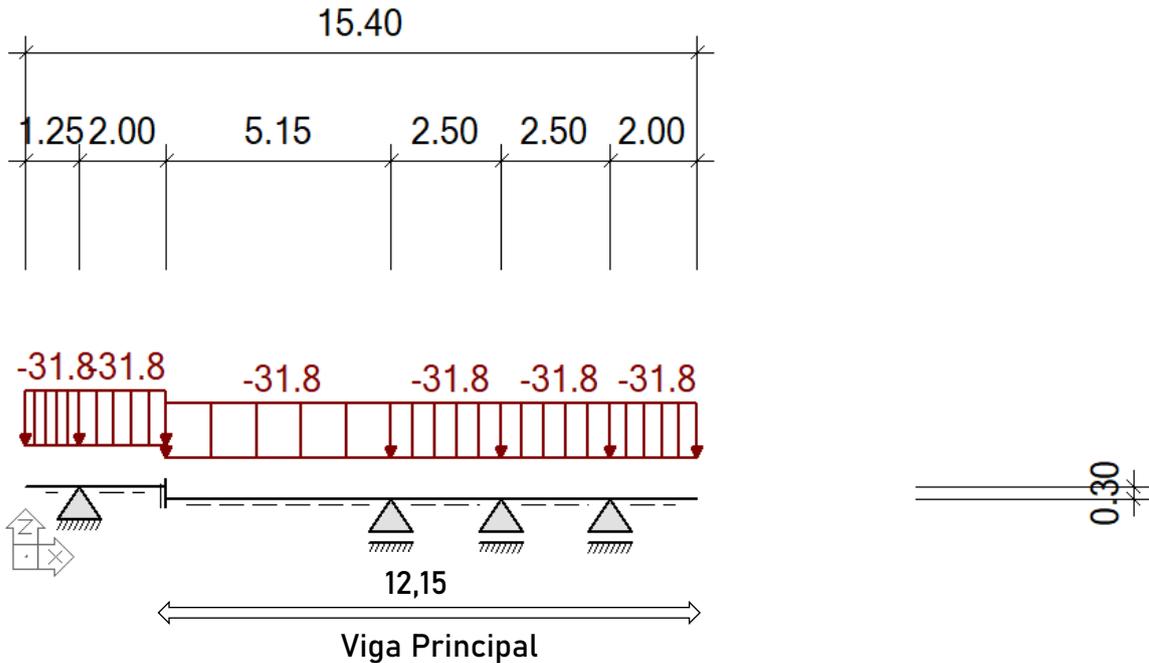
De igual manera cuando el semirremolque se encuentra extendido, se obtiene que la máxima deformación está por debajo de la máxima permisible.

Una vez calculados y verificados estos componentes de la estructura primaria es posible proseguir con los demás componentes periféricos pero no menos importantes del mismo.

4.7. DIMENSIONAMIENTO DE TRAVESAÑOS

Los travesaños se ubican en la zona de la viga principal en modo transversal, los mismos se diseñan para resistir los esfuerzos de torsión a los que estará sometido el chasis y para distribuir la carga a transportar en todo el chasis. Además sobre los travesaños se ubicará la plataforma del semirremolque.

Se comienza analizando las cargas que puntualmente estarán afectando a cada uno de los travesaños, con las consideraciones previamente aplicadas y dimensionando el perfil de los mismos. Luego se realiza la simulación del travesaño para conocer sus deformaciones y las tensiones aplicadas.



$$\text{Carga sobre el chasis} = -\frac{31,8 \text{ kN}}{\text{m}} * 15,4 \text{ m} = -490 \text{ kN} = -49000 \text{ kg}$$

$$\text{Carga en Viga Principal} = -\frac{31,8 \text{ kN}}{\text{m}} * 12,15 \text{ m} = -387 \text{ kN} = -38700 \text{ kg}$$

Los travesaños se ubican entre sí a una distancia de 400mm (0.4m). Por lo tanto:

$$N^{\circ} \text{ de travesaños} = \frac{\text{Longitud de la Viga Principal}}{\text{Distancia entre c/travesaño}} = \frac{12,15 \text{ m}}{0,4 \text{ m}} = 30 \text{ travesaños}$$

Habrà un total de 60 travesaños ubicados en la viga principal, 30 de cada lado. La carga en cada uno de ellos es:

$$\text{Carga en c/travesaño} = \frac{\text{Carga sobre Viga Principal}}{N^{\circ} \text{ de travesaños}} = \frac{-38700 \text{ kg}}{30} = -1290 \text{ kg}$$

Ademàs se considera que puede existir una sobrecarga del 10%:

$$Q_s = 0,1 * Q_t = -129 \text{ kg}$$

Por lo que la carga dinàmica serà entonces la suma de la carga a transportar y la sobrecarga:

$$Q_d = Q_t + Q_s = -1290 \text{ kg} - 129 \text{ kg} = -1419 \text{ kg}$$



Y además debido a las irregularidades del camino se considera según la norma AASHTO, una carga de impacto equivalente al 30% de la carga dinámica:

$$Q_i = 0.3 * Q_d = -426kg$$

Entonces la carga total a la que estaría sometida el semirremolque si se presentan estos fenómenos es:

$$Q_T = Q_d + Q_i = -1845 kg$$

El ancho del semirremolque es de 2600mm, el cual es el máximo permitido, pero se toman 2450mm para dejar 75mm de ancho para cada uno de los dos largueros que se utilizan en la plataforma. A la carga obtenida se la considera distribuida en todo el ancho donde se encuentra cada travesaño, esta sería igual a:

$$\frac{-1845kg}{2.45m} = -753 \frac{kg}{m} = -7,53 \frac{kg}{cm}$$

$$q = -7,53 \frac{kg}{cm}$$

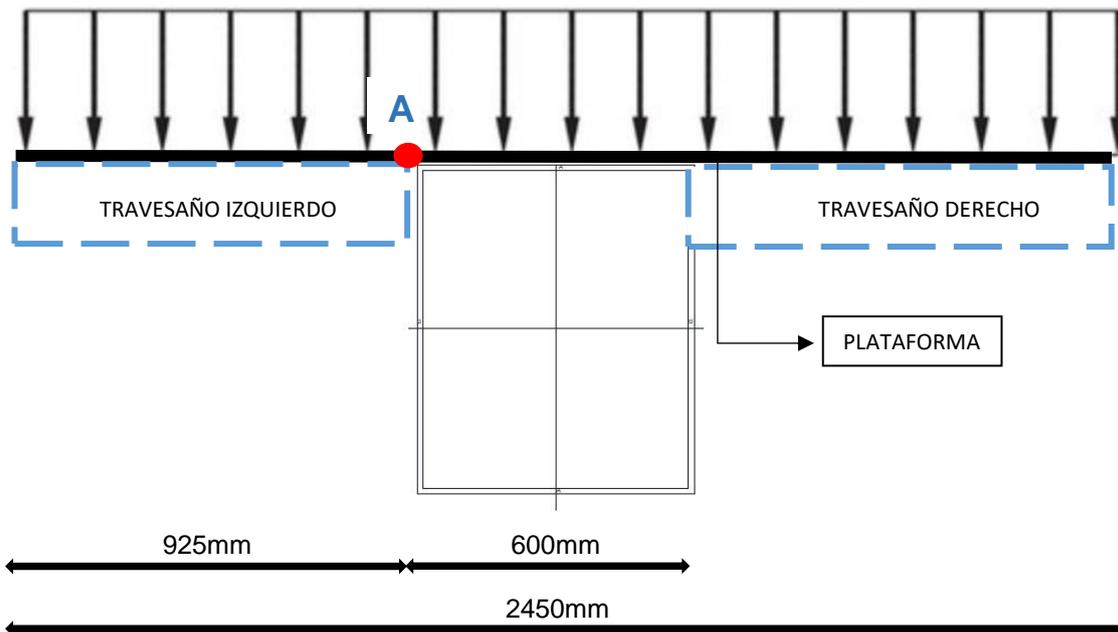


Figura N° 16. Diagrama de la sección transversal del chasis del semirremolque y la carga actuante.

Por lo que el momento flector máximo de un travesaño izquierdo como se ve en la imagen se ubica en A:

Tramo $0 < X < 92.5$ cm

$$Mf [A] = q \frac{x^2}{2} = -7,53 \frac{kg}{cm} * \frac{(92,5cm)^2}{2} = -32.214 kg.cm$$



El material de los travesaños es el mismo que el de las vigas (MLC 500)

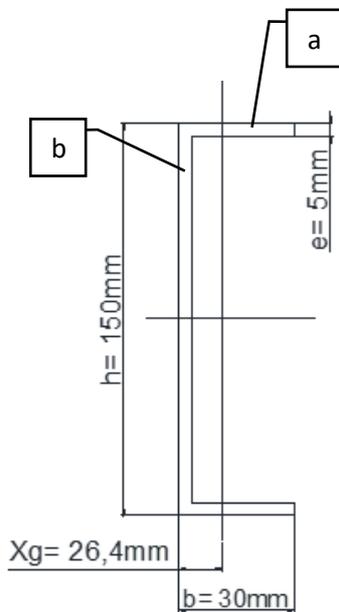
$$S_d = \frac{S_y}{2} = \frac{5000 \text{ kg/cm}^2}{2} = 2500 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo que el mínimo modulo resistente de la sección requerida del travesaño es igual a la siguiente relación:

$$W = \frac{M_f}{S_d} = \frac{32.214 \text{ kg.cm}}{2500 \text{ kg/cm}^2} = 12,89 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

En función de modulo resistente obtenido se procede al dimensionamiento del perfil del travesaño a fabricar:

Tabla N° 9: Características de la sección de los travesaños.



CÁLCULO DE SECCION DE PERFIL DE TRAVESAÑO		
Viga C		
	[mm]	[cm]
b	30	3
h	160	16
e	5	0,5
d	80	8
Xg	6,071	0,607
	[mm ²]	[cm ²]
Area a	150	1,5
Area b	750	7,5
	[cm ⁴]	
Ixx a (Steiner)	2,45	
Ixx b (Steiner)	141,58	
Ixx	144,04	

Verificación del módulo resistente de la sección establecida, respecto al requerido:

$$W = \frac{I_{xx} T}{d}$$

$$W = \frac{144,04 \text{ cm}^4}{8 \text{ cm}} = 18 \text{ cm}^3$$

$$W = 18 \text{ cm}^3 \geq 12,89 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, la sección del perfil establecido verifica con la sección mínima requerida para cumplir con las exigencias establecidas. Con un coeficiente de diseño del 1,4.

4.8. DEFORMACIÓN DE LOS TRAVESAÑOS

La deformación en el punto A se obtiene por la ecuación de la flecha máxima para el caso de una viga empotrada en un extremo y en voladizo del otro, la cual está sometida a una carga distribuida, esta ecuación es:

$$\delta_{m\acute{a}x} = \frac{q * L^4}{8 * E * I} = \frac{7,53 \frac{kg}{cm} * (92.5cm)^4}{8 * 2.1 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2} * 144,04cm^4} = 0,228cm = 2,28 mm$$

La deformación obtenida es aceptable para los esfuerzos a los que son exigidos los travesaños.

Además con la aplicación del método de elemento finito, el cual se realiza por medio de la implementación de la simulación en el programa “SolidWorks”, se realiza un análisis más específico y detallado. En este se consideran las deformaciones y tensiones de la chapa plegada, proceso por el cual se conforma el perfil de los travesaños. Además se realiza la consideración de que se encuentran empotrados en un extremo y la carga se encuentra distribuida sobre la viga del travesaño propiamente dicho. Luego se realiza el mallado de la pieza y al realizar la simulación se obtienen resultados satisfactorios, que son los siguientes:

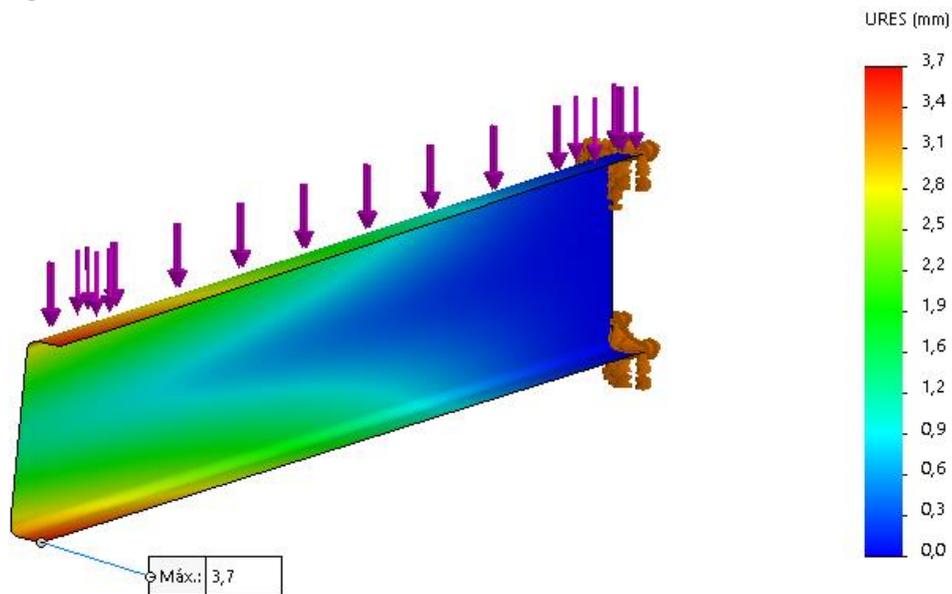


Figura N° 17. Deformaciones máximas en los travesaños.

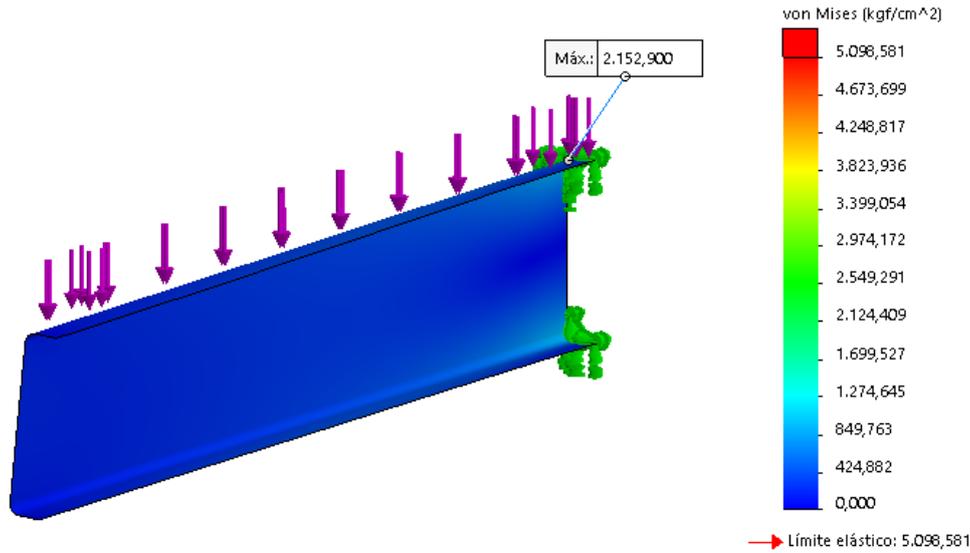


Figura N° 18. Tensiones máximas en los travesaños.

Cabe aclarar que este es un análisis individual del componente. Al conjunto de la estructura le faltan los faldones que se encargan de vincular los travesaños a todo el chasis, aportándole mayor solidez, menor deformación y mayor rigidez torsional a todo el conjunto. Estos se realizan también con perfiles conformados y de material MLC 500. Estos poseen un perfil con un ancho de 75mm, una altura de 150mm y un espesor de chapa de 5mm.

La distancia entre cada uno de los travesaños es de 400mm, obteniendo así una cantidad total de 30 travesaños a cada lado de la viga principal. A su vez, la distancia del último travesaño al final del chasis es de 550mm.

Una vez ensamblados todos estos componentes desarrollados, se obtiene el siguiente esqueleto que es la estructura principal del chasis.

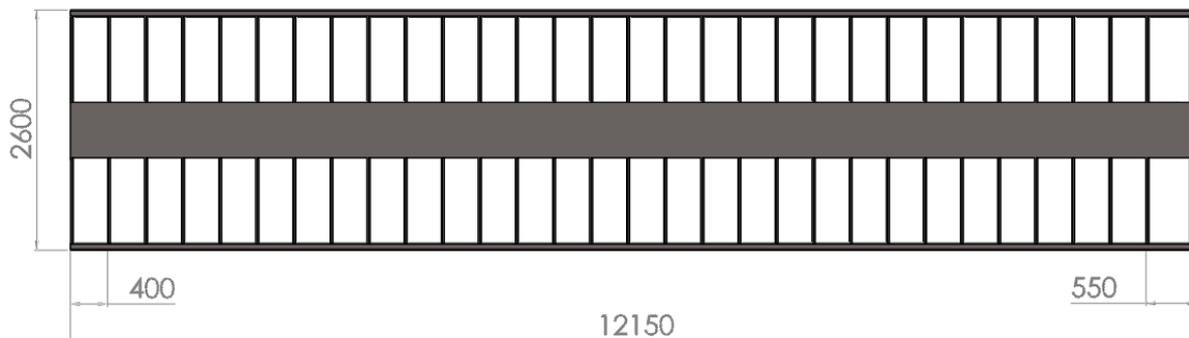


Figura N° 19. Vista superior del chasis trasero del semirremolque y sus principales cotas.

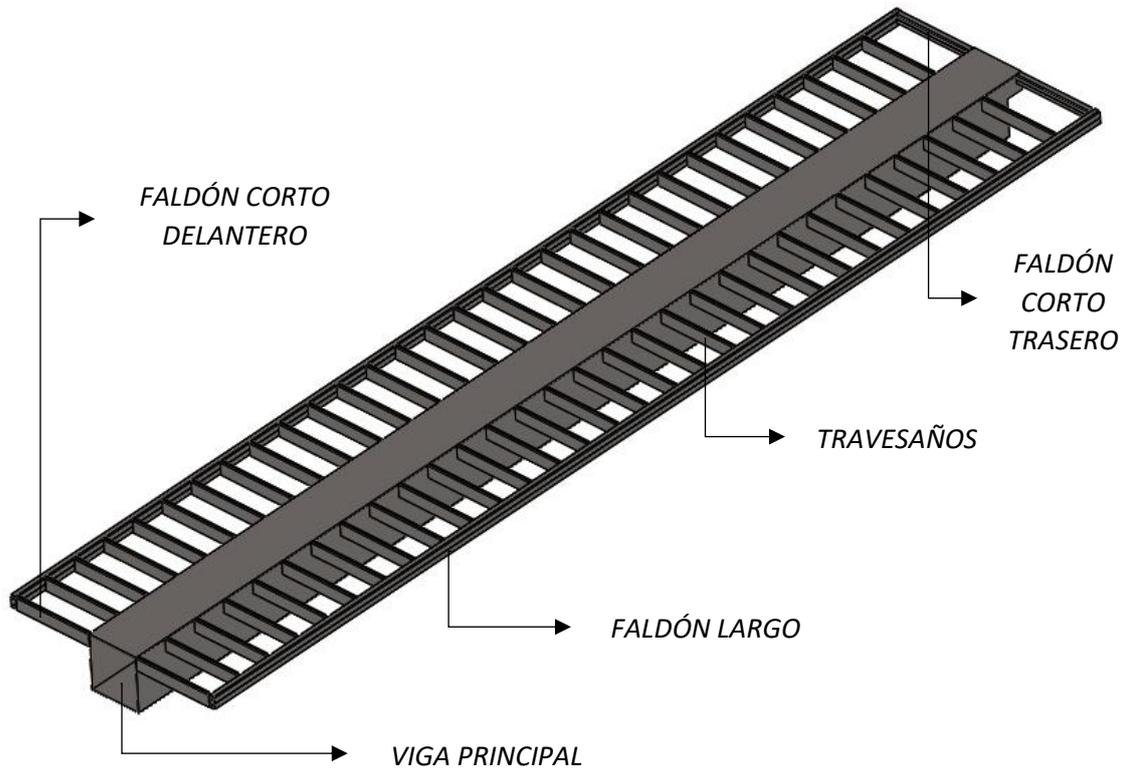


Figura N° 20. Estructura del chasis que forma al semirremolque y sus componentes.

Para el momento en que se instale el piso del semirremolque se suman los refuerzos de chapa plegada que se ubican entre el medio de cada par de travesaños, estos permiten fortalecer toda la estructura consiguiendo que al momento de estar cargado el equipo no se produzcan ondulaciones en el piso, y que las cargas se distribuyan de la manera más uniforme posible.

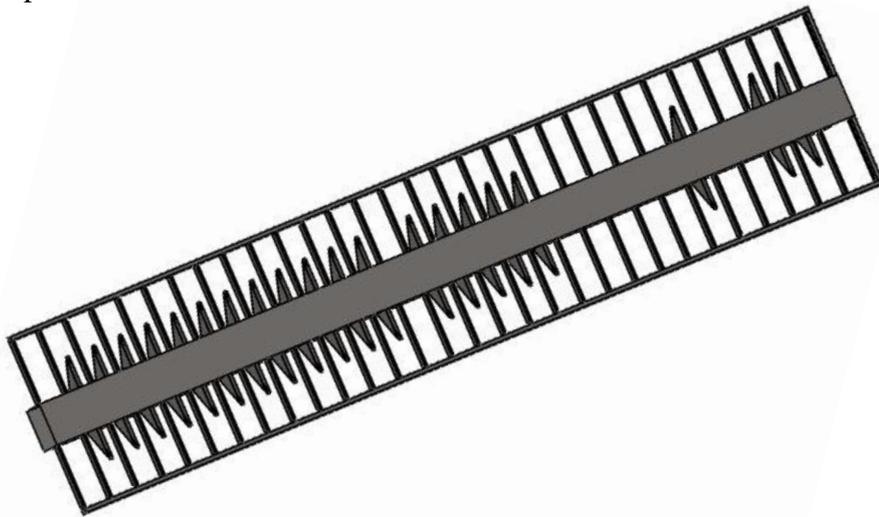


Figura N° 21. Estructura del chasis con los refuerzos plegados.

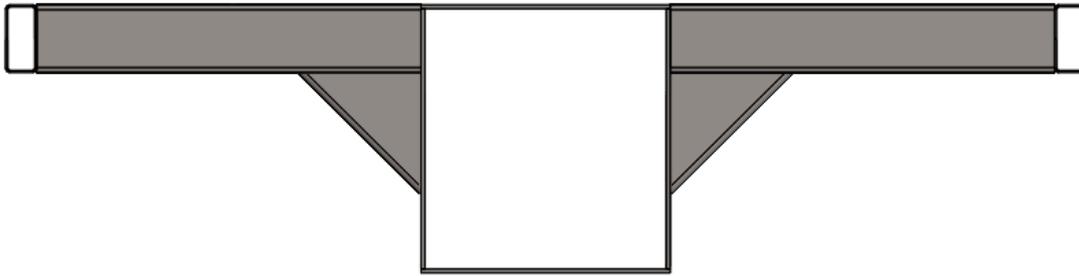


Figura N° 22. Vista frontal del chasis.

4.9. SOLDADURA

La soldadura es un proceso de fabricación que cumple un rol fundamental, para la unión de múltiples componentes que forman la gran estructura de un chasis como el desarrollado, el cual que tiene la característica de tener grandes dimensiones. Además este proceso debe tener la capacidad de lograr una unión uniforme entre las piezas metálicas, con la aplicación de calor, combinada con cierta presión o no.

Las ventajas principales de este proceso, son las siguientes:

- La estructura soldada es en general más liviana que una abulonada.
- Las uniones y empalmes se realizan de manera más simple.
- Se logran estructuras con mayor estética general, logrando superficies continuas.
- No se presentan disminuciones de sección, resistencia a tracción y corte como en las uniones abulonadas por presencia de agujeros.

Dentro de todo el ensamblaje, se considera como unión más crítica a la formada por los travesaños con la viga principal, ya que soportan grandes cargas y es la unión que más se repite de todas. Debido al modo en que se deben vincular estas partes, la soldadura de filete es la que se debe implementar, dejando de lado así a la soldadura a tope y la soldadura de tapón o muesca. La soldadura por filete al ser sometida a fuerzas hasta su rotura, esta se produce por esfuerzos de corte en un plano aproximadamente a 45° a través de la garganta. Debido a esto, se utiliza el área de ese plano (el de la garganta) como área efectiva para el proceso de cálculo.

Las soldaduras de filete resisten mejor las fuerzas de tracción y compresión que las de corte, cuando ellas no actúan a la vez. Cuando se disponen los cordones es preferible que los mismos queden sujetos a corte solamente y no a una combinación de corte y tensión axial. La superficie debe ser plana o convexa, ya que si es cóncava tienden a producirse grietas al enfriarse la soldadura. Conviene que el plano medio tenga una inclinación de 45° para obtener filetes de lados iguales.

Previo a realizar el cálculo que permite obtener las dimensiones que debe poseer el cordón de soldadura para que cumpla con las especificaciones establecidas, y las cuales son las que se pueden presentar en la vida útil del semirremolque; se deben aclarar los principales términos a utilizar.

- *Área Efectiva (A_w): es el producto del espesor efectivo de garganta por la longitud efectiva del límite.*
- *Espesor Efectivo de Garganta (e_g): es la distancia más corta entre la raíz y la cara teórica del filete en una representación esquemática de la sección transversal de la soldadura.*
- *Longitud Específica (L_e): es la longitud total del eje del filete de dimensiones uniformes incluidos los retornos. Para filetes curvos se medirá a lo arco de la línea central de la garganta efectiva.*

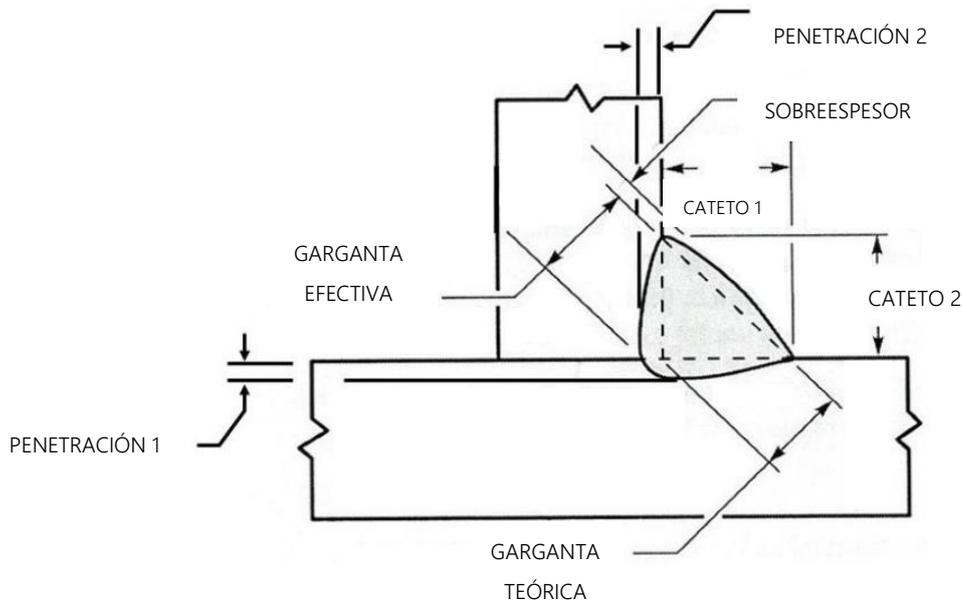


Figura N° 23. Dimensiones principales de la soldadura a filete.

4.9.1. CÁLCULO DE SOLDADURA

El método de cálculo del cordón de la soldadura se realiza en función a lo establecido por la reglamentación CIRSOC 301 - EL. Cabe aclarar que en todos los casos se considera que los filetes trabajan sometidos a corte en el plano ubicado en la garganta efectiva, que es en el cual se encuentra el área efectiva. Esto no es realmente cierto en algunas uniones pero este criterio simplificado es práctico y su eficiencia ha sido comprobada experimentalmente.

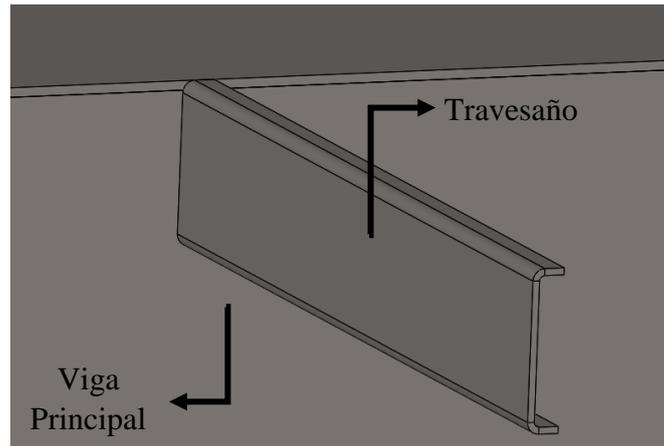


Figura N° 24. Elementos a unir por medio de la soldadura.

1. Primero se identifica a que esfuerzos está sometida la sección de la unión que se está analizando. La unión entre los travesaños y la viga principal, es afectada debido a que la carga esta desplazada, por tensiones de corte y por un momento flector en el plano normal.
2. La carga distribuida sobre el travesaño es como ya se ha detallado en el cálculo de su dimensionamiento, de un valor de $7,53 \text{ kg/cm}$. El largo del travesaño es de $92,5 \text{ cm}$. Por lo tanto, la carga puntual en el centro del travesaño (a $46,25 \text{ cm}$ de la unión) es igual a 697 kg , en la cual ya se han estimado posibles sobrecargas. Ya con estos datos aclarados, el momento flector que actúa en la sección donde se aplica la soldadura es de 32.236 kg.cm .

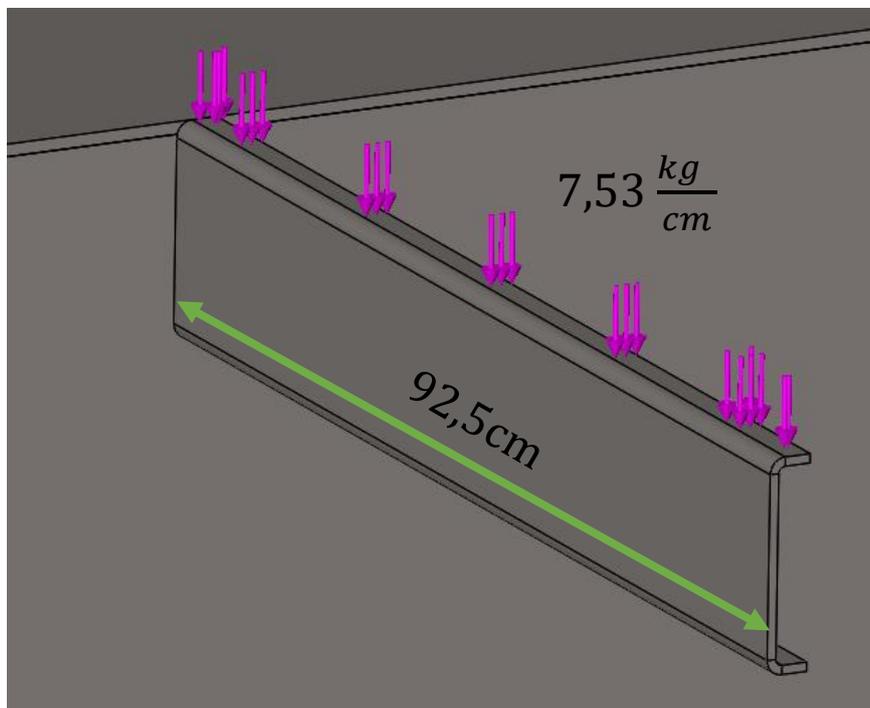


Figura N° 25. Representación de la carga distribuida que actúa sobre cada travesaño de 925mm.

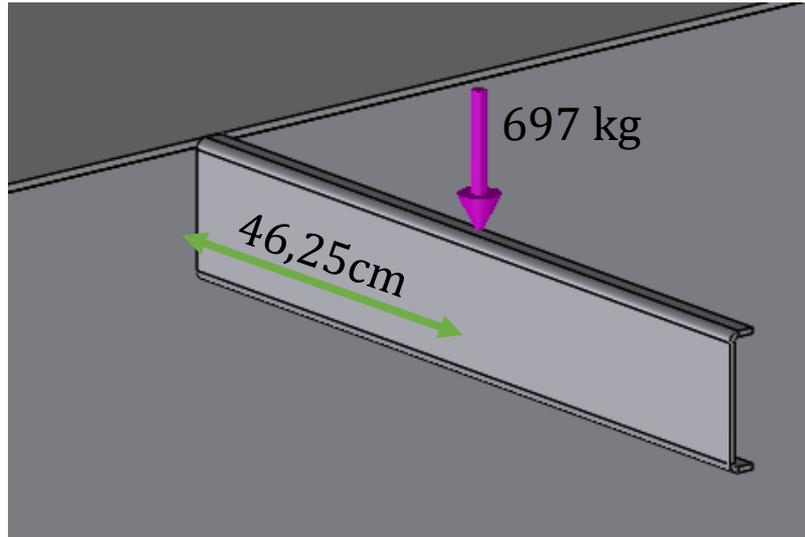


Figura N° 26. Carga puntual en el centro del travesaño resultante de la carga distribuida.

3. La resistencia de la unión está determinada por la resistencia de la soldadura en el plano de la misma o por la resistencia del metal base en los planos cercanos a la soldadura, según el tipo de esfuerzo. En las uniones de filete los ensayos demuestran que cuando la fuerza es normal al eje de la soldadura, la resistencia es mayor que cuando es paralela. Sin embargo, se considera una única resistencia como corte en el área efectiva, independientemente de la dirección de la fuerza

La resistencia de diseño de la soldadura (R_d) viene dada por:

$$R_d = \Phi * F_w * A_w$$

Donde:

- Φ : Factor de Resistencia. Para corte en el área efectiva en soldaduras de filete, este factor es igual a 0,6.

Tabla N° 10: Coeficientes de cálculo de soldadura. CIRSOC 301 – EL.

Soldaduras de Filete				
Corte en el área efectiva	Base Electrodo	0,60	$0,60 F_{Exx}$	Se permite usar metal de aporte con un nivel de resistencia igual o menor que la Del metal de aporte compatible
Tracción o compresión paralela al eje de la soldadura (d)	Base	0,90	F_y	
Soldaduras de Tapón y de Muesca				
Corte paralelo a las superficies de empalme (en el área efectiva)	Base Electrodo	0,60	(e) $0,60 F_{Exx}$	Se permite usar metal de aporte con un nivel de resistencia igual o menor que la del metal de aporte compatible

- F_w : Resistencia Nominal (a rotura por tracción) del consumible. El alambre sólido para aceros al carbono utilizado para esta unión es el ER70S-6 de punta verde, el cual posee una resistencia de fluencia para el cálculo igual a 5088 kg/cm² (499MPa). Este es muy utilizado en la soldadura del tipo MIG/MAG y se caracteriza por su versatilidad, en lo que refiere a la tensión, tipo de corriente, posiciones de soldadura y rango de corriente.
- A_w : es el área efectiva de soldadura.



Para el obtener un valor del área efectiva de soldadura, es necesario proponer la dimensión de los catetos, al no conocer el valor real se establece un valor unitario de 10mm. Por lo que al tener ambos lados de igual dimensión, se logra trabajar con un plano a 45°, y el valor de la garganta efectiva es de 0,707 (coseno 45°). Si a este ultima valor se le multiplica la longitud del cordón, se obtiene el área efectiva de soldadura.

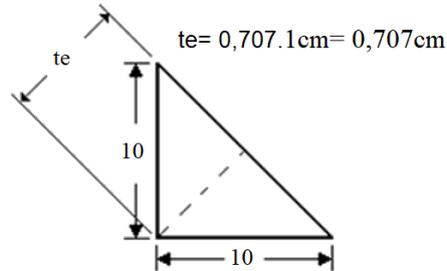


Figura N° 27. Sección del filete de soldadura.

Reemplazando los valores establecidos en la ecuación, se obtiene el siguiente resultado:

$$R_d = 0,6 * 0,6 * 5088 \frac{kg}{cm^2} * 0,707cm$$

Por lo que arroja una resistencia unitaria igual a:

$$R_d = 1295 \frac{kg}{cm}$$

4. Previo a calcular las tensiones intervinientes, se establece el área de soldadura. Con estas dimensiones relevadas de la referencia en donde se ubica el cordón de soldadura, se obtiene el área de la garganta efectiva total y el módulo resistente. En color rojo se estima la dirección y las dimensiones del cordón a realizar.

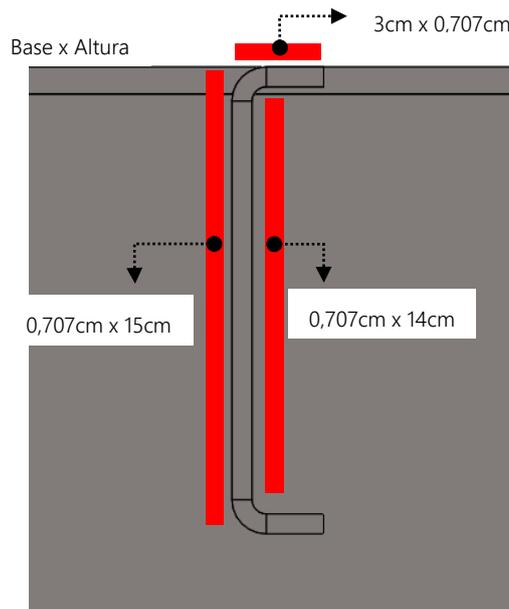


Figura N° 28. Referencia de dimensiones de los respectivos cordones de soldadura.



➤ Por lo tanto, la tensión de corte resultante en la sección es:

$$S_y = \frac{F_c}{A_w} = \frac{697 \text{ kg}}{[(0,707 \text{ cm} * 15 \text{ cm}) + (0,707 \text{ cm} * 14 \text{ cm}) + (3 \text{ cm} * 0,707 \text{ cm})]} = 30,8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

➤ La tensión debida a la flexión en la sección de cálculo viene dada por:

$$S_y = \frac{M_f}{W} = \frac{M_f}{\Sigma \left(\frac{b * h^2}{6} \right)}$$

$$= \frac{39878 \text{ kg.cm}}{\left[\left(\frac{0,707 \text{ cm} * (15 \text{ cm})^2}{6} \right) + \left(\frac{0,707 \text{ cm} * (14 \text{ cm})^2}{6} \right) + \left(\frac{3 \text{ cm} * (0,707 \text{ cm})^2}{6} \right) \right]} = \frac{32236 \text{ kg}}{49,62 \text{ cm}^2}$$

$$= 650 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Se destaca que el efecto del esfuerzo de flexión es de mucha mayor consideración que el de la tensión de corte. De igual manera, la tensión que se utilizará finalmente es la resultante de la combinación de ambos resultados. Esta es igual a:

$$S_{y(Total)} = \sqrt{(S_y \text{ corte})^2 + (S_y \text{ flexión})^2} = \sqrt{\left(30,8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)^2 + \left(650 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)^2} = 650,7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Con estos valores ya se puede obtener la cota necesaria ($d_{necesario}$) que deben tener los catetos del cordón de soldadura.

$$d_{necesario} = \frac{S_{y(Total)}}{R_d} = \frac{650,7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1295 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}} = 0,502 \text{ cm} = 5,02 \text{ mm}$$

5. La verificación del resultado obtenido, se lleva a cabo con las referencias que imparte la norma.

Tabla N° 11: Tamaño mínimo de soldaduras de filete.

Espesor del Material Unido más Grueso (mm)	Tamaño Mínimo de la Soldadura de Filete (a) (mm)
Hasta 6	3
Más de 6 hasta 13	5
Más de 13 hasta 19	6
Más de 19	8
(a) Lado del filete. Debe hacerse de una sola pasada.	
(b) Ver la Sección J.2.2(b) para el lado máximo del cordón de filete.	



De esta tabla se releva que el tamaño mínimo de la soldadura de filete ($d_{\text{mínimo}}$) es de 5mm. Ya que el espesor de la chapa más grueso que se está uniendo es el de la viga principal la cual al ser de 9,5mm, se encuentra en el rango de 6 a 13mm.

El valor máximo que puede tener el filete de soldadura es de 6mm, porque el ancho de la chapa de menor espesor a soldar es igual a 5mm, y el mínimo que debe tener el cordón es de 6mm. Si la chapa fuese de mayor espesor, se le restarían dos milímetros.

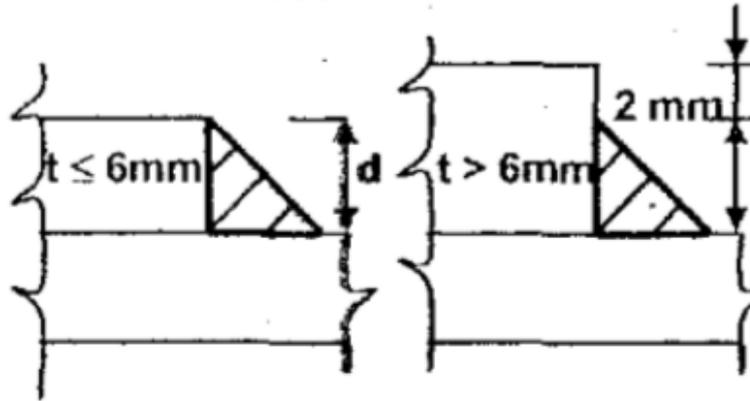


Figura N° 29. Valor máximo que puede poseer el cordón de soldadura.

Por lo tanto, se tiene como conclusión que el valor calculado de los lados del filete de soldadura, cumple y verifica con las exigencias preestablecidas.

$$5\text{mm} < 5,02\text{mm} < 6\text{mm}$$

En último lugar se establece que la mínima longitud efectiva (L_e) que debe tener el cordón por norma es de 4cm. Valor que es superado claramente.

4.10. MATERIALES ANTIDESLIZANTES

Tanto en las chapas horizontales inferiores del lado interno de la viga principal, de la primera y segunda viga extensible; como en el exterior de la primera, segunda y tercera viga extensible, se las recubre con láminas adhesivas protectoras, las cuales son fabricadas en Polietileno APM. Lo que permite obtener los siguientes resultados:

- El recubrimiento favorece el deslizamiento de las vigas entre sí, en los momentos que el semirremolque se lo extiende o se lo quiera dejar cerrado.
- Reducir los tiempos operativos.
- Proteger las chapas de acero que forman la estructura del chasis, y que no se desgasten a lo largo del tiempo. Con estas láminas se reduce el coeficiente de rozamiento al deslizarse las vigas.
- Reducir ruidos producidos por el rozamiento.
- Que no se despinte o se salte la pintura, como la laca que la recubre al semirremolque.
- Evitar la corrosión.
- Fácil y rápida instalación.



Figura N° 30. Imagen de lámina instalada.

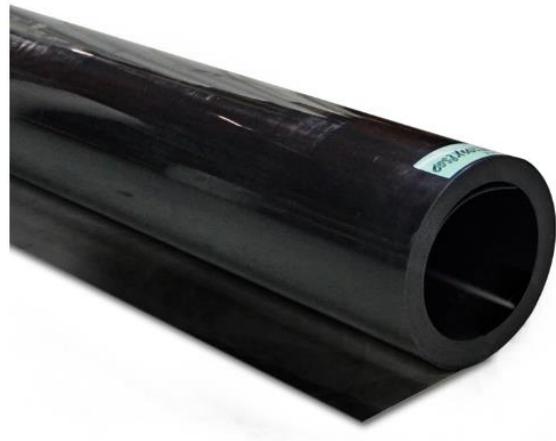


Figura N° 31. Rollo de producto implementado.

Las láminas que se aplican pueden ser provistas por empresas nacionales que producen este componente. Las que se colocan poseen un espesor de 4mm, 1200mm de ancho, un largo de 6000mm y son de color negro.

Las láminas que se ubican a los costados de cada viga del lado exterior, es decir las que quedan al descubierto al extenderse el equipo, se colocan a modo de dos franjas horizontales por lado, separadas por un espacio al medio para situar posteriormente las cintas reflectivas reglamentarias que se especifican en el capítulo n°9.

Además, para lo que es el piso que hace de plataforma del semirremolque se utiliza chapa antideslizante. Esta permite cubrir toda la estructura del chasis, mejorando estéticamente al equipo, evitando que se ensucie fácilmente, y por sobre todas las cosas aporta uniformidad a la superficie de apoyo, atribuyendo la capacidad de distribuir las cargas como se han establecido para el desarrollo de los cálculos.

La chapa utilizada es de fabricación nacional, y la seleccionada es provista de medidas tales como 3000mm de ancho, 1500mm de largo y 3mm de espesor. El material de las mismas es acero al carbono SAE 1010.

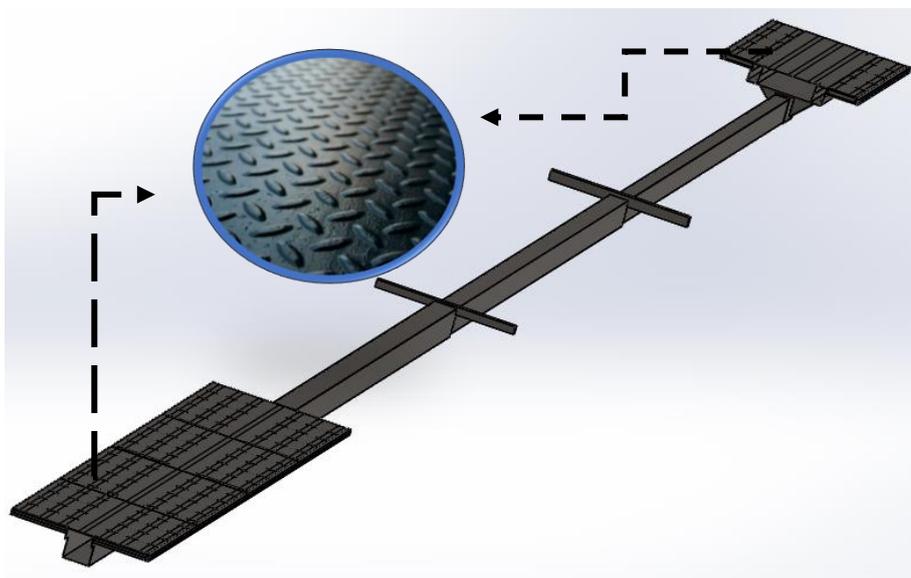


Figura N° 32. Chasis completo del semirremolque. Se destaca chapa antideslizante de plataformas.



CAPÍTULO V: COMPONENTES DEL CHASIS

5.1. PERNO REY Y QUINTA RUEDA

El perno rey se encuentra ubicado en la parte delantera del semirremolque, este cumple la función de ser la unión entre el plato de giro y la quinta de rueda, que son elementos que están en la parte trasera del chasis de la unidad tractora de forma paralela a la superficie del suelo, cumpliendo la función de conformar el acople correcto entre ambas partes, permitiendo el arrastre de la unidad. Son elementos que están sometidos a esfuerzos de corte, flexión, aplastamiento y fatiga; ya que se diseñan para soportar las cargas del tipo vertical y de arrastre que intervienen.

5.1.1. DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DEL PERNO REY

Por medio de lo establecido la directiva 94/20/CE del parlamento europeo y del consejo "relativa a los dispositivos mecánicos de acoplamiento de los vehículos de motor y sus remolques y a su sujeción a dichos vehículos". Se utiliza el valor D, que se obtiene de la siguiente ecuación que propone el decreto:

$$D = g * \frac{0.6 * T * R}{T + R - U} [kN]$$

- *T: Masa máxima técnicamente autorizada del vehículo tractor, incluyéndose la carga en el eje delantero como en los ejes traseros doble dual. [T= 24000kg]*
- *R: Suma de las masas máximas técnicamente autorizadas en los ejes traseros cargados del remolque. [R= 33000kg]*
- *U: Carga vertical aplicada en la quinta rueda con el remolque cargado. Se considera la máxima carga legal permitida (18000kg), además se le considera un 10% de sobrecarga (1800kg). Obteniendo un valor de 19800kg, que si al cual se le agregan las cargas de impacto, contemplando un 30% del valor previamente obtenido, la carga total aplicada es de 25740kg.*
- *g: Aceleración causada por la gravedad. [9,81 m/s²]*

Esta ecuación es utilizada ampliamente para este tipo de cálculo, el valor D que otorga la misma es la fuerza teórica de referencia con respecto a la fuerza horizontal que existe entre el vehículo tractor y el semirremolque, definiéndola como base para las cargas horizontales en los ensayos dinámicos.

Se tiene en cuenta para la fase de cálculo del perno rey, que D es una carga dinámica, la cual se la considera repetida e invertida para la tensión producida por la fatiga. Ya con los datos necesarios se procede a calcular el valor D:

$$D = 9.81 \frac{m}{s^2} * \frac{0.6 * 24000kg * 33000kg}{24000kg + 33000kg - 25740kg} = 149,13 kN = 15202kg$$

Este valor obtenido es la máxima carga horizontal a la que estará sometida el perno rey. Con este valor ya conocido se procede a la selección de un perno rey que sea fabricado bajo los estándares reglamentarios pertinentes, y que indubitablemente cumpla con la resistencia requerida. El perno rey seleccionado posee las siguientes características:

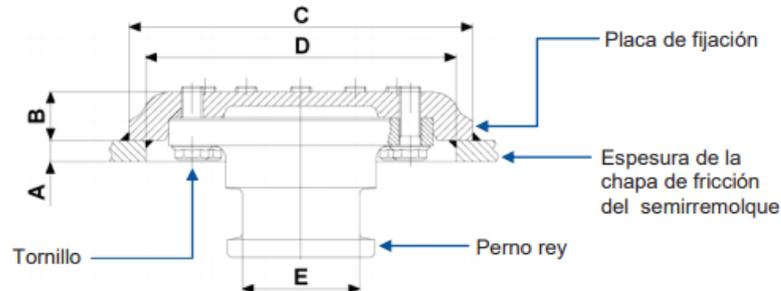


Figura N° 33. Corte con las partes y cotas del perno rey.

Tabla N° 12: Dimensiones principales de los diferentes Perno Rey a disposición.

Dimensional		A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E	Valor D (kN)
260000085	(2" - 8 tornillos)	8	37	Ø260	Ø235	Ø2"	162
260000086	(2" - 8 tornillos)	10	34	Ø260	Ø235	Ø2"	162
260000192	(2" - 8 tornillos)	12	33	Ø260	Ø235	Ø2"	162
260000101	(3.½" - 8 tornillos)	10	34	Ø260	Ø235	Ø3.½"	162
260000196	(3.½" - 8 tornillos)	12	34	Ø260	Ø235	Ø3.½"	162
260000161	(3.½" - 12 tornillos)	16	37	Ø260	Ø235	Ø3.½"	200
PR00006J00	(3.½" - 12 tornillos - agujero central)	16	37	Ø260	Ø235	Ø3.½"	200

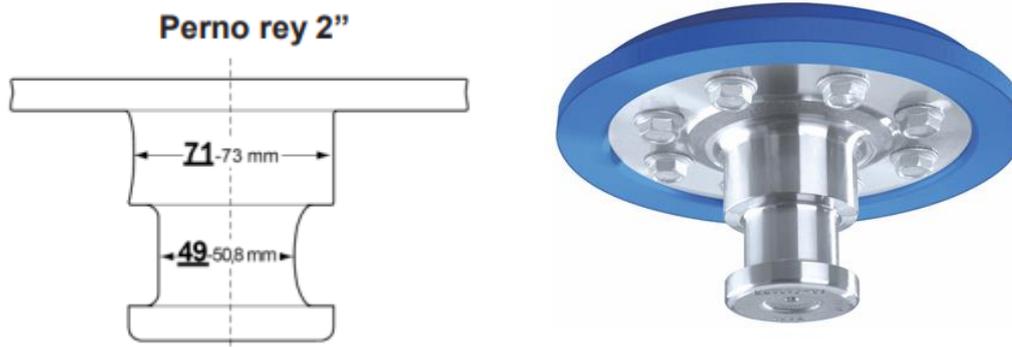


Figura N° 34. Dimensiones e imagen del Perno Rey "260000085" que se utiliza en este equipo.

El perno "260000085" de 2 pulgadas es el seleccionado, como el que se ve en la figura n°3, el cual que resiste una carga horizontal de 162kN, la cual supera a la de 149kN calculados previamente. Este perno rey está fabricado de acero aleado 8630 y 4320H endurecido hasta 302-363 Brinell, y posee una resistencia a la fluencia de 8085 kg/cm².



Se realiza el cálculo a fatiga de la fuerza obtenida con el fin de verificar correctamente que el perno seleccionado sea el adecuado, se realiza en base del mayor esfuerzo de corte al que estará sometido el perno. La ecuación para el cálculo a fatiga es:

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

- S_{ms} : Tensión media del esfuerzo cortante. Esta es nula ya que la carga es repetida e invertida.
- S_{as} : Tensión alterna de esfuerzo cortante. Esta es igual a:

$$S_{as} = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi * \varnothing^2}{4}} = \frac{15202kg}{\frac{\pi * (5,08cm)^2}{4}} = 750 \frac{kg}{cm^2}$$

- Propiedades mecánicas del Perno Rey (Acero aleado y tratado térmicamente):

$$S_y = 8085 \text{ kg/cm}^2$$

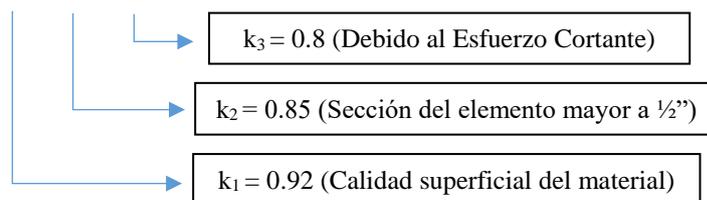
$$S_{ys} = 0.6 * S_y = 8085 \text{ kg/cm}^2 = 4851 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_u = 9491 \text{ kg/cm}^2$$

$$S'_n = 0.5 * S_u = 4745 \text{ kg/cm}^2$$

$$S'_{ns} = 0.6 * S'_n = 2847 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{ns} = k_1 * k_2 * k_3 * S'_{ns}$$



$$S_{ns} = 0.92 * 0.85 * 0.8 * 2847 \frac{kg}{cm^2} = 1781 \frac{kg}{cm^2}$$

Por lo tanto:

$$\frac{1}{N} = \frac{750 \frac{kg}{cm^2}}{1781 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$N = 2,37$$



El valor obtenido del coeficiente de cálculo en base a la línea de Soderberg, es satisfactorio ya que el estado de carga con el que se calculó es el más perjudicial para el conjunto de elementos interactuantes.

Con el objetivo de sustentar los resultados obtenidos y la verificación de los mismos, se realiza un cálculo secundario en el que se supone que el conjunto camión-semirremolque esta frenado y se intenta que igualmente el mismo se traslade.

Para el cálculo a realizar, es necesario conocer el coeficiente de rozamiento entre los neumáticos del semirremolque y el asfalto, valor que varía según el estado de los neumáticos (nuevos o usados), según el material de la carretera (asfalto, hormigón, grava, etc.), la condición de la superficie de la carretera (seca, húmeda, mojada, nieve u otros) y por último la velocidad del vehículo.

Pese a las múltiples condiciones que se pueden presentar, es importante destacar que este semirremolque al ser considerado como especial debido a su gran longitud, no será común que esté en funcionamiento cuando el estado de la carretera no sea el adecuado ya que al encontrarse extendido, de por sí mismo su maniobrabilidad no es la misma que la de un remolque común; por lo que si además ciertas condiciones no son favorables será un equipo muy complicado de trasladar; en otras palabras se quiere decir que no es un equipo que sea afectado por condiciones como la de que se encuentre muy mojada la carretera o que esta no se encuentre asfaltada, ni que se circule a altas velocidades, entre otras. Cuando este se encuentre cerrado si puede trasladarse como un semirremolque convencional bajo cualquier condición que se presente.

Luego de realizar todas las ponderaciones pertinentes se define al coeficiente de rozamiento (μ) igual a 0,65.

Si al coeficiente de rozamiento se lo multiplica por la carga vertical a trasladar, la cual se la considera como la totalidad que permite el marco legal en el semirremolque, se obtiene la fuerza horizontal sobre el perno rey:

$$F_{m\acute{a}x (horizontal)} = \mu * F_V$$

$$F_{m\acute{a}x (horizontal)} = 0,65 * 51000kg = 33150kg$$

Si a la fuerza máxima horizontal obtenida se la divide por el área menor del perno rey, se obtiene el esfuerzo de cálculo:

$$S_d = \frac{F_{m\acute{a}x (horizontal)}}{A} = \frac{33150kg}{\frac{\pi * (5,08cm)^2}{4}} = 1635cm^2$$

Ahora ya con el valor del esfuerzo de cálculo (S_d) y el esfuerzo de fluencia a cizalladura (S_{ys}), se procede a obtener el coeficiente de cálculo:

$$N = \frac{S_{ys}}{S_d} = \frac{4851 \frac{kg}{cm^2}}{1635 \frac{kg}{cm^2}} = 2,97$$

El valor obtenido del coeficiente de cálculo igual a 2,97 es un valor que reconfirma la selección realizada del perno rey.

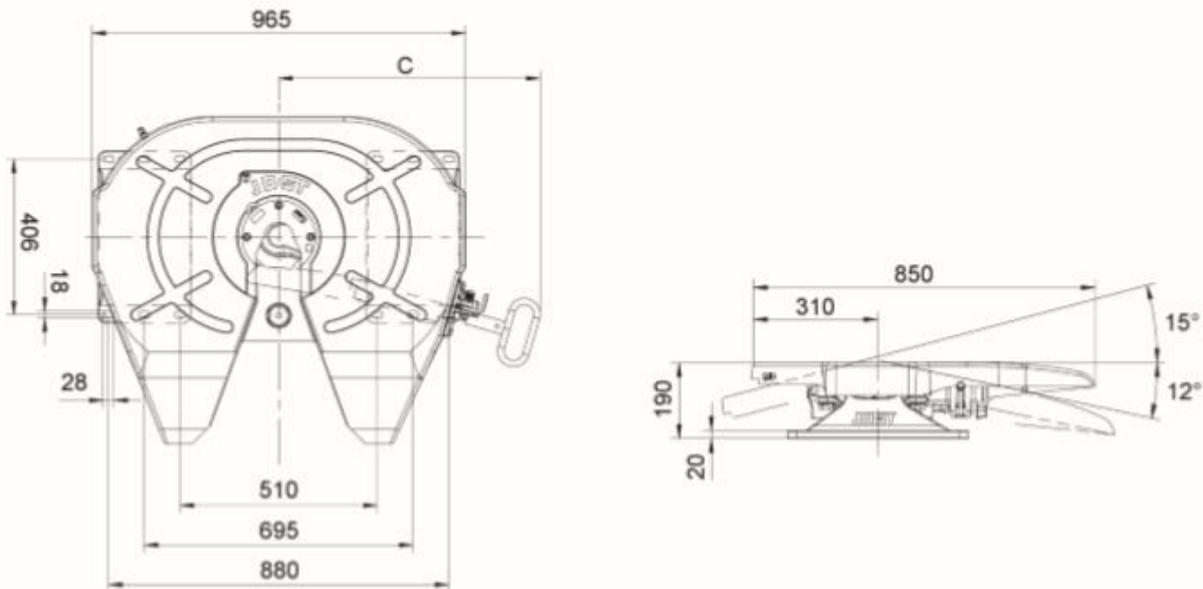
5.1.2. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LA QUINTA RUEDA

Ya con estas consideraciones, lo que se realiza ahora es la elección de la quinta rueda que estará afectada por diferentes tipos de esfuerzos, pero en principal por la carga a transportar. Con esta consideración la quinta rueda se selecciona del catálogo del mismo fabricante que el perno rey, donde sus características principales son las siguientes:



- Fabricado en hierro fundido nodular. (mayor deslizamiento entre el bloque de la quinta rueda y la chapa de fricción)
- Posee ajuste de la holgura del sistema de trabamiento entre la garra y el perno rey, reduciendo el desgaste de los componentes.
- Tiene cojinetes de goma que absorben los impactos, disminuyendo el desgaste.
- Pintura e-coat automotriz, que aumenta la durabilidad.
- Cumple con las normas internacionales.

Figura N° 35. Imagen de la quinta rueda seleccionado JSK 38C.



Código	Acoplamiento	C (trabada)	C (abierta)	Agujereación para rueda de repuesto
QR00100J01	2"	680 mm	910 mm	x
QR00036J01	3.½"	680 mm	910 mm	-
QR00037J01	3.½"	680 mm	910 mm	x

Figura N° 36. Dimensiones de la quinta rueda JSK 38C.

Tabla N° 13: Propiedades de la quinta rueda seleccionada.

	Acoplamiento 3.½"	Acoplamiento 2"
Valor D	260 kN	170 kN
Carga vertical "U"	36 ton	28 ton
Altura	190 mm	190 mm
Peso	190 Kg	190 Kg
Agujereación de las zapatas	ISO 3842 e DIN 74081	ISO 3842 e DIN 74081
Aprobación Unión Europea (UE)	e1 00-0471	e1 00-0471



Como se ve el recuadro de la tabla n°13. La quinta rueda seleccionada es la denominada JSK 38C con un acoplamiento de 2" al igual que el diámetro del perno rey como debe ser para que se vinculen. Esta quinta rueda resiste un valor U de 28tn (mayor a los 25,74kN solicitados). También así el valor D de 170kN es mayor al valor obtenido previamente (149kN), por lo tanto verifica y satisface las condiciones establecidas.

Relevando el dato del ancho mínimo de apoyo de la quinta rueda (51cm) de la figura n°39, que aunque no es una superficie regular se utiliza esta ya que es la más uniforme, y al ser la menor permite una seguridad de cálculo mayor. Se procede a realizar el cálculo del esfuerzo de aplastamiento que intercede, permitiendo conocer la presión en la zona donde apoya el perno rey, y analizar si este verifica al estar cargado el semirremolque. La fuerza que interviene es U, por lo que la tensión de diseño debido al esfuerzo dicho, es:

$$S_d = \frac{U}{A} = \frac{25740kg}{\frac{\pi * (51cm)^2}{4}} = 12,6 \frac{kg}{cm^2}$$

La tensión por aplastamiento que se obtiene es relativamente baja, esto se debe a que el área de apoyo es lo suficientemente grande.

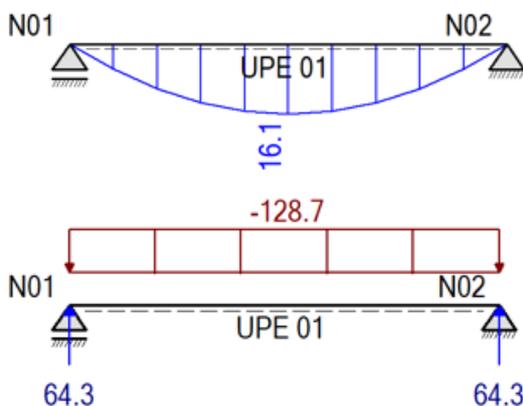
5.2. VIGAS DE APOYO DEL PERNO REY

5.2.1. DIMENSIONAMIENTO DE LAS VIGAS DE APOYO DEL PERNO REY

También se realiza el dimensionamiento de las dos vigas de apoyo del perno rey, las cuales serán de un perfil tipo "C". Estos se ubican de forma transversal a las vigas longitudinales.

La carga aplicada utilizada será la máxima permitida que es igual a U (25740kg). Si a esta fuerza se la divide por la longitud de las dos vigas en las que descarga el perno rey (distantes 1000mm entre sí), se obtiene una carga uniformemente distribuida de:

$$q = \frac{25740kg}{2 * L} = \frac{25740kg}{2 * 100cm} = 128,7 \frac{kg}{cm}$$



- o Momento Flector Máximo:

$$\begin{aligned} Mf \text{ máx} &= R1 * x - q * \frac{x^2}{2} \\ &= 6435kg * \frac{L}{2} - 128,7 \frac{kg}{cm} * \frac{(\frac{L}{2})^2}{2} \\ &= 160875kg.cm \end{aligned}$$

- o Cálculo de Reacciones:

$$R1 = R2 = q * \frac{L}{2} = 128,7 \frac{kg}{cm} * \frac{100cm}{2} = 6435kg$$

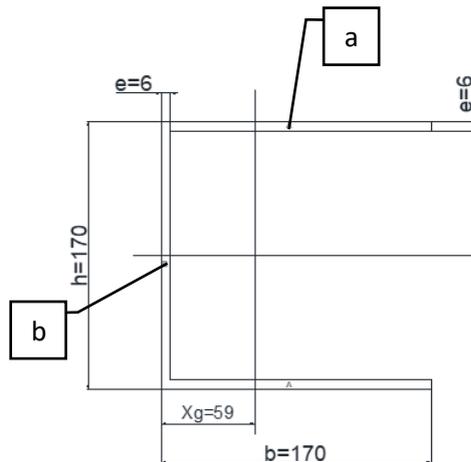


Modulo Resistente mínimo que debe poseer la sección del perfil para resistir las exigencias necesarias:

$$W = \frac{M_f}{S_d} = \frac{160875 \text{ kg.cm}}{2500 \text{ kg/cm}^2} = 64,35 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

En función a este valor se dimensiona el perfil de la viga a utilizar.

Tabla N° 14: Características de la sección de viga de apoyo del perno rey.



CÁLCULO DE SECCIÓN DE PERFIL DE TRAVESAÑO DE APOYO DEL PERNO REY		
Viga C		
	[mm]	[cm]
b	170	17
h	170	17
e	6	0,6
d	85	8,5
Xg	58,984	5,898
	[mm ²]	[cm ²]
Area a	1020	10,2
Area b	948	9,48
	[cm ⁴]	
Ixx a (Steiner)	138,69	
Ixx b (Steiner)	494,34	
Ixx	633,02	

Verificación del módulo resistente de la sección establecida, respecto al requerido:

$$W = \frac{(Ixx T)}{d} = \frac{633.02 \text{ cm}^3}{8.5 \text{ cm}} = 74,47 \text{ cm}^3$$

$$W = 74,47 \text{ cm}^3 \geq 64,35 \text{ cm}^3$$

Donde el coeficiente de cálculo es igual a 1,17 y cumple así con las solicitaciones establecidas.

En base de este cálculo, todo el conjunto delantero del semirremolque posee un coeficiente de cálculo aún mayor. Esto se debe ya que se encuentra conformado además por estas vigas transversales que se ubican donde apoya el perno rey, también por estar formado por travesaños que cumplen la misma función que los que se ubican en la viga principal, la de aportar rigidez torsional principalmente, como además de soportar las cargas actuantes, y por ultimo tiene dos vigas longitudinales al chasis que poseen la misma sección de los travesaños, con el fin de aprovechar esa sección y que no se produzca una confusión en el proceso de armado, estas van soldadas a las denominadas vigas de apoyo del perno rey; en lo único que difieren los travesaños de la parte delantera es en la longitud, ya que el diseño debe cumplir con el ancho permitido para transitar. Pese a que se utiliza la misma sección de perfil, la carga que soportan cada uno de estos

es solo un poco inferior a los travesaños ya calculados para la viga principal, por lo que tampoco se estaría derrochando una considerable cantidad de material. Las mismas consideraciones se realizan con los faldones, como se han realizado ya previamente pero en este caso tienen una menor longitud, estos también cumplen la función de vincular los travesaños de la zona delantera y así aportar rigidez al conjunto formado.

En la siguiente imagen se puede observar el conjunto delantero del chasis ya ensamblado, en el cual se destacan las partes que se han calculado y conforman este conjunto terminado.

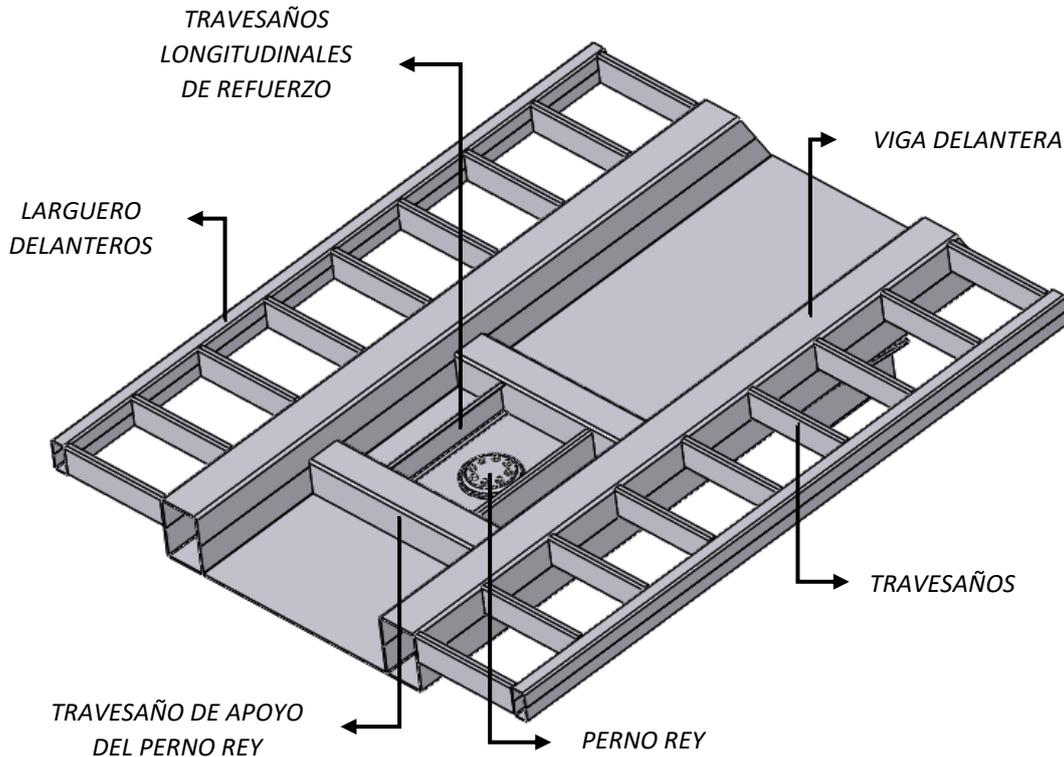


Figura N° 37. Conjunto delantero del semirremolque y sus componentes, sin su plataforma.

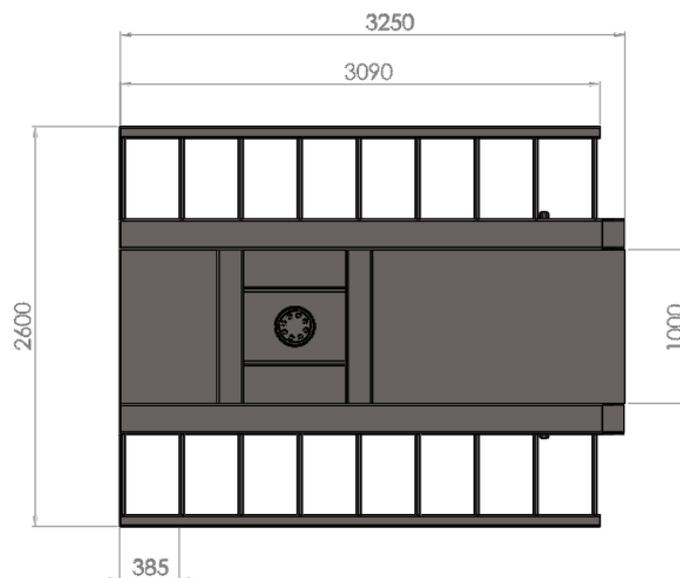


Figura N° 38. Vista superior del conjunto delantero y sus cotas principales.



Cabe destacar que tanto los faldones como las vigas delanteras como se observan en las imágenes anteriores, se realizan por medio de dos perfiles plegados tipo “C” unidos, formando así una un solo perfil que cumple con las características de diseño y exigencias, que se han calculado anteriormente. Esto se efectúa ya que al ser estos elementos de material MLC 500, solo se consiguen en forma de chapas solo y se pueden desarrollar perfiles rectangulares por medio del plegado y/o soldando sus partes, esto último requiere mayor labor de producción (el doble de cordones de soldadura), como una mayor cantidad de componentes en la lista de materiales lo cual conlleva a una mayor probabilidad de errores en la ejecución de la misma. Por lo tanto, con el plegado adecuado se logra un resultado óptimo y en el que solo se debe soldar la unión de ambos perfiles tipo “C”, que conforman al perfil rectangular del diseño final.

5.2.2. DEFORMACIÓN DE LAS VIGAS DE APOYO DEL PERNO REY

Para el cálculo de la deformación máxima se utiliza la respectiva ecuación para el caso de una viga simplemente apoyada con una carga uniformemente distribuida, la cual es:

$$\delta = \frac{5 * q * L^4}{384 * E * I_{xx}} = \frac{5 * 128,7 \frac{kg}{cm} * (100cm)^4}{384 * 2.1 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2} * 633,02cm^4} = 0,0126cm = 0,126mm$$

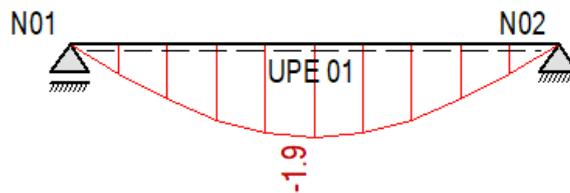


Figura N° 39. Diagrama de deformación estática en travesaños.

La deformación que se produce es lo suficiente pequeña ($\delta=1.9mm$) para ser perjudicial para el equipo, por lo que se la considera satisfactoria.



CAPÍTULO VI: SUSPENSIÓN

6.1. ESTADO DEL ARTE

Gracias a la evolución de la tecnología aplicada a todos lo que se refiere particularmente a la ingeniería del transporte a lo largo de los años, y específicamente en las últimas dos décadas se han logrado desarrollar sistemas más complejos y específicos para componente que forma a un vehículo; esto se debe principalmente a los avances en materiales, estudios en base a simulaciones aplicadas, y la mejora constante enfocada en la evolución. Además de que las necesidades de los usuarios han aumentado como así también los estándares de seguridad en nivel general, relacionado directamente además con el crecimiento de la globalización, la competencia por el perfeccionamiento y la aceptación del mercado.

En este caso en particular, en el área de la automoción los sistemas de suspensión de vehículos ha crecido a pasos importante y se han obtenido resultados más que aceptables y se han aplicado en el mercado con buenos resultados, pero como se destacó anteriormente, debido a la globalización y el tener que abarcar cada vez mercados más grandes conlleva a que se produzca una limitación a ciertos desarrollos. Por ejemplo la implementación de la suspensión hidrodinámica no logro desembarcar de lleno en el mercado automotriz pese a sus múltiples ventajas, debido a que sus altos costos frenaron el avance de esta tecnología.

Pese a ello, los esquemas de suspensión independiente con más avances y que su aplicación está aumentando es el sistema del tipo paralelogramo deformable, combinada con la amortiguación neumática, ya que permite obtener altos niveles de performance a costos considerables. Pero este fenómeno ocurre más que todo en el sector automotor.

Es por ello que surge la idea de aplicar esta tecnología en este semirremolque, ya que contemplaría una innovación es el área del transporte de cargas, ya que solo es algo en lo que se están realizando unos escasos prototipos por parte de empresas extranjeras, como el que se puede ver en la figura N°43 que fue parte de una exposición, y también la cual ha sido un punto de partida para este proyecto.



Figura N° 40. Esquema de suspensión independiente de prototipo presentado en el exterior.



El esquema de suspensión independiente del prototipo de la imagen es del tipo multilink, el cual posee más brazos que una de paralelogramo deformable como el que se desarrolla en el presente proyecto, ofreciendo así ciertas ventajas y desventajas. Pese a ello, debido a las dimensiones, y capacidad de carga del semirremolque extensible no es factible el desarrollo de una suspensión semejante. Primero por las altas exigencias de carga que se le aplican al semirremolque extensible; puede observarse que el prototipo es un desarrollo orientado a escala menor que el presente, como lo es el transporte de cargas livianas. En segundo lugar, debido a que las dimensiones del semirremolque extensible son considerablemente grandes, se produce en mayor medida los fenómenos de balanceo, el reparto de cargas, y los momentos que se producen son elevados. Es por ello que se aplica entonces el esquema de paralelogramo deformable en esta unidad, la cual ofrece mayor solvencia, fiabilidad, y robustez al conjunto que se necesita, ofreciendo todas las ventajas de una suspensión independiente.

La aplicación de una suspensión independiente que trabaje en conjunto con un fuelle neumático es un nuevo punto de partida en lo que respecta al traslado de cargas, ya que reemplaza en este caso a los tan utilizados sistemas de ejes no independientes como el de ejes rígidos, y a todo el conjunto de suspensión que contiene a las manotas con sus correspondientes articulaciones, extremidades del paquete de resortes, con barra de torsión o no, además de que utilizan un eje soldado que es común a las ruedas, entre otras más piezas a realizar.

Por lo tanto la implementación de un sistema independiente se diseña en base a un conjunto de brazos que formarán la parrilla de suspensión, que en su vinculación entre sí forman a la suspensión en su totalidad. En el extremo de estos brazos se encontrarán las mazas, por lo tanto se logra un sistema que trabaje de forma independiente e integral, ya que no necesita un eje pesado de grandes dimensiones, sino que los brazos con la maza logran la relación entre suspensión, neumáticos y chasis; donde a menor o mayor medida cada componente estará sometidas a esfuerzos, lo que permite una mayor distribución de estos; permitiendo así una constante compensación de estos esfuerzos que son producidos por las variaciones del camino sobre la unidad que en el caso de estar cargada estos serán mayores obviamente. Este sistema estará pensado para que trabaje con el sistema de amortiguación neumático, formando así un solo sistema.

Se destaca de lo aclarado previamente, que cada uno de los componentes se diseña en función de un mejor desempeño dinámico en conjunto, y no como en otros sistemas más antiguos que a pesar de ser más económicos, utilizan más componentes de los cuales muchos son soportes grandes, pesados y que no aportan una significativa contribución al rendimiento dinámico al chasis.

En sí, una suspensión independiente mejora la estabilidad y el confort de marcha, ya que se reducen las oscilaciones generadas por el asfalto sin transmitir las de una rueda a otra del mismo eje. Además este tipo de suspensiones poseen una menor masa no suspendida, por lo que las cargas transmitidas al chasis son de menor magnitud.

Las principales características que puntualmente ofrece la suspensión del tipo paralelogramo deformable, son las siguientes:



- Es una suspensión independiente, lo que significa que los movimientos a los que están sometidas las ruedas duales en este caso, no afectan en nada a las otras.
- Que tenga distintos brazos permite que la rueda se encuentre en la posición ideal en todo momento. Permitiendo controlar de forma muy eficaz el ángulo de caída y de divergencia o convergencia de la rueda.
- La configuración de brazos separados, le permite una alta absorción de ruidos, como de las vibraciones longitudinales (de adelante hacia atrás) y una gran firmeza en los movimientos transversales (de lado a lado). Otorga un confort de marcha mucho más elevado en todo tipo de terrenos.
- Los brazos se diseñan de material liviano, lo que reduce la masa no suspendida, y todo el sistema es así es menos pesado.
- Permite que la rueda cambie de dirección sobre sí misma, no sobre un punto fuera de ella.
- Se distribuye efectivamente la torsión en todos los puntos, logrando mayor estabilidad.
- El fuelle se puede colocar separado del amortiguador, por lo que si es necesario, se colocan en sitios diferentes para conseguir un mejor funcionamiento de todo el esquema de suspensión.
- Es capaz de mantener la rueda en el sitio adecuado en todo el recorrido de la suspensión y, en el caso de las ruedas direccionales sea cual sea su orientación.

6.2. INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO

El principal objetivo en este capítulo consiste en llevar a cabo el cálculo, diseño y simulación, de una suspensión independiente del tipo paralelogramo deformable, para el semirremolque extensible.

En principio, se lleva a cabo la relevación de la mayor información posible, respecto a los conceptos más relevantes que conciernen al tema. Haciendo un estudio de los diferentes tipos de suspensiones y analizar cada variable. En función de cómo adaptarlas a un semirremolque, en el que las dimensiones particularmente de este equipo son considerables y además de que su peso propio es bastante mayor al de un automóvil.

Luego se realiza el cálculo de la suspensión de paralelogramo deformable, realizando un diseño previo en el cual se definen las dimensiones de las parrillas de suspensión y las condiciones geométricas de cada una de las mismas; basándose en el espacio entre las ruedas y la viga del chasis.

En simultaneo se desarrolla el cálculo analítico de las fuerzas intervinientes que se obtienen con un estudio dinámico de las condiciones reales a las que estará sometida. Así, a estas fuerzas se las vincula en el prototipo de suspensión, y se realizan las simulaciones pertinentes por medio del método de elementos finitos.

En base a los resultados se maximiza lo más posible diferentes aspectos, como lo es aumentar el rendimiento dinámico; lograr la mejor distribución y adaptación del espacio



que se dispone; que cumpla con las especificaciones de seguridad; disminuir el peso lo mayor posible; y que sea lo más simple posible. Además de seleccionar los materiales a utilizar, y realizar la comprobación de su resistencia a las exigencias calculadas.

6.2.1. ALCANCE

El alcance de este capítulo particularmente se fundamenta en los siguientes puntos:

- Buscar la mayor información posible, analizar las diferentes suspensiones, y comprender cual se adapta de manera óptima.
- Diseñar completamente la suspensión.
- Calcular la posición, los fenómenos dinámicos y obtener las fuerzas que actúan.
- Simular el diseño.

6.3. DESARROLLO DE LA SUSPENSIÓN

El desarrollo de esta sección se realiza en cuatro diferentes fases, las cuales son la del diseño, el cálculo, el análisis dinámico y la simulación. Claramente cada una de ellas es retroactiva a la otra, vinculándose cada una entre sí con el fin de mejorar el resultado final.

En estas etapas se amplía tanto con un fundamento teórico como práctico en función de los términos y objetivos detallados anteriormente, con el fin de obtener como resultado una suspensión de paralelogramo deformable capaz de absorber eficientemente cualquier irregularidad del camino por el que transite el semirremolque, y que sea un conjunto potencialmente aplicable en función de resultados coherentes y óptimos.

6.3.1. DISEÑO

Lo primero que se realiza es el diseño de los componentes que forman a todo el sistema de suspensión, esto se realiza por medio de la plataforma que ofrece el programa SolidWorks. Esta tarea se realiza para tener en cuenta del espacio que se dispone y para plasmar las primeras ideas.

Para iniciar, es importante conocer cada una de las dimensiones que se disponen, de antemano la principal ventaja con la que dispone el diseño de las partes es que es al ser un vehículo de grandes proporciones (como lo es un semirremolque) hay mucho más espacio para desarrollar la suspensión que en un automóvil, por ejemplo. También así, las exigencias son muy diferentes ya que el semirremolque posee intrínsecamente un peso propio ampliamente superior que el de un automóvil; pero lo contrario sucede con ciertos fenómenos operativos que dependen de la velocidad de traslación, ya que el automóvil posee mayor aceleración y transita a mayor velocidad en rectas como en el paso por curvas que el semirremolque; pero pese a ello las fuerzas dinámicas aumentan principalmente por el peso de la unidad, en vez de la velocidad a la que se traslada la unidad. Es por esto que las exigencias en cierto punto se compensan para cada caso, ya que en un vehículo sucede lo contrario al otro a grandes rasgos. Esto se aclara ya que pese



a que intervienen estos dos parámetros (peso propio y velocidad), el gran peso del semirremolque exigirá que la suspensión deba ser de dimensiones mayores, obteniendo un diseño de mayor envergadura claramente. Ya estableciendo las diferencias con diseños que pueden verse comúnmente en coches, se puede desglosar un diseño base que sirva para implementar los conceptos pertinentes, y que a partir de ello se apliquen todos los ajustes y mejoras posibles.

Los elementos que forman la suspensión de paralelogramo deformable son los siguientes:

- **Brazo Superior**: es una parrilla más corta que la inferior, posee refuerzos radiales en su mayoría, de un lado se fija al extremo superior del porta maza, y el otro extremo va vinculado al chasis.
- **Brazo Inferior**: es muy similar al superior, pero se diferencia en que sus brazos son más extensos, y posee una articulación donde apoya el fuelle de la suspensión neumática que hace de amortiguador. Los refuerzos son longitudinales a diferencia de los radiales que posee el brazo superior, esto se realiza con la finalidad de que el conjunto pueda absorber diferentes esfuerzos, compensándose entre sí.
- **Porta maza o Mangueta Fija**: este elemento se encarga de unir tanto el brazo superior, como al inferior. Además, esta tendrá un diseño exclusivamente bajo especificaciones técnicas intrínsecas de este proyecto, esto se debe a que al tener ejes direccionales, el porta maza se encuentra fijo, pero a él se vincula otra pieza denominada porta maza móvil.
- **Porta maza o Mangueta Móvil**: esta permite el giro de las ruedas, dándole un ángulo de dirección de hasta 55° , mientras tanto la suspensión se mantiene fija en su posición de trabajo. El ángulo de este porta maza es dirigido por medio de una vinculación de este al brazo hidráulico de doble vástago. Además es en esta pieza donde se encuentra tanto el semieje de las ruedas, con sus respectivos rodamientos e instalación de frenos.
- **Chasis**: este permite cerrar el sistema de 4 barras que forman el mecanismo del paralelogramo deformable. Este actúa como el otro anclaje necesario de los brazos superiores e inferiores. Esta pieza también tiene un diseño específico, esto se debe a dos razones. Primero porque la estructura del chasis se encuentra a una altura considerable a diferencia de un automóvil, y segundo porque la viga rectangular del chasis se encuentra distante de la línea de ejes que se ubica entre las ruedas, y es por ello que se debe realizar una pieza especial por eje que permite extender y lograr tener una estructura del chasis a la altura de las ruedas; lo que es una condición necesaria de diseño. Esta pieza se encuentra soldada al perfil rectangular de la viga principal del chasis.



Cada uno de estos se desarrolla con el fin de obtener piezas funcionales, de geometrías lo menos complejas posibles, lograr con ellas limitar el desgaste de los neumáticos lo menor posible, y que prevalezcan resultados lo más fehacientes posible ante fenómenos dinámicos que interactúen en la vida útil del semirremolque

Además, las únicas dimensiones que se respetan y prevalecen de principio a fin, son que el conjunto de toda la suspensión no sea mayor al diámetro de las llantas para que no sea demasiado grande; y también que las distancias entre el punto de anclaje de las barras al porta maza hasta el punto de anclaje al chasis se mantengan constantes; estableciendo ese valor se puede tener la longitud que posee cada barra. Toda otra dimensión que se presente es totalmente personalizable y son puramente cuestiones del diseño desarrollado.

6.3.2. CÁLCULO

Ya establecida la base de todo lo que respecta al diseño y la geometría de la suspensión de paralelogramo deformable, es en este apartado donde se lleva a cabo el cálculo de la misma. Con el fin objetivo de procesar y definir concretamente las dimensiones y geometría del conjunto, y que sea resistente a las solicitaciones a las que sea afectada la suspensión de forma eficiente, logrando asegurar y garantizar la absorción de las irregularidades del camino.

Al hablar de geometría, se entiende como a todas las dimensiones que caracterizan y definen la posición relativa entre el terreno, el chasis del vehículo y las ruedas. Estas se desarrollan para conseguir que los neumáticos se desgasten lo más parejo posible en toda la banda de rodadura, esto se logra si los mismos permanecen lo más perpendiculares posible al plano del camino, y con una orientación definida por la tangente a la trayectoria, es decir en otras palabras, que se mantenga el ángulo de camber.

Los factores que impiden que eso no se cumple todo el tiempo, son:

- La cinemática relativa entre la rueda y el chasis; que depende principalmente de la suspensión desarrollada y de la variación del equilibrio del vehículo.
- La deformación de los neumáticos varía constantemente producto de las fuerzas centrífugas y longitudinales. Esto se produce en toda la vida útil del vehículo y produce un desgaste desigual.

Una vez ya considerados la mayor cantidad de aspectos que forman e influyen en el contexto a las que se encuentra involucrado el conjunto que forman las ruedas, el chasis y la suspensión puntualmente; se procede a analizar y a obtener las fuerzas intervinientes.

En primera instancia, se puede simplificar el sistema a estudiar en un mecanismo equivalente formado por cuatro barras, en el cual se analizaran los campos de posición, velocidad y aceleración. Este es formado trasladando los datos del diseño desarrollado, al siguiente plano en dos dimensiones.

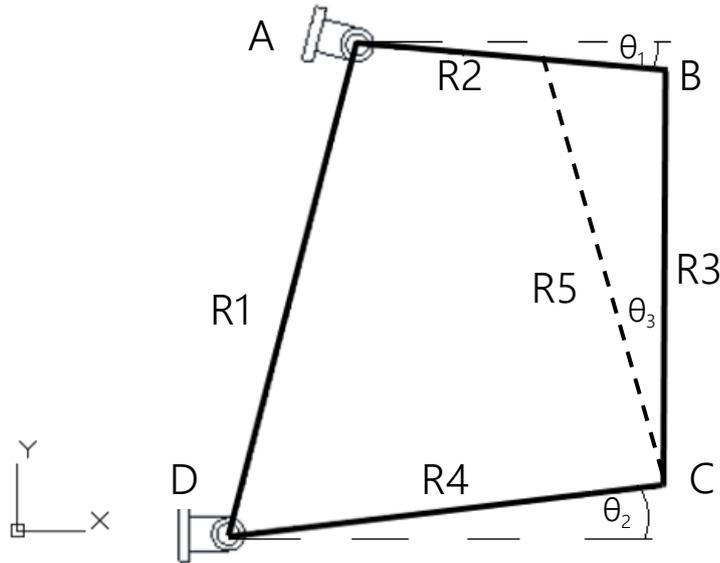


Figura N° 41. Mecanismo de barras representativo del esquema de suspensión.

El mecanismo resultante representa la posición de origen en estado de reposo de la suspensión, es decir cuando el semirremolque no está en movimiento.

Las partes del mecanismo son las siguientes:

- R_1 : la barra 1 está formada por dos apoyos que contienen al brazo superior y al inferior. Esta sería la parte de la estructura del chasis a la que son vinculadas las parrillas de suspensión.
- R_2 : la barra 2 está constituida por lo que es el brazo superior. Haciendo de unión entre el apoyo superior del chasis y el porta maza en su parte superior.
- R_3 : la barra 3 es referida al porta maza, la cual vincula el brazo superior con el brazo inferior, a la vez estas dos con las ruedas del vehículo. Por lo que este elemento actúa como eje de la rueda y a la vez la contiene.
- R_4 : la barra 4 está constituida por el brazo inferior, haciendo de unión entre el apoyo inferior del chasis con el porta maza en su parte inferior.
- R_5 : la barra 5 de línea discontinua representa al brazo referente al amortiguador neumático. Este es fijado a la unión entre la barra inferior y al porta maza.
- θ_1 : ángulo que forma la barra 2 (parrilla superior) con el eje horizontal. Es un ángulo de partida para el desarrollo del mecanismo.
- θ_2 : ángulo que forma la barra 4 (parrilla inferior) con el eje horizontal. Es un ángulo de partida para el desarrollo del mecanismo.
- θ_3 : ángulo que forma el eje del amortiguador respecto al porta maza que se encuentra vertical.
- Punto A: punto de unión entre el apoyo superior del chasis y el brazo superior.
- Punto B: punto de unión entre el brazo superior y el porta maza.
- Punto C: punto de unión entre el brazo inferior y el porta maza. De esta intersección es también unido el brazo que sostiene el fuelle neumático.
- Punto D: punto de unión entre el brazo inferior y el apoyo inferior del chasis.



Tabla N° 15: Dimensiones y ángulos del mecanismo de barras.

DATOS DE ENTRADA		
R1 (DA)	331,67	mm
R2 (AB)	276,13	mm
R3 (BC)	380	mm
R4 (CD)	386,4	mm
R5	378,58	mm
θ_1	4,5	grados
θ_2	6,5	grados
θ_3	8	grados

Al ser un mecanismo de barras es condición necesaria que el sistema cumpla con la Ley de Grashof. Esta establece que: “para un eslabonamiento plano de barras, la suma de las longitudes más corta y más largas de los eslabones no puede ser mayor a la suma de las longitudes de los eslabones restantes, si se desea que exista una rotación relativa entre dos elementos.”

Siendo:

- *S*: longitud del eslabón más corto.
- *L*: longitud del eslabón más largo.
- *P*: longitud del eslabón restante 1.
- *Q*: longitud del eslabón restante 2.

Siendo la ecuación que define esta ley es la siguiente:

$$S + L < P + Q$$

$$276,13 \text{ mm} + 386,4 \text{ mm} < 331,67 \text{ mm} + 380 \text{ mm}$$

$$662,53 \text{ mm} < 711,67 \text{ mm}$$

Por lo tanto, efectuando esta comprobación geométrica se verifica que se cumple la ecuación de Grashof. Entonces se puede confirmar que el mecanismo de 4 barras no se bloquee en ninguna posición y tendrá una movilidad libre.

Aplicando diferentes métodos matemáticos, fundamentalmente algebra compleja, se puede conocer específicamente la geometría que mejor se adecue a los requisitos deseados, y como varía tanto la velocidad como la aceleración de las barras al virar un determinado ángulo. Pero esta fase de cálculo no se encuentra dentro del alcance de este proyecto, el cual se dedica analizar y desarrollar cada componente que forma al semirremolque en su totalidad, bajo términos estáticos, dinámicos y observaciones en la simulación por medio de la aplicación del método de elementos finitos que se efectúen. Para solventar la necesidad de determinar este dato de entrada para el cálculo, se ha analizado múltiples desarrollos de suspensiones del tipo paralelogramo deformable para diferentes funciones, y se destaca que los ángulos en los que se encuentran cada barra se encuentran entre rangos muy similares, pese a que cada desarrollo es distinto a los demás.



CENTRO INSTANTÁNEO DE ROTACIÓN (CIR) Y CENTRO DE BALANCEO (CB)

Previo a introducirse de lleno al cálculo dinámico es primordial conocer diferentes puntos de la geometría propia del semirremolque. La primera de ellas es el Centro Instantáneo de Rotación (CIR), este es el punto en torno al cual gira un cuerpo en un instante determinado. Está definido por la intersección de las perpendiculares a las trayectorias que recorren los puntos del cuerpo en movimiento.

Durante el movimiento rectilíneo de un cuerpo, el centro instantáneo de rotación se halla en el infinito en dirección perpendicular al movimiento. Si el cuerpo está vinculado al sistema por medio de dos barras como es en el caso del paralelogramo deformable de la suspensión, su centro instantáneo de rotación deberá pertenecer a las dos rectas representadas por los brazos, y por lo tanto se hallará en el punto de intersección de las mismas.

El cálculo gráfico es el método utilizado para encontrar el CIR, este es de gran importancia ya que al determinar este punto se define otro punto de importancia como lo es el centro de balanceo.

El Centro de Balanceo (CB) es un punto situado en el plano transversal de la suspensión, y es en el cual gira la masa suspendida del vehículo bajo la acción de la fuerza centrífuga. El centro de balanceo es el lugar de giro instantáneo del chasis respecto a las ruedas (es decir, de la masa suspendida respecto a la no suspendida). A este punto se lo obtiene trazando primero el Centro Instantáneo de Rotación respecto a la estructura del chasis, punto el cual lo define la geometría de la suspensión, ya que la extensión de las líneas coincidentes a las barras de la suspensión se intersectan en un punto que es el CIR; luego si se une este punto con el centro de la huella de las ruedas (Punto A) y se prolonga la recta obtenida hasta encontrar el eje de simetría del vehículo, se obtiene un punto de intersección que es el Centro de Balanceo.

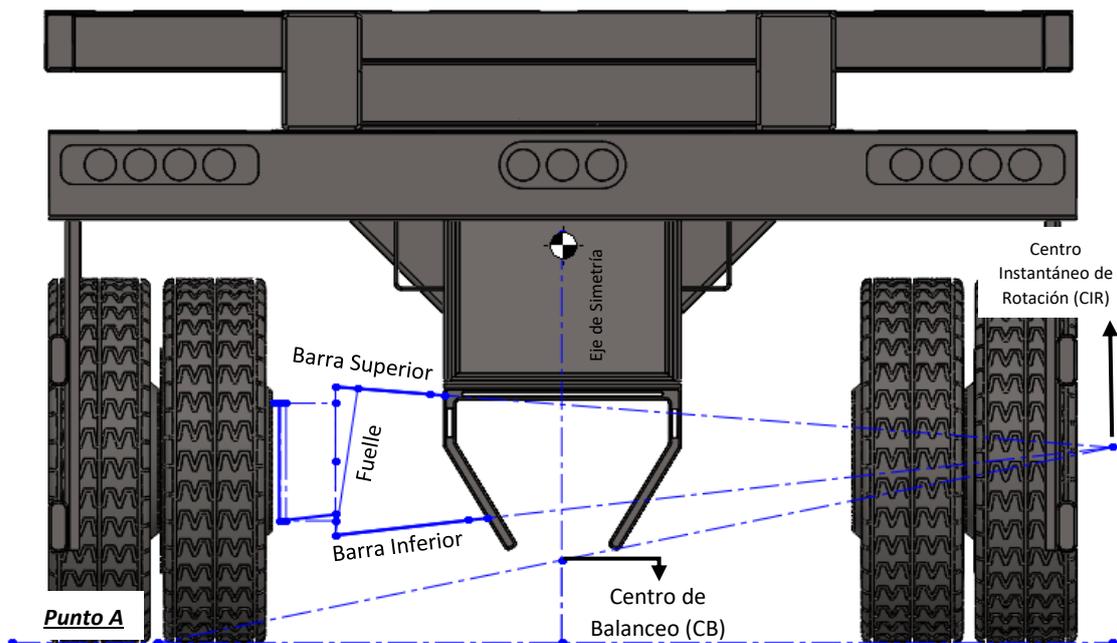


Figura N° 42. Puntos principales formados por la geometría de la suspensión.

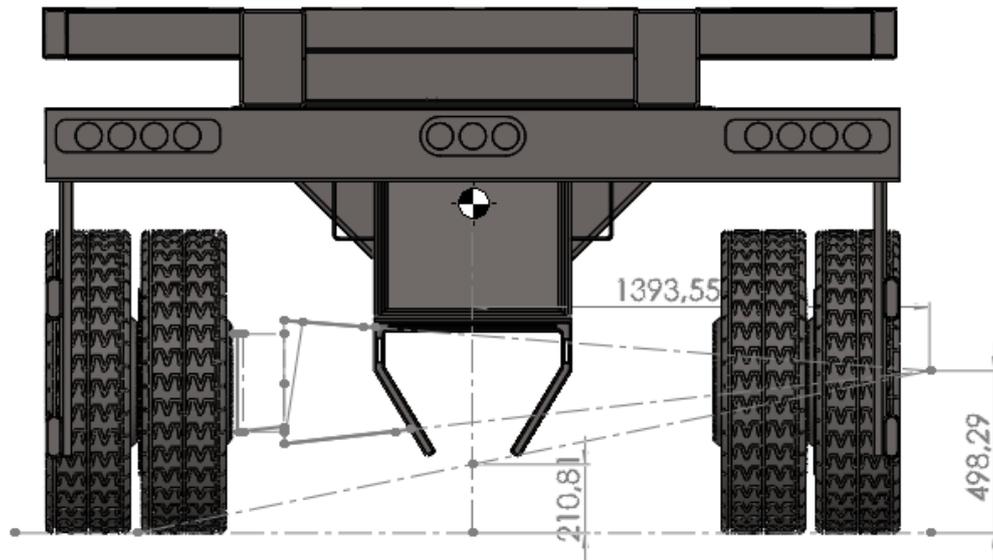


Figura N° 43. Distancias principales del CIR y el CB.

Se releva de la imagen anterior que el centro instantáneo de rotación (CIR) se ubica a una altura de 498,29 mm y a una distancia de 1393,55 mm respecto al eje de simetría del chasis. El centro de balanceo se ubica a una altura de 210,81 mm respecto al suelo, este punto siempre se encuentra sobre el eje de simetría del chasis. Se destaca además que el ángulo de camber (ángulo de las ruedas respecto al eje vertical) es nulo, esto se debe a que es un transporte de carga y no un automóvil, que es más común que tengan un cierto ángulo.

El centro de balanceo es de gran importancia, este define una recta en torno a la cual gira el vehículo en sus oscilaciones laterales. Puede desplazarse vertical o lateralmente, o una combinación de ambos durante el balanceo del chasis, estos movimientos afectan al funcionamiento del chasis por variar los ángulos de alineación o distancias al centro de gravedad. Por lo tanto, la posición de este eje con respecto al centro de gravedad determinará la variación del comportamiento por el paso por curva.

Es de los casos más comunes que el centro de balanceo se ubique por encima del nivel de gravedad en los automóviles, aunque este no es el caso. La fuerza vertical que actúa en la descomposición de fuerzas intervinientes producen que cuanto mayor es la altura del centro de balanceo mayor es la magnitud de la componente vertical, produciendo que al momento que el semirremolque gire este se eleve con demasiada tendencia de uno de sus lados.

Es por lo tanto que a cuanto mayor sea la altura en la que se encuentre el centro de balanceo, se obtiene mejor compensación si estuviesen inclinadas las ruedas, pero la deformación de los neumáticos y efecto de elevación del chasis son mayores.



CENTRO DE GRAVEDAD (CG)

El otro punto que es elemental conocer su ubicación es el del Centro de Gravedad (CG) del semirremolque, que en conjunto con el Centro Instantáneo de Rotación y el Centro de Balanceo, se obtiene valiosa información para analizar el balanceo y oscilaciones que afectan al semirremolque.

El centro de gravedad se obtiene como la relación de la masa de cada uno de los múltiples elementos que conforman al vehículo respecto a las distancias a las que se encuentran los respectivos centros de gravedad de cada masa o elemento a un punto (o polo) seleccionado:

$$CG = \frac{\sum m_i * d_i}{\sum m_i}$$

El resultado a obtener puede ser tanto para el plano transversal, como para el plano longitudinal y además es importante conocer tanto su altura respecto al suelo (eje vertical), como también su ubicación en el eje horizontal. Estos resultados se pueden obtener directamente por medio del software SolidWorks, en el que esta ensamblado el chasis y cada componente del semirremolque.

Como puede observarse en las siguientes imágenes, se destacan las distancias respectivas tanto para cuando el semirremolque se encuentra en el estado I (Cerrado) y cuando está en el estado II (Extendido). Además la altura del centro de gravedad del semirremolque para ambos estados no varía, y es de 1010,55 mm. Plasmando así los datos de entrada para el cálculo que se realiza más adelante, y de esa manera obtener un resultado que cumpla con las exigencias más altas que se presenten. También se releva el valor del peso propio de la estructura, el cual es de 9559kg.

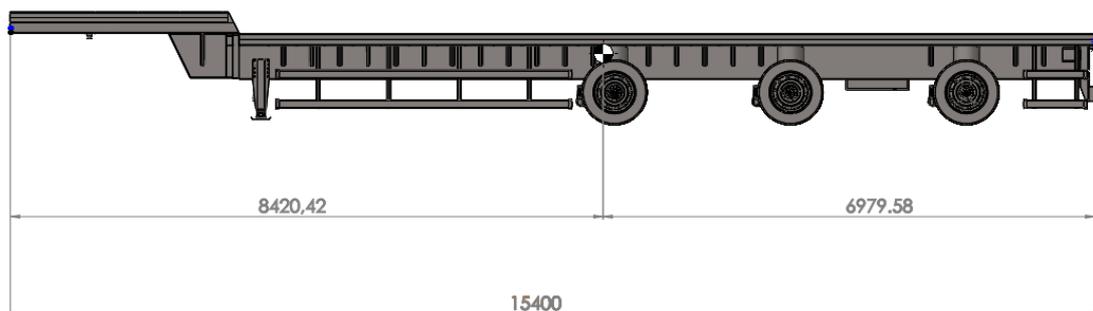


Figura N° 44. Distancias del Centro de Gravedad a los extremos del chasis cuando está cerrado.

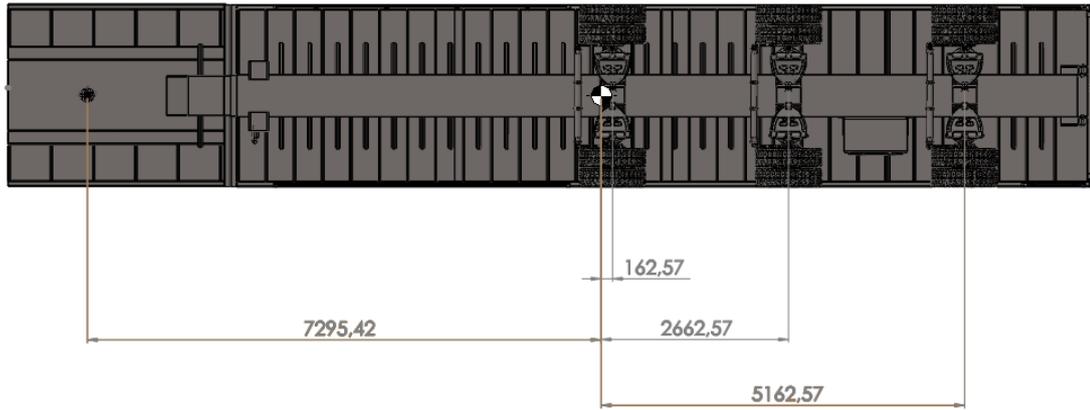


Figura N° 45. Distancias al centro de gravedad del perno rey y de cada eje. Semirremolque cerrado.

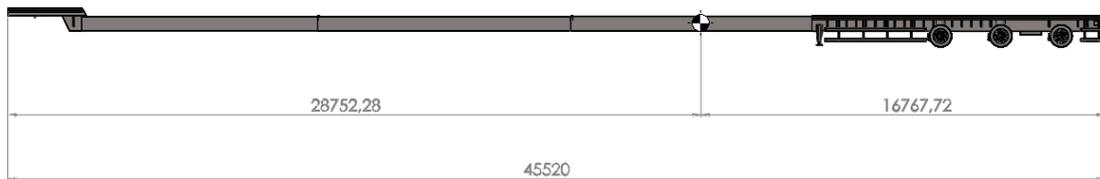


Figura N° 46. Distancias del Centro de Gravedad a los extremos del chasis cuando está extendido.

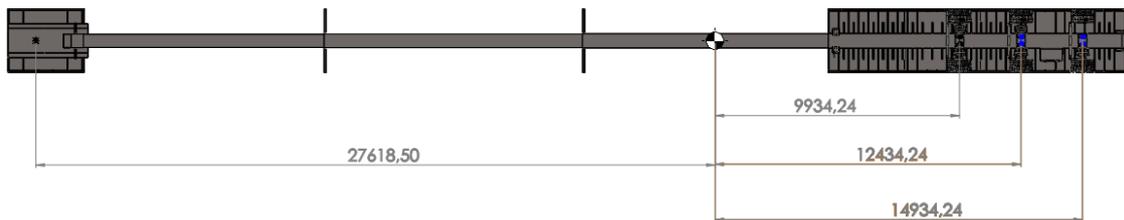


Figura N° 47. Distancias al centro de gravedad del perno rey y de cada eje. Semirremolque extendido.

Las distancias a considerar finalmente en la fase de cálculo serán las que arroja el semirremolque cuando está extendido, ya que por sus grandes dimensiones producen valores resultantes de mayor relevancia que al encontrarse cerrado. Esto se puede observar en cálculos posteriores.

Los resultados obtenidos por el software no tienen en cuenta la masa de la carga a transportar, la cual es el valor de mayor relevancia. Es por ello que al valor obtenido se le agrega este factor, el cual se tiene en cuenta bajo las condiciones más extremas. Estas son que la carga a transportar es la máxima a la cual está diseñado el semirremolque que es igual a 37.000kg (33.000kg de lo permitido por los ejes más 4.000kg sobrantes de lo que permite el apoyo del perno rey en los dos ejes duales del camión, ya que estos absorben parte del peso del semirremolque por un lado, y parte del peso del camión con ayuda del eje simple de este, dejando un remanente para la carga a transportar) pero además se le suma la diferencia de carga ganada gracias a la aplicación del MLC 500 que en un inicio se consideró un peso propio del chasis igual a 12.000kg pero el valor obtenido al finalizar el cálculo fue de 9.559kg, por lo que esta diferencia permite transportar en



total unos 39.441kg. A esta carga se la considera uniformemente distribuida por lo que el centro de gravedad de esta masa estará en el centro del plano longitudinal y a una distancia tal de 21,63 metros al perno rey. Por último, se tiene en cuenta que al ser la altura máxima legal para circular 4,1 metros y la plataforma tiene una altura de 1,3 metros, se estima una carga con una altura propia de 2,8 metros respecto al suelo; por lo tanto el centro de gravedad total en el plano transversal se ubica a mayor altura, aspecto que siempre se intenta disminuir para reducir el balanceo. Puntualmente se ubica a una altura de 2,7 metros (1,3 metros [altura plataforma] + 1,4 metros [altura centro de gravedad de la carga]).

Ya aclaradas estas condiciones para suplir con un buen coeficiente de cálculo, y estimar una óptima vida útil del conjunto de la suspensión, se obtiene que la distancia del centro de gravedad global al perno rey en el plano longitudinal cuando el semirremolque este extendido, es la siguiente:

$$B_{CG}(\text{plano longitudinal}) = \frac{9.559kg * 27,618m + 39.441kg * 21,63m}{9.559kg + 39.441kg} = 22,798 m$$

(*Se calcula al perno rey porque allí están las ruedas de la unidad tractora, y es el valor que se implementará en el cálculo dinámico.)

Y el centro de gravedad global se encuentra a una altura respecto al suelo en el plano transversal de:

$$h_s CG(\text{plano transversal}) = \frac{9559kg * 1,0105m + 39.441kg * 2,7m}{9559kg + 39.441kg} = 2,370 m$$

6.3.3. ANÁLISIS DINÁMICO

Una vez ya conocida la posición del centro de gravedad del semirremolque, se continúa poniendo en prueba la estructura en tres condiciones dinámicas en las que se encontrará la unidad de transporte. Estas son el paso por curva, la aceleración y la frenada.

Previamente se dejan en claro y de manera resumida los datos de entrada para el cálculo. Estos son:

Tabla N° 16: Masa suspendida, no suspendida y total.

	[kg]
Masa del chasis	8536
Masa no suspendida (mns)	1023
Masa del Chasis + Masa no suspendida	9559
Carga	39441
Masa suspendida (ms) [Chasis + Carga]	47977
Masa Total [Suspendida + No Suspendida]	49000

Tabla N° 17: Distancias de puntos geométricos principales.

	[mm]	[m]
Altura de masa suspendida (hs)	2370	2,37
Altura de masa no suspendida (hns)	464,25	0,46425
Altura del Centro de Balanceo (Cb)	210,81	0,21081
Ancho de Vía (Av)	2600	2,6
d (hs - Cb)	2159,19	2,15919

Transferencia de Carga en Curva

El movimiento de balanceo es el que produce en mayor proporción la transferencia de carga en el paso por curva. Este balanceo se produce alrededor del eje longitudinal del semirremolque.

El balanceo es la suma del balanceo relativo de la masa suspendida (θ_s) respecto a la masa no suspendida (θ_{ns}), en otras palabras es la suma del balanceo de la suspensión y del eje producido por la deformación de los neumáticos.

$$\theta^d = \theta_s^d + \theta_{ns}^d$$

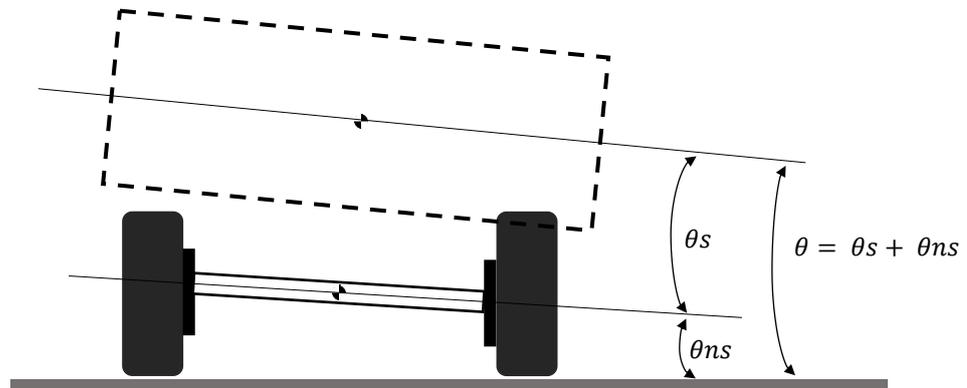


Figura N° 48. Balanceo de la masa suspendida y no suspendida, en el plano transversal.

Se considera en este desarrollo que la rigidez del cuerpo que componen la masa suspendida (chasis) es infinita, lo que será torsionalmente rígido y se tiene así un ángulo de torsión despreciable.

$$\theta^d = \theta_s^d + \theta_{ns}^d = \theta^t = \theta_s^t + \theta_{ns}^t$$

*El superíndice "d" hace referencia a los ángulos de balanceo y el superíndice "t" a los ángulos producidos por torsión.

En el centro de balanceo se pueden aplicar fuerzas laterales en un punto sin que se produzca balanceo en la suspensión. Es un punto importante que caracteriza el comportamiento en curva, porque su posición indica la tendencia a balancearse.

De esta manera, conociendo los valores detallados hasta aquí, se puede obtener la transferencia de pesos y así conocer las cargas que afectan a los neumáticos, como también fundamentar la estabilidad del semirremolque.



En la imagen siguiente, se diferencia en la parte superior la masa suspendida (chasis) del semirremolque trazada en línea discontinua, y en la parte inferior la masa no suspendida (ruedas, eje, suspensión); con sus respectivos centros de gravedad (G_s y G_{ns}).

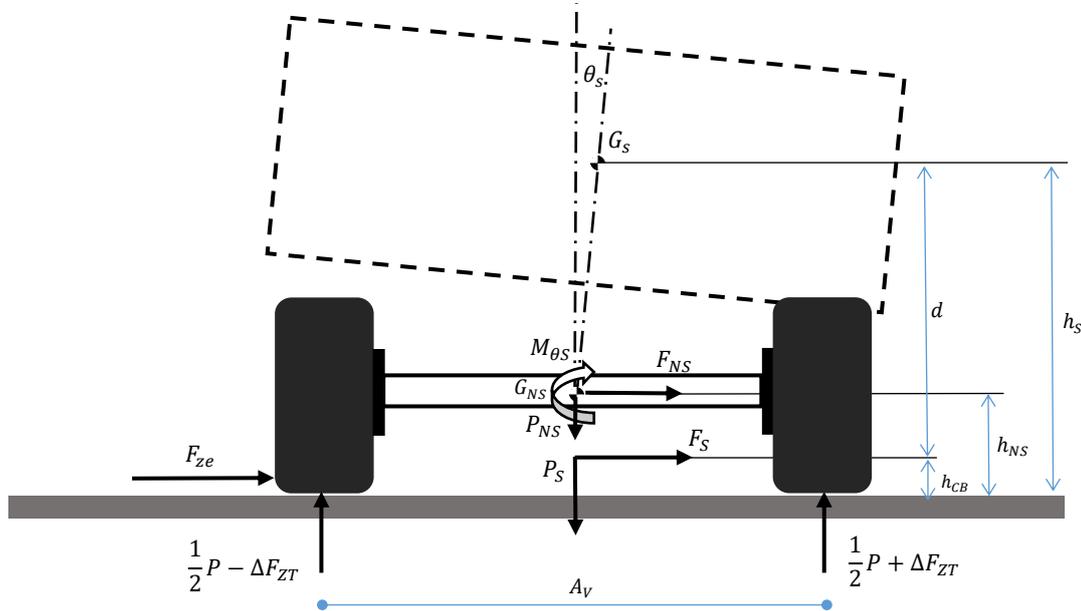


Figura N° 49. Masa suspendida y no suspendida, con las cargas intervinientes.

Se destaca que al producirse un balanceo o aceleración transversal con un ángulo de balanceo (θ_s), se produce que el centro de gravedad de la masa suspendida (G_s) se desplaza el mismo ángulo.

Es por esto que la masa suspendida comienza a balancear y aparecen dos fuerzas, la primera de ellas es la fuerza centrífuga debida a la masa no suspendida. La aceleración transversal (a_y) que afecta a la estructura es considerada comúnmente en estos cálculos igual al 80% del valor la gravedad, resultando un valor de $7,848 \text{ m/s}^2$.

$$F_{ns} = m_{ns} * a_y$$

La otra fuerza que interactúa es la fuerza centrífuga de la masa suspendida.

$$F_s = m_s * a_y$$

Conociendo la magnitud de estas dos fuerzas, es posible obtener el momento de balanceo de la masa suspendida en todo paso por curva debido a la acción de la fuerza transversal. El momento total de balanceo (M_{θ_s}) lo soporta directamente por la suspensión, ya que produce el balanceo de la misma. Para calcularlo es necesario trasladar la fuerza F_s al centro de balanceo del semirremolque.

$$M_{\theta_s} = m_s * a_y * d * \cos(\theta_s) + m_s * a_y * d * \sin(\theta_s)$$



Donde:

- $d = h_s - C_b$
- h_s : altura del centro de gravedad de la masa suspendida.
- C_b : altura del centro de rotación de la masa suspendida.

Ahora para obtener la magnitud de la fuerza centrífuga total (ΔF_{ZT}) que se produce al tomar una curva, es importante aclarar que está integrada por tres componentes.

- ΔF_{NS} : fuerza lateral debida a la masa no suspendida.
- ΔF_{ZS} : fuerza lateral debida a la masa suspendida en el centro de balanceo.
- $\Delta F_{Z\theta S}$: fuerza debida al momento de la masa suspendida.

Por lo que la suma de estas tres fuerzas produce el valor de la fuerza centrífuga total, la que es igual a:

$$\Delta F_{ZT} = \Delta F_{NS} + \Delta F_{ZS} + \Delta F_{Z\theta S} = \frac{m_{NS} * a_y * h_{NS}}{A_v} + \frac{m_S * a_y * C_b}{A_v} + \frac{M_{\theta S}}{A_v}$$

Se puede inducir que cuanto mayor sea el momento de balanceo producido, mayor es el incremento de la fuerza total. También que cuanto mayor sea el ancho de vías (A_v) y menor sea el peso, menor es la transferencia de carga.

Entonces la combinación de todas estas fuerzas son las grandes encargadas de la transferencia de carga en el paso por curva del semirremolque. Se considera que el reparto de cargas es simétrico, por lo que la fuerza exterior que soporta la rueda (F_{ZE}) equivale a la suma de la mitad del peso total (P), y al valor de la fuerza centrífuga total (ΔF_{ZT}) obtenida.

$$F_{ZE} = \frac{1}{2} * P + \Delta F_{ZT}$$

El peso viene dado por:

$$P = m_S * g + m_{NS} * g$$

En función de los datos de entrada establecidos y las ecuaciones detalladas, se realiza una planilla de cálculo para obtener diferentes resultados en función de cada uno de los valores del ángulo de balance que se pueden manifestar que son entre los 0,5 a 8 grados (rango de valores típicos para estas circunstancias en transportes de carga) respecto al eje vertical, y de esta manera destacar la mayor fuerza resultante que se obtenga.



Tabla N° 18: Resultado de cada ecuación descripta para cada ángulo de balanceo posible.

Angulo de Balanceo	Mθs [N.m]	ΔFz [N]	Fze [N]
0,5	1103228,3	456280,9	696625,9
1	1123362,0	464024,7	704369,7
2	400924,4	186164,1	426509,1
3	690121,3	297393,6	537738,6
4	1146672,6	472990,3	713335,3
5	548978,5	243107,9	483452,9
6	553444,0	244825,4	485170,4
7	1147032,6	473128,7	713473,7
8	686044,7	295825,7	536170,7

En conclusión de los resultados obtenidos, se tiene en cuenta que con un ángulo de balanceo igual a 7 grados se produce la mayor carga exterior sobre los neumáticos. El resultado destacado es considerando en un único eje, pero como aquí se tienen tres ejes el valor final es el siguiente:

$$F_{ZE} = \frac{713.474 \text{ N}}{3 \text{ ejes}} = 237.825 \text{ N}$$

Carga que se manifiesta de sentido axial al eje de giro de las ruedas con un valor de 237.825N, siendo la máxima fuerza que aparece en el paso por curva y será la implicada en la fase de simulación de carga.

Transferencia de Carga en Aceleración

En el momento que se produce una aceleración en el semirremolque se produce un momento que tiende a cargar cada uno de los ejes, y a aliviar la carga en las ruedas de la unidad tractora. Esto se produce porque existe una distancia entre el centro de gravedad de la masa suspendida respecto a la no suspendida, en la cual se incluyen las ruedas que son las que realizan la fuerza de tracción respecto al suelo.

Este efecto de que aumente la carga en mayor medida en la zona trasera del conjunto camión-semirremolque al acelerar, incrementa la fuerza normal sobre las ruedas de los ejes traseros, lo que implica una mayor fuerza de rozamiento entre los neumáticos y el suelo; produciendo entre otras cosas un mayor desgaste de neumáticos.

Para calcular la carga vertical que soportan las ruedas al momento de acelerar, primero se establece un modelo simplificado en un diagrama de cuerpo libre. Donde se considera a la suspensión como rígida, despreciando así los efectos debidos al cabeceo.

A modo de simplificación se consideran las fuerzas interactuantes para el caso de un único eje trasero, pero al finalizar el cálculo se realizan las pertinentes consideraciones necesarias para el caso del semirremolque que tiene tres ejes.

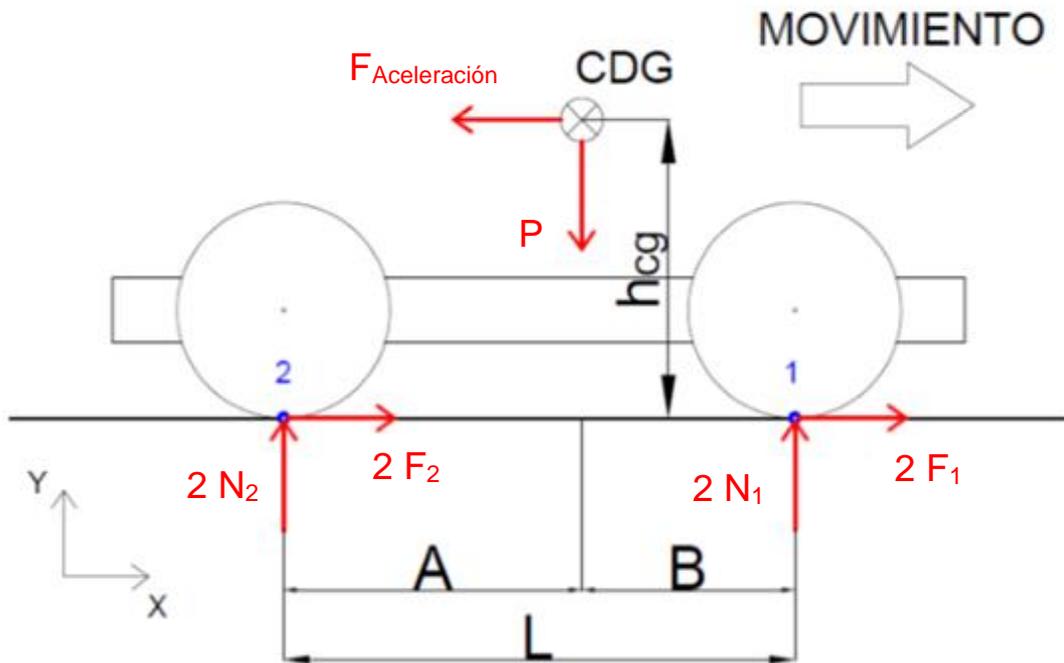


Figura N° 50. Diagrama de cuerpo libre en el caso de aceleración.

En el diagrama de sólido libre se destaca que cuando se acelera en un movimiento en el eje X, se produce la fuerza de aceleración en el centro de gravedad y tiene un sentido contrario al movimiento. También se observa el peso propio de la unidad (P), y en cada uno de los puntos de contacto entre el suelo y las ruedas se producen las respectivas fuerzas normales (N_i) y las fuerzas de tracción (F_i). De cada una de estas últimas fuerzas nombradas (normales y de tracción) hay cuatro de cada una de ellas por la cantidad de ruedas por eje, por lo que en cada suspensión interfieren las fuerzas que se producen en dos ruedas ya que las implementadas son duales.

Se considera una aceleración lo más perfecta posible, que va desde 0 a 80 km/h en un lapso de 40 segundos (valor relevado de diferentes pruebas realizadas a unidades similares). Por lo tanto la aceleración es igual a:

$$Velocidad = 80 \frac{km}{h} = 22,2 \frac{m}{s}$$

$$Tiempo = 40 \text{ segundos}$$

$$Aceleración (a_x) = \frac{Velocidad}{Tiempo} = \frac{22,2 \frac{m}{s}}{40 s} = 0,555 \frac{m}{s^2}$$

Entonces conociendo el valor de la aceleración, y considerando la masa total ($49.000kg$) como la sumatoria individual de la masa suspendida referida al chasis ($8.536kg$), la masa suspendida a transportar ($33.000kg$) y la masa no suspendida ($1.023kg$); las cuales son datos de entrada visibles en la tabla N°16. Se puede obtener el siguiente resultado:



$$F_A = m * a_x$$

$$F_A = 49.000 \text{ kg} * 0.555 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 27.195 \text{ N}$$

Se procede a realizar el planteo de las sumatorias de fuerzas en el eje horizontal, y en el eje vertical en el que ambos deben ser igual a cero, ya que se establece un estado de equilibrio.

$$\sum F_x = 0$$

$$2 * (F_1 + F_2) - F_A = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$2 * (N_1 + N_2) - P = 0$$

Luego se hace el cálculo de los momentos respecto a los puntos de contacto entre las ruedas y el suelo, en el cual debe ser igual a cero. Este se produce debida a que la fuerza de aceleración (F_A) genera un momento que depende directamente a las características del vehículo, y del modo en que acelera.

$$\sum M_0 = 0$$

$$(2 * N_2 * L) - (P * B) - (F_A * h_{CG}) = 0$$

Donde:

- F_A : fuerza producida por la aceleración.
- h_{CG} : altura del centro de gravedad respecto al suelo.
- L : distancia entre ejes.
- B : distancia en el eje horizontal desde el centro de gravedad hasta el punto de contacto entre las ruedas y el suelo, en este caso es en la zona delantera donde se ubica el perno rey.
- N_1 : transferencia de carga vertical en el punto de contacto entre la rueda y el suelo en el eje trasero que luego se lo descompone en 3, una para cada eje.
- N_2 : transferencia de carga vertical en el punto de contacto entre la rueda y el suelo en la zona delantera donde apoya el perno rey.
- P : peso total del semirremolque, es aplicada en el centro de gravedad.

De esta última ecuación se despeja y calcula el valor N_2 .

$$N_2 = \frac{(P * B) + (F_A * h_{CG})}{2 * L}$$



$$N_2 = \frac{(49.000 \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 22,798 \text{ m}) + (27.195 \text{ N} * 2,37\text{m})}{2 * 45,52 \text{ m}}$$

$$N_2 = 121.082 \text{ N}$$

Este es el resultado de la carga considerando a los 3 ejes en un único punto, por lo que si se lo divide por esta cantidad se obtiene la carga que afecta a cada suspensión.

$$N_2 = \frac{121.082 \text{ N}}{3 \text{ ejes}} = 40360 \text{ N}$$

Transferencia de Carga en Frenada

En el momento que se produce una acción de frenado, lo que se frena en principio son las ruedas pero todo el resto de componentes tienden a seguir el movimiento con el que venían, esto es debido a la inercia.

Para el estudio que se realiza se considera que el frenado es regular y que no interactúan fuerzas laterales, por lo que se propone que se efectúa en línea recta. Tampoco se tienen en cuenta tanto las acciones que mejoran el frenado (resistencia a la rodadura, aerodinámica, pendiente creciente), como las desfavorables (viento, o pendiente decreciente). Estos se podrían considerar midiendo la telemetría de la unidad tractora con el semirremolque en diferentes pruebas con unidades destinadas a ello.

La nombrada fuerza de inercia o de frenada interviene en el centro de gravedad del semirremolque, esta fuerza es paralela al plano de rodadura, y tiene el mismo sentido que el movimiento que se realiza, contrariamente a lo que sucede en el caso de la aceleración. El valor de esta fuerza inercial es igual a:

$$F_{Frenado} = m * a_x (Frenado)$$

Como se supone una frenada perfecta, la desaceleración es considerada iguala $1G = 9,81 \text{ m/s}^2$. Por lo tanto la fuerza de frenado (F_F) es:

$$F_{Frenado} = 49.000 \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 480.690 \text{ N}$$

Se plantea a continuación el diagrama de cuerpo libre con la misma nomenclatura que en el caso anterior, y se desarrollan las ecuaciones de equilibrio pertinentes utilizando los mismos parámetros específicos del semirremolque.

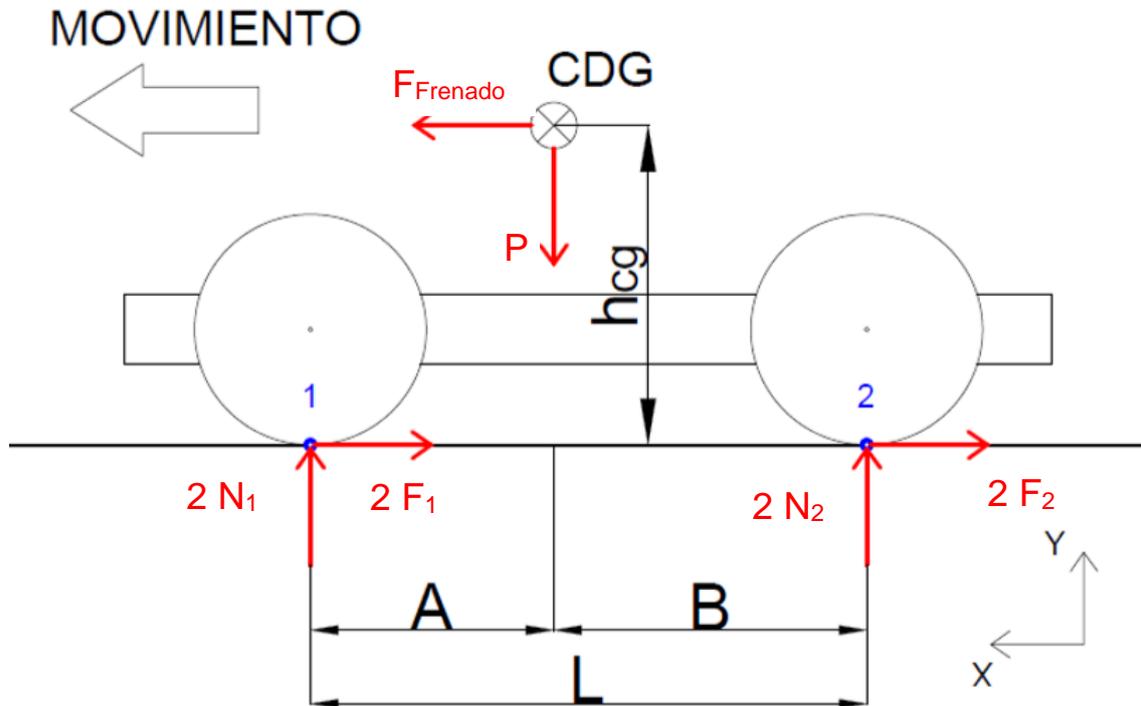


Figura N° 51. Diagrama de cuerpo libre en el caso del frenado.

$$\sum F_x = 0$$

$$F_F - 2 * (F_1 + F_2) = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$2 * (N_1 + N_2) - P = 0$$

$$\sum M_0 = 0$$

$$(2 * N_2 * L) - (P * B) - (F_F * h_{CG}) = 0$$

De la última ecuación se despeja la fuerza vertical (N_2) que actúa sobre la suspensión en el momento de la frenada.

$$N_2 = \frac{(P * B) + (F_F * h_{CG})}{2 * L}$$

$$N_2 = \frac{(49.000 \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 22,789 \text{ m}) + (480.690 \text{ N} * 2,37 \text{ m})}{2 * 45,52 \text{ m}}$$

$$N_2 = 132.840 \text{ N}$$



Este también es el resultado de la carga considerando a los 3 ejes en un único punto, por lo que si igualmente se lo divide por esta cantidad se obtiene la carga que afecta a cada suspensión.

$$N_2 = \frac{132.840 N}{3 \text{ ejes}} = 44.280 N$$

El método de cálculo es muy similar al ya realizado para el caso del reparto de carga en la aceleración. Aunque en este caso, el reparto de carga es mayor en la zona delantera y alivia a los ejes traseros; contrariamente a lo que sucede en el caso de la aceleración. Esto sucede también por la distancia que separan al centro de gravedad de la masa suspendida respecto al centro de gravedad de la masa no suspendida.

Cabe aclarar que en el caso del frenado, el periodo de tiempo en que se sucede esta acción es mucho menor que el tiempo que es necesario para lograr alcanzar la máxima velocidad permitida desde partida detenida. Es por ello que la fuerza vertical en la frenada es mayor que la fuerza presente en el caso de aceleración en aproximadamente un 10%. Este análisis es específico para el desarrollo de este semirremolque en particular, ya que en un automóvil de calle por ejemplo, la diferencia de estas fuerzas es menor debido a su mayor capacidad de aceleración.

6.3.4. SIMULACIÓN

Una vez realizado el diseño de la suspensión de paralelogramo deformable, y los pertinentes cálculos que permiten verificar, mejorar y simplificar el diseño inicial, se procede a realizar la simulación por medio del Método de Elementos Finitos en SolidWorks.

A cada uno de los principales componentes diseñados, como lo son el brazo superior, el brazo inferior y el porta maza, se les aplicarán las fuerzas que fueron obtenidas en el apartado de cálculo.

El material seleccionado para el brazo superior, el brazo inferior y las sujeciones que unen la suspensión al chasis son de Acero AISI 4118H, el cual es un acero aleado al Cromo-Molibdeno [1.7321 (20MoCr4)] el cual es conocido por su alta dureza y resistencia a la tensión, torsión y flexión, aun cuando actúan a la fatiga. En su composición el cromo es el metal que le da esa dureza adicional al acero, y el molibdeno es el metal que ayuda a la distribución uniforme de ambos metales con el acero y proporciona la mayor resistencia. Por sus propias características de composición es esencialmente útil en el formado de partes, responde a todos los tratamientos térmicos y es simple de maquinar aún después de ser tratado.



Tabla N° 19: Composición y propiedades del material de las parrillas y las fijaciones.

Acero Aleado AISI 4118H - 1.7321 (20MoCr4)			
Propiedades Químicas	Peso (%)	Propiedades Mecánicas	
Mn	0,7 - 1	Sy	6500 kg/cm ²
Mo	0,4 - 0,5	Su	9000 kg/cm ²
Cr	0,3 - 0,6	E	2100000 kg/cm ²
C	0,14 - 0,22	G	790000 kg/cm ²
P	0 - 0,04	Densidad	7800 kg/m ³
Si	0 - 0,4	Conductivida Termica	14 W/(m.K)
S	0 - 0,04	Coefficiente de Poisson (u)	0,28

Por otro lado, el material implementado para el porta maza es la aleación de Aluminio 7050-T7451. El 7050 se caracteriza por su dureza y la resistencia a la corrosión. Tiene la capacidad de mantener sus propiedades de resistencia en las secciones más gruesas, al mismo tiempo conservando una baja corrosión bajo tensión y tenacidad a la fractura. Es un material ampliamente utilizado en la industria aeronáutica.

La denominación T7451 refiere al temple, el cual se realiza en dos etapas y con él se obtiene una mejor resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensiones y una gran resistencia a la exfoliación en los niveles de fuerza ligeramente más bajos.

Tabla N° 20: Composición y propiedades principales del material del porta maza.

Aleación de Aluminio 7050 T7451			
Propiedades Químicas	Peso (%)	Propiedades Mecánicas	
Al	89	Sy	4700 kg/cm ²
Zn	5,7 - 6,7	Su	5250 kg/cm ²
Cu	2 - 2,6	E	720000 kg/cm ²
Mg	1,9 - 2,6	G	269000 kg/cm ²
Fe	0,15	Densidad	2380 kg/m ³
Si	0,12	Conductivida Termica	157 W/(m.K)
Mn	0,1	Coefficiente de Poisson (u)	0,33

De esta manera, una vez especificado los materiales aplicados se prosigue a la pertinente simulación de los componentes.

Brazo Superior

El brazo superior está solicitado a mayores exigencias en el estado de aceleración, ya que cuando toda la estructura tiende a cargar los ejes traseros, el conjunto suspensión-amortiguador de los ejes traseros busca el equilibrio realizando un esfuerzo en el sentido contrario a las cargas sobre los ejes, por lo que el amortiguador tiende a comprimirse y los brazos a subir para restablecer continuamente la posición de diseño del chasis. Al elevarse los brazos, el superior tiene un tope máximo hasta donde desplazarse, y es a partir de allí que este comienza a flexionarse. Por lo tanto, el brazo superior sometido a flexión bajo la máxima carga producida es la que se utiliza para realizar la simulación.

Como ya se ha calculado previamente, el valor de la máxima fuerza que interviene en la suspensión al acelerar es de 40360 N y tiene un sentido vertical positivo hacia arriba por lo detallado en el párrafo anterior, y además se aplica en el punto de contacto con el porta maza ya que es lugar donde se vincula y se transfiere la carga. Una vez establecido esto es posible desarrollar la simulación correspondiente.

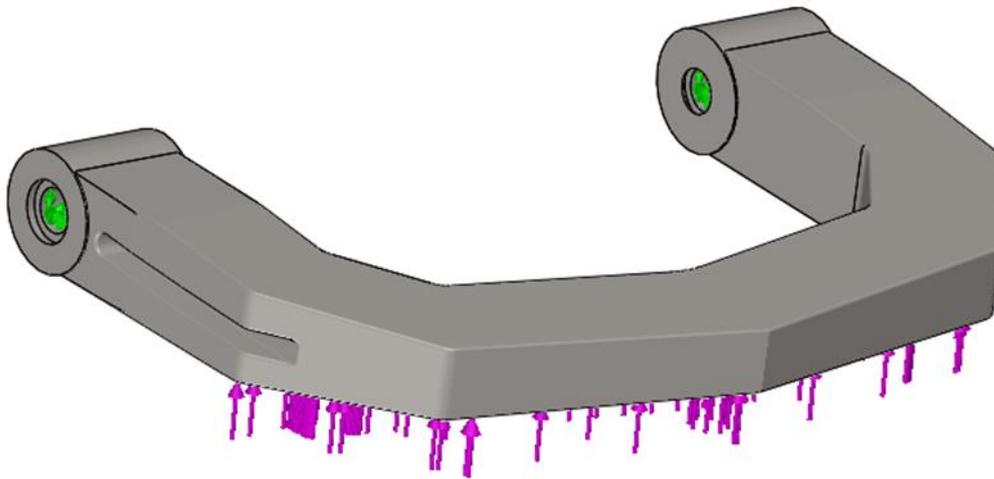


Figura N° 52. Modelo físico de parrilla superior con sujeciones y cargas correspondientes.

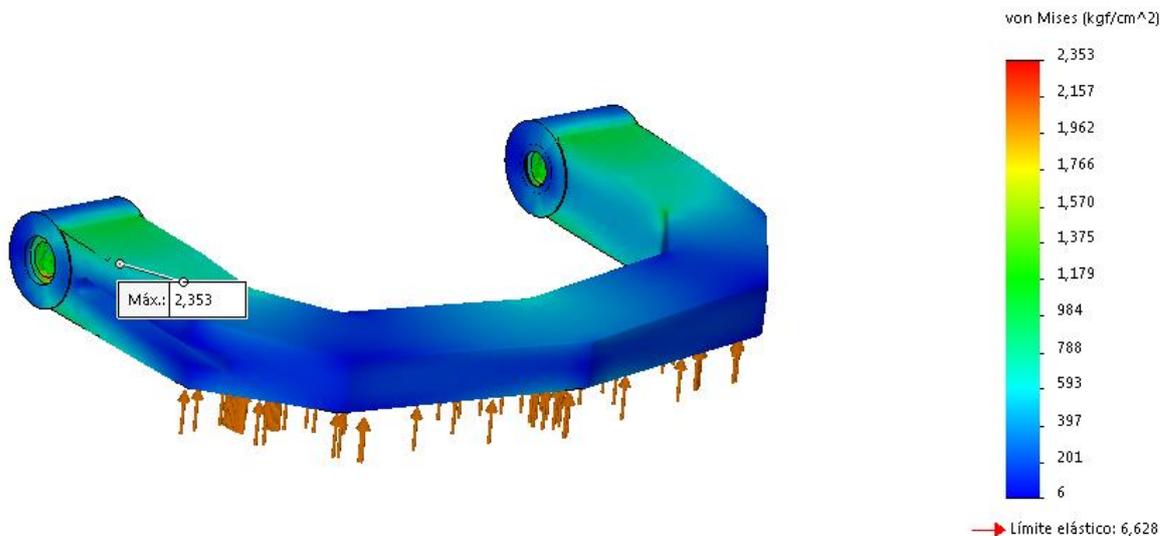


Figura N° 53. Tensiones producidas en la parrilla superior bajo cargas del estado de aceleración.

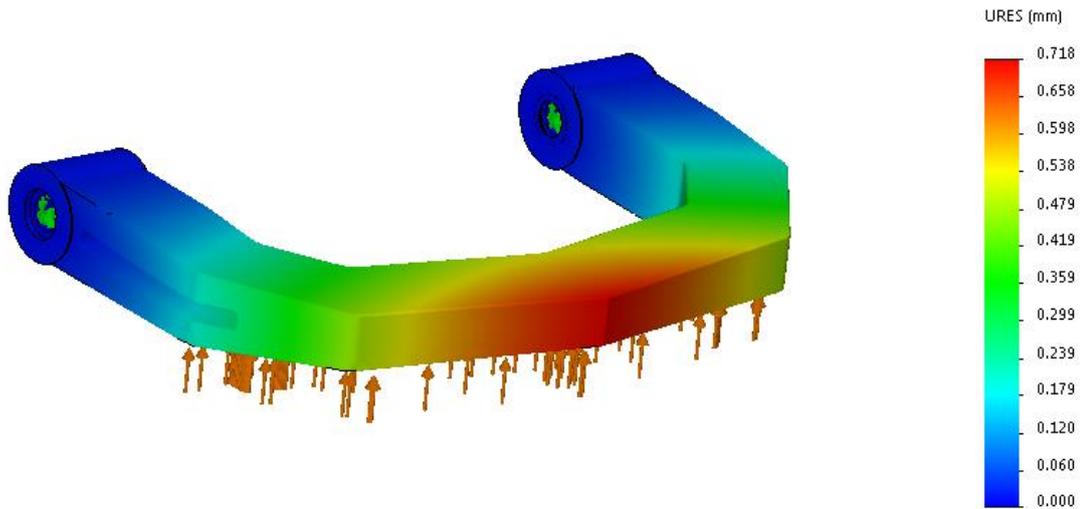


Figura N° 54. Deformaciones producidas en la parrilla superior bajo cargas del estado de aceleración.

Se destaca de las simulaciones realizadas que las máximas tensiones y deformaciones se producen alrededor de los puntos de sujeción. Además de que los valores arrojados de las tensiones no superan la tensión de fluencia del material (20MoCr4) y que las deformaciones máximas no llegan ni a un milímetro. Por lo tanto, esta pieza cumple con las exigencias máximas que potencialmente pueden presentarse.

Brazo Inferior

El modo de analizar las fuerzas que afectan al brazo inferior es muy similar al caso anterior, a diferencia que este componente es solicitado a mayores carga en el caso de frenada, en el cual sucede que se carga la zona delantera y los ejes traseros debido a la inercia del chasis tienden a aliviar carga, por lo que el trabajo que debe hacer el conjunto suspensión-amortiguador es de extensión, y con el objetivo de mantener el equilibrio de la estructura a medida que tienda a elevarse la parte trasera del chasis, el conjunto de la suspensión y el fuelle neumático realizan un esfuerzo inverso. En este caso es el brazo inferior que tiene un ángulo máximo de trabajo que una vez superado comienza a flexionarse. Este estado de carga también será simulado bajo la mayor carga que potencialmente pueda producirse, la cual es de 44280N que actúa de manera vertical negativa hacia abajo y es aplicada en el punto de contacto con el porta maza.

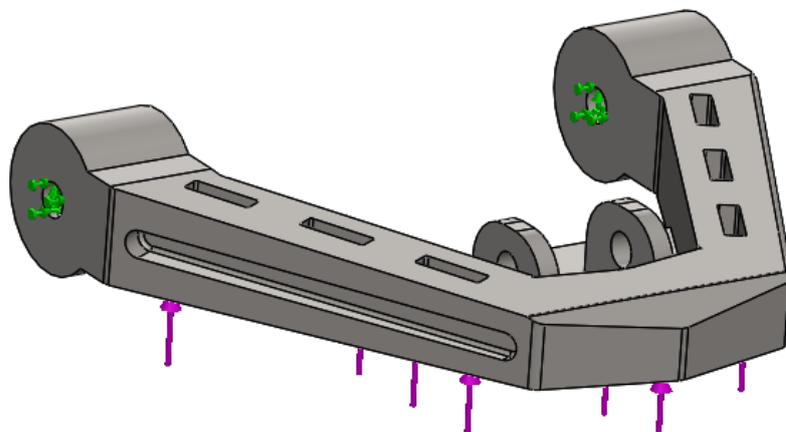


Figura N° 55. Modelo físico de parrilla inferior con sujeciones y cargas correspondientes.

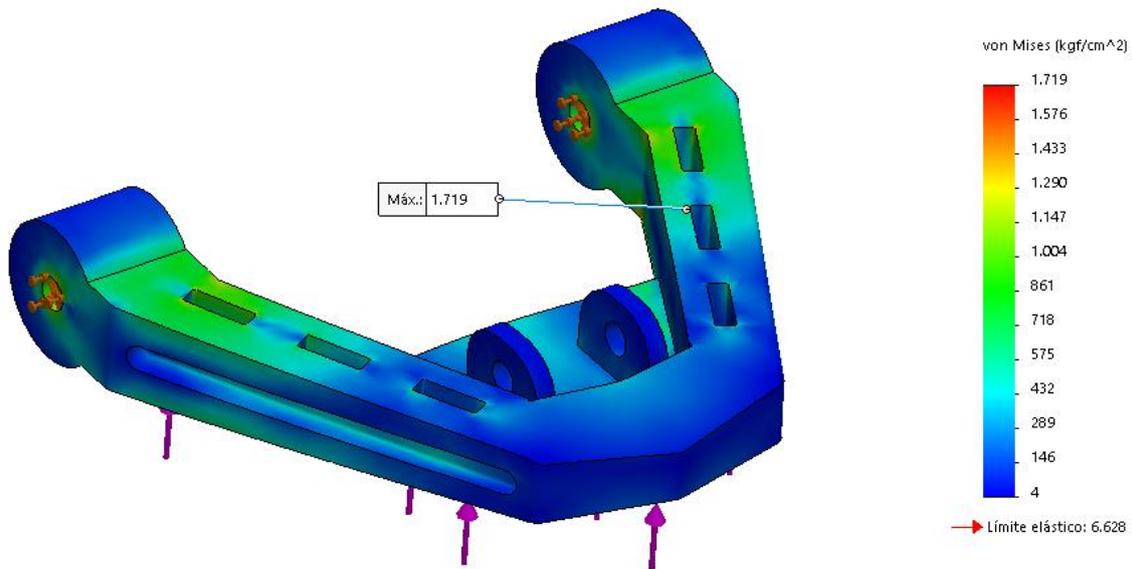


Figura N° 56. Tensiones producidas en la parrilla inferior bajo carga del estado de frenado.

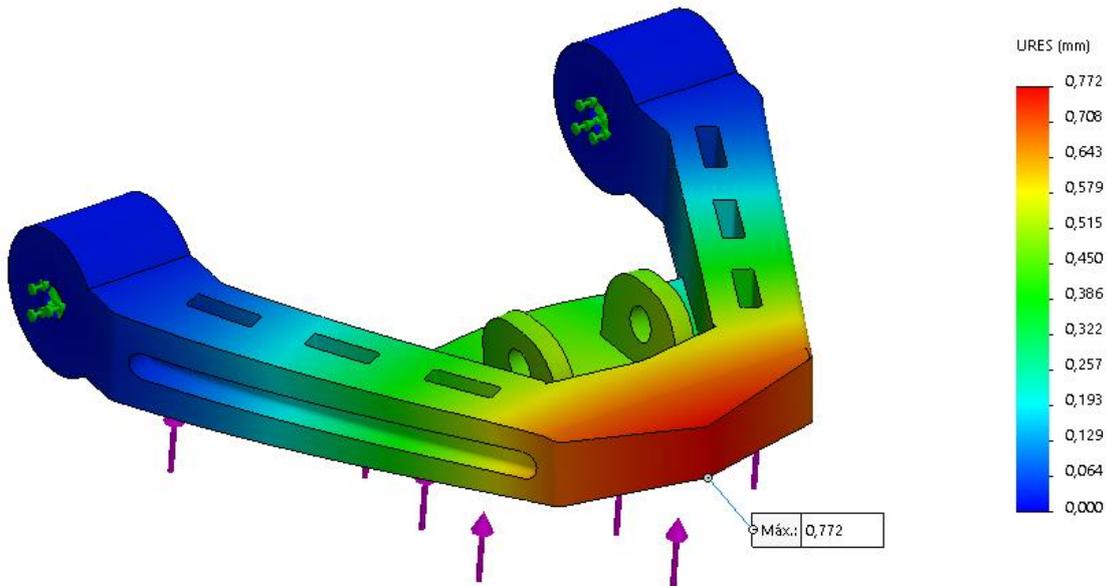


Figura N° 57. Deformaciones producidas en la parrilla inferior bajo carga del estado de frenado.

De igual manera al caso anterior, se consideran los resultados lo suficientemente óptimos como para verificar el diseño realizado, ya que la tensión producida que es alrededor de la sujeciones no supera la tensión de fluencia del material, y además la máxima deformación producida tampoco llega al milímetro. Además, se destaca que el brazo inferior es al que mayor exigencia estará solicitada, pero esto no se debe únicamente a que se encuentra sometida a mayor carga sino que su longitud es mayor al brazo superior, por lo que también la deformación es más elevada.



Porta Maza

Por último se realiza la simulación del porta maza, este elemento es el primero en recibir las fuerzas externas actuantes y transmitirlas a los demás componentes. Esta pieza se caracteriza por recibir fuerzas verticales de diferentes magnitudes y direcciones, como lo son por ejemplo en el caso de la aceleración y en el del frenado. Y además se le aplican fuerzas laterales como lo es la producida en el paso por curva que se calculó con anterioridad y tiene una magnitud relativamente mayor a las fuerzas verticales. De todos modos con el fin de verificar las exigencias más severas y en más de un plano de acción, es que se utilizan las fuerzas obtenidas para el caso del paso por curva y para el de frenado para realizar las simulaciones; siendo este el caso en el que la unidad se encuentra frenando y transitando por una curva, estimando las condiciones más perjudiciales para el porta maza.

A continuación se realiza esta simulación en la cual a la pieza se le aplican la fuerza centrífuga (color roja) que actúa en el mismo sentido que el eje de las ruedas y es igual a 237825N, y además actúa la fuerza vertical (color azul) que se produce en sentido radial a las ruedas, es decir que es transversal a la fuerza centrífuga, y tiene una magnitud de 44280N.

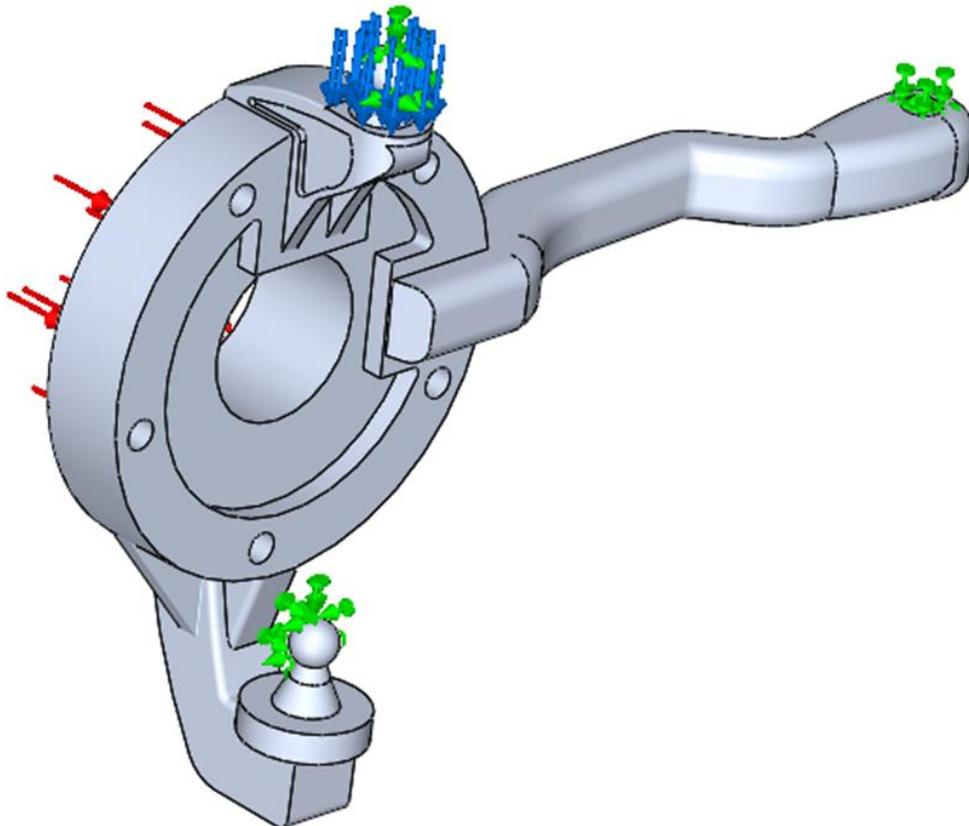


Figura N° 58. Modelo físico del porta maza con sujeciones, carga axial y radial correspondiente.

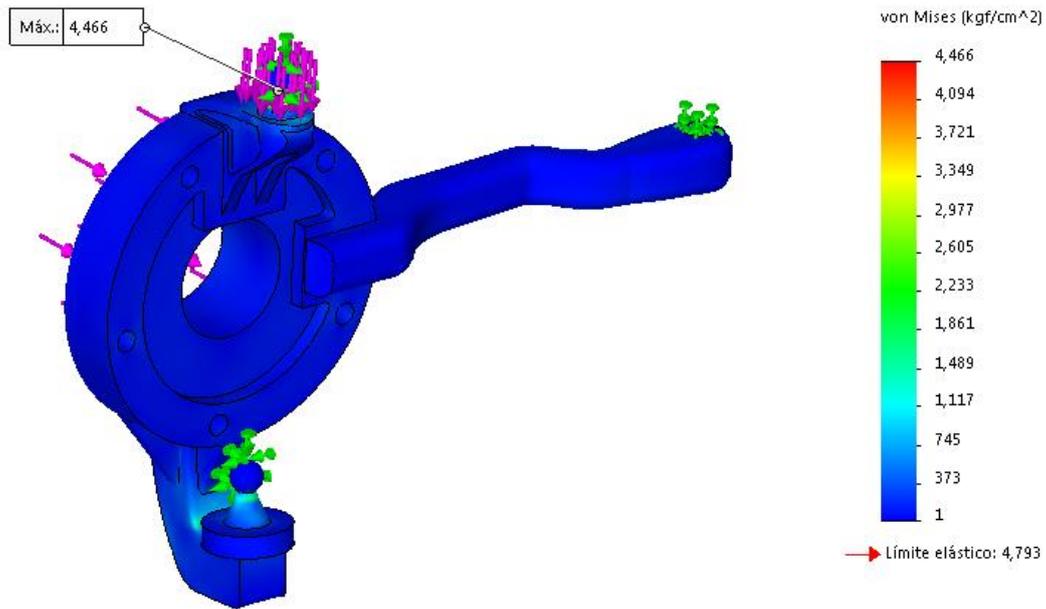


Figura N° 59. Tensiones producidas en el porta maza en el estado de paso por curva y frenando.

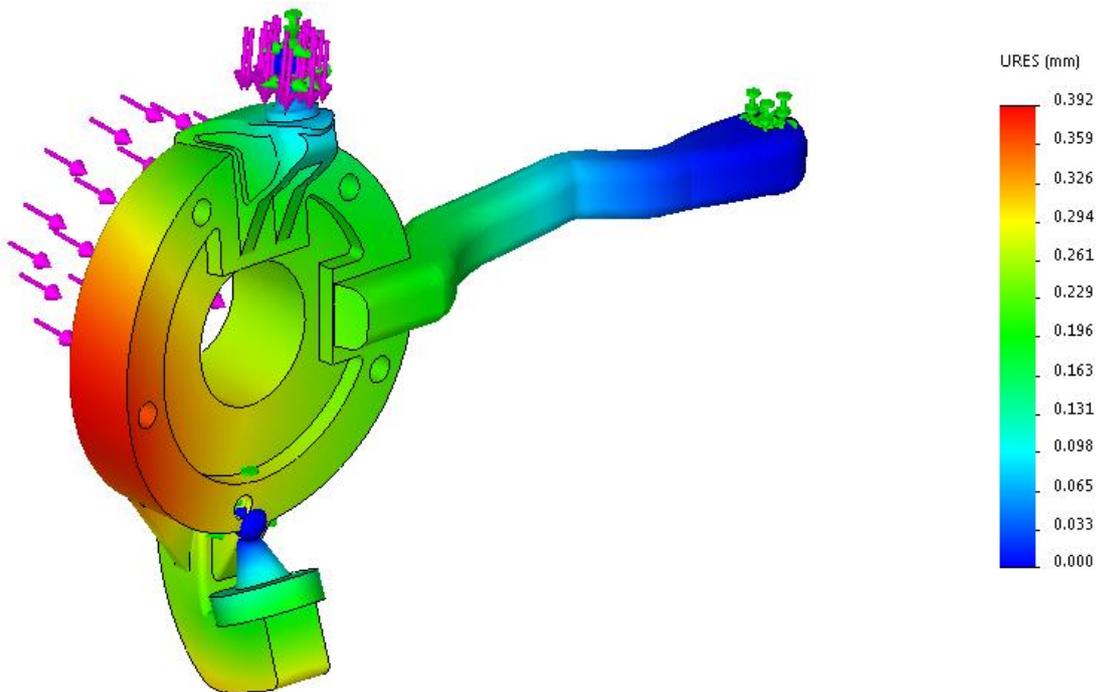


Figura N° 60. Deformaciones producidas en el porta maza bajo carga del estado de paso por curva y frenando.

Como conclusión general de las simulaciones realizadas, se puede acentuar en que a pesar de que las pruebas están realizadas bajo las máximas condiciones que potencialmente se pueden presentar, ningún componente está cerca de sobrepasar su límite de fluencia, y ninguna deformación supera el milímetro. Es más, cuando todas las piezas trabajen como un conjunto, y que asimismo se vinculen las sujeciones soldadas al chasis, se producirá un gran aumento de la rigidez y disminuirá las deformaciones



producidas a cada una de las piezas verificadas. Y de la misma manera se pueden mejorar estos aspectos gracias al constante reparto de cargas que se producirá en la estructura.

Por lo tanto, se consideran a estos resultados como aceptables para su empleo. Hasta aquí llega el desarrollo de la suspensión de paralelogramo deformable para el semirremolque extensible de cargas especiales. Donde en este desarrollo se realizó toda la parte de análisis, diseño, estudio estático como dinámico y de simulación correspondiente; del cual se obtuvo un resultado satisfactorio que puede implementarse como base de un desarrollo más específico e intensivo. Este debería realizarse en función de ensayos dinámicos en el cual a través de la experiencia y múltiples pruebas en el campo de aplicación se efectúen los ajustes y mejoras que se crean necesarias. Además se debería realizar en conjunto un estudio de oscilaciones, resonancia y vibraciones de componentes para definir detalladamente un estudio completo.

6.4. AMORTIGUACIÓN NEUMÁTICA

El sistema de amortiguación neumática es de los más utilizados hoy en día ya que se caracteriza por aumentar la carga útil de la configuración, ya que la Ley Nacional de Tránsito permite aumentar de 10,5 a 11 toneladas de carga por eje. Estos utilizan aire comprimido en el interior de las cámaras que se encuentran ubicadas entre el eje y el chasis del vehículo. Estos fuelles tienen la función de absorber todas las irregularidades del camino, y su presión es ajustada por una válvula reguladora.

Este tipo de amortiguación tiene la ventaja de repartir mejor la carga entre todos los ejes, permitiendo asemejarse a la distribución teórica que es aplicada en los procesos de cálculo. Además permite configurar la altura del semirremolque por medio de la variación de la altura del fuelle, esto es importante al momento de la carga y descarga de la unidad. También se identifica este componente de la suspensión por permitir mantener una altura lo más constante posible cuando el semirremolque se encuentra circulando, aumentando la seguridad, el confort de marcha, así como el menor movimiento de las cargas.

La principal diferencia con la suspensión mecánica es que el sistema neumático posee una rigidez variable, lo que permite que el equipo trabaje adecuándose a la carga a la que esté sometido ya que a medida que esta aumenta, también lo hace la rigidez.

Por lo tanto, la elección de implementar la amortiguación neumática se basa en los siguientes aspectos:

- Buena absorción de cargas de impacto producidas por las irregularidades del camino.
- La carga es distribuida en cada eje con mayor regularidad.
- Se pueden aplicar diferentes alturas a las que puede regularse el semirremolque.
- El confort, la estabilidad, y la alineación de los ejes.
- Buena resistencia al vuelco en caminos inclinados.
- Las cargas dinámicas producidas al trasladarse debido a las constantes aceleraciones y desaceleraciones que se efectúan son absorbidas óptimamente.



- Se producen menos vibraciones que tienen que ser soportadas por el neumático. Esto conlleva a un mejor desgaste del neumático ya que esto se realiza de forma más pareja, como también permite el aumento de la vida útil de componentes.
- Cuando no se transporten cargas, es común que el equipo se encuentre más alto porque hay menos peso empujando la suspensión hacia abajo y en consecuencia esto es negativo por el aumento de la resistencia al viento, y por un mayor balanceo de la plataforma. Con la suspensión neumática es posible variar la altura del semirremolque, por lo que se puede lograr tener una menor altura de marcha, lo que representa una mejor aerodinámica y una menor distancia entre centros de masa.
- Además también se puede ajustar la altura en función de la velocidad, obteniendo una leve reducción de consumo de combustible.
- Es posible adaptarlo al sistema de suspensión independiente desarrollado, obteniendo un conjunto final con menos componentes, moderno y de vanguardia.

6.4.1. CÁLCULO DE LOS FUELLES NEUMÁTICOS

Para obtener el diámetro necesario que debe tener el fuelle, se debe aclarar que hay dos fuelles cilíndricos por eje, donde la máxima carga que soportaran son la que reglamenta la norma que es de 11.000kg por eje. Si además se considera una sobrecarga del 10 % se tiene una carga total de 12.100 kg, lo que serían 6.050 kg en cada fuelle de los dos que hay por eje, considerando que se reparte equitativamente la carga en cada uno de ellos.

La presión que se le suministra a los pulmones neumáticos, depende del compresor que utilice el vehículo tractor para generar la presión del aire. Esta presión de trabajo que se establece para los procesos de cálculo es igual a 6 kg/cm², valor que se encuentra entre el rango estándar de las presiones implementadas comúnmente. Una vez aclarado esto se procede a determinar el diámetro necesario que requiere el fuelle:

$$\begin{aligned} \text{Presión} &= \frac{\text{Fuerza}}{\text{Area}} \\ P &= \frac{F}{\frac{\pi * \emptyset^2}{4}} \\ \emptyset &= \sqrt{\frac{F * 4}{P * \pi}} = \sqrt{\frac{6.050kg * 4}{6 \frac{kg}{cm^2} * \pi}} \\ \emptyset &= 35,83 \text{ cm} = 358,3mm \end{aligned}$$

Se considera que el área obtenida con este diámetro es la efectiva del fuelle para compensar el desequilibrio producido por las máximas cargas sobre el eje.



Aunque estos fuelles son comerciales y se proveen en dimensiones estándar, por lo que no es simple hallar un fuelle con el diámetro calculado. Por lo que analizando los catálogos de los fabricantes que fabrican y/o comercializan estos productos, se selecciona un fuelle cilíndrico con las siguientes características:

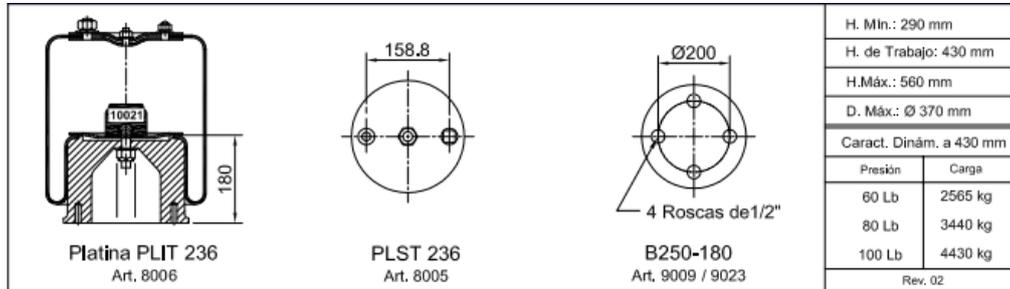


Figura N° 61. Características principales del fuelle.

- *Altura de Trabajo:* 430mm
- *Diámetro Máximo:* 370mm
- *Diámetro de Boca:* 200mm

Una vez ya determinado esto, se procede a plasmar en el siguiente esquema el circuito correspondiente a la neumática necesaria para una correcta amortiguación en el conjunto de la suspensión. En él se pueden diferenciar los componentes, su distribución y conexiones pertinentes.

REFERENCIAS

1. *Entrada de aire procedente del compresor*
2. *Deposito húmedo*
3. *Depósito de aire para la suspensión*
4. *Válvula limitado de presión*
5. *Válvula de cuatro vías de circuito neumático de frenos*
- 6.7. *Válvulas de seguridad*
8. *Válvula de alivio*
9. *Manómetro*
10. *Conducto de alimentación*
11. *Válvula de alivio*
12. *Válvula antirretorno*
13. *Conducto hacia la válvula solenoide*
14. *Válvula de solenoide*
15. *Válvula de nivel*
16. *Fuelles neumáticos*
17. *Válvulas de acceso manual*
18. *Mando eléctrico de la válvula manual*
19. *Válvula limitadora de altura*
20. *Válvula de seguridad*
21. *Racores de presión*
22. *Grifos de vaciado de los depósitos*
23. *Filtro de aire*
24. *Válvula del corrector de frenada*
25. *Silenciador*

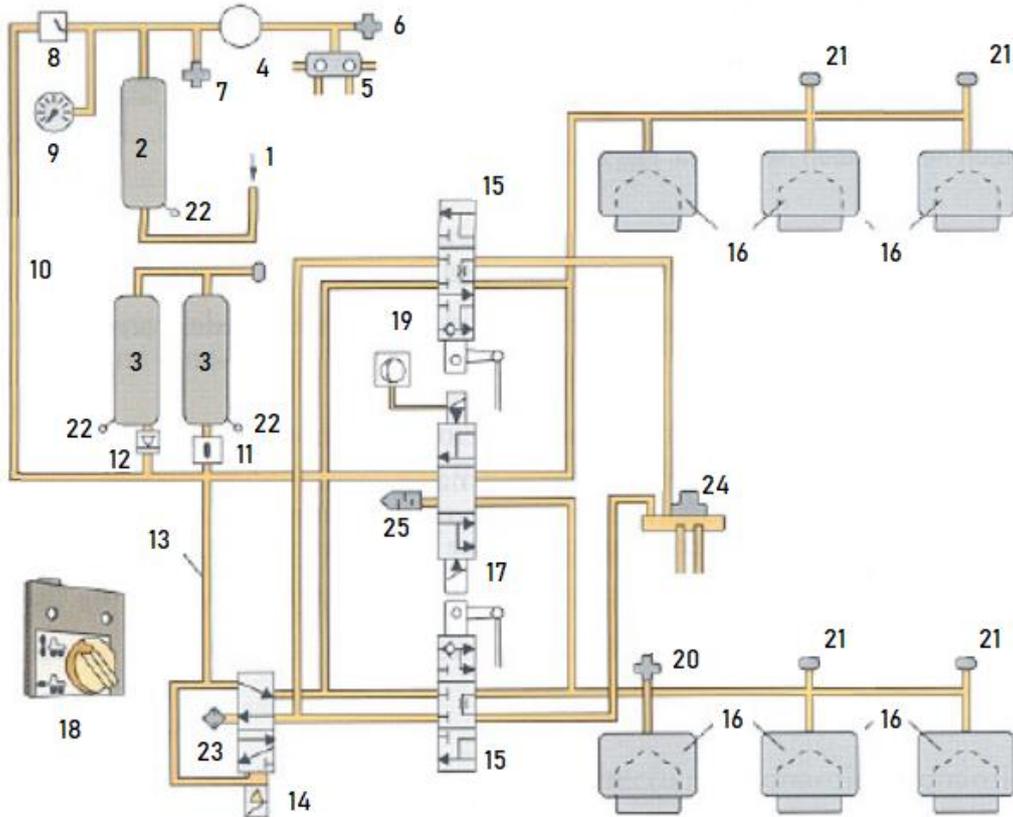


Figura N° 62. Esquema del circuito pertinente a la suspensión neumática.

6.5. RODAMIENTOS EN LA PUNTA DE EJE

La punta de eje en sí se ubica en los extremos de los ejes independientes, permitiendo alojar y fijar los rodamientos. Estos rodamientos son un componente de suma importancia ya que permiten que las ruedas giren correctamente, tomando las cargas que se presenten y lograr la traslación del semirremolque.

Lo primero que se debe realizar para el cálculo y selección del rodamiento que cumpla con las condiciones de servicio más extremas, es establecer claramente las fuerzas que solicitan al rodamiento. Estas fuerzas serán radiales y axiales:

- La carga axial que es aplicada en los rodamientos es la misma producida por la fuerza centrífuga que actúa por cada eje, la cual ya fue calculada en el apartado 6.3, en el que su módulo es de $237.825N$ que deben distribuirse entre los cuatro neumáticos que hay en cada eje. Por lo tanto, el valor de la carga axial para el cálculo es igual a $59.457N$ ($6.061kg$).
- La carga radial sobre los rodamientos es la que se calculó en el apartado de la situación de frenado del semirremolque (también dentro del apartado 6.3), donde se produce una fuerza de $44.280N$ ($4.514kg$) actuante por cada suspensión, y a su vez cada una de ellas posee dos rodamientos por lo que si se la divide por la mitad a esta carga, se obtiene una carga radial de $22.140N$ ($2.257kg$).



Una vez determinadas estas cargas se verifica que el diámetro de la punta de eje cumpla con las exigencias establecidas, este es un dato fundamental conocer para posteriormente proceder en el cálculo y selección de rodamientos. La punta de eje se realiza con Acero SAE 1045 que es uno de los aceros más comunes, el cual posee una tensión de fluencia de 4148 kg/cm², y se aplicara un coeficiente de cálculo (N) igual a 5 para cargas de impacto (extraído de V. M. Faires). Por lo tanto, el esfuerzo de cálculo es igual a:

$$S_d = \frac{S_y}{N} = \frac{4.148 \frac{kg}{cm^2}}{5} = 830 \frac{kg}{cm^2}$$

La punta de eje está sometida a un esfuerzo de flexión que es producido por el momento flector provocado por la carga radial que se encuentra aplicada a una distancia de 19,5mm al extremo de la punta de eje. Además también está sometida la punta de eje a un esfuerzo de compresión axial, por lo que se tiene un caso de flexión compuesta. Debido a ello se plantea la ecuación correspondiente y se despeja el valor del diámetro necesario.

$$S_d = \frac{M_f}{W} + \frac{F}{A}$$

$$830 \frac{kg}{cm^2} = \frac{2.257 * 1,95cm}{\frac{\pi * \emptyset^3}{32}} + \frac{6.061 kg}{\frac{\pi * \emptyset^2}{4}}$$

$$830 \frac{kg}{cm^2} = \frac{44.830 kg.cm}{\emptyset^3} + \frac{7.417 kg}{\emptyset^2}$$

$$830 \frac{kg}{cm^2} = \frac{44.830 kg.cm * \emptyset^2 + 7.417 kg * \emptyset^3}{\emptyset^5}$$

$$830 \frac{kg}{cm^2} * \emptyset^5 - 7.417 kg * \emptyset^3 - 44.830 kg.cm * \emptyset^2 = 0$$

$$\emptyset^2 * \left(830 \frac{kg}{cm^2} * \emptyset^3 - 7.417 kg * \emptyset - 44.830 kg.cm \right) = 0$$

$$\left(830 \frac{kg}{cm^2} * \emptyset^3 - 7.417 kg * \emptyset - 44.830 kg.cm \right) = 0$$

$$\emptyset = 4,56cm = 45,6mm$$

El diámetro que debe tener la punta de eje es de 88,9mm ya que es la dimensión estándar que se utiliza normalmente. Por lo tanto, el diámetro calculado al ser menor a los 88,9 mm significa que se solventaran los esfuerzos presentados, y de esa manera se

suplirá bastamente con las condiciones de servicio establecidos. En función de este dato se continúa con el cálculo de los rodamientos.

Cada punta de eje alojara dos rodamientos de una hilera de rodillos cónicos que van montados en posición opuesta entre sí, disposición mayormente conocida como “espalda con espalda”. Esto permite que los rodamientos no tengan juego, tolerando menos las desalineaciones siendo así una disposición rígida, y principalmente al ser cónicos de rodillos se logra soportar tanto las fuerzas radiales como axiales en ambas direcciones debido a estar opuestos.

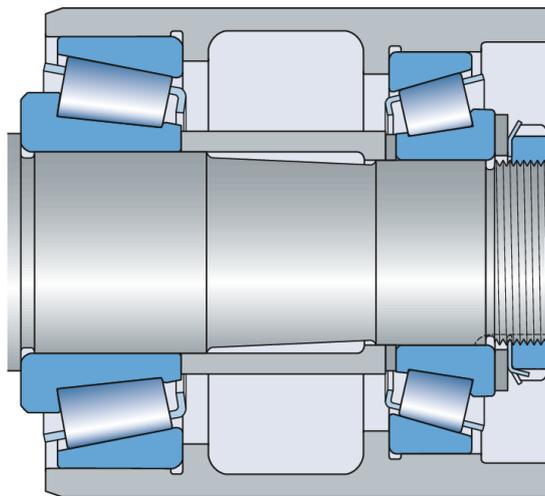


Figura N° 63. Rodamientos cónicos de una hilera, dispuestos espalda con espalda.

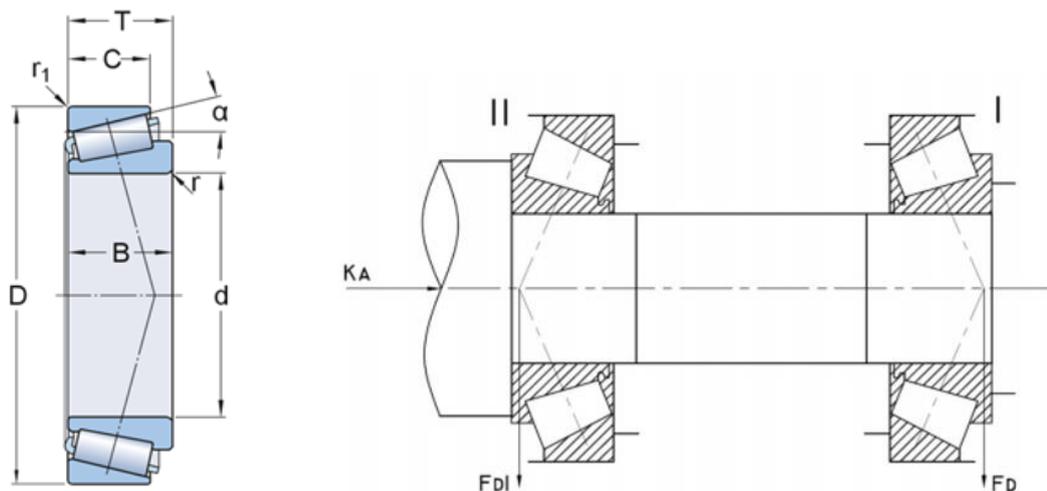


Figura N° 64. Nomenclatura de dimensiones principales y disposición de los rodamientos.

Lo que se realiza a continuación es proponer ambos rodamientos y verificar si bajo las condiciones de servicio solicitadas superan la cantidad de horas de vida útil mínimo. Los rodamientos seleccionados y sus características principales se encuentran a continuación.



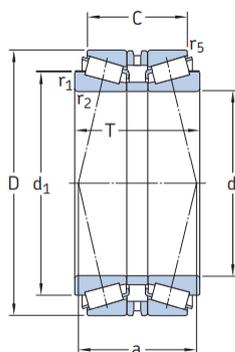
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Villa María

Tabla N° 21: Selección en catálogo de rodamientos implementados y sus características.

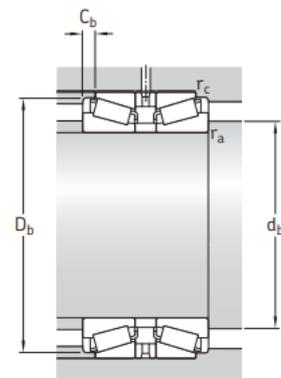
Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designación
d	D	T	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	r. p. m.		kg	-
40	90	72	147	190	21,6	4 800	8 000	1,9	30308T72 J2/QDBC220
75	130	70	238	355	41,5	3 000	5 000	3,25	30215T70 J2/DBC270
	130	80	275	425	49	3 000	5 000	6,8	32215T80 J2/QDB
80	140	78	319	490	57	2 800	4 500	4,45	32216T78 J2/QDBC110
85	130	66	238	450	51	2 800	4 800	2,7	32017T66 X/QDBC280
	150	71	303	440	51	2 600	4 300	4,1	30217T71 J2/QDB
90	190	103	457	630	73,5	1 900	3 400	12,5	31318T103 J2/DB31
	180	108	539	880	96,5	2 200	3 600	10,5	32220T108 J2/DB
	180	140	539	880	96,5	2 200	3 600	12,5	32220T140 J2/DB11
110	170	84	402	780	85	2 200	3 600	6,5	32022T84 X/QDBC200

Dimensiones						Dimensiones de resaltes y radios de acuerdo					Factores de cálculo			
d	d ₁	C	r _{1,2} min.	r ₅ min.	a	d _b min.	D _b min.	C _b min.	r _a máx.	r _c máx.	e	Y ₁	Y ₂	Y ₀
mm						mm					-			
40	62,5	61,5	2	0,6	50	49	82	5	2	0,6	0,35	1,9	2,9	1,8
75	99,6	59,5	2	0,6	69	84	124	5	1,5	0,6	0,43	1,6	2,3	1,6
	100	67,5	2	0,6	72	84	125	6	2	0,6	0,43	1,6	2,3	1,6
80	106	63,5	2,5	0,6	68	90	134	7	2	0,6	0,43	1,6	2,3	1,6
85	108	52	1,5	0,6	64	92	125	7	1,5	0,6	0,44	1,5	2,3	1,4
	112	58,5	2,5	0,6	71	95	141	6,5	2	0,6	0,43	1,6	2,3	1,6
90	138	70	4	1	124	105	179	16,5	3	1	0,83	0,81	1,2	0,8
	100	136	88	3	1	92	112	171	10	2,5	1	0,43	1,6	2,3
	136	120	3	1	124	112	171	10	2,5	1	0,43	1,6	2,3	1,6
110	140	66	2,5	0,6	80	121	163	9	2	0,6	0,43	1,6	2,3	1,6

Tabla N° 22: Características principales de los rodamientos seleccionados.



	RODAMIENTO
Designación	31318T103 J2/DB31
C [kN]	457
Co [kN]	630
Diametro interno (d) [mm]	90
Ancho (C) [mm]	70





Al interferir tanto una carga radial (F_r) y otra axial (F_a), se deben combinar ambas con el fin de obtener los factores de carga correspondientes y posteriormente con ellos la carga dinámica equivalente (P). Para obtenerlos se debe realizar la relación entre ambas fuerzas:

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{6.061 \text{ kg}}{2.257 \text{ Kg}} = 2,69$$

Este resultado es el mismo para ambos rodamientos que se instalan ya que en estos actúan las mismas cargas.

Es importante ahora conocer la carga dinámica equivalente (P), y para ello primero hay que conocer el factor dinámico de carga radial (X) y el factor dinámico de carga axial (Y), para ello se debe comparar el valor “ e ” de cada rodamiento que propone SKF, con la relación F_a/F_r previamente obtenida.

Rodamiento I:

$$\frac{F_a}{F_r} > e$$
$$2,69 > 0,83$$

Por lo tanto:

$$X = 0,4 ; Y_1 = 0,81$$

Rodamiento II:

$$\frac{F_a}{F_r} > e$$
$$2,69 > 0,83$$

Por lo tanto:

$$X = 0,4 ; Y_2 = 1,2$$

Ahora si es posible plantear y resolver la ecuación de la carga dinámica equivalente (P). El valor de P que se obtiene para cada uno de los rodamientos que forman la disposición espalda con espalda es la siguiente:

$$P_1 = X * F_r + Y_1 * F_a$$

$$P_1 = 0,4 * 2.257 \text{ kg} + 0,81 * 6.061 \text{ kg} = 5.812 \text{ kg}$$

$$P_2 = X * F_r + Y_2 * F_a$$

$$P_2 = 0,4 * 2.257 \text{ kg} + 1,2 * 6.061 \text{ kg} = 8.176 \text{ kg}$$

A su vez se busca obtener el valor de la carga estática equivalente (P_o), planteando la siguiente ecuación:

$$P_o = X_o * F_r + Y_o * F_a$$



Donde:

X_o : Factor estático de carga radial.

Y_o : Factor estático de carga axial.

El valor de estos coeficientes depende del tipo de rodamiento. Para este caso que son rodamientos de rodillos cónicos de una hilera se tiene un X_o igual a 0,5; y el Y_o a su vez depende de la relación F_a / F_r , y del diámetro del rodamiento. El valor de Y_o es extraído del catálogo y es igual a 0,8 para los rodamientos. A partir de ello se obtendrán un valor de carga estática equivalente (P_o) para ambos rodamientos.

$$P_{o1} = C_{o1} = 0,5 * 1970kg + 0,8 * 5080kg = 5557kg = 54,5kN$$

$$P_{o2} = C_{o2} = 0,5 * 1970kg + 0,8 * 5080kg = 5557kg = 54,5kN$$

La igualdad con la capacidad de carga estática (C_o) se debe a que el funcionamiento que tendrán los rodamientos es posible considerarlo como normal.

Ahora que se conocen tanto la capacidad de carga dinámica (C) de cada rodamiento (extraído de la tabla del fabricante) y la ya calculada carga equivalente (P) sobre los rodamientos, es posible obtener la duración nominal (L) de cada rodamientos en millones de revoluciones como unidad.

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

Donde “p” es un factor que es igual a 10/3, este valor proviene de numerosos ensayos de duración y múltiples investigaciones teóricas realizadas por el fabricante para determinar que para rodamientos de rodillos es el valor que mejor se adapta a las condiciones de cálculo. A la relación entre paréntesis de la ecuación, que es la capacidad de carga dinámica (C) y la carga equivalente sobre el rodamiento (P), se la denomina seguridad de carga (S_c).

Por lo tanto ahora se procede a resolver la ecuación anterior para cada rodamiento.

Rodamiento I:

$$L = \left(\frac{46.585 \text{ kg}}{5.812 \text{ kg}}\right)^{\frac{10}{3}} = 1.030 \text{ Mrev}$$

Rodamiento II:

$$L = \left(\frac{46.585 \text{ kg}}{8.176 \text{ kg}}\right)^{\frac{10}{3}} = 330 \text{ Mrev}$$

A continuación se realiza la verificación de que los rodamientos cumplan las horas de servicio mínima. Para ello se debe plantear la siguiente igualdad y obtener el valor pertinente.



$$L = \frac{60 * n * L_h}{1x10^6}$$

$$L_h = \frac{L * 1x10^6}{60 * n}$$

Donde:

L: Duración nominal de cada rodamientos en millones de revoluciones.

L_h: Duración nominal en horas de funcionamiento.

n: Frecuencia de giro de los rodamientos.

Se sabe que la velocidad de giro es de 90 km/h ya que es la máxima permitida para que circule por ley esta unidad de transporte, pero al realizarse el cálculo para las condiciones de frenado y paso por curva simultáneamente ya que son las que producen las cargas radiales y axiales respectivamente. Se hace el cálculo considerando una velocidad de 80 km/h (equivalente a 22,22 m/s) y se puede obtener con ello las revoluciones por minuto de los rodamientos.

$$v = w * r$$

Donde:

v: Velocidad lineal.

w: Velocidad angular.

r: Radio de neumáticos.

$$w = \frac{22,22 \frac{m}{s}}{0,285 m} = 77,76 \frac{1}{s}$$

Y la relación entre la velocidad angular (*w*) y la frecuencia (*n*) es la siguiente:

$$w = 2 * \pi * n$$

$$n = \frac{w}{2 * \pi} = 12,37 rps = 742,5 rpm$$

Entonces ahora es posible obtener la duración nominal expresada en horas de funcionamiento para cada uno de los rodamientos.

Rodamiento I:

$$L_h = \frac{1.030 Mrev * 1x10^6}{60 * 742,5 rpm} = 23.120 hs$$



Rodamiento II:

$$L_h = \frac{330 \text{ Mrev} * 1x10^6}{60 * 742,5 \text{ rpm}} = 7.407 \text{ hs}$$

Se consideran satisfactorios los resultados obtenidos, ya que en función de esta duración nominal de los rodamientos implementados, se verifica la cantidad de horas de vida útil de funcionamiento que estima por ejemplo el libro “V. M. Faires” para suplir este tipo de condiciones, valor que es establecido según la experiencia de fabricantes y es considerada admisible para este tipo de servicio. Además, se han cumplido con los cálculos especificados por el fabricante y los rodamientos seleccionados cumplen con creces las necesidades a las cuales serán utilizados.



CAPÍTULO VII: EJES DIRECCIONALES

7.1. INTRODUCCIÓN

Al poseer este equipo un sistema de suspensión particular como lo es el que se ha desarrollado, no es un conjunto que se puede seleccionar directamente de un catálogo, en el cual se obtiene de allí el eje, la suspensión y los componentes de la dirección.

Es por esto que de manera independiente se debe realizar el cálculo del cilindro que forma parte del sistema de ejes direccionales y el cual debe cumplir óptimamente las sollicitaciones a las que estará sometido.

La aplicación de ejes direccionales permite virar la dirección de los tres ejes independientes hasta 55° cuando el semirremolque se encuentre desplazándose a bajas velocidades. Esto admite mejorar y lograr los siguientes aspectos:

- Aumento considerable de la maniobrabilidad.
- Lograr el giro en curvas cerradas con un semirremolque de grande dimensiones como este.
- Desplazarse en espacios reducidos, curvas cerradas, cruzar puentes, etc.
- Sin ejes direccionales el semirremolque cuando se encuentre cerrado no tendría problemas, pero encontrándose extendido sería imposible trasladarlo.

7.2. CÁLCULO DEL CILINDRO DE LOS EJES DIRECCIONALES

Para el proceso de cálculo del cilindro hidráulico que se debe implementar, es necesario conseguir que este tenga la capacidad de realizar el giro de las ruedas a una velocidad constante. Para ello se considera que el momento que realiza la fuerza del cilindro (F_c) hasta el centro de la llanta, debe ser igual al momento que realiza el peso del equipo sobre la centro de la huella de contacto entre el neumático y el asfalto. Esto es lo mismo a la siguiente igualdad:

$$F_c * d = F_p * r$$

Donde:

F_c : Fuerza del Cilindro.

d : Distancia del cilindro al centro de giro.

F_p : Fuerza debido al peso que soporta el eje.

r : Distancia del extremo de la huella al centro de apoyo.

El coeficiente de rozamiento estático (μ_e) es el utilizado ya que al momento de realizar el cambio de dirección de los ejes es necesario que el semirremolque se encuentre inmóvil. Este coeficiente es considerado igual a la unidad para el contacto entre el neumático y el asfalto seco.



El valor r , depende del elipsoide que se conforma al deformarse el neumático con una superficie dura como es el asfalto. El tamaño de este elipsoide depende principalmente de la presión de los neumáticos y la carga sobre ellos.

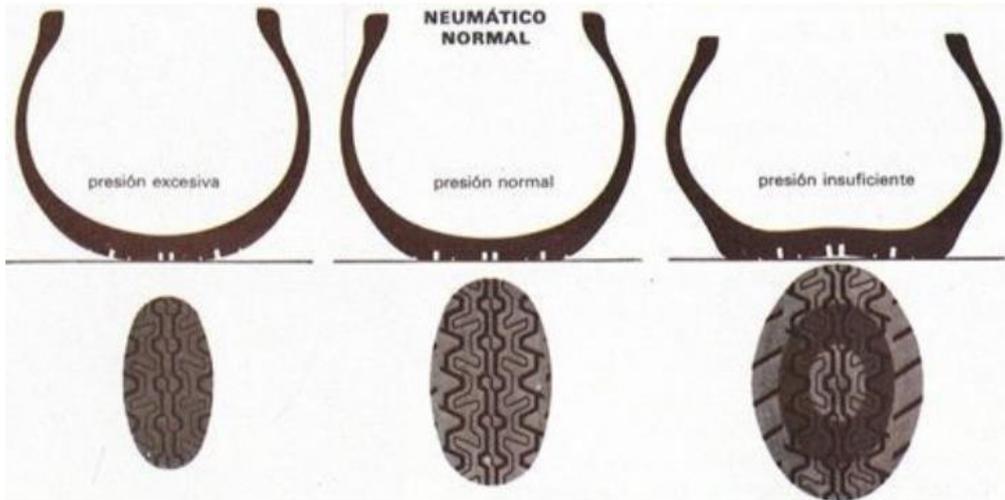


Figura N° 65. Huellas del neumático en la superficie según la presión.

La ecuación que permite una buena aproximación y además de ser lo suficiente conservadora (por lo que el coeficiente de cálculo es mayor) consiste en estimar el radio del círculo equivalente del elipsoide de contacto formado entre el neumático y el suelo, siendo igual a la siguiente relación.

$$r = \sqrt{\frac{Q}{\pi * P_o}}$$

Donde:

Q: Carga transmitida al piso. La cual el valor máximo por eje es de 11tn, además se considera una 10% más por sobrecarga. Por lo tanto $Q= 12,1tn$.

Po: Presión de contacto del neumático. Se lo considera igual a 5 kg/cm², valor extraído de una ponderación formada por conjunto de ensayos para lo que son semirremolques. Teniendo en cuenta la mínima presión en que se puede utilizar el semirremolque ya que así se necesita más fuerza para lograr que gire el mismo, además de la cantidad de neumáticos por eje que en este caso son duales.

$$r = \sqrt{\frac{12100kg}{\pi * 5 \frac{kg}{cm^2}}}$$

$$r = 27,75cm$$



Ahora con este valor es posible despejar el valor de la fuerza que debe realizar el cilindro, con la ecuación ya planteada donde se igualan los momentos:

$$F_{cilindro} = \frac{Fp * r}{\frac{d}{2}}$$

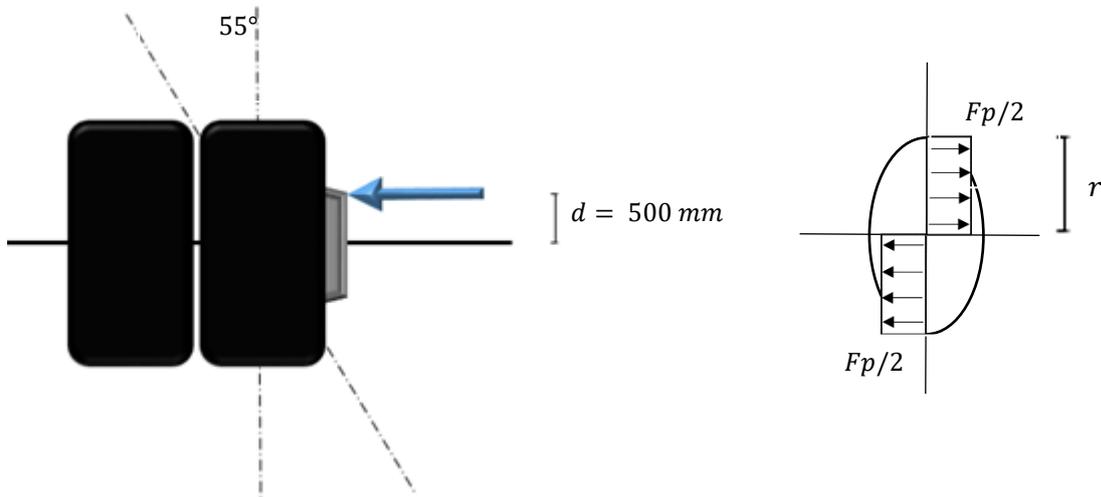


Figura N° 66. Vista superior del sistema analizado.

$$F_{cilindro} = \frac{12100kg * 27,75cm}{\frac{2}{50cm}} = 3352 kg$$

Ahora con el valor de la fuerza que debe realizar el cilindro, y estableciendo que la presión hidráulica que tendrán los circuitos hidráulicos será de 150 kg/cm² (valor ubicado dentro del rango de presiones utilizadas normalmente); es posible con la Ley de Pascal obtener el diámetro necesario del cilindro hidráulico. Por lo tanto:

$$F = P * A = P * \frac{\pi * \emptyset^2}{4}$$
$$\emptyset = \sqrt{\frac{F_{cilindro} * 4}{\pi * P}} = \sqrt{\frac{3352kg * 4}{\pi * 150 \frac{kg}{cm^2}}} = 5,33cm$$

Con este dato se selecciona un cilindro hidráulico de doble efecto con doble vástago, de un diámetro comercial de vástago de 6,3cm. Se lo selecciona de doble vástago para lograr el mayor equilibrio posible, ya que sino la fuerza aplicada de un lado del cilindro no es la misma a la del otro lado debido a que el vástago reduce el área de acción, por lo tanto se necesita mayor presión para efectuar la misma fuerza aplicada.

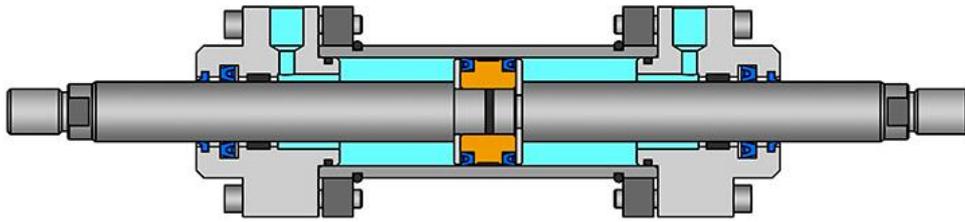


Figura N° 67. Corte longitudinal de cilindro hidráulico de doble efecto.

En la siguiente figura se encuentra el esquema del circuito hidráulico, el cual tiene la función de accionar los cilindros de doble efecto, que son los que se encargan de direccionar los ejes del semirremolque desde su posición de reposo que es normal al eje transversal del semirremolque a un ángulo de 0 grados, hasta la máxima orientación que es de 55 grados respecto al mismo plano mencionado, pudiendo posicionarse además en cualquier punto intermedio, y luego volver a la posición inicial. Por medio de trigonometría se logra conocer que para lograr direccionar las ruedas a 55 grados es necesario que el cilindro se extienda 715mm, con ello es posible solicitar el cilindro con las características adecuadas.

El circuito hidráulico del semirremolque para accionar los cilindros que permiten direccionar los ejes, se representa en el siguiente esquema.

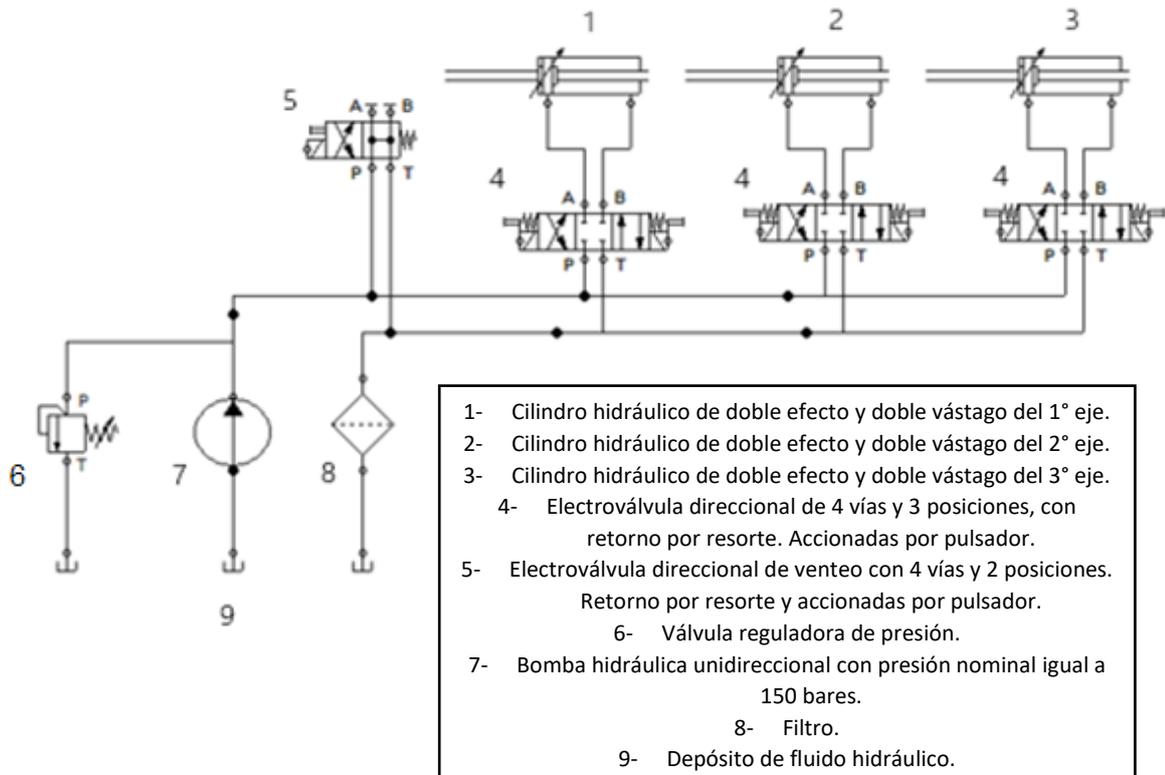


Figura N° 68. Circuito hidráulico de los ejes direccionales.

El circuito esta realizado para que con la implementación de la válvula de venteo o de “bypass” se cumpla la función de otorgarle un centro de reposo al sistema. Además en



conjunto con la reguladora de presión se busca la simultaneidad en el trabajo de cada cilindro, para que trabaje a caudal constante.

Se utilizan accionamientos con pulsadores y retorno al centro por resorte, para que mientras se pulsan, los cilindros se extiendan o se cierren y al momento de soltar el pulsador el circuito se corte automáticamente, dejando las ruedas direccionadas en el ángulo de operación deseado.

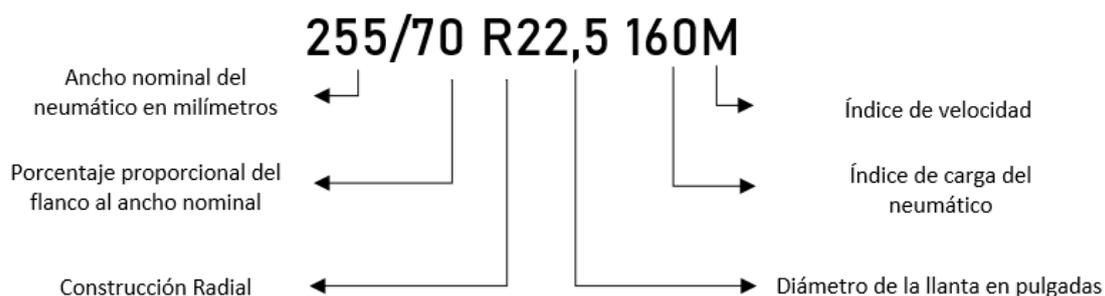
7.3. NEUMÁTICOS

La función principal de los neumáticos es permitir un contacto adecuado por adherencia y fricción con el pavimento, posibilitando el arranque, el frenado y la estabilidad al trasladarse. Son los únicos elementos que transfieren la carga al suelo ya que son el único elemento en contacto. Además son componentes fundamentales para la seguridad, y el confort dinámico ya que también absorben ciertas irregularidades del camino.

Para iniciar la selección de los neumáticos se considera que cada eje tiene un límite de carga de 11.000kg, y si además se le estima un 10% más debido a posibles sobrecargas, como así también se le agrega al valor obtenido un valor del 30% más debido a las cargas de impacto, el valor total por eje es de 15.730kg. Por medio de estas consideraciones se selecciona un neumático que su índice de carga supla con la carga establecida, la cual por medio de las ponderaciones realizadas, los neumáticos soportaran toda carga a la que puedan llegar a someterse potencialmente. Cada eje tendrá 4 neumáticos ya que utiliza ruedas duales, por ello la carga en cada uno de estos es de 3933kg.

Además conociendo que la mayor velocidad a la que circula el equipo puede ser de 90 km/h en autopista, se procede a la selección del neumático adecuado para este equipo en el que el índice de carga que viene de fábrica es el M (hasta 130 km/h).

Por lo tanto, las características principales del neumático seleccionado son:



7.4. VERIFICACIÓN DE LOS BULONES DE LAS LLANTAS

En el presente apartado se realiza la verificación de los bulones propuestos para la fijación de las llantas a los porta mazas, donde se considera para ello un estado de criticidad como lo es que solo un par de las ruedas duales por eje apoyen en el suelo mientras el semirremolque circula en línea recta. Se procederá en primera instancia a obtener tanto la fuerza resultante a tracción y la fuerza resultante a corte, y a partir de ello



plantear la ecuación que combina estos esfuerzos, para luego despejar el coeficiente de cálculo y analizarlo.

Son 10 bulones métricos iguales los establecidos para esta unión, con un diámetro de 22 milímetros, un largo de 95 milímetros y rosca UNF para reducir lo mayor posible la vibración y la trepidación, con un paso igual a 1,5. El área de esfuerzo de este bulón es de 3,03cm², y es de acero AISI 4141 templado y revenido, el cual tiene una resistencia a la fluencia (S_y) de 13.710 kg/cm²; y además la resistencia a la fluencia al corte (S_{ys}) es considerada igual al 60% de S_y , siendo por lo tanto esta igual a 8.226 kg/cm².

Las fuerzas que intervienen son las siguientes:

- F_F : Fuerza de frenado.
- F_r : Fuerza de resistencia a la rodadura.
- F_p : Fuerza de reacción del peso a la rueda.
- F_e : Fuerza exterior aplicada al centro de la rueda.
- F_s : Fuerza de corte producida por el momento torsor sobre el bulón.

• Fuerza Resultante de Corte

Las fuerzas que producen el esfuerzo de corte en los bulones son las siguientes:

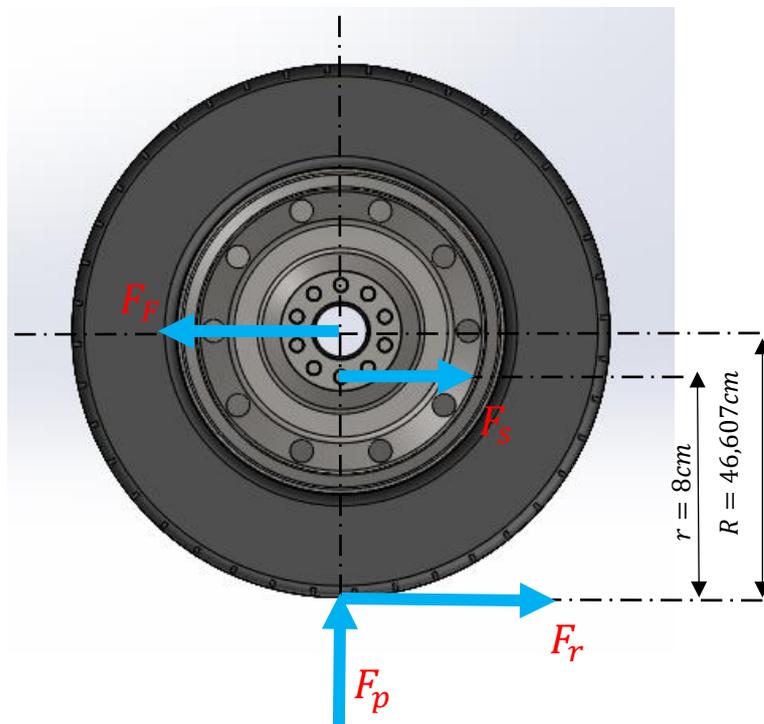


Figura N° 69. Esfuerzos cortantes aplicados a los bulones de llantas.

- Fuerza de Corte producida por el momento torsor (F_s). Esta se obtiene al plantear las siguientes igualdades:

$$M_t = F_F * R = F_r * R = F_s * r$$



En primera instancia para obtener las fuerzas que producen un esfuerzo de corte es correcto precisar que las condiciones más severas para esta unidad es cuando frena, debido principalmente a la gran longitud de la misma, y por el efecto de cabeceo que realiza al chasis que tiende a cargar la zona delantera y a aliviar las cargas de los ejes a medida que más distantes se encuentren, resultado incrementado a medida que es mayor la altura del centro de gravedad. La fuerza de frenado (F_F), ya fue calculada en el apartado correspondiente a los componentes de la suspensión independiente, siendo la que actúa en cada par de ruedas duales que se encuentran por eje. Es entonces que a partir de esta fuerza se busca conocer el esfuerzo de corte que se produce en cada uno de los bulones:

$$F_F = 44.280 N = 4.514 kg$$

Conociendo este valor es posible despejar la fuerza de corte debida al momento torsor.

$$F_S = \frac{F_F * R}{r} = \frac{4.514 kg * 46,607 cm}{8 cm} = 26.298 kg$$

- Fuerza de reacción del suelo debida al peso (F_P) conocida como la componente normal del peso, es igual a la carga permitida por eje que es equivalente a 11.000kg, más la ponderación del 10% de potenciales sobrecargas, y más un 30% extra debido a cargas de impacto. A esta sumatoria se la divide por dos porque esta fuerza actúa en todo el eje, y se está desarrollando el cálculo para un solo extremo de los ejes, ya que se considera una equitativa transferencia de cargas.

$$F_P = \frac{15.730 kg}{2} = 7.865 kg$$

Por lo tanto, la fuerza resultante de corte (F_{RC}) es equivalente a la siguiente combinación de las fuerzas determinadas ya que estas poseen diferentes direcciones:

$$F_{RC} = \sqrt{(F_S)^2 + (F_P)^2} = \sqrt{(23.298 kg)^2 + (7.865 kg)^2} = 24.590 kg$$

Al valor obtenido se lo divide por 10, que son la cantidad de bulones en los cuales actúa la fuerza total de corte. Obteniendo así el resultado siguiente:

$$F_{RC} = \frac{24.590 kg}{10 bulones} = 2.459 kg$$

- Fuerza Resultante a Tracción

Las fuerzas que producen el esfuerzo a tracción en los bulones son las siguientes:

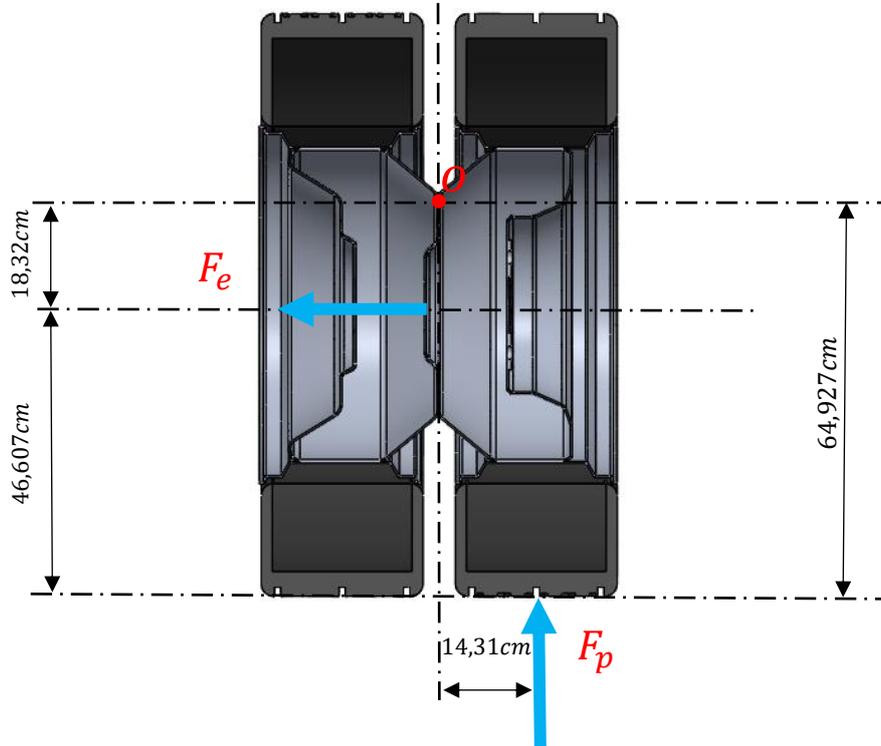


Figura N° 70. Esfuerzos a tracción aplicados a los bulones de llantas.

- Cálculo de la fuerza axial aplicada al centro de la rueda. Está formada por la fuerza centrífuga que tiene sentido opuesto a la dirección que tome la unidad y cobra relevancia a medida que el semirremolque se encuentra desplazándose a una mayor velocidad y sobre una curva de menor radio como trayectoria; es por lo tanto necesario para que la rueda se mantenga unida a la maza que los bulones sean capaces también de resistir este fenómeno. El módulo de este esfuerzo se obtiene a partir del relevamiento de la fuerza que actúa en cada eje axialmente, ya desarrollado en el capítulo anterior. Con ella se realiza la sumatoria de momentos respecto a un punto (O) como se observa en la última figura, donde se destaca la distancia del centro de la rueda a cada bulón y la distancia al suelo del bulón más lejano a este; valores obtenidos de fabricantes de llantas más comunes para este tipo de aplicación.

$$F_e = 237.825 \text{ N} = 24.244 \text{ kg}$$

Como esta fuerza de tracción se reparte entre los 10 bulones, el valor de la fuerza sobre cada uno de ellos es de:

$$F_{eb} = \frac{24.244 \text{ kg}}{10 \text{ bulones}} = 2.425 \text{ kg}$$



- Torque de Apriete. Destacando de la tabla de fabricantes de bulones se extrae que el valor del torque de apriete es igual a 80 kgm. Este valor depende del coeficiente de fricción. Esto se realiza para plantear la ecuación de la tracción inicial y par de apriete que propone la bibliografía “Diseño de Elementos de Maquinas” Faïres.

$$T = C * D * F_i$$

Donde:

T: Par de apriete.

C: Coeficiente de par. Se lo considera igual a 0,2; ya que se lo estima que se instalan los bulones sin lubricación.

D: Diámetro nominal del perno.

F_i: Tracción inicial.

$$F_i = \frac{80 \text{kgm}}{0,2 * 0,022 \text{m}} = 18.182 \text{ kg}$$

Conociendo entonces tanto el valor de la fuerza exterior en cada bulón (F_e), y la tracción inicial de cada perno (F_i), se suman para obtener la fuerza resultante de tracción (F_{RT}).

$$F_{RT} = F_e + F_i = 2.425 \text{ kg} + 18.182 \text{ kg} = 20.607 \text{ kg}$$

Por último, con todos los datos establecidos es posible plantear la ecuación que establecen las teorías de esfuerzo, y a partir de allí despejar el coeficiente de cálculo (N), y verificar si se cumplan las exigencias planteadas.

$$\frac{1}{N} = \left[\left(\frac{S_t}{S_y} \right)^2 + \left(\frac{S_s}{S_{ys}} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- Esfuerzo de Tracción (S_t):

$$S_t = \frac{F_{RT}}{A_s} = \frac{20.607 \text{ kg}}{3,03 \text{ cm}^2} = 6.801 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$



- Esfuerzo Cortante (S_s):

$$S_s = \frac{F_{RC}}{A_s} = \frac{2.459kg}{3,03cm^2} = 812 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\frac{1}{N} = \left[\left(\frac{6.801 \frac{kg}{cm^2}}{13710 \frac{kg}{cm^2}} \right)^2 + \left(\frac{812 \frac{kg}{cm^2}}{8226 \frac{kg}{cm^2}} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{1}{N} = [0,2461 + 0,0097]^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{1}{N} = 0,506$$

$$N = 1,976$$

Como propone la bibliografía utilizada, los componentes de metales dúctiles bajo carga permanente (como lo es en este cálculo), deben poseer un coeficiente de cálculo entre 1,5 a 2; basándose en la resistencia a la fluencia. Por lo que considerando el resultado obtenido (1,976) se considera optima la verificación, ya que no se sobredimensiona la unión y se encuentra además en el rango establecido, sin dejar de lado que se realizó el desarrollo del cálculo para el caso extremado en el que solo uno de los lados de los ejes se encuentran en contacto con el suelo, es decir que las dos ruedas juntas de un lado están apoyándose, de las cuatro que hay en total por eje.

Por lo tanto, se puede emplear bulones de diámetro igual a 22mm, los cuales son de los más comunes comercialmente para este tipo de aplicación y no se tienen que utilizar bulones de características especiales. Se destaca además que la fuerza inicial de apriete tiene una gran influencia en el resultado final, por lo que es un valor a controlar y no sobrepasar al momento de efectuar la unión.



CAPÍTULO VIII: DISEÑO DE PARAGOLPES

8.1. PARAGOLPES TRASERO

El paragolpes trasero es un elemento de la estructura del semirremolque cuya principal función es la de ser un componente de seguridad pasiva; en otras palabras es un elemento que aporta seguridad tanto al transportista como por sobre todo al vehículo que pueda colisionar por detrás al semirremolque, una vez que ya sea inevitable que se produzca el evento. Además de que este semirremolque al ser de categoría O4, ya que es un semirremolque de Masa Total Máxima (MTM) superior a 10 toneladas, debe tener obligatoriamente un paragolpes trasero que cumpla con ciertos requisitos reglamentarios.

Es por ello que es un elemento que debe diseñarse bajo determinadas especificaciones legales, las cuales se encuentran establecidas por medio de normas que se basan en variados tipos de ensayos efectuados por las entidades reguladoras.

Las normas en las cuales se fundamenta este cálculo son por medio del Reglamento Técnico Mercosur “Resolución N° 23/02” sobre paragolpes trasero de los vehículos de carga, que conlleva a su vez a verificar la condición necesaria que regula la norma IRAM 10260. Al mismo tiempo, si se respetan ciertas dimensiones que a la vez son permitidas por el reglamento Mercosur, se puede simultáneamente satisfacer también los requisitos de la homologación de vehículos del Reglamento n°58 emitido por la Unión Europea respecto a la protección trasera contra el empotramiento.

Las principales condiciones que debe cumplir el diseño del paragolpes trasero son las siguientes:

- La altura del borde inferior del paragolpes trasero, medida con el vehículo en su Masa en Orden de Marcha, no debe en ningún punto ser superior a 400mm en relación al plano de apoyo de las ruedas.
- El ancho máximo debe ser igual al ancho del vehículo o sino hasta un mínimo de 100mm menos a cada borde.
- La altura de la sección del elemento horizontal no podrá ser inferior a 120mm.
- Las extremidades laterales no deben tener bordes cortantes. Que tenga formato uniforme y de un solo material.
- Las uniones soldadas deben ser compatibles con el material del chasis.
- Que permita una vez instalado la visualización de la señalización luminosa, placa de identificación y luces.
- Debe tener bandas oblicuas con una inclinación de 45 grados, de colores blanco y rojo reflectivos.
- Que el paragolpes sea rebatible hasta 90°.

A partir de estos parámetros, se procede a realizar el diseño del paragolpes del semirremolque. El mismo se realiza también con acero AISI 1010, ya que el diseño de este componente es más complejo que el utilizado por otros transportes de carga, y el material MLC 500 se consigue por el momento solo en chapa, esto quiere decir que las diferentes piezas se deberían soldar y se tendría como resultado un conjunto bastante complejo, y con demasiadas soldaduras. Por lo tanto, con el acero implementado que es de los más comunes comercialmente se logra desarrollar el paragolpes trasero con diferentes perfiles, reduciendo así considerablemente los trabajos de soldadura que conllevaría el mismo, como así también reducir la probabilidad de que se produzcan grietas en las mismas al deformarse. Focalizando así lograr uno conjunto chasis-paragolpes lo más homogéneo posible, respecto a lo que tiene que ver con el conformado del mismo y lograr un nivel de respuesta a determinados impactos como es necesario en un elemento de seguridad importante como el tal.

Se tiene como objetivo que el diseño del paragolpes cuando sea afectado en el peor de los casos como lo sería que otro vehículo lo impacte a alta velocidad, este se deforme de tal manera que absorba lo mayor cantidad de energía posible, esto se logra principalmente en función del diseño de los brazos de sujeción que tiene el paragolpes.

La correspondiente verificación se realiza en base a lo establecido por la norma Mercosur. Esta se realiza por medio de un estudio de Elementos Finitos, en el cual se estudian las cargas actuantes por separado en la secuencia P1, P3 y P2. Las cuales se aplican según el reglamento en diferentes puntos del paragolpes y se analiza la deformación sufrida. La deformación máxima permitida puede ser de hasta 125mm para cumplir con los estándares de seguridad que intrínsecamente debe poseer el paragolpes diseñado. Además de que no existan grietas en la soldadura.

Las fuerzas establecidas por la norma para la simulación del sistema de paragolpes son las de la siguiente tabla.

Tabla N° 23: Cargas en el paragolpes trasero y secuencia de aplicación.

Vehículos de carga y remolcados Masa Total Máxima (ton.)	Fuerzas en P1 (kN)	Fuerzas en P2 (kN)	Fuerzas en P3 (kN)	Secuencia de aplicación de las fuerzas
De 4,6 a 6,5	50	75	50	P1, P3 Y P2
De 6,5 a 10	60	90	60	P1, P3 Y P2
De 10 a 23,5	80	120	80	P1, P3 Y P2
Más de 23,5	100	150	100	P1, P3 Y P2

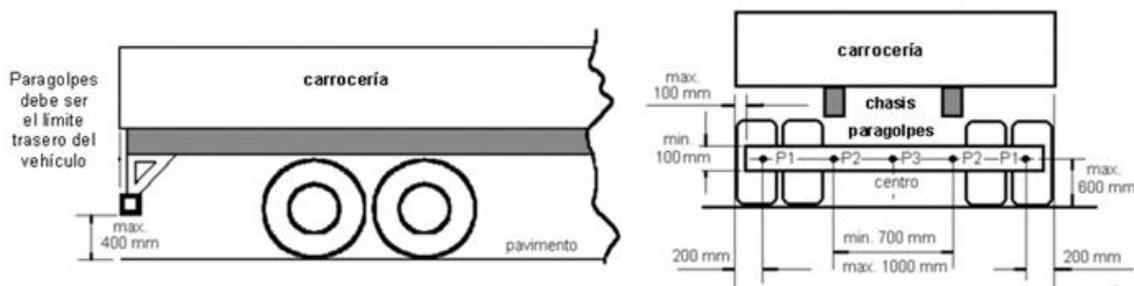


Figura N° 71 . Puntos de aplicación de las cargas establecidas por la norma.

El semirremolque que se desarrolla en este proyecto al poseer como viga principal una sección rectangular, es necesario realizar un diseño del paragolpes destinado específicamente a este transporte. El cual no se relaciona demasiado con los paragolpes comunes que utiliza un semirremolque convencional con una viga principal formada por perfiles C.

El diseño final del paragolpes del semirremolque se realiza desde el inicio respetando todas las pautas especificadas y obligatorias que establecen las normas; además de obtener un conjunto que sea lo más integrado y estético posible con todo el conjunto. La imagen a continuación refleja el diseño del modelo desarrollado de paragolpes trasero.

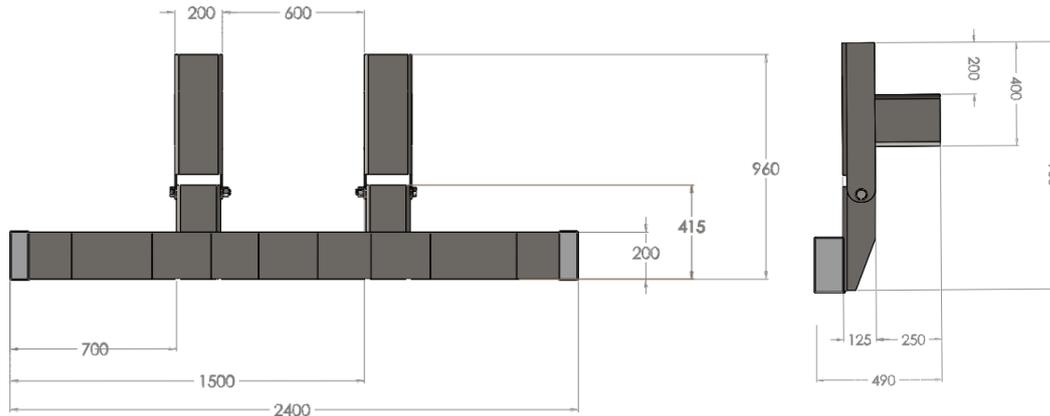


Figura N° 72. Diseño del paragolpes trasero rebatible para esta tipo de semirremolque.

Si en primera instancia actúan las cargas P1 de un valor de 100.000N en los extremos del paragolpes y se observan los resultados de las deformaciones producidas. La máxima deformación resultante es de 25,9mm. Por lo tanto cumple con las exigencias legales pertinentes. En las siguientes imágenes se observa el modelo físico del subconjunto, con sus respectivas cargas (flechas violetas) y fijaciones (verdes), las tensiones producidas y las deformaciones.

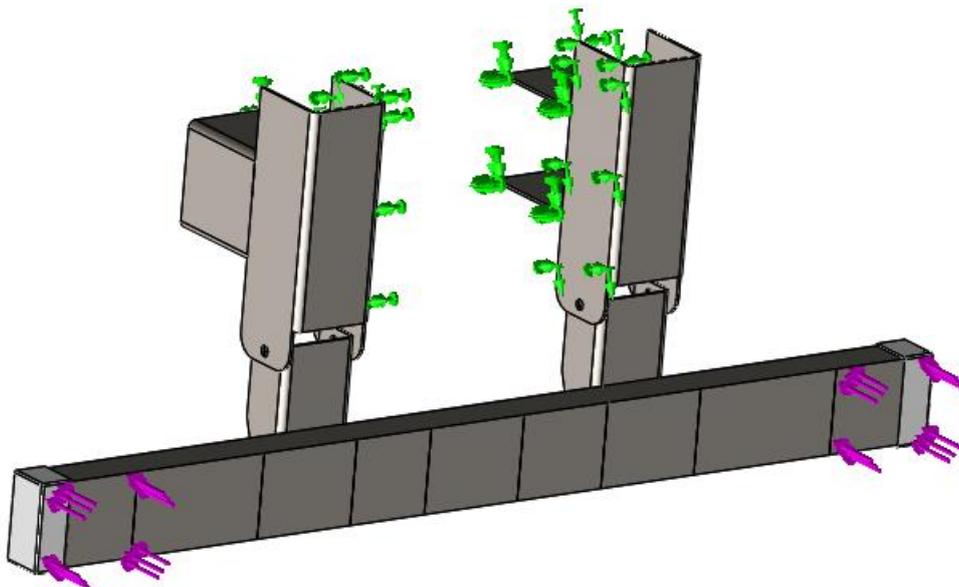


Figura N° 73. Paragolpes trasero con las fijaciones y las cargas P1 (100kN) actuantes.

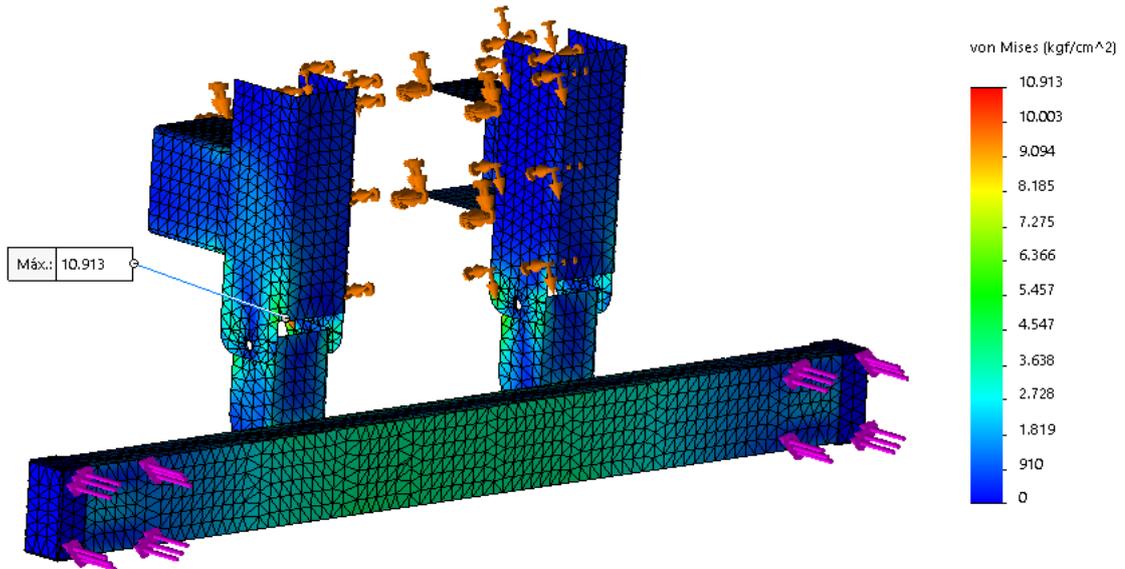


Figura N° 74. Tensiones producidas en el paragolpes debido a las cargas P1.

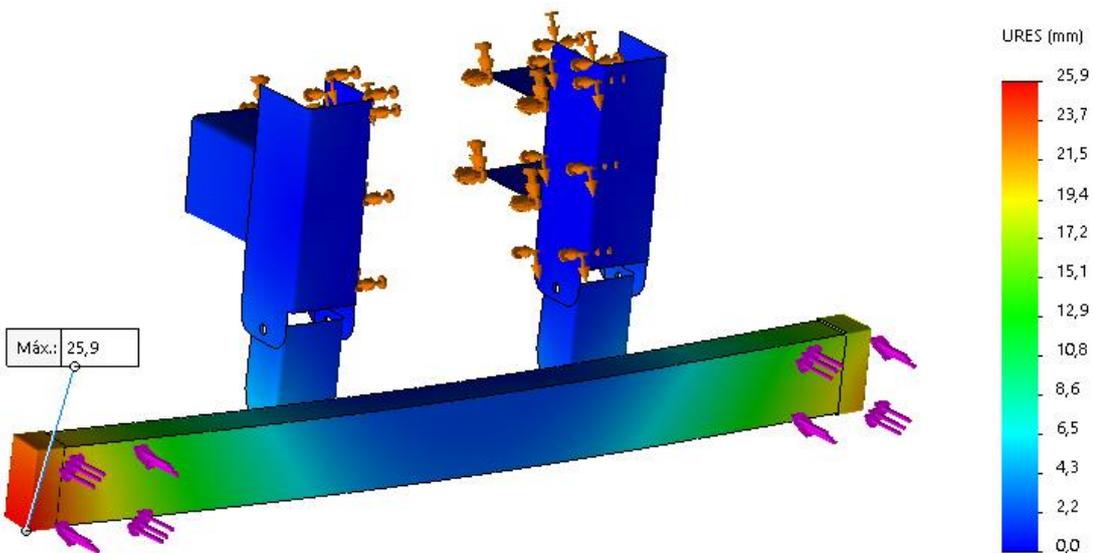


Figura N° 75. Deformaciones producidas en el paragolpes debido a las cargas P1.

Luego se aplica la carga P3 de un valor de 100.000N en el centro del paragolpes, y se produce una deformación máxima de 2,776mm. Por lo tanto cumple con las exigencias legales pertinentes. Ahora en las siguientes imágenes se observa el modelo físico del subconjunto, las tensiones producidas y las deformaciones.

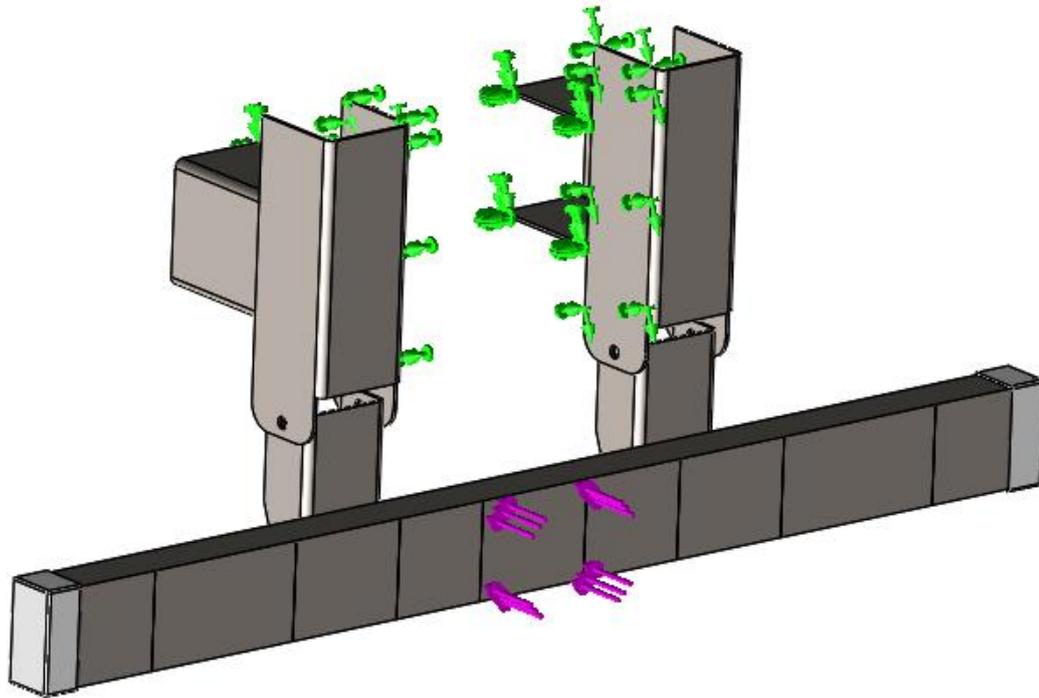


Figura N° 76. Paragolpes trasero con las fijaciones y la carga P3 (100kN) actuante.

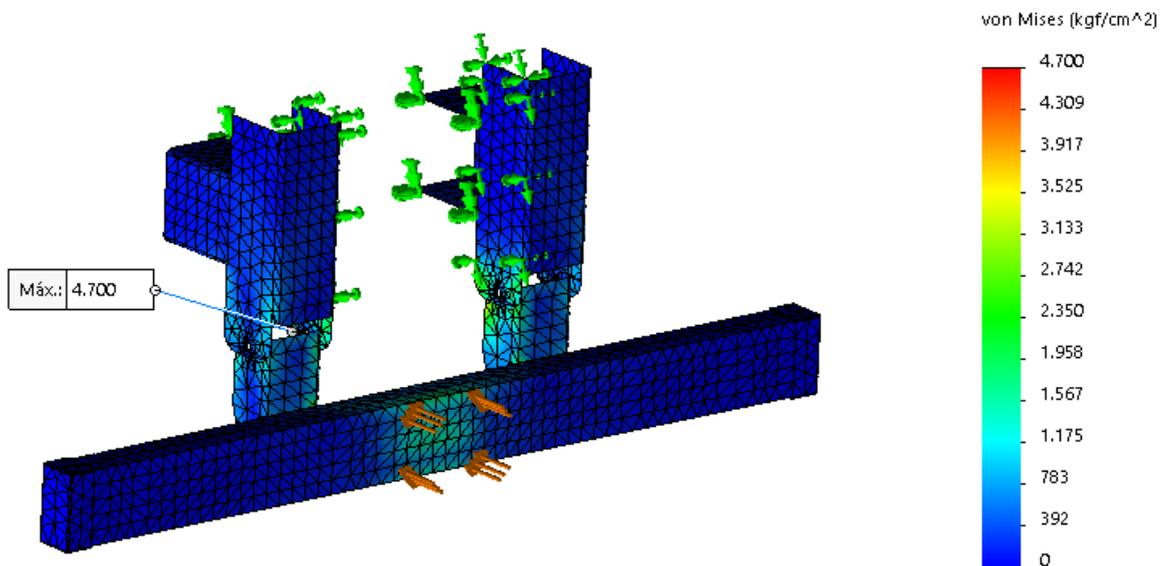


Figura N° 77. Tensiones producidas en el paragolpes debido a la carga P3.

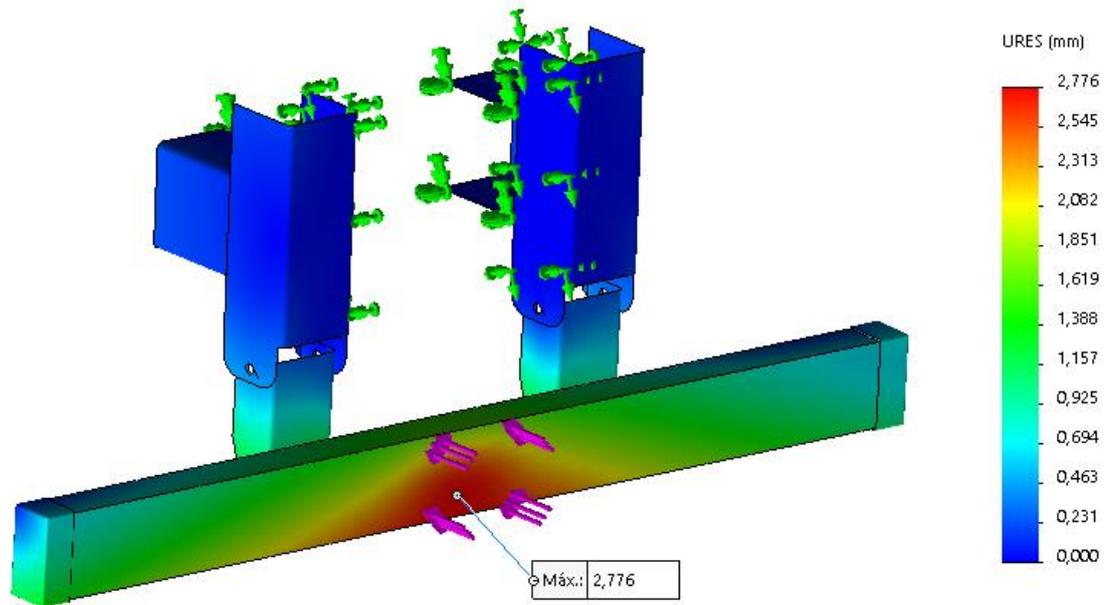


Figura N° 78. Deformaciones producidas en el paragolpes debido a la carga P3.

En último lugar se aplican las cargas P2 de un valor de 150.000N cada una, y se produce una deformación máxima de 16,14mm. Por lo tanto cumple con las exigencias legales pertinentes. De igual forma a lo realizado previamente, se encuentran a continuación las figuras del modelo físico del subconjunto, las tensiones producidas y las deformaciones.

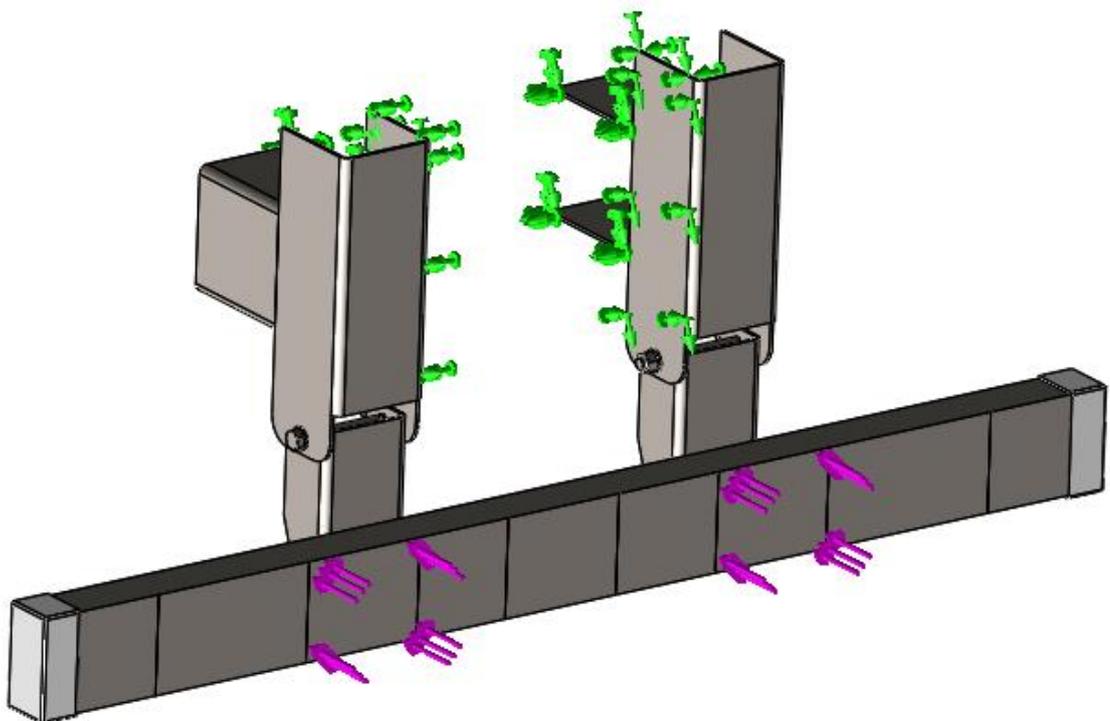


Figura N° 79. Paragolpes trasero con las fijaciones y las cargas P2 (150kN) actuantes.

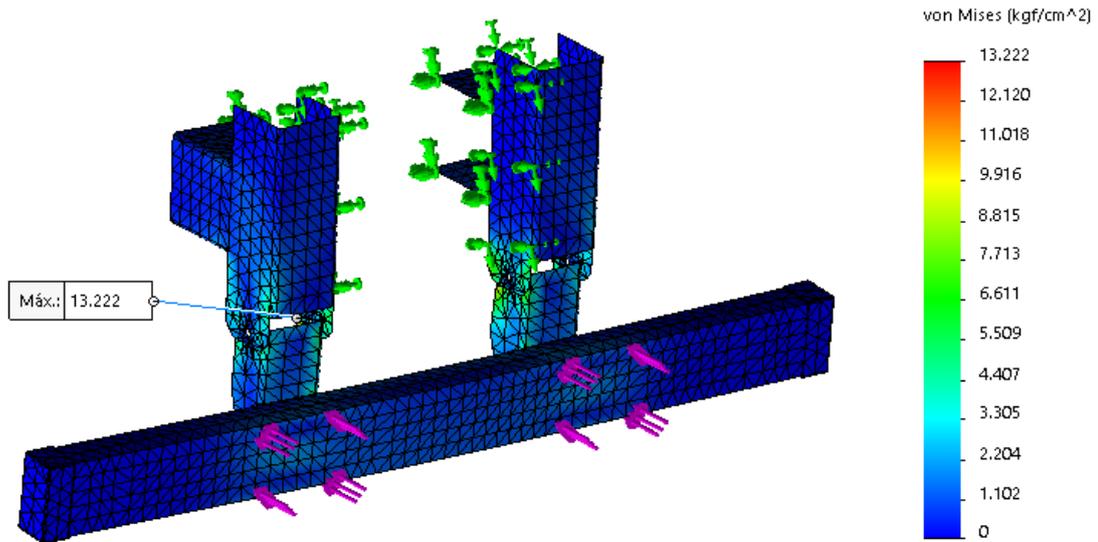


Figura N° 80. Tensiones producidas en el paragolpes debido a las cargas P2.

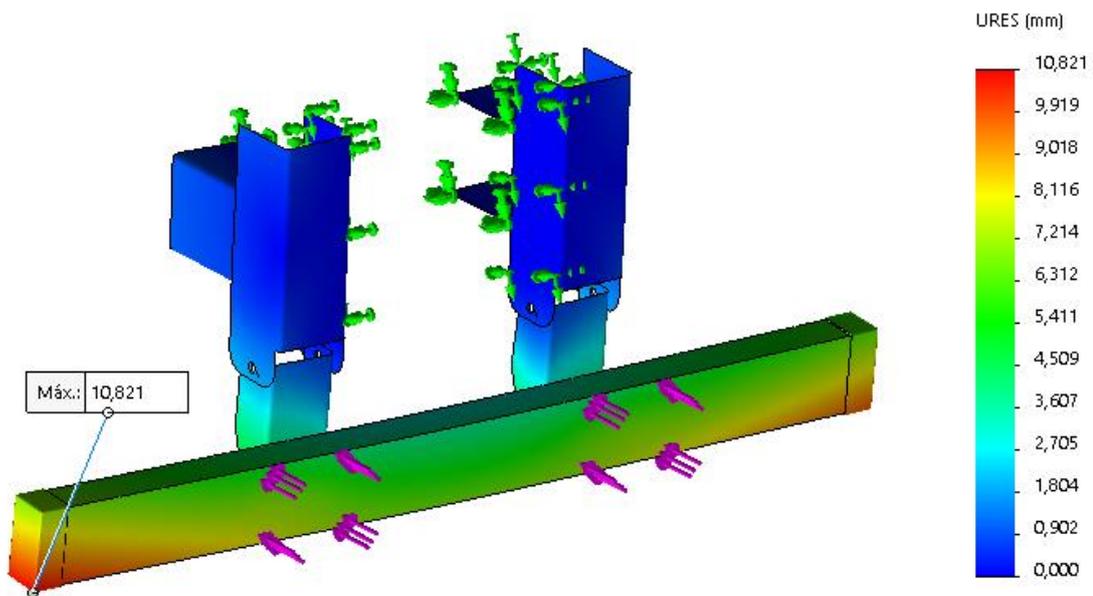


Figura N° 81. Deformaciones producidas en el paragolpes debido a las cargas P2.

Se concluye este apartado comentando que luego de realizar el procedimiento de ensayo reglamentario para este componente del semirremolque, y analizar los resultados arrojados por la simulación efectuada con modelos matemáticos, el diseño desarrollado satisface con cada uno de los puntos que establecen las entidades legisladoras, y se lo considera aceptable para su implementación.

8.2. PARAGOLPES LATERALES

Estos elementos cumplen la misma función que el paragolpes trasero, pero para las zonas laterales del semirremolque, ya que de igual manera es una condición necesaria para circular en los trasportes de categoría O4, como lo es este.

El objetivo es que en ningún tipo de vehículo u objeto se introduzca por debajo del chasis, y brindar un mayor estándar de seguridad correspondiente para circular; evitando así el empotramiento lateral.

Se deben instalar en este semirremolque particularmente por la altura a la que se encuentra la plataforma de carga respecto al suelo, y otras dimensiones intrínsecas del chasis, como de la disposición de los demás elementos adosados al mismo.

De igual manera que el paragolpes trasero, este es un componente que se debe diseñar respetando las mismas normas legales ya detalladas, además de la IRAM 10276 “Dispositivos laterales de protección” creada específicamente para este conjunto.

Las principales pautas que el diseño debe verificar son las siguientes:

- No debe tener salientes en su cara externa para evitar que se produzcan enganches, y los tornillos o remaches utilizados para su unión no deben tener aristas cortantes.
- La protección no debe aumentar el ancho máximo del vehículo.
- La distancia del inicio del paragolpes a las patas de apoyo deben ser de 250 mm como máximo y 2700 mm como máximo al perno rey.

En función de estos requisitos los diseños desarrollados del paragolpes lateral delantero y trasero respectivamente, son los siguientes.

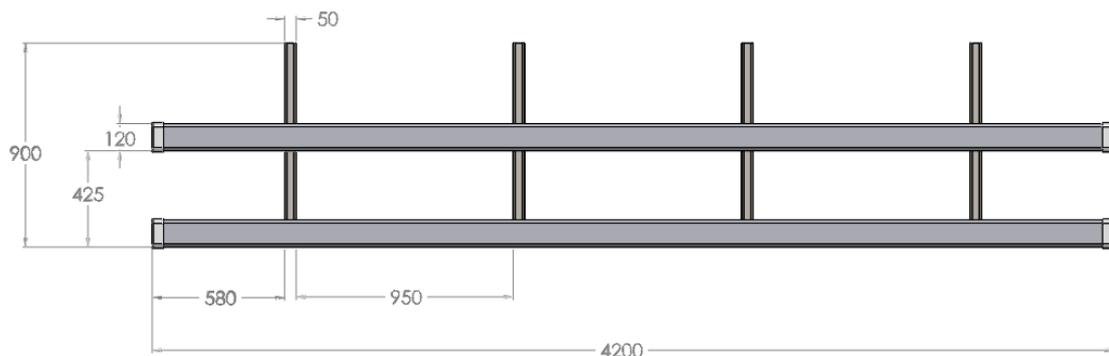


Figura N° 82. Dimensiones principales del paragolpes lateral delantero.

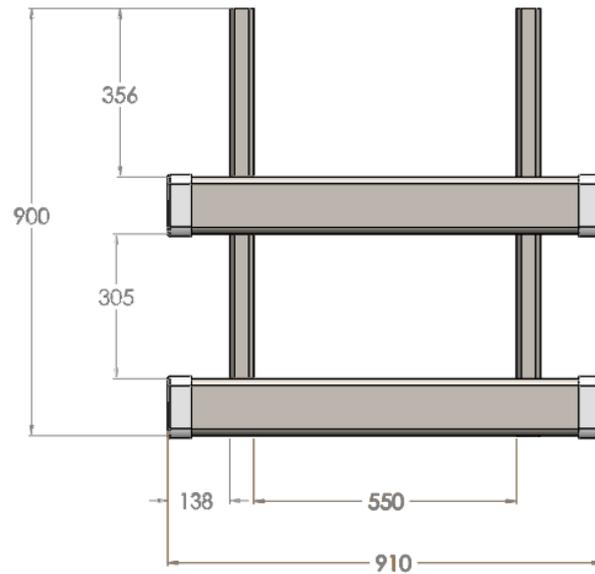


Figura N° 83. Dimensiones principales del paragolpes lateral Trasero.

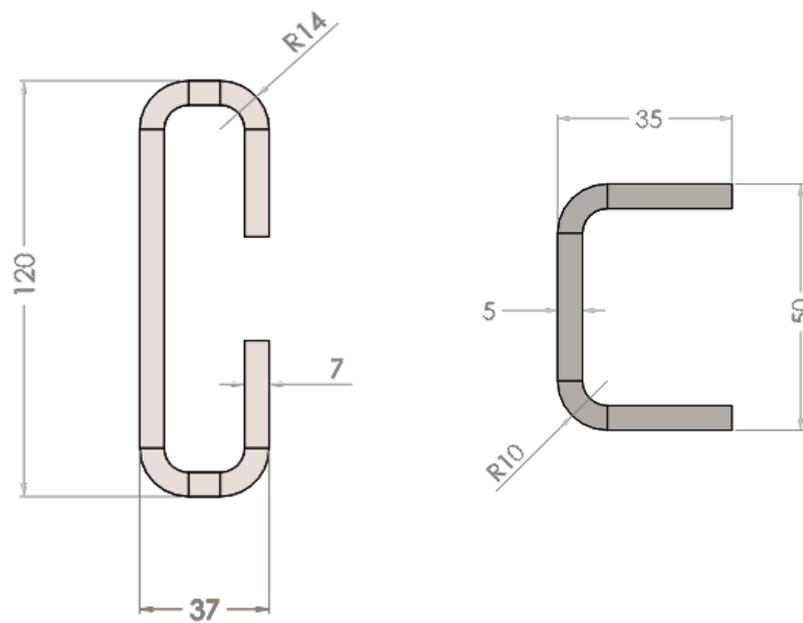


Figura N° 84. Sección definida para perfil horizontal y vertical respectivamente, para ambos paragolpes laterales.

Este elemento también debe verificar con el siguiente ensayo:

- La protección lateral debe soportar una fuerza estática horizontal de 1.000 N o 102 Kg que se aplica de forma normal en su cara externa, por el centro de un ariete circular plano con un diámetro de 220 mm. Su deformación debe ser menor a los 30 mm en los extremos, y menor a 150 mm en el resto de la protección.

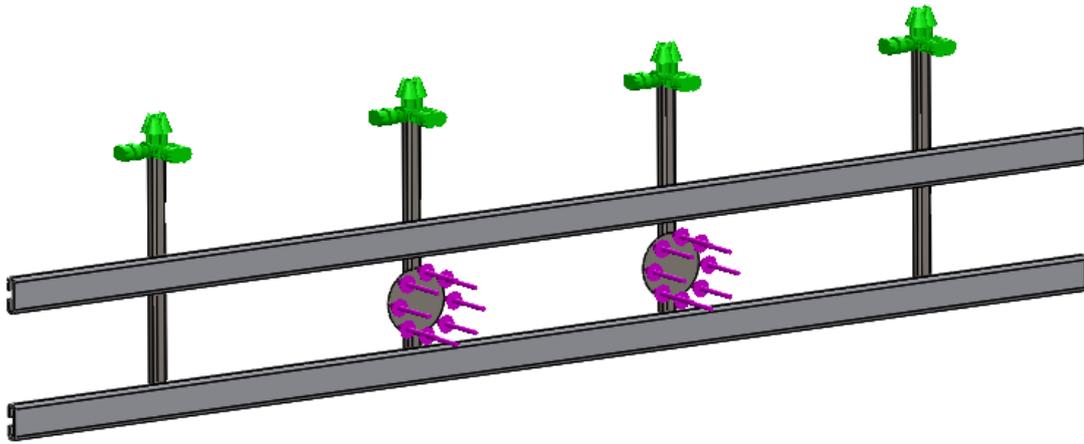


Figura N° 85. Paragolpes Lateral Delantero con sus fijaciones (verdes) y cargas (violetas) de 1000N.

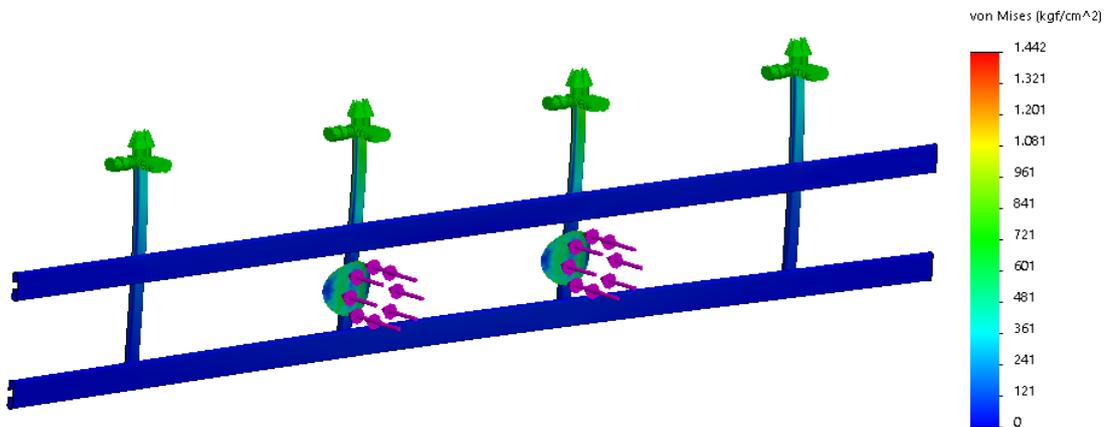


Figura N° 86. Tensiones producidas al aplicarse las cargas en el Paragolpes Lateral Delantero.

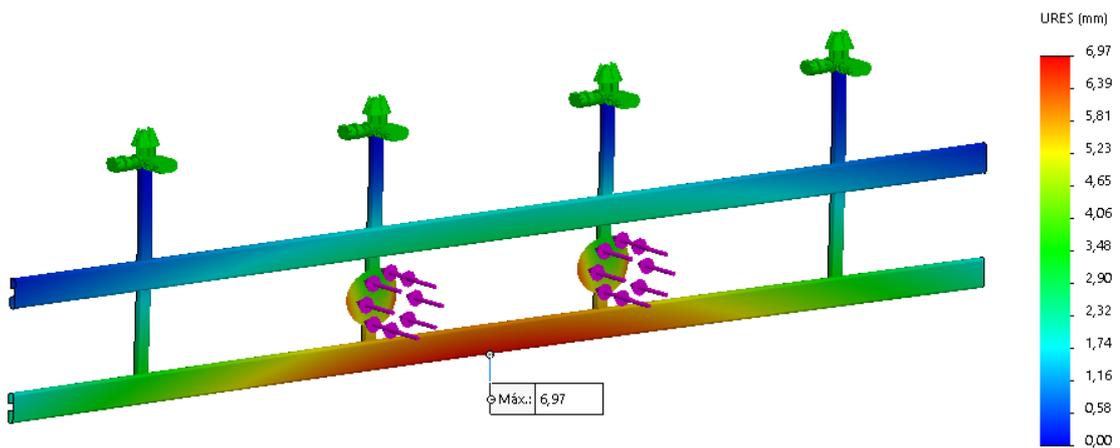


Figura N° 87. Deformaciones resultantes en Paragolpes Lateral Trasero.

Analizando los resultados obtenidos por medio de la simulación correspondiente, se destaca que la máxima deformación sobre el conjunto es de 6,97mm en el centro del paragolpes. Valor que se encuentra considerablemente por debajo del máximo permitido, por lo tanto se concluye que el sistema es funcional para la función que fue desarrollado.

8.3. PATAS DE APOYO

Las patas de apoyo son un elemento que se utiliza cuando se desea relacionar el perno rey con la quinta rueda, ya que por medio de este componente se logra nivelar la plataforma del semirremolque y de esta manera vincular o desvincular la unidad tractora al semirremolque. Con ellas es posible dejar estacionado el semirremolque sin la unidad tractora acoplada.

Es un componente que es comúnmente seleccionado directamente del catálogo de un fabricante, donde hay diferentes modelos que se ajustan mejor a las necesidades requeridas. Pero en esta unidad no es el caso ya que son un elemento de alta funcionalidad para el momento de la extensión o contracción, pese a ello el diseño de este elemento estará relacionado a la pata de apoyo JOST B280 la cual presenta un conjunto de engranajes con doble reducción de velocidad, proporcionando una mayor capacidad de levantamiento, con menor esfuerzo por parte del operador. Permitiendo así una baja velocidad para elevar las cargas y una mayor para la aproximación de la zapata al suelo.

Esto se realiza para asegurarse de escoger un producto que está elaborado bajo materiales y procesos que permiten una mayor vida útil.

Se opta por el modelo con la denominada zapata “S”, para compensar movimientos hacia adelante y hacia atrás; el mismo está diseñado para equipos con suspensión neumática como posee este semirremolque.



Figura N° 88. Pata de apoyo y sus componentes más comunes.

Las especificaciones técnicas del modelo escogido satisfacen las exigencias requeridas, y se caracteriza por las siguientes referencias:

Tabla N° 24: Propiedades técnicas de las patas de apoyo B280.

Característica	Valor
Capacidad de levantamiento	28 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)	0,65 mm / vuelta
Peso del conjunto (aproximado)	100 Kg
Fuerza del operador en la manivela:	
- Con 20 ton de carga	17 Kg
- Con 24 ton de carga	21 Kg
- Con 28 ton de carga	26 Kg



Pero en lo que varía este sistema al tener que vincularse a esta unidad es en que será accionado por un par de cilindros neumáticos, ya que se necesitan soportar cargas en diferentes ángulos de inclinación, necesarios para poder extender o contraer al semirremolque porque se debe permitir el fácil desplazamiento de las vigas en todo su recorrido, porque si no debido al peso propio de estas, y su gran longitud se pandearían lo suficiente como para obstaculizarse entre ellas, produciendo que se atasquen.

Se caracterizan estas patas de apoyo en que no estarán directamente vinculadas entre sí, ya que cada una de ellas será accionada por un cilindro neumático que en estado de reposo tendrá contraídas a las mismas, y a medida que se extiende la unidad comenzaran a apoyarse en el suelo y a levantar la parte frontal de la plataforma del semirremolque. El accionamiento de estos será en simultáneo con un pulsador que permite detener instantáneamente a los cilindros y dejar en la altura requerida al soltar el pulsador ya que posee retorno por resorte.

Por ejemplo cuando el equipo se encuentre cerrado (Estado I) y se requiera extenderlo (Estado II) será necesario primero acoplar la unidad tractora, y tener a una área de trabajo longitudinal lo suficiente espaciosa para poder extender todo el semirremolque sin problemas. Una vez vinculada ambas partes es necesario en principio accionar este sistema hasta que haga contacto con el suelo, luego se debe liberar la denominada “3° viga extensible” por medio de una traba diseñada para ello, para que así comience a moverse linealmente el camión a una velocidad no mayor a 10 km/h, y pueda extender la viga mencionada hasta que los topes de la misma lo permitan. Posteriormente se debe accionar nuevamente el pulsador para elevar aún más la unidad, luego se debe destrabar la “2° viga extensible”, y trasladar nuevamente el camión sumando esta viga al orden de marcha. De igual manera por último se debe proceder con la “1° viga extensible”, para que una vez extendida toda la unidad se accione la totalidad de los cilindros para que las trabas internas de las vigas hagan contacto. Ya una vez realizado esto es posible contraer los cilindros para elevar las patas de apoyo y comenzar a circular con normalidad con la unidad ya extendida.

Respetando esta secuencia pero de manera inversa es que se debe proceder para contraer al semirremolque. Cabe aclarar que será importante colocar topes en las ruedas para evitar movimientos no deseados, estas operaciones se deben realizar con la unidad descargada, y en este caso se utiliza el mismo compresor de aire que se implementa para el sistema de la suspensión neumática. Es por ello que un operario debe cambiar por medio de unas simples válvulas la conexión de las mangueras de la fuente a las destinadas para estos cilindros de las patas de apoyo, esto es ideado de esta manera para reducir costos y utilizar un elemento que ya se posee y no tiene una aplicación significativa en el momento de modificar la funcionalidad del equipo. Una vez finalizada esta tarea, se deben invertir nuevamente estas conexiones al estado inicial para que esté a disposición en su plenitud el sistema de suspensión neumática.



CAPÍTULO IX: FRENOS Y SISTEMA DE ILUMINACIÓN

9.1 FRENOS

El sistema de frenos es uno de los elementos más importantes para la seguridad vial que se aplican en el semirremolque, y al igual que otros componentes de seguridad a lo largo de los años su estándar de seguridad y avance tecnológico ha aumentado cada vez más. De igual manera sucede con lo que exigen algunas normas que ya solicitan ciertas condiciones de funcionamiento obligatorias desde el momento que el equipo sale de producción para obtener la homologación correspondiente para poder circular.

Hay diferentes tipos de accionamiento del sistema de frenos como lo es el neumático, el hidráulico, y el eléctrico. El sistema seleccionado para implementar en este semirremolque es el sistema neumático, ya que es el más utilizado para vehículos de carga pesada, es seguro y versátil. El principio de funcionamiento del accionamiento neumático de frenos es en general muy similar a los primeros implementados para este tipo de vehículos, pero con la asociación que hoy en día conlleva con los sistemas electrónicos de ABS y EBS. Que son tanto un resultado del avance tecnológico, de la electrónica en principal, como también de las entidades reguladoras al exigirlos. Además, continuamente se busca lograr absorber mayor energía producida al momento de frenado, y con componentes que ocupen menos espacio.

A lo largo del capítulo se desarrolla el marco del sistema de accionamiento, del ABS y del EBS; ya que son los tres factores principales en los que hace hincapié la ley de tránsito y que establece la obligatoriedad de estos. Por lo tanto, el funcionamiento del accionamiento neumático se basa en la energía potencial del aire comprimido y de los elementos que componen el sistema, que multiplican las fuerzas para un frenado potente. Hay un compresor que llena con aire comprimido un tanque acumulador y cuando se acciona el pedal de freno, que funciona como una válvula reguladora de presión, se alimenta con aire comprimido la cámara de frenos, en donde la presión del aire depende de cuánto se apriete el pedal. En este caso, dentro de la cámara de aire hay un poderoso resorte que mantiene las zapatas abiertas y al vehículo detenido cuando no hay presión de aire, lo que a su vez sirve como freno de estacionamiento. Para liberar las ruedas se aplica la presión de aire sobre un pistón que vence la fuerza del resorte y con ello se produce la liberación de las zapatas. Cuando se aprieta el pedal del freno lo que pasa es que se reduce la presión de aire que está venciendo la fuerza del resorte, de modo que este comienza a producir el movimiento de la varilla de empuje y apretar las zapatas contra el tambor. A medida que se aprieta más el pedal, la presión de aire dedicada a vencer el resorte es cada vez menor y este, consecuentemente aumenta la fuerza de frenado.

La ventaja principal de este método es que agrega un gran factor de seguridad a los frenos del vehículo pesado, si no hay aire comprimido el vehículo tiende a frenarse, contrariamente al sistema convencional que lo que pasa es que el automóvil pierde la capacidad de frenado.

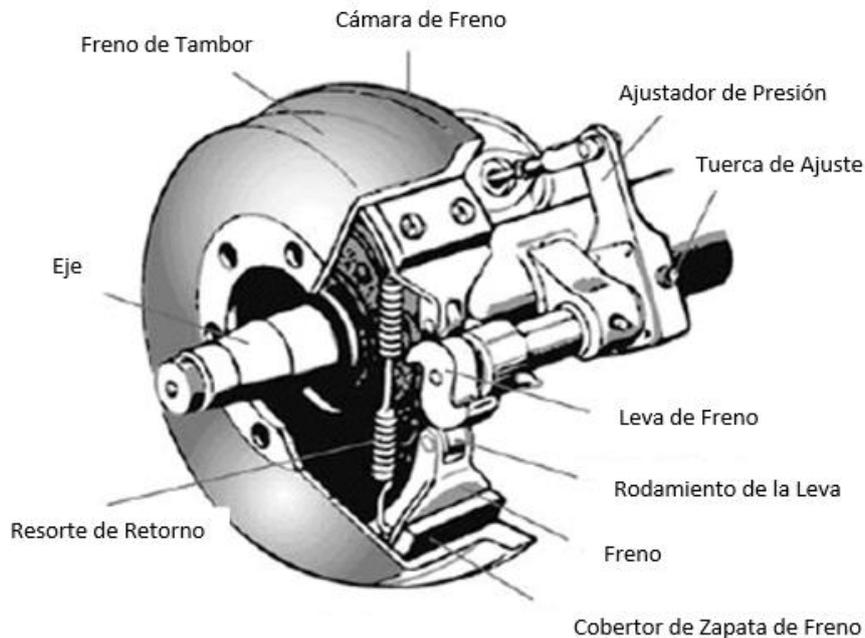


Figura N° 89. Sistema de frenos a tambor con sus componentes.

Los frenos neumáticos están compuestos por tres sistemas:

- El sistema de frenos de servicio es el que funciona cuando se acciona el pedal durante la conducción.
- El sistema de frenos de estacionamiento es el que se aplica cuando se requiere estacionar el vehículo.
- El sistema de frenos de emergencia usa los sistemas anteriores, los frenos de servicio y los de estacionamiento en caso del que el sistema de frenos falle.

El Sistema Antibloqueo de Frenos (ABS) se trata de un dispositivo que permite variar la fuerza de frenado para evitar que los neumáticos pierdan adherencia sobre la calzada. Es uno de los mayores avances en seguridad activa, que es la destinada a reducir la probabilidad de tener un accidente en el vehículo.

Esta tecnología se ha convertido en la base para todos los sistemas electrónicos que utilizan de alguna forma el ABS. Este sistema funciona de manera conjunta con el sistema de frenado tradicional del vehículo, consiste en una bomba que se incorpora a los circuitos del líquido de frenos y en una serie de detectores que controlan las revoluciones de las ruedas. En caso de detectar una frenada brusca o que, una o varias ruedas reduzcan repentinamente sus revoluciones, el ABS entrará en acción e interpretará que las ruedas están a punto de quedar bloqueadas sin que el vehículo se haya detenido. Por lo tanto, esto quiere decir que el vehículo comenzará deslizarse sobre la calzada sin control y sin que podamos modificar su trayectoria. Para que esta situación no tenga lugar, los sensores que se han mencionado, envían una señal al módulo de control del sistema ABS, el cual

reduce la presión realizada sobre los frenos, sin que intervenga en ello el conductor. Todo ello de manera totalmente autónoma.

Una vez que se normaliza la situación y las ruedas giran de nuevo correctamente, el ABS controla nuevamente el giro de las ruedas y actúa otra vez si éstas están a punto de bloquearse por la fuerza del freno. En caso de emergencia, el procedimiento se puede repetir entre 50 y 100 veces por segundo. Gracias al ABS es posible también mejorar la estabilidad direccional y el control del vehículo.

En la siguiente imagen se puede observar el circuito de los frenos y del sistema de ABS en la distribución de ejes semejante al desarrollado; como también así la leyenda con cada uno de los componentes y sus referencias. Una configuración 4S/2M que es la utilizada, se refiere a que incluye cuatro sensores de velocidad de la rueda y dos válvulas moduladoras del ABS.

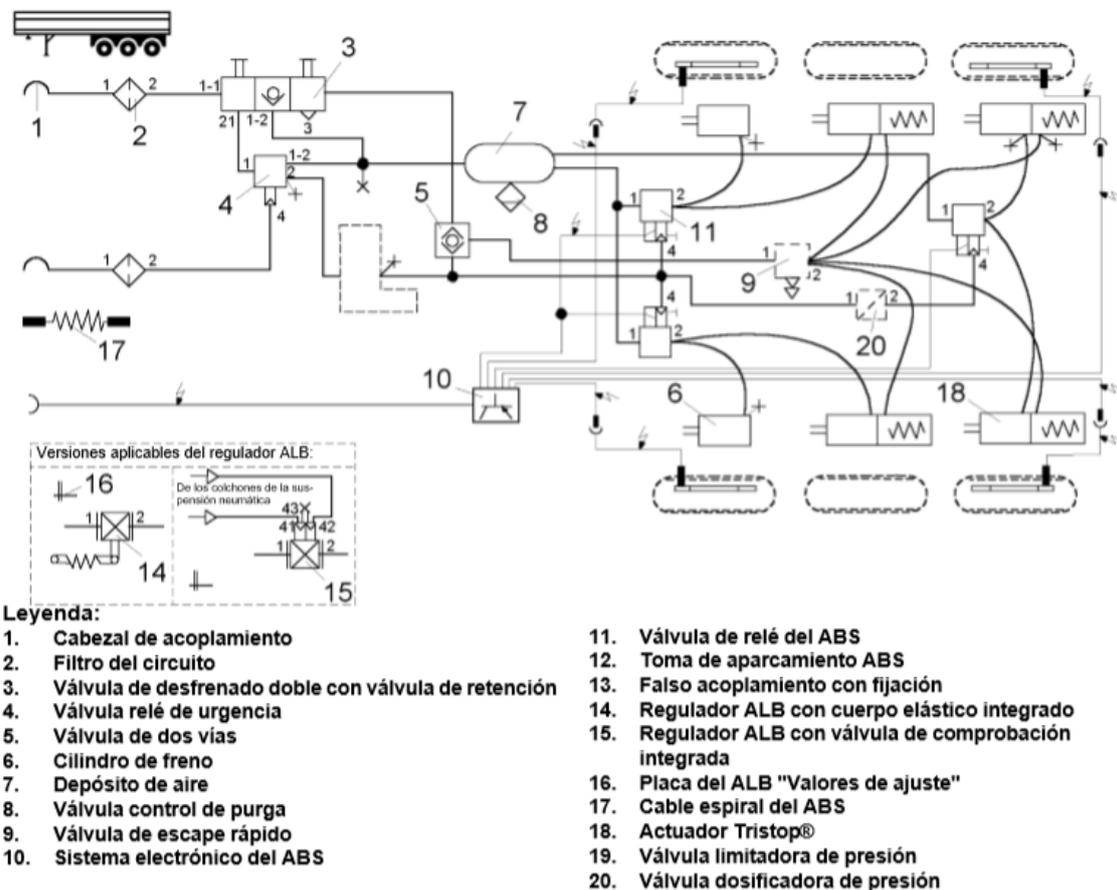


Figura N° 90. Circuito Neumático del Sistema de Frenos y del Sistema ABS con la configuración 4S/2M.

Entre los principales componentes del ABS se encuentran los siguientes:

- ECU (Unidad de Control Electrónico): Calcula y determina las condiciones de las ruedas y de la carrocería en función de las velocidades de las ruedas, y efectúa una decisión acorde a la situación actual para controlar el Control Hidráulico (HCU).



Figura N° 91. Conjunto que contiene la ECU y Válvulas del ABS.

- HCU (Unidad de Control Hidráulico): En el modo de operación cambia los conductos de líquidos para controlar la presión del líquido de los cilindros de rueda.
- Sensor de Velocidad: Detecta la velocidad de la rueda en función del cambio en la densidad del flujo magnético (el cual pasa por un aro que hay dentro de cada rueda) que transita a través del sensor y la convierte en una señal eléctrica.



Figura N° 92. Sensor de conector moldeado del ABS y clip de agarre.



Figura N° 93. Aro dentado en el que se mide el flujo magnético.

- Caja de Relés: Aloja al relé de la válvula y al relé del motor.
- Relé de la Válvula: Actúa como interruptor de alimentación de la válvula de solenoide y de la bobina del relé del motor. Como respuesta a una instrucción recibida de relé de la válvula también constituye uno de los circuitos de mando duplicados del piloto del sistema.
- Relé del Motor: Sirve como interruptor de alimentación del motor de la bomba, como respuesta a una instrucción recibida de la ECU.
- Interruptor de Parada (Freno): Informa si se está pisando o no el pedal del freno como condición para determinar la operación del sistema de frenado.
- Piloto: Alerta al conductor que hay una anomalía en el ABS. Estando conectados el conector de diagnóstico y el terminal de diagnóstico (scanner), la luz destella para indicar los códigos de averías como respuesta a una instrucción recibida de la ECU.



Por último, el Sistema Electrónico de Frenado (EBS) o Reparto Electrónico de Frenada, también forma parte de la seguridad activa y, como muchos otros sistemas del vehículo utiliza los sensores del ABS para hacer sus cálculos. Se encarga de repartir la frenada determinando cuánta fuerza se puede aplicar a cada rueda para detener al vehículo en una pequeña distancia, sin que se des controle y en lapsos de tiempo muy cortos, algo que es imposible con solo el sistema de frenado neumático; al mismo tiempo el sistema electrónico permite dosificar con mayor precisión el sistema de frenos. Se reparte la frenada ya que las ruedas del vehículo no tienen repartido uniformemente el peso que soportan. Por eso, las ruedas que soportan un mayor peso, necesitan de mayor presión para lograr una buena frenada. Se sabe que la carga del vehículo se mueve, y por lo tanto, hay un cambio de fuerza y de potencia en la rueda, el EBS se encarga de detectar todo esto de manera instantánea, y cambiar los valores de potencia y fuerza en ese mismo momento.

Gracias a su regulación electrónica, la distribución electrónica de frenado aumenta la seguridad de los sólidos y de las plataformas del semirremolque. En conjunto con los frenos auxiliares y de rueda, trabajan para mejorar la eficacia y la seguridad. Otra ventaja de utilizar este sistema es que ofrece la posibilidad de controlar y armonizar continuamente el desgaste de las pastillas de freno, como de los neumáticos. De esta forma es posible hacer coincidir el cambio de las pastillas con el momento de mantenimiento. Así, todas las pastillas del vehículo se cambian al mismo tiempo.

El EBS funciona cuando un vehículo frena, debido a ello su peso se mueve hacia adelante, por lo que el peso en la zona delantera se ve aumentado, y de igual manera crece la adherencia de los neumáticos delanteros, mientras que los neumáticos traseros reducen su adherencia. Como pierden adherencia, las ruedas traseras se deslizan, lo que genera pérdida de maniobrabilidad y control de ellas.

Ante esta situación entra en funcionamiento el EBS, en conjunto con la unidad de control electrónico (ECU) que determina la relación de deslizamiento que le corresponde a cada neumático individualmente. Si la ECU recibe como información que una rueda determinada corre el peligro de deslizamiento, se aplica una menor o mayor fuerza sobre ella mientras que mantiene la fuerza que se la aplica a otras ruedas.

Cuando el vehículo está frenando en una curva, mientras dobla las ruedas exteriores del vehículo giran más velozmente que las ruedas interiores. Si la fuerza de frenado que está aplicándose sobre las ruedas internas es alta, entonces pueden bloquearse, creando sobreviraje y pérdida de control. El EBS funciona detectando el deslizamiento de las ruedas interiores y reduce la fuerza de frenado en ellas, sin reducir la fuerza sobre las ruedas exteriores. Por ejemplo, cuando el vehículo comienza a subvirar, entonces los frenos traseros internos se activan para aumentar la rotación del vehículo. Y si en cambio, el vehículo comienza a sobrevirar, el freno trasero externo se activa para reducir la rotación del vehículo.

**EBS para semirremolques
4S/2M**

- 1 Válvula de freno del remolque
- 2 Módulo EBS
- 3 Sensor ABS
- 4 Sensor de carga del eje
- 5 Sensor de presión
- 6 Interruptor de presión
- 7 Válvula de redundancia

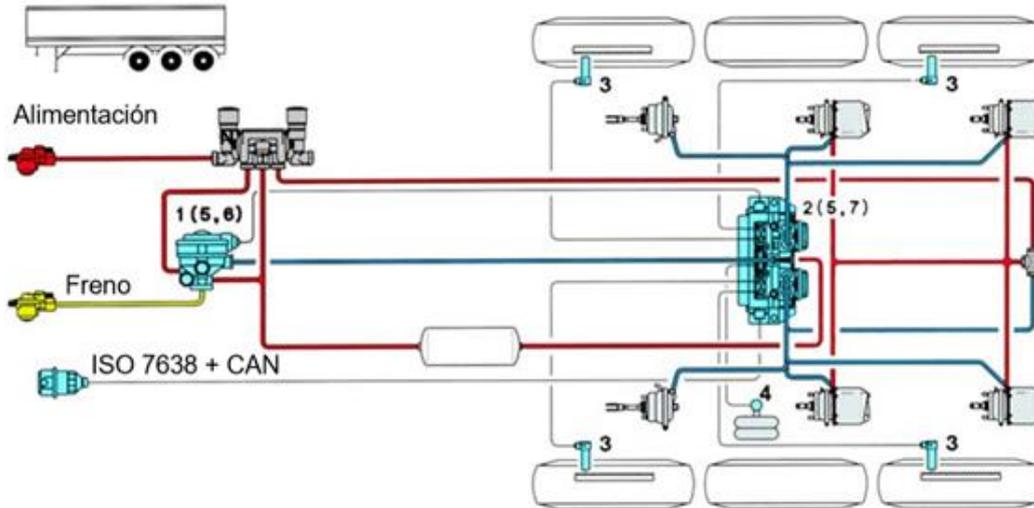


Figura N° 94. Circuito del EBS en la configuración 4S/2M y sus componentes.

Entre los principales componentes del EBS se encuentran los siguientes:

- Válvula de Redundancia (o Relé de Urgencia): esta actúa sobre el sistema de frenos neumáticos como suplente al sistema de frenado electrónico del semirremolque. Permitiendo además poder engancharse a unidades tractoras con EBS, como también a las convencionales. Además en casos de que reproduzcan fallos en el sistema que requiera que se desconecte parcialmente todo el sistema, de modo que pueda aplicarse presión de frenado puramente neumática.



Figura N° 95. Válvula de Redundancia.



Figura N° 96. Módulo EBS configuración 4S/2M.



- Módulo EBS: funciona como un controlador y monitor del sistema electroneumático. Se encarga de controlar la presión de frenado de las cámaras de frenos. Es el componente que permite la vinculación de todos los sensores y periféricos tanto del sistema EBS, como también los que tienen que ver con los de ABS y demás sistemas instalados.
- Sensor de Carga del Eje: también vinculado al sensor de presión que está en el módulo EBS, se encarga de detectar la presión de aire que se aloja en los fuelles de la suspensión neumática. Permitiendo así que las fuerzas de frenado se ajusten a la carga que se transporta. En este caso se asocia al módulo EBS para realizar la medición ya que no se posee ningún eje elevable.



Figura N° 97. Sensor de Carga del Eje.

- Tercer Modulador: Para el caso de este semirremolque se deben colocar dos modelos diferentes entre sí de tercer modulador, ya que uno tendrá la función de suministrar presión a los frenos del tercer eje. Y si al segundo se lo instala con una válvula de doble retención permitirá funcionar en los ejes direccionales. Todo el accionamiento y monitoreo es llevado a cabo también por el módulo EBS.



Figura N° 98. Tercer módulo para ejes no elevables, y tercer módulo para ejes direccionales.



9.2 SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Ambos sistemas se encargan de hacer visible el vehículo, tanto para el conductor en el momento de conducción como para los demás conductores interpreten su ubicación, siendo un elemento de seguridad de alta importancia.

Todo lo referido al sistema de luces del semirremolque se realiza en función a lo establecido en el Anexo I, del Decreto 779/93 de la Ley Nacional de Transito 24.449. La misma establece que se deben instalar los siguientes indicadores:

- Luz de Posición: sirve para indicar la dimensión y el sentido de marcha desde los puntos de observación. Se utiliza de color rojo.
- Luz de Freno: cuando se accionan los frenos estos se encienden, su función es indicar que el transporte reduce su velocidad. Se utilizan de color rojo.
- Luz de Giro: con el fin de avisar que se realizara una acción de giro a otros conductores, una para cada dirección, y se utilizan de color ámbar. También operan en conjunto para indicar algún peligro o maniobra previa, denominada balizas.
- Luz de Retroceso: advierte el sentido de marcha del vehículo en reversa desde los puntos de observación. Se utilizan de color cristal.
- Luces Antiniebla: son de mayor intensidad con el fin de ser visible ante caso de niebla, neblina, polvo suelto, tormenta o nevada.

Debido a esto y las dimensiones que posee el equipo, se tendrá en la zona trasera dos luces de giro de color ámbar a los costados, dos luces color cristal para indicar la marcha en reversa, y siete luces rojas, de las cuales cuatro de ellas son luces de posición y freno; y las tres restantes son solo de posición.

A los costados del semirremolque se tienen luces diferenciales delimitadoras laterales y retro reflectores, con el fin de delimitar el ancho del vehículo y que sea advertida a mayor distancia la unidad. Además, a lo largo de cada una de las vigas extensibles se colocan cintas reflectivas en ambos costados, estas son de color blanco metalizado que brillan a la distancia al ser alcanzadas por alguna fuente luminosa; estas cintas se ubican a media altura de las vigas entre el material antideslizante cortado que previamente se ha descrito, tienen un ancho de 50mm, y se encuentran homologadas para su implementación. En la zona trasera a la altura del paragolpes se colocan cintas que se caracterizan por tener líneas inclinadas a 45 grados, de color rojo y blanco intercaladas. El ancho de la misma es de 75mm y a una altura óptima para una fácil y rápida visualización, con un largo igual al de la unidad (2600mm). También en el frontal del semirremolque se colocan cintas con estas mismas características para poder identificar la unidad en el momento que se encuentre aparcada en un determinado lugar, de igual manera están homologadas por la IRAM 3952/5.

Por otra parte, la instalación eléctrica se encuentra sellada y está formada por cables aislados con goma TPR, además los faros homologados poseen porta focos flotantes sobre tacos de goma que prolongan la vida útil ya que son anti vibratorios.

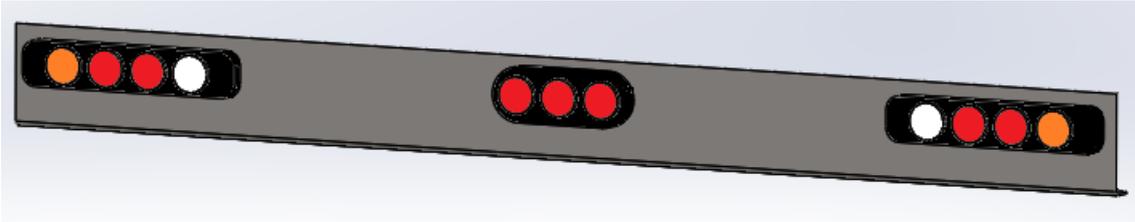


Figura N° 99. Perfil que contiene al conjunto de luces con la configuración reglamentaria.

En la imagen que se encuentra a continuación se representa el diagrama de conexión del circuito eléctrico, correspondiente al sistema de iluminación con sus respectivas referencias. El conector utilizado es de 13 puntos, ya que utiliza siete para el sistema de iluminación, los restantes son utilizados por el sistema de frenos y los sistemas electrónicos de ABS y EBS. Otros son reservados para futuras aplicaciones. El utilizado en el circuito cumple con la norma ISO 11446 que especifica las condiciones necesarias para este tipo de conector.

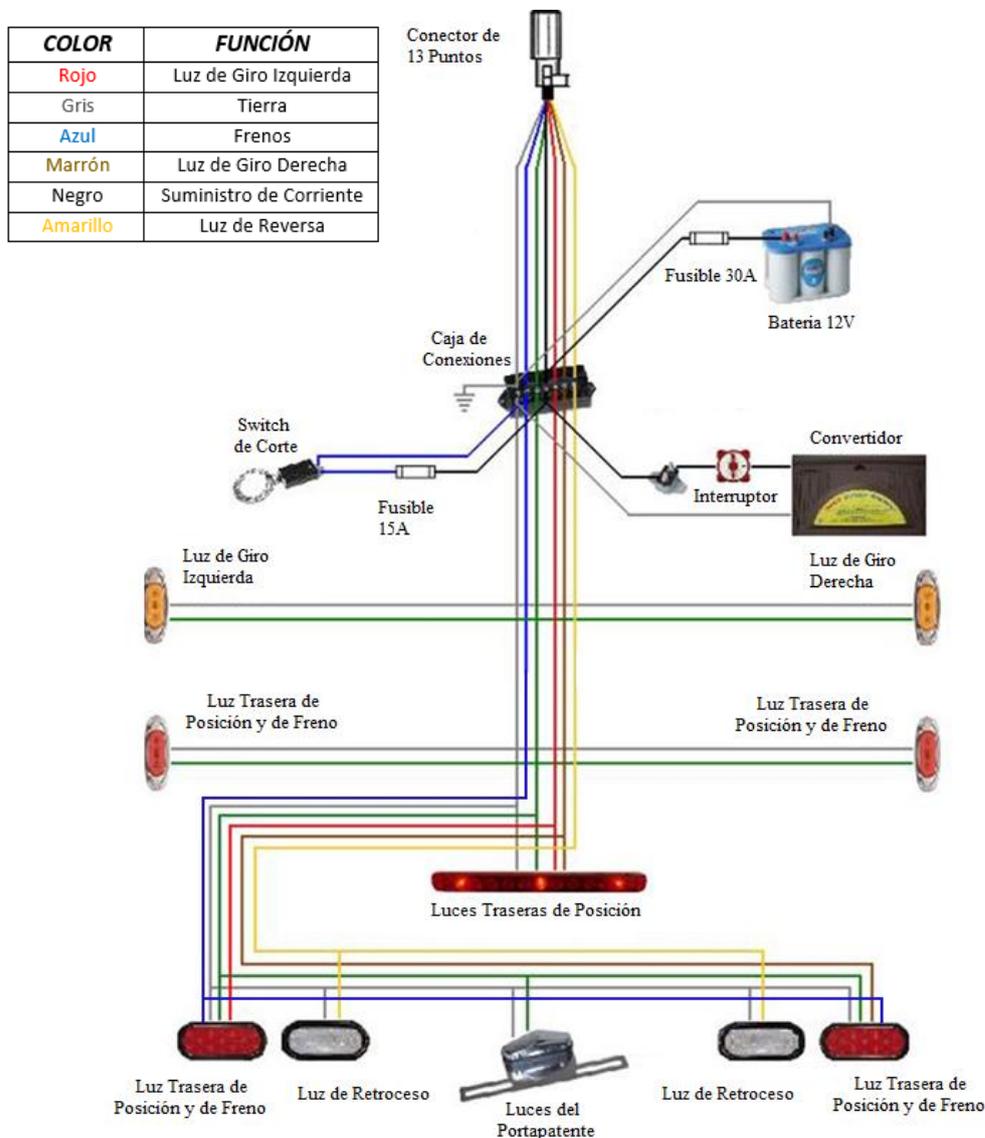


Figura N° 100. Esquema eléctrico del sistema de iluminación del semirremolque.



Figura N° 101. Conector de 13 puntos del circuito eléctrico. Cumple con ISO 11446.



BIBLIOGRAFÍA

1. Ley Nacional de Tránsito y Seguridad n° 24.449, Agencia Nacional de Seguridad Vial en conjunto con el Ministerio de Justicia, Seguridad y Derechos Humanos.
2. Asociaron Argentina de Energía Eólica. URL: <https://argentinaeolica.org.ar/>
3. Ternium – Aceros aliados de altas resistencia. Materiales Especiales. URL: <https://ar.ternium.com/es>
4. Diseño de Elementos de Maquinas. Virgil Moring Faires. Noriega Editores. Año: 1983.
5. ELEMENTOS DE MÁQUINAS, Métodos Modernos de Cálculo y Diseño. Héctor N. Cosme. Año: 1977
6. Diseño en Ingeniería Mecánica – Shigley. Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett. 8° Edición.
7. AASTHO Ingeniería de Seguridad Vial, Año: 2013.
8. Jost, Equipamiento para Remolques. URL: <https://www.jost.com.br/es/>
9. Total Materia. URL: <https://www.totalmateria.com>
10. La huella de un neumático. Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón 2°Edición. José Calavera Ruiz. Ediciones INTEMAC.
11. Neumacarg. Fuelles para suspensión neumática de transportes de carga. URL: <http://www.neumacarg.com.ar/camaras-o-fuelles-tubulares.php>
12. Equipamiento de frenos neumáticos para remolques. WABCO. URL: <https://doc.wabco-auto.com/ProductFiles/anteros/Document/8150400343.pdf>
13. Norma IRAM – AITA 10260, Vehículos comerciales de carretera - Dispositivos traseros de protección, año 2012.
14. Reglamento Técnico Mercosur “Resolución N° 23/02” sobre Paragolpes Trasero de los Vehículos de Carga.
15. Homologación de vehículos respecto a la protección trasera contra el empotramiento. Reglamento n°58 de la Directiva 94/20/ce del parlamento europeo y del consejo relativa a los dispositivos mecánicos de acoplamiento de los vehículos de motor y sus remolques y a su sujeción a dichos vehículos, Año 1994.
16. Norma IRAM – AITA 10276, Vehículos comerciales de carretera - Dispositivos laterales de protección, año 2012.
17. Sistemas y Componentes en Vehículos Industriales. Catálogo WABCO. 2° Edición.
Año:2011.URL:<http://inform.wabcoauto.com/intl/pdf/815/00/03/8150400033.pdf>
18. Sistema Electrónico De Frenado EBS3. WABCO. Edición 1, Versión 4. Año: 2016.
URL:<https://doc.wabcoauto.com/ProductFiles/anteros/Document/81504083.pdf>
19. SKF, Catálogo de Rodamientos. URL: https://www.skf.com/binary/87-121486/0901d19680416953-10000_2-ES---Rolling-bearings.pdf
20. CIRSOC, Reglamento Argentino para la soldadura de estructuras en Acero, Año 2018.
21. Consumibles para Soldadura y Reparación. COMARCO. Catálogo Resumido. URL: https://www.esab.com.ar/ar/sp/support/documentation/upload/catalogo-resumido_arg_sp_web.pdf



CAPITULO X: SISTEMA DE CODIFICACIÓN

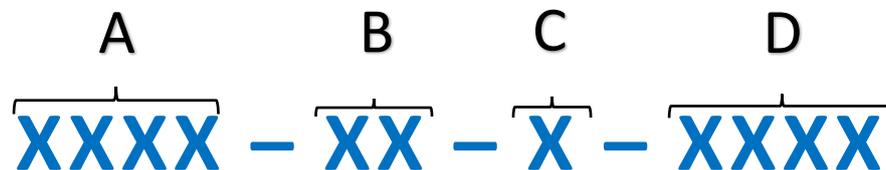
10.1 SISTEMA DE CODIFICACIÓN

El sistema de codificación que se implementa el presente proyecto, es ideado para lograr identificar, clasificar, documentar y asociar a cada uno de los componentes del semirremolque de la manera más fácil, ágil y precisa. Por lo tanto, con ello se puede tener un seguimiento y actualización de las piezas que sean necesarias. El código propiamente dicho, es un conjunto de dígitos alfanuméricos que permite asociarlos con cada proyecto, y darle una identificación a cada una de las piezas, subconjuntos y conjuntos que forman íntegramente al proyecto.

Además, es fundamental que la codificación sea interpretada efectivamente en el menor tiempo posible, por cada uno de los integrantes de la empresa que desarrolla cualquier tipo de proyecto. Logrando una dinámica en cada área respectiva, incluyendo tanto a integrantes de la empresa, como de terceros que se vinculen a la empresa.

Si se respeta todo lo dicho, se pueden obtener grandes mejorías con lo que tiene que ver con la reducción de los errores de producción, ubicación de piezas fácilmente, lograr intrínsecamente una alta seguridad ante falsificaciones de componentes, elevar el nivel del servicio de cada área, y poseer una herramienta muy importante para mejorar la logística de la empresa.

Cada uno de los planos que se realicen, tendrán asociados un código alfanumérico con una estructura formada por cuatro bloques (A, B, C y D), como lo es el siguiente:



Bloque A

Está conformado por cuatro dígitos, que son dos letras y dos números que indican el proyecto asociado al código. En este caso se utiliza el asociado al proyecto de Semirremolque Extensible “SE” y los dos números de identificación utilizados es el “20” por el año del desarrollo del mismo.

Bloque B

Este bloque se forma por dos dígitos, el primero es alfabético que indica el conjunto, y el segundo es numérico. Con ellos se distinguen a los grandes conjuntos que forman íntegramente a todo el semirremolque.

Bloque C

Utiliza un único dígito, que es una letra que permite identificar si el componente es un elemento de fabricación propia “P” o si es de origen comercial “C”.



Bloque D

El último bloque está compuesto por cuatro dígitos, que todos son numéricos. El primero indica el nivel y tipo de integración dentro del conjunto principal. Donde los utilizados son los siguientes:

2: Conjunto soldado.

3: Subconjunto Soldado. La vinculación de estos forma un conjunto soldado.

6: Piezas del Subconjunto. Son componentes que no se consiguen solas, sino que van soldadas y forman un subconjunto soldado.

8: Piezas Solas. Son piezas que van solas, ósea que no forman un subconjunto. Se pueden conseguir por si solas.

Los ultimo tres dígitos numéricos, posteriores al primer digito especificado anteriormente, permiten identificar puntualmente cada pieza.

Debido a los 11 dígitos del código especificado, las combinaciones que se pueden tener esta en el orden de los millones. Por lo que el sistema de codificación especificado permite no solo ser utilizado para este proyecto puntualmente, sino por todo el catálogo de producto que pueda ofrecer una empresa. Logrando así, establecer una clara uniformidad en todos los productos, y de esa manera acceder y vincular cada uno de los productos.

Un ejemplo del código que se ven en los planos, podría ser el siguiente:

SE20 – A0 – P – 2010

10.2 LISTA MAESTRA DE MATERIALES

A continuación se desarrolla una tabla dinámica correspondiente a la lista maestra de ingeniería, la cual permite identificar, documentar y tener un detallado registro de cada componente, y asociarlos a su vez con toda la planimetría que se dispondrá luego. El nivel de categorías de componentes también se realiza además que con la codificación, con los colores de la lista maestra. Donde en blanco se representan a las piezas sueltas que vinculadas entre si forman a los elementos listos para instalar, como son los de la siguiente categoría; los cuales con fondo celeste se destacan a los elementos que se encuentran listos para ser instalados, estos se indican directamente en los planos de ensambles en orden numérico. Luego en azul se representan a los subconjuntos ensamblados por medio de los elementos descriptos previamente (que se destacan en color celeste). Por último, en azul oscuro se destacan a los 7 (siete) grandes conjuntos que forman al semirremolque y que se acentúan a continuación.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Villa María

Semirremolque Completo Ensamblado (A0)

N°	CODIGO	NOMBRE	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	Características
1	SE20 - A0 - P - 0000	CONJUNTO SEMIRREMOLQUE CERRADO	1	Componentes y Dimensiones Generales	Unidad Totalmente Ensamblada
2	SE20 - A0 - P - 0001	CONJUNTO SEMIRREMOLQUE EXTENDIDO	1	Componentes y Dimensiones Generales	Unidad Totalmente Ensamblada

Conjunto de la Estructura Trasera del Chasis (A1)

N°	CODIGO	NOMBRE	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
1	SE20 - A1 - P - 0000	CONJUNTO DE LA ESTRUCTURA TRASERA DEL CHASIS	1	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
2	SE20 - A1 - P - 2000	Estructura de la Viga Principal	1	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
3	SE20 - A1 - P - 4000	Viga Principal Ensamblada	1	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
4	SE20 - A1 - P - 6003	Chapa Vertical de la Viga Principal	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 9,5mm
5	SE20 - A1 - P - 6004	Chapa Horizontal de la Viga Principal	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 9,5mm
6	SE20 - A1 - P - 4001	Faldon Lateral Trasero	2	Componentes y Dimensiones Generales	Tubo Conformado - Soldado
7	SE20 - A1 - P - 6005	Chapa Plegada del Larguero Trasero	4	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 5mm Plegada R5
8	SE20 - A1 - P - 4002	Perfil Corto Plegado	2	Componentes y Dimensiones Generales	Tubo Conformado - Soldado
9	SE20 - A1 - P - 6006	Chapa Plegada del Perfil Corto	4	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 5mm Plegada R5
10	SE20 - A1 - P - 6000	Travesaños	60	Dimensiones Principales	Perfil Conformado - Chapa Cortada MLC 500 - 7mm Plegada R5
11	SE20 - A1 - P - 6001	Piso de Plataforma	4	Dimensiones Principales	Chapa antideslizante Cortada SAE 1010 - 8mm
12	SE20 - A1 - P - 6002	Nervio Plegado de Refuerzo	40	Dimensiones Principales	Perfil Conformado - Chapa Cortada MLC 500 - 4,5mm Plegada R5
13	SE20 - A1 - P - 2001	Estructura de la 1° Viga Extensible	1	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
14	SE20 - A1 - P - 4003	1° Viga Extensible Ensamblada	1	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
15	SE20 - A1 - P - 6008	Chapa Vertical de la 1° Viga Extensible	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 9,5mm
16	SE20 - A1 - P - 6009	Chapa Horizontal de la 1° Viga Extensible	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 9,5mm
17	SE20 - A1 - P - 6007	Travesaño de 1° Viga Extensible	1	Componentes y Dimensiones Generales	Perfil Conformado - Chapa Cortada MLC 500 - 5mm Plegada R5
18	SE20 - A1 - P - 2002	Estructura de la 2° Viga Extensible	1	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
19	SE20 - A1 - P - 4004	2° Viga Extensible Ensamblada	1	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
20	SE20 - A1 - P - 6011	Chapa Vertical de la 2° Viga Extensible	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 9,5mm
21	SE20 - A1 - P - 6012	Chapa Horizontal de la 2° Viga Extensible	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 9,5mm
22	SE20 - A1 - P - 6010	Travesaño de 2° Viga Extensible	1	Componentes y Dimensiones Generales	Perfil Conformado - Chapa Cortada MLC 500 - 5mm Plegada R5
23	SE20 - A1 - P - 2003	Estructura de la 3° Viga Extensible	1	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
24	SE20 - A1 - P - 4005	3° Viga Extensible Ensamblada	1	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
25	SE20 - A1 - P - 6013	Chapa Vertical de la 3° Viga Extensible	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 9,5mm
26	SE20 - A1 - P - 6014	Chapa Horizontal de la 3° Viga Extensible	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 9,5mm



Conjunto de la Estructura Delantera del Chasis (A2)

N°	CODIGO	NOMBRE	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	Características
1	SE20 - A2 - P - 0000	CONJUNTO DE LA ESTRUCTURA DELANTERA DEL CHASIS	1	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
2	SE20 - A2 - P - 2000	Estructura Delantera del Chasis	1	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
3	SE20 - A2 - P - 2000 (Bis)	Estructura Delantera del Chasis - Soldaduras	-	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
4	SE20 - A2 - P - 4000	Viga Delantera Ensamblada	2	Componentes y Dimensiones Generales	Tubo Conformado - Soldado
5	SE20 - A2 - P - 6005	Viga Superior Plegada	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 9,5mm Plegada R10
6	SE20 - A2 - P - 6006	Viga Inferior Plegada	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 9,5mm Plegada R10
7	SE20 - A2 - P - 6000	Travesaño de Apoyo del Perno Rey	2	Dimensiones Principales	Perfil Conformado - Chapa Cortada MLC 500 - 6mm Plegada R6
8	SE20 - A2 - P - 6001	Travesaño de Refuerzo Longitudinal	2	Dimensiones Principales	Perfil Conformado - Chapa Cortada MLC 500 - 5mm Plegada R5
9	SE20 - A2 - P - 6002	Plataforma	1	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 9,5mm
10	SE20 - A2 - P - 6003	Travesaño Delantero	16	Dimensiones Principales	Perfil Conformado - Chapa Cortada MLC 500 - 5mm Plegada R5
11	SE20 - A2 - P - 4001	Larguero Lateral Delantero	2	Componentes y Dimensiones Generales	Tubo Conformado - Soldado
12	SE20 - A2 - P - 6007	Chapa Plegada del Larguero Delantero	4	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 5mm Plegada R5
13	SE20 - A2 - C - 8000	Perno Rey	1	Componentes y Dimensiones Generales	Comercial
14	SE20 - A2 - P - 6004	Chapa Frontal	1	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 5mm
15	SE20 - A1 - P - 6001	Piso de Plataforma	1	Dimensiones Principales	Chapa antideslizante Cortada SAE 1010 - 8mm
16	SE20 - A2 - P - 4002	Vinculación	1	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
17	SE20 - A2 - P - 6008	Chapa Lateral	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 9,5mm
18	SE20 - A2 - P - 6009	Chapa Superior	1	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 9,5mm Plegada R20
19	SE20 - A2 - P - 6010	Chapa Inferior	1	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 9,5mm
20	SE20 - A2 - P - 6011	Chapa Delantera	1	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 9,5mm
21	SE20 - A1 - P - 6002	Nervio Plegado de Refuerzo	2	Dimensiones Principales	Perfil Conformado - Chapa Cortada MLC 500 - 4,5mm Plegada R5

Conjunto Paragolpes Trasero (A3)

N°	CODIGO	NOMBRE	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	Características
1	SE20 - A3 - P - 0000	CONJUNTO DEL PARAGOLPES TRASERO	1	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
2	SE20 - A3 - P - 2000	Paragolpes Trasero Ensamblado	1	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
3	SE20 - A3 - P - 6000	Paragolpes	1	Dimensiones Principales	Tubo Cortado 200x100x9,5 - Acero AISI 1010
4	SE20 - A3 - P - 8000	Tope Plástico	2	Dimensiones Principales	Plástico Inyectado
5	SE20 - A3 - P - 6001	Perfil Plegado Móvil	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada AISI 1010 - 7mm Plegada R10
6	SE20 - A3 - P - 6002	Perfil Plegado Fijo	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada AISI 1010 - 7mm Plegada R10
7	SE20 - A3 - P - 6003	Chapa Plegada Refuerzo	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada AISI 1010 - 7mm Plegada R10
8	SE20 - A3 - C - 8000	Butón M24x3x260	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada MLC 500 - 9,5mm



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Villa María

Conjunto Paragolpes Lateral Delantero (A4)

N°	CODIGO	NOMBRE	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	Características
1	SE20 - A4 - P - 0000	CONJUNTO DEL PARAGOLPES LATERAL TRASERO	2	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
2	SE20 - A4 - P - 2000	Paragolpes Lateral Trasero Ensamblado	2	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
3	SE20 - A4 - P - 6000	Perfil Plegado de Paragolpes Lateral Corto	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada AISI 1010 - 7mm Plegada R7
4	SE20 - A4 - P - 6001	Perfil Vertical Plegado	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada AISI 1010 - 5mm Plegada R5
5	SE20 - A4 - P - 8000	Tope Plástico de Paragolpes Laterales	4	Dimensiones Principales	Plástico Inyectado

Conjunto Paragolpes Lateral Trasero (A5)

N°	CODIGO	NOMBRE	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	Características
1	SE20 - A5 - P - 0000	CONJUNTO DEL PARAGOLPES LATERAL DELANTERO	2	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
2	SE20 - A5 - P - 2000	Paragolpes Lateral Delantero Ensamblado	2	Componentes y Dimensiones Generales	Estructura Soldada
3	SE20 - A5 - P - 6000	Perfil Plegado de Paragolpes Lateral Largo	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada AISI 1010 - 7mm Plegada R7
4	SE20 - A4 - P - 6001	Perfil Vertical Plegado	4	Dimensiones Principales	Chapa Cortada AISI 1010 - 5mm Plegada R5
5	SE20 - A4 - P - 8000	Tope Plástico de Paragolpes Laterales	4	Dimensiones Principales	Plástico Inyectado

Conjunto Referido a la Suspensión (A6)

N°	CODIGO	NOMBRE	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	Características
1	SE20 - A6 - P - 0000	CONJUNTO DE SUSPENSIÓN	6	Componentes y Dimensiones Generales	Conjunto Completo
2	SE20 - A6 - P - 2000	Suspensión Ensamblada	6	Componentes y Dimensiones Generales	Conjunto Ensamblado
3	SE20 - A6 - P - 8000	Porta Maza	1	Dimensiones Principales	Pieza de Fundición - Aleación de Aluminio 7050 T7451 - Fresado
4	SE20 - A6 - P - 8001	Parrilla Inferior	1	Dimensiones Principales	Pieza de Fundición - Acero Aleado AISI 4118H (20MoCr4) - Fresado
5	SE20 - A6 - P - 8002	Parrilla Superior	1	Dimensiones Principales	Pieza de Fundición - Acero Aleado AISI 4118H (20MoCr4) - Fresado
6	SE20 - A6 - C - 8000	Amortiguador Neumático	1	Dimensiones Principales	Comercial
7	SE20 - A6 - C - 8001	Buje "A"	4	Dimensiones Principales	Comercial
8	SE20 - A6 - C - 8002	Buje "B"	1	Dimensiones Principales	Comercial
9	SE20 - A6 - P - 2001	Suspensión y Dirección	3	Componentes y Dimensiones Generales	Conjunto Ensamblado
10	SE20 - A6 - P - 8003	Centro de Fijación	1	Dimensiones Principales	Pieza de Fundición - Aleación de Aluminio 7050 T7451
11	SE20 - A6 - P - 8004	Soporte de Cilindro Doble Vastago	1	Dimensiones Principales	Pieza de Fundición - Acero AISI 1010
12	SE20 - A6 - C - 8003	Bulón M24x3x130	5	Dimensiones Principales	Comercial

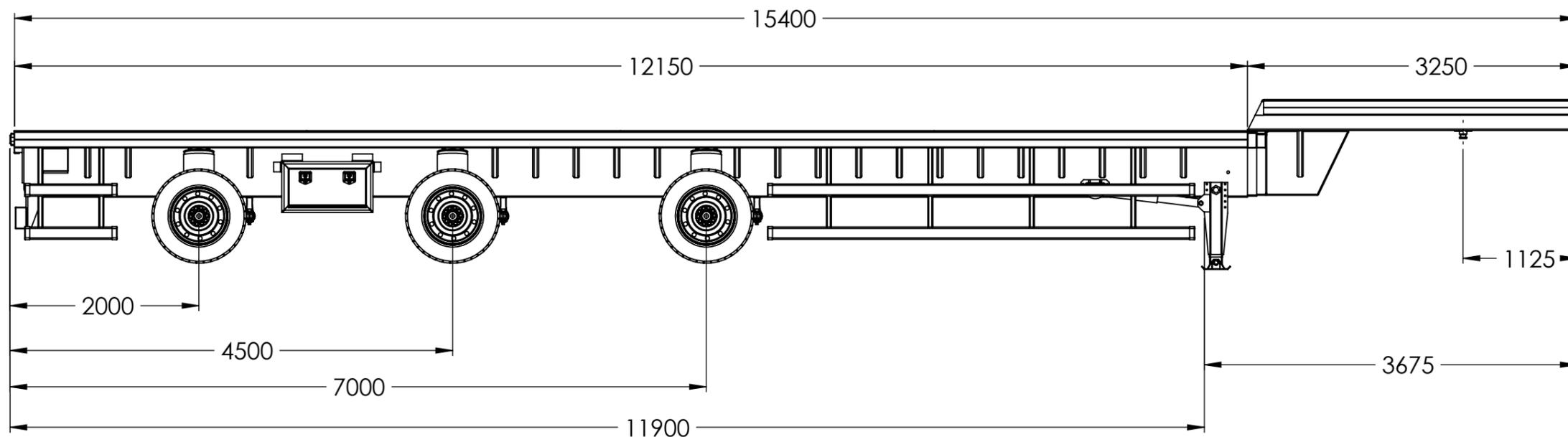


Conjunto Accesorios del Semirremolque (A7)

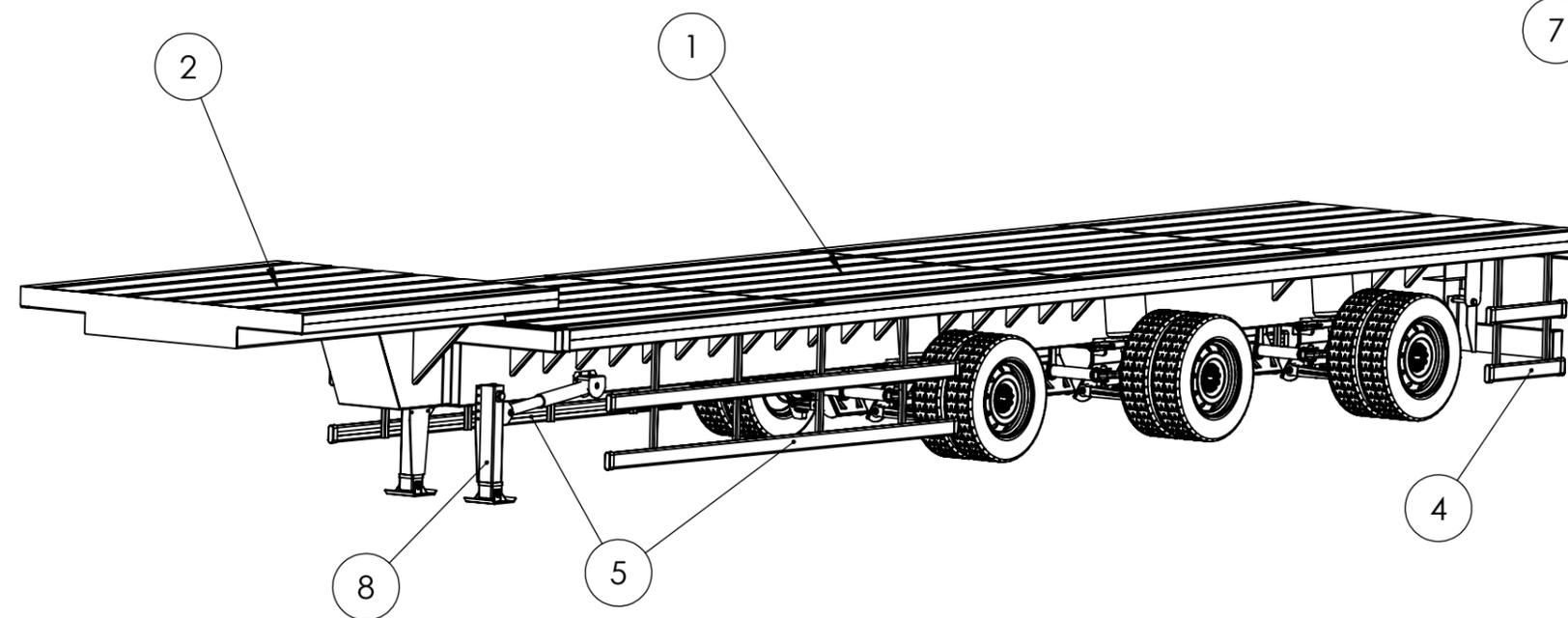
N°	CODIGO	NOMBRE	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	Características
1	SE20 - A7 - P - 0000	CONJUNTO DE ACCESORIOS DEL SEMIRREMOLQUE	1	Componentes y Dimensiones Generales	-
2	SE20 - A7 - C - 8000	Patas de Apoyo	1	Dimensiones Principales	Comercial
3	SE20 - A7 - C - 8001	Caja de Herramientas	1	Dimensiones Principales	Comercial
4	SE20 - A7 - P - 6000	Soporte de Caja de Herramientas	2	Dimensiones Principales	Chapa Cortada AISI 1010 - 7mm Plegada R7
5	SE20 - A7 - P - 8002	Luces Traseras	1	Dimensiones Principales	Perfil Plegado 5mm R10 + Luces Instaladas
6	SE20 - A7 - C - 8002	Llanta - Neumático	12	Dimensiones Principales	255/70 R22,5 160M



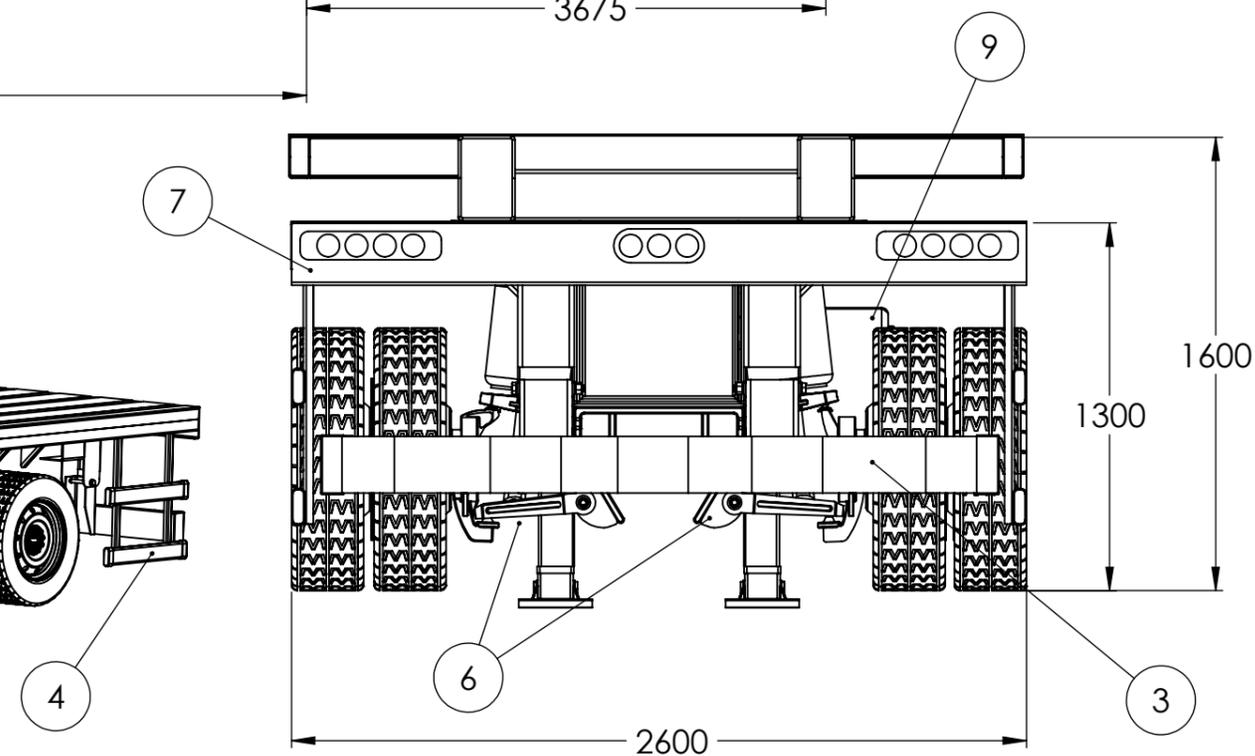
CAPÍTULO XI: PLANIMETRÍA



**Vista Lateral Derecha
Escala 1:50**



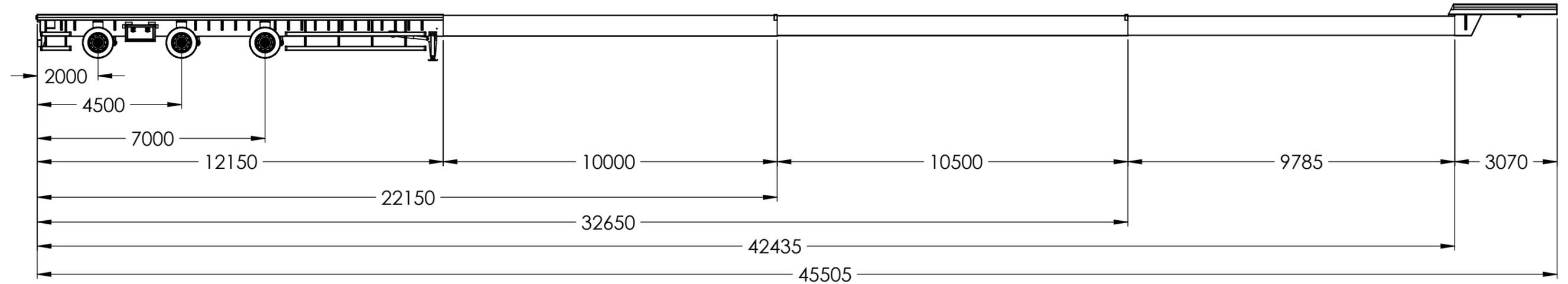
**Vista Perspectiva Isométrica
Escala 1:50**



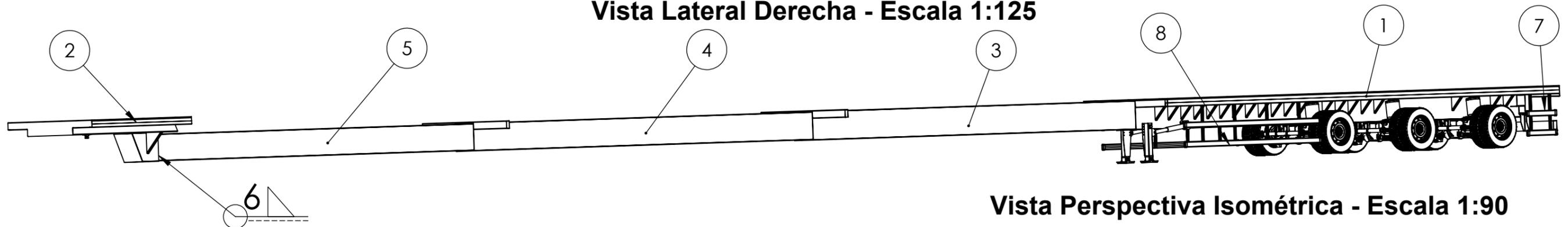
**Vista Posterior
Escala 1:25**

9	Caja de Herramientas	1	SE20 - A7 - C - 8001	Comercial
8	Patas de Apoyo	1	SE20 - A7 - C - 8000	Comercial
7	Luces Traseras	1	SE20 - A7 - P - 8002	En Plano
6	Conjunto de Suspensión	6	SE20 - A6 - P - 0000	En Plano
5	Paragolpes Lateral Delantero	2	SE20 - A5 - P - 0000	Acero AISI 1010
4	Paragolpes Lateral Trasero	2	SE20 - A4 - P - 0000	Acero AISI 1010
3	Paragolpes Trasero	1	SE20 - A3 - P - 0000	Acero AISI 1010
2	Estructura Delantera del Chasis	1	SE20 - A2 - P - 0000	MLC 500
1	Estructura Trasera del Chasis	1	SE20 - A1 - P - 0000	MLC 500
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

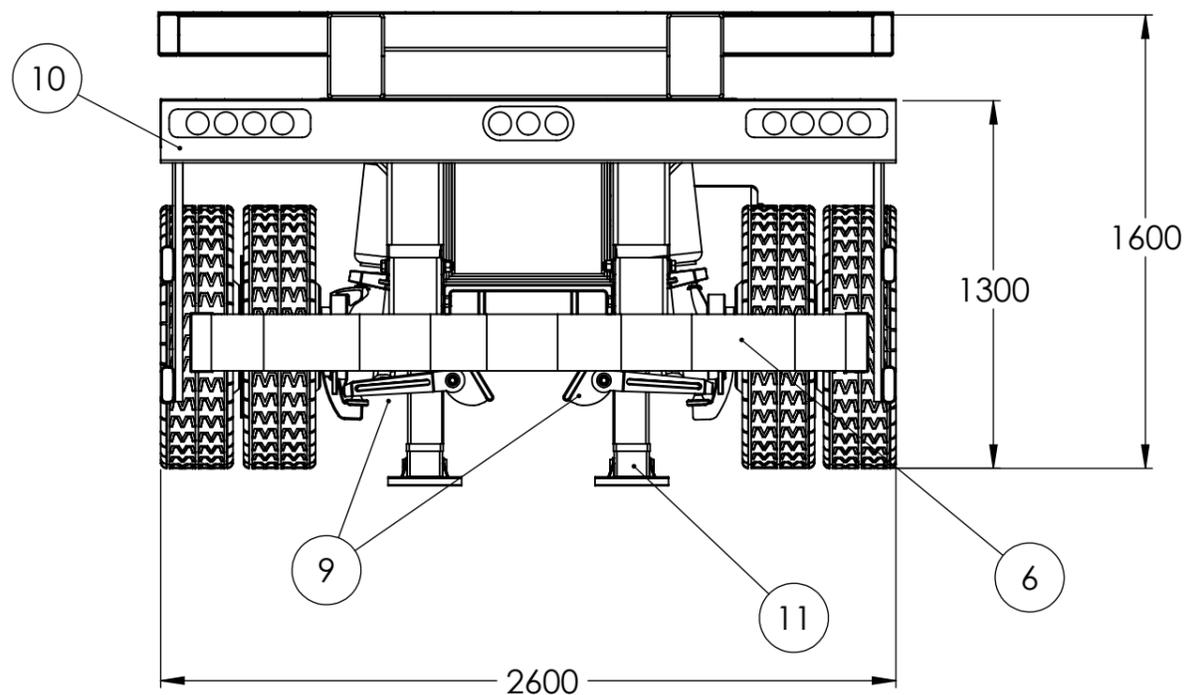
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL	HASTA 20 INCLUSO		>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL:			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A0 - P - 0000			
				Notas:			
				UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Escala:		DENOMINACION:					
Norma:		Conjunto Semirremolque Cerrado					



Vista Lateral Derecha - Escala 1:125



Vista Perspectiva Isométrica - Escala 1:90



Vista Posterior
Escala 1:25

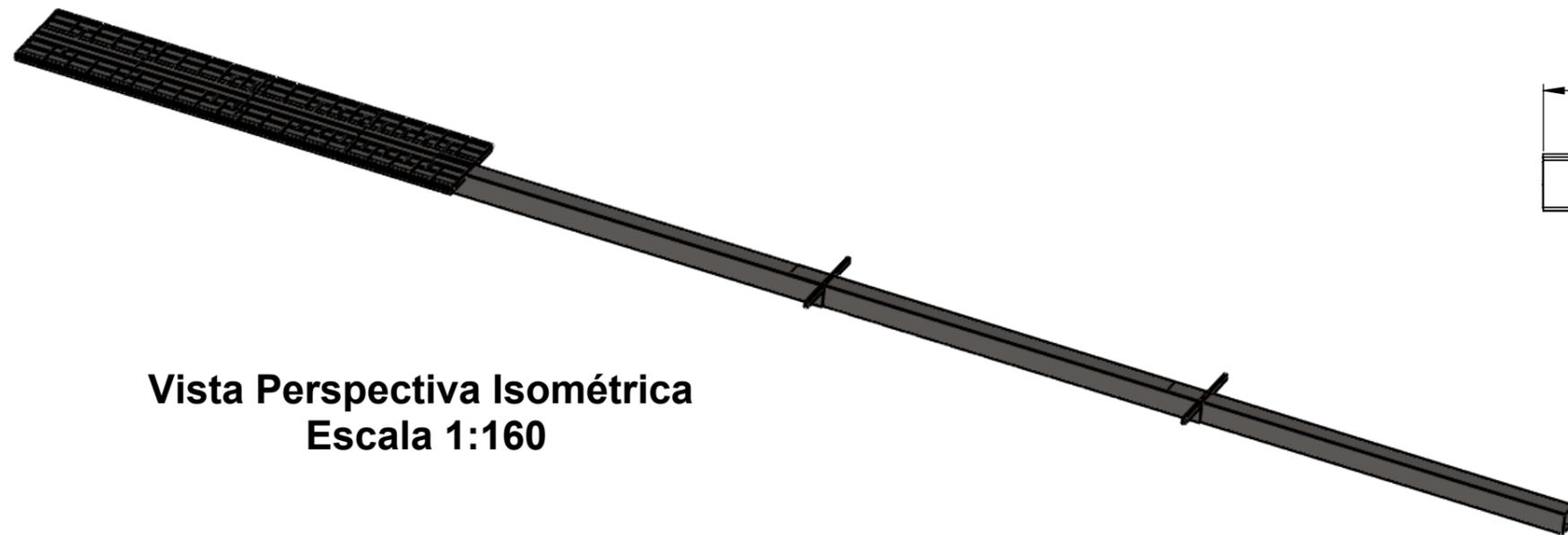
11	Patas de Apoyo	1	SE20 - A7 - C - 8000	Comercial
10	Luces Traseras	1	SE20 - A7 - P - 8002	En Plano
9	Conjunto de Suspensión	6	SE20 - A6 - P - 0000	En Plano
8	Paragolpes Lateral Delantero	2	SE20 - A5 - P - 0000	Acero 1010
7	Paragolpes Lateral Trasero	2	SE20 - A4 - P - 0000	Acero 1010
6	Paragolpes Trasero	1	SE20 - A3 - P - 0000	Acero 1010
5	3° Viga Extensible	1	SE20 - A1 - P - 2003	MLC 500
4	2° Viga Extensible	1	SE20 - A1 - P - 2002	MLC 500
3	1° Viga Extensible	1	SE20 - A1 - P - 2001	MLC 500
2	Estructura Delantera del Chasis	1	SE20 - A2 - P - 0000	MLC 500
1	Estructura Trasera del Chasis	1	SE20 - A1 - P - 0000	MLC 500
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANT.	CÓDIGO	MATERIAL

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

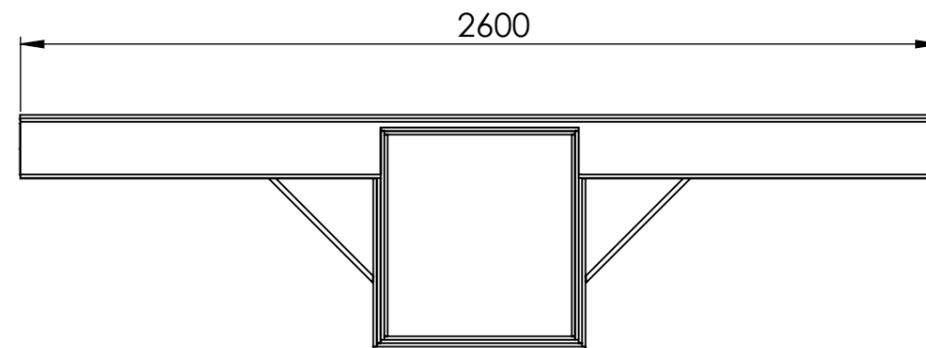
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIREMOLQUE EXTENSIBLE

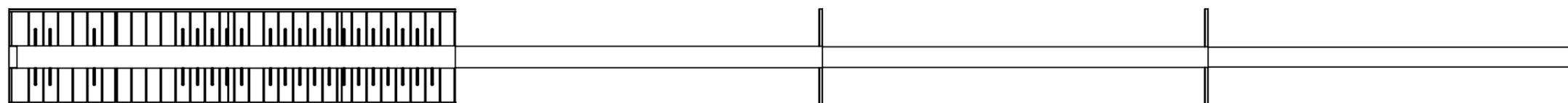
MATERIAL:			
CANTIDAD:			
CÓDIGO: SE20 - A0 - P - 0001			
Notas:			
Escala:		DENOMINACION:	
Norma:		Conjunto Semirremolque Extendido	
DIBUJÓ COCHIS F. L		FECHA 1/10/2020	
REVISÓ COCHIS F. L		FECHA 1/10/2020	
APROBÓ COCHIS F. L		FECHA 1/10/2020	
		<p style="text-align: center;">UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA</p>	



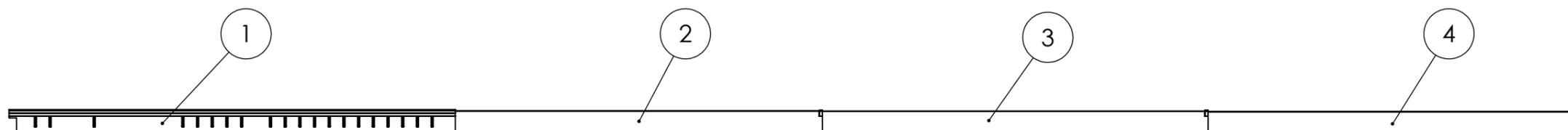
**Vista Perspectiva Isométrica
Escala 1:160**



**Vista Frontal
Escala 1:20**



Vista Inferior - Escala 1:140

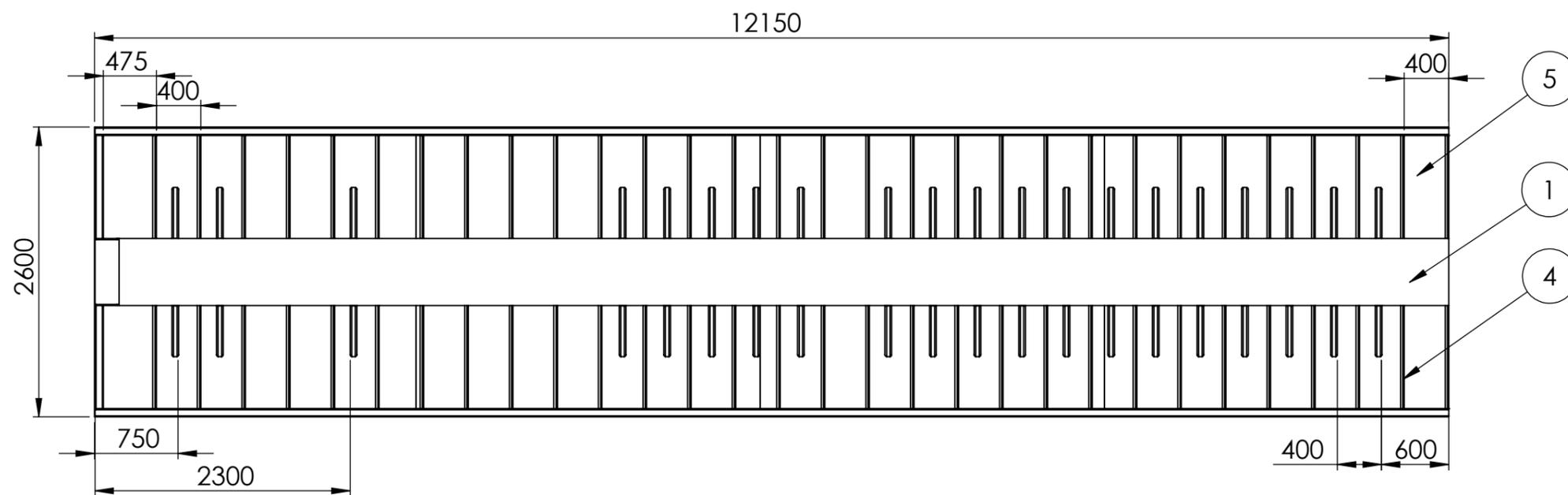


**Vista Lateral Derecha
Escala 1:140**

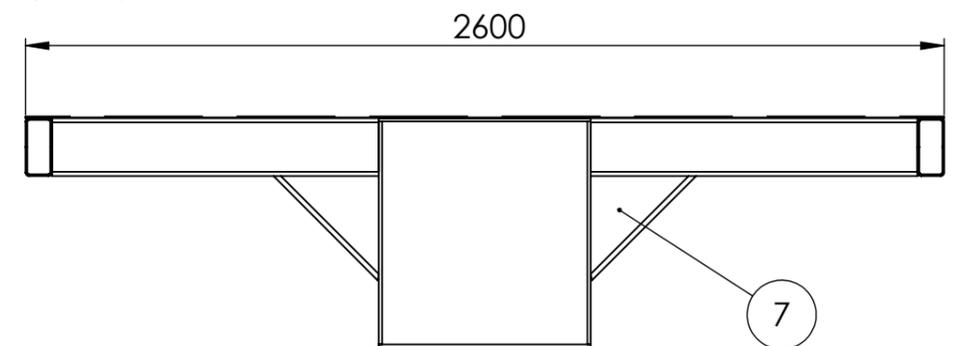
4	Estructura de la 3° Viga Extensible	1	SE20 - A1 - P - 2004	MLC 500
3	Estructura de la 2° Viga Extensible	1	SE20 - A1 - P - 2003	MLC 500
2	Estructura de la 1° Viga Extensible	1	SE20 - A1 - P - 2002	MLC 500
1	Estructura Viga Principal	1	SE20 - A1 - P - 2001	MLC 500
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE					MATERIAL: MLC 500		
					CANTIDAD:		
					CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 0000		
					Notas:		
Escala:		DENOMINACION:			UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA		
Norma: 		Conjunto Estructura Trasera del Chasis					

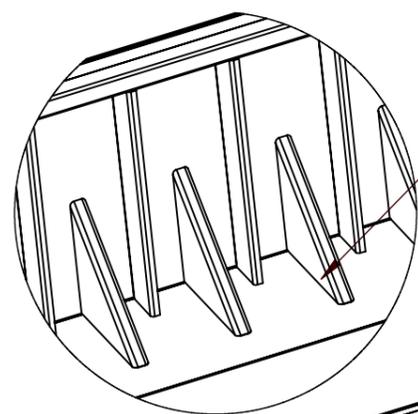
	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	



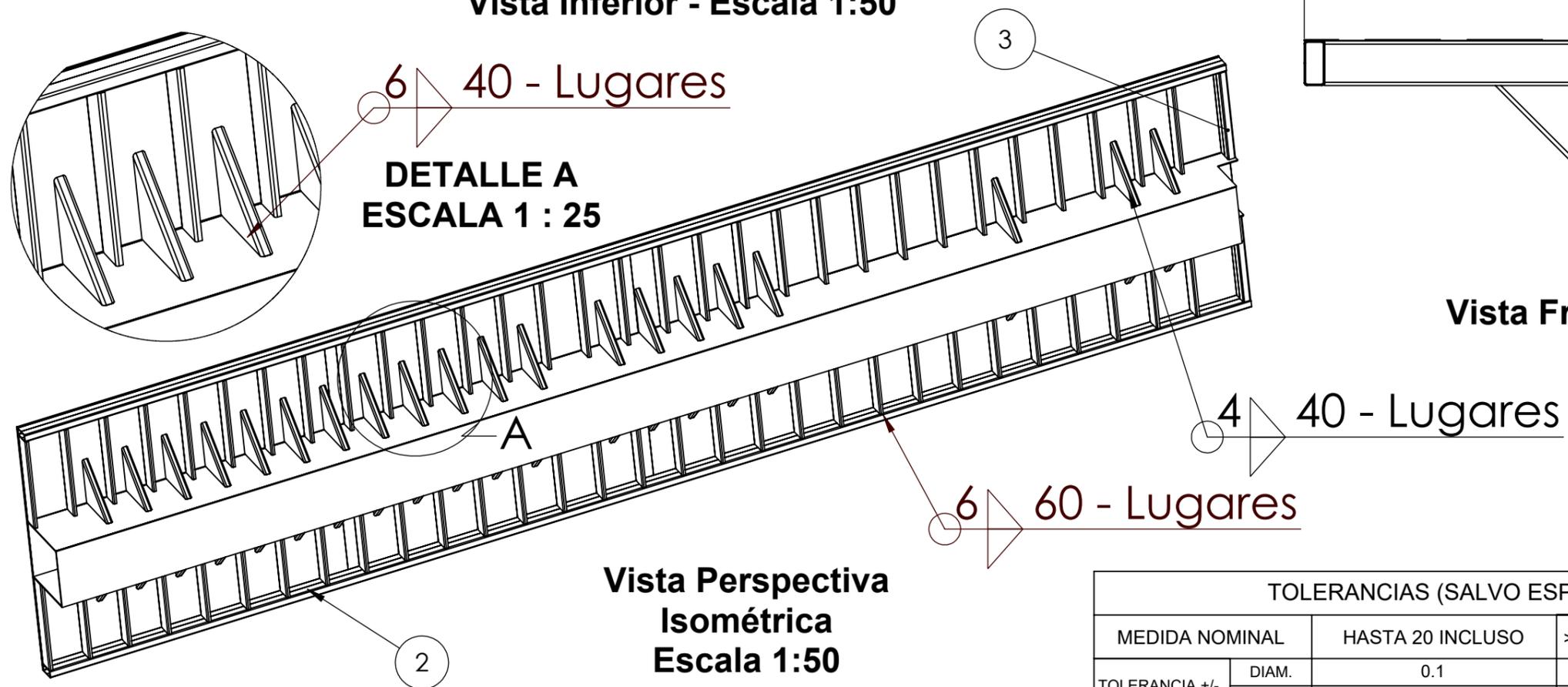
Vista Inferior - Escala 1:50



Vista Frontal - Escala 1:20



DETALLE A
ESCALA 1:25



Vista Perspectiva
Isométrica
Escala 1:50

6	Nervio Plegado de Refuerzo	40	SE20 - A1 - P - 6002	MLC 500
5	Piso	4	SE20 - A1 - P - 6001	SAE 1010 - 8mm
4	Travesaños	60	SE20 - A1 - P - 6000	MLC 500
3	Perfil Corto Plegado	2	SE20 - A1 - P - 4002	MLC 500
2	Faldon Lateral Trasero	2	SE20 - A1 - P - 4001	MLC 500
1	Viga Principal Ensamblada	1	SE20 - A1 - P - 4000	MLC 500
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL	HASTA 20 INCLUSO		>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

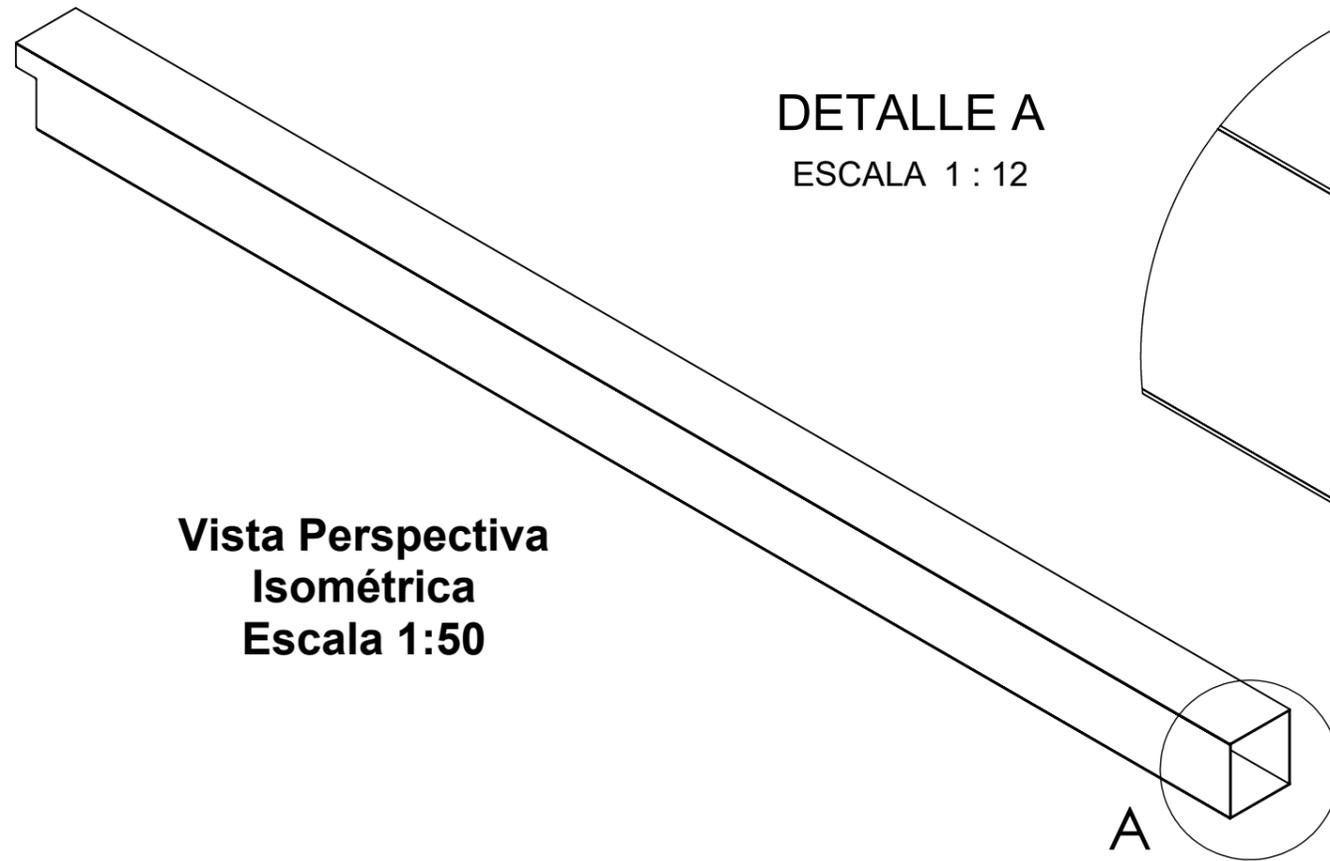
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	

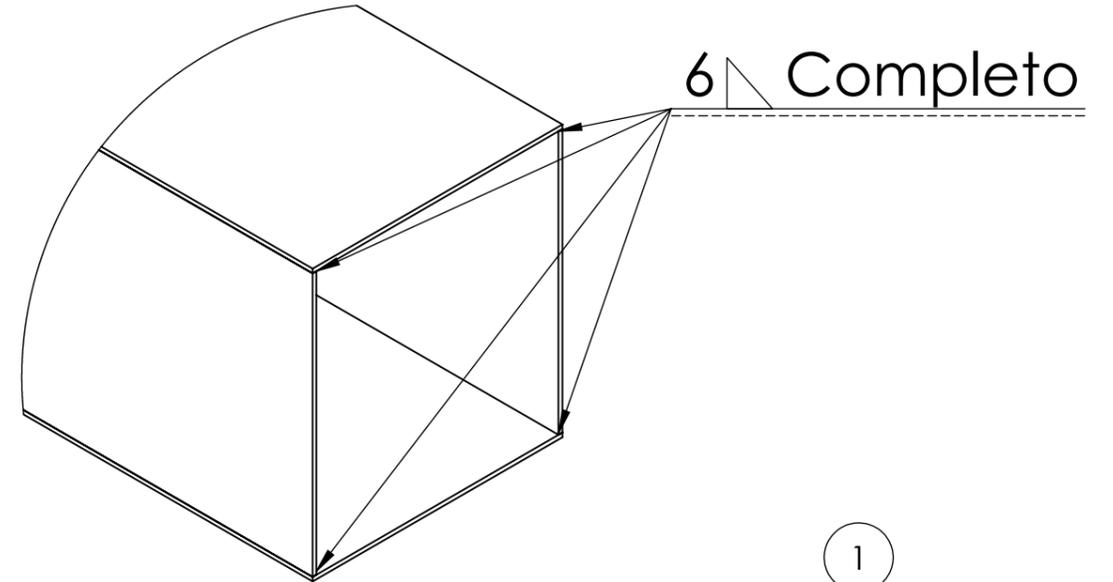
Escala:	DENOMINACION:
Norma:	Estructura de la Viga Principal

MATERIAL:
CANTIDAD:
CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 2000

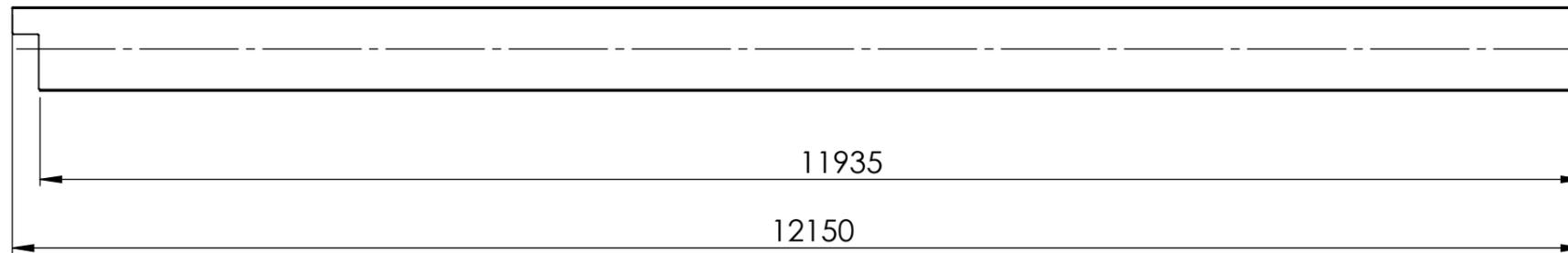
Notas:	UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
--------	--



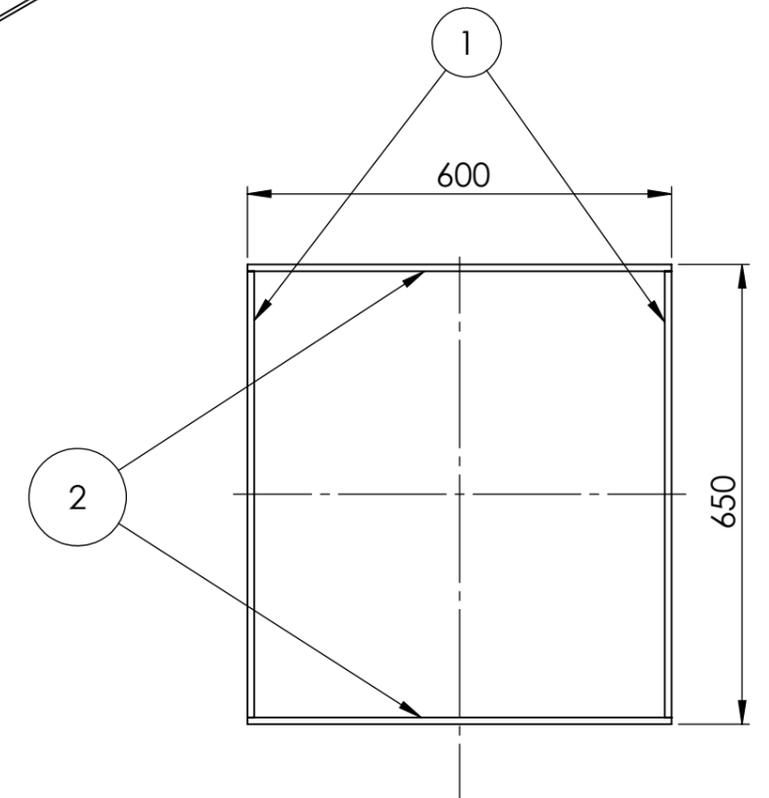
DETALLE A
ESCALA 1 : 12



**Vista Perspectiva
Isométrica
Escala 1:50**

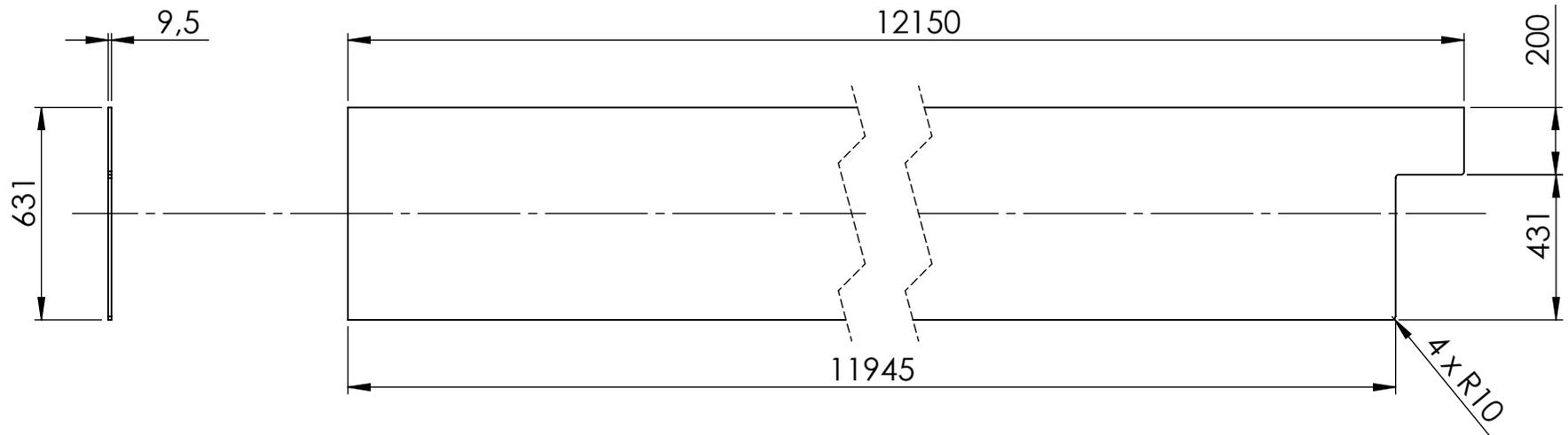


Vista Lateral Derecha - Escala 1:50



2	Chapa Horizontal de la Viga Principal	2	SE20 - A1 - P - 6004	MLC 500
1	Chapa Vertical de la Viga Principal	2	SE20 - A1 - P - 6003	MLC 500
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

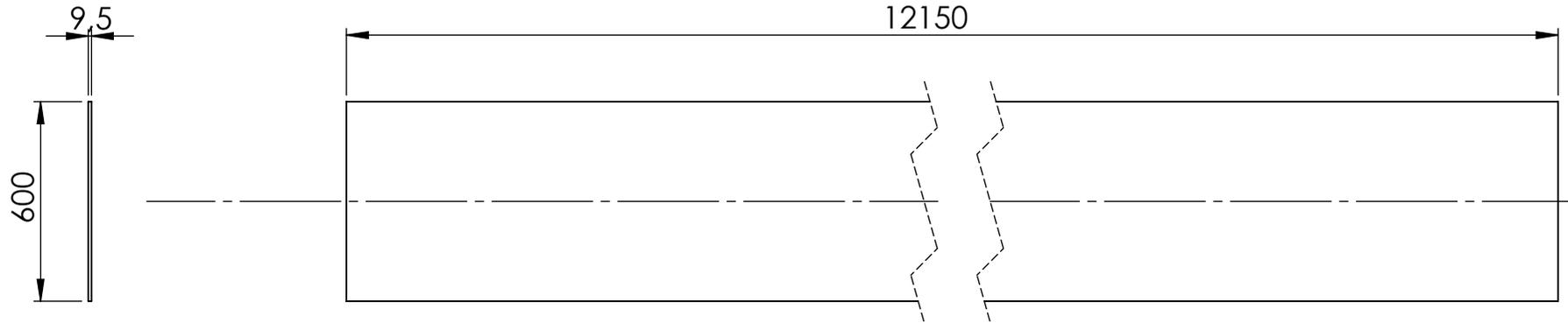
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS								
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000	
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5	
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5	
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE					MATERIAL: MLC 500			
					CANTIDAD:			
					CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 4000			
					Notas:			
Escala:		DENOMINACION:					UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
Norma:		Viga Principal Ensamblada						



Vista Frontal

**Vista Lateral
Izquierda**

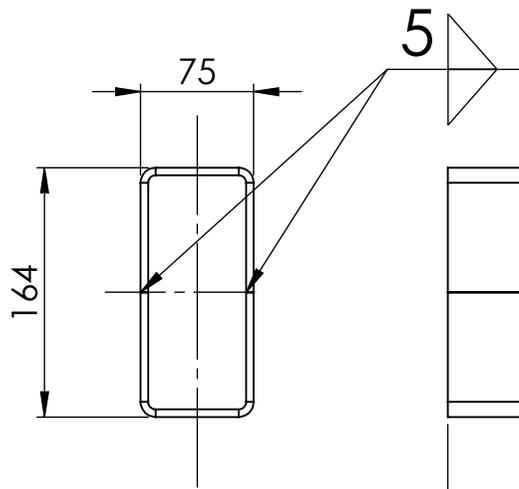
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 9,5 mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 6003			
				Notas:			UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
Escala: 1:20		DENOMINACION:					
Norma: 		Chapa Vertical de la Viga Principal					



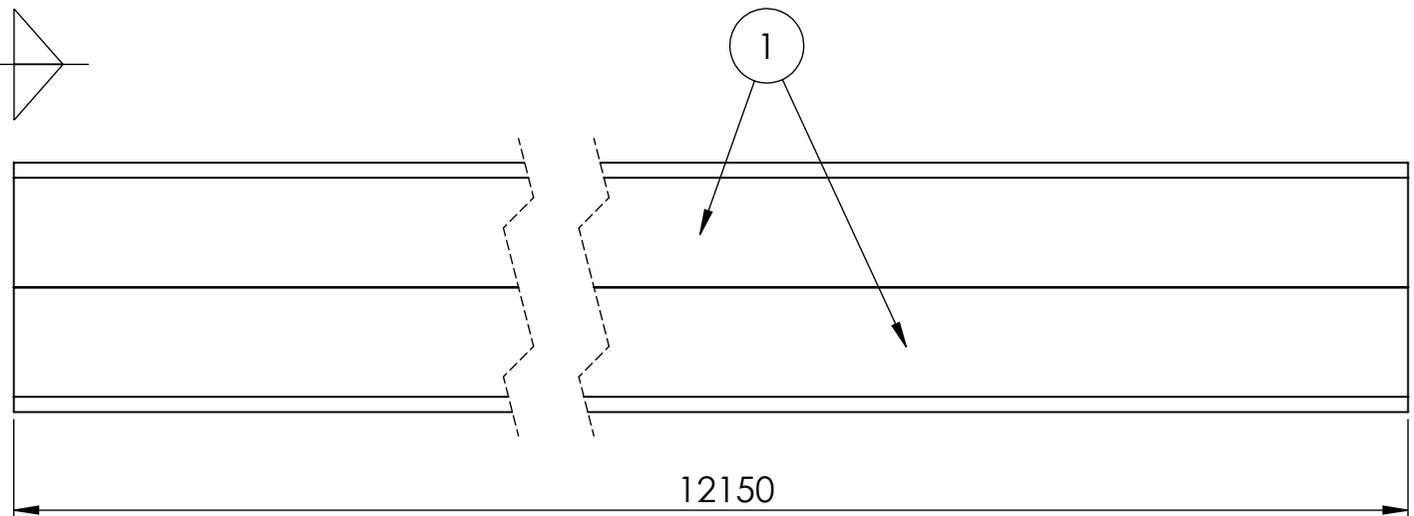
Vista Frontal

Vista Lateral Izquierda

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 9,5 mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 6004			
				Notas:			UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
Escala: 1:20		DENOMINACION:					
Norma:		Chapa Horizontal de la Viga Principal					

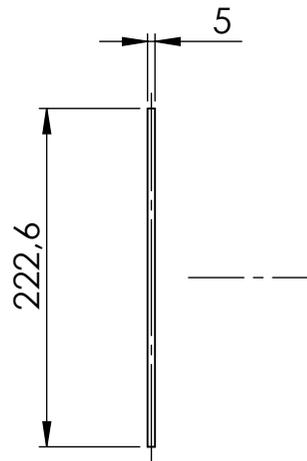


Vista Frontal

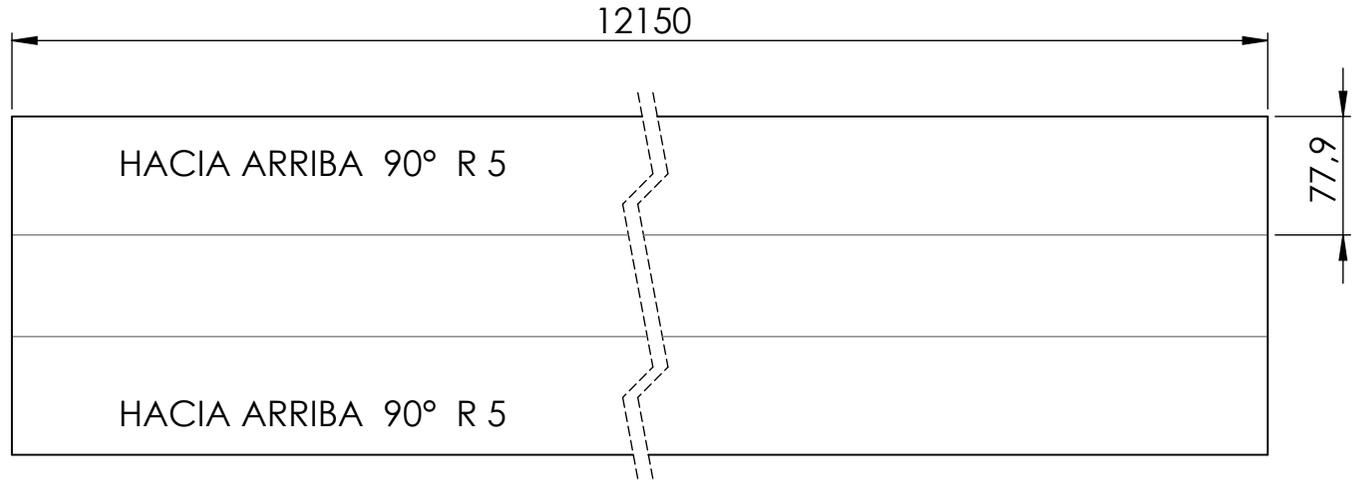


Vista Lateral Izquierda

1	Chapa Plegada del Faldon Trasero		2	SE20 - A1 - P - 6005	MLC 500		
PIEZA	DENOMINACIÓN		CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL		
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 4001			
				Notas:			UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
Escala: 1:5		DENOMINACION:					
Norma: 		Faldon Lateral Trasero					

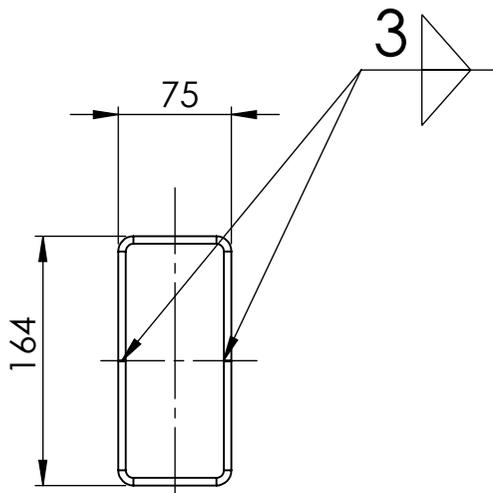


Vista Frontal

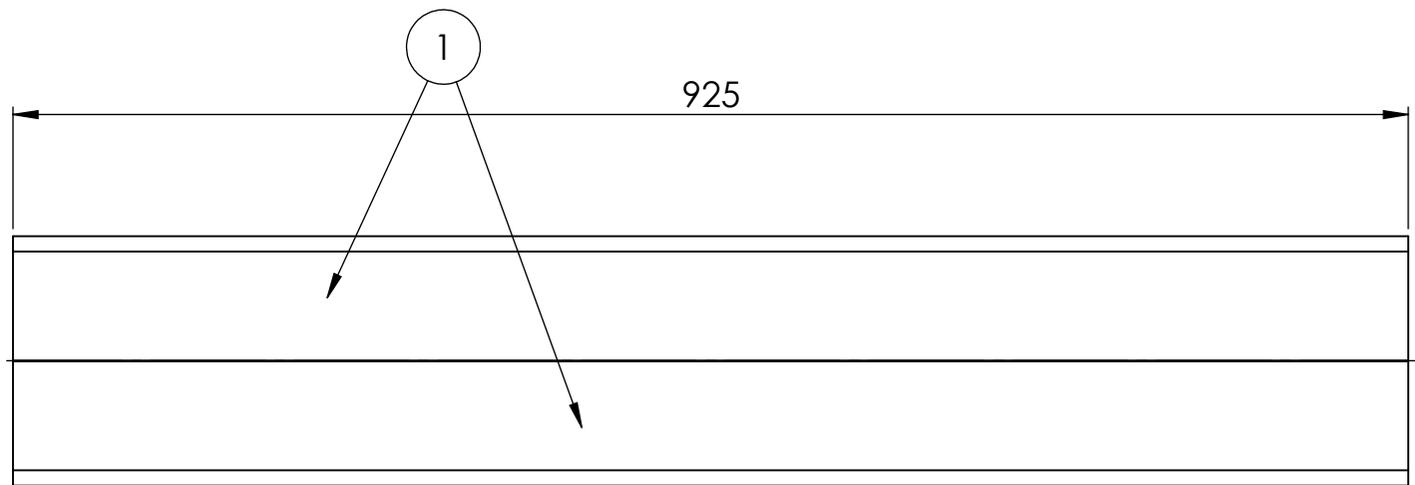


Vista Lateral Izquierda

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 5mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 6005			
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
Escala: 1:5		DENOMINACION:					
Norma:		Chapa Plegada del Faldon Trasero					

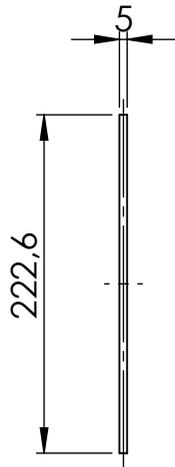


Vista Frontal

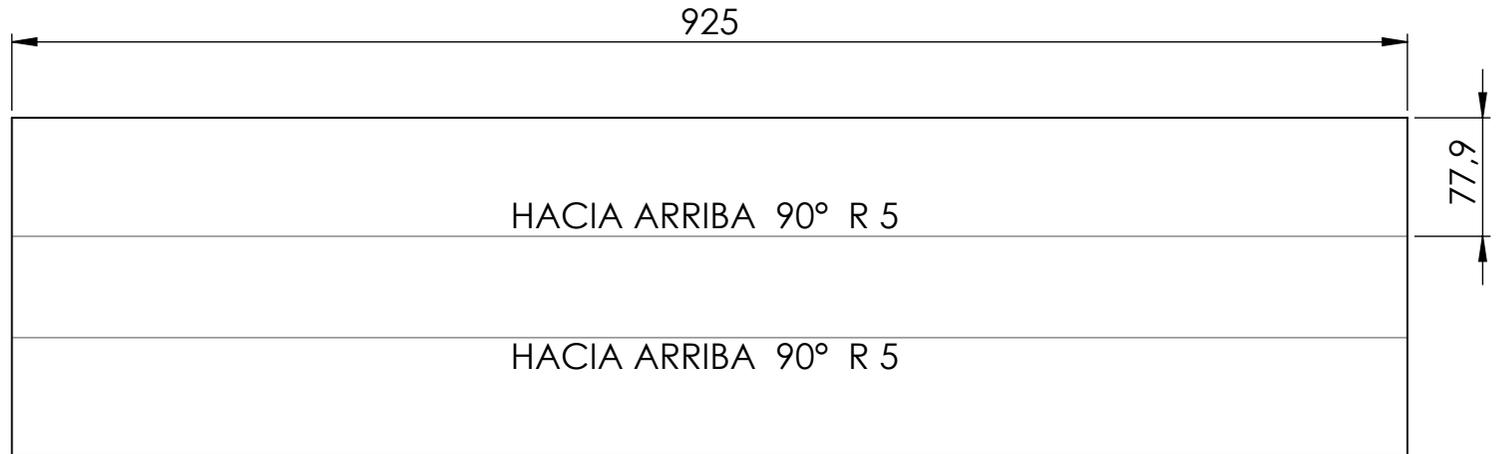


Vista Lateral Izquierda

1	Chapa Plegada del Perfil Corto	2	SE20 - A1 - P - 6006	MLC 500							
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL							
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS											
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000				
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5				
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5				
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500							
				CANTIDAD:							
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 4002							
				Notas:							
				Perfil que se ubica a 475mm del último travesaño de la estructura del chasis.							
Escala: 1:5		DENOMINACION:						UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma: 		Perfil Corto Plegado									

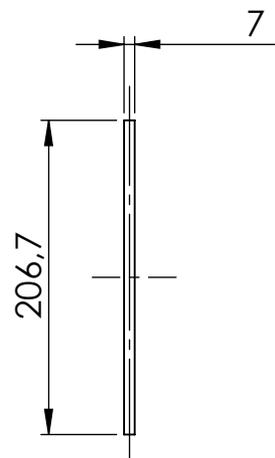


Vista Frontal

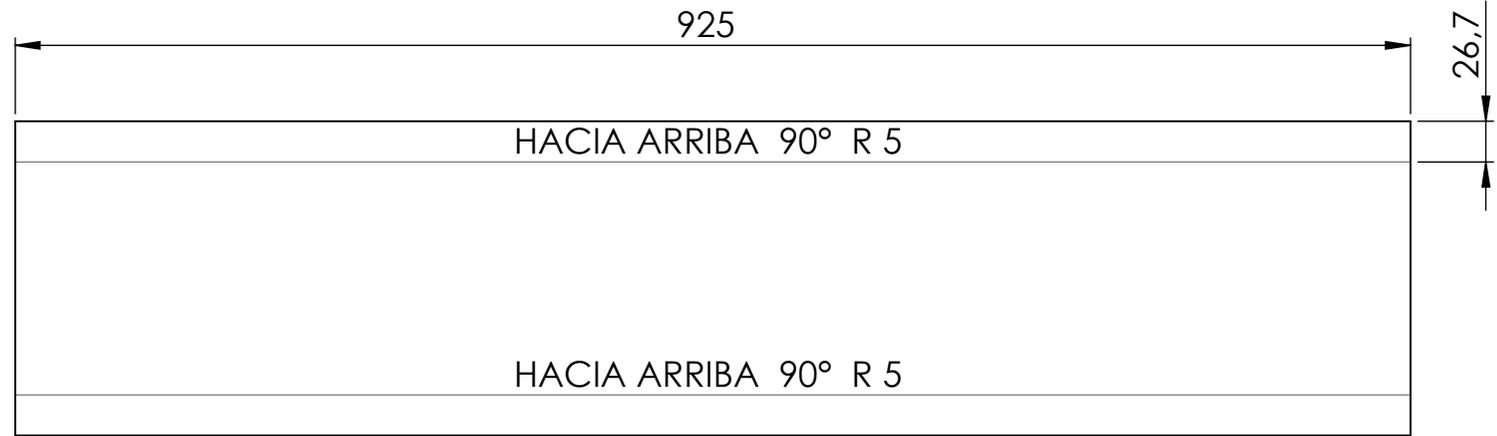


Vista Lateral Izquierda

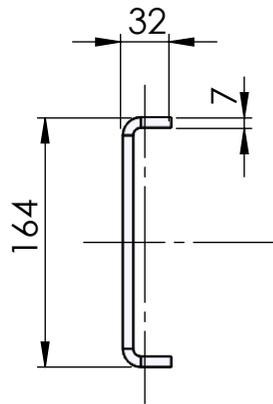
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 5mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 6006			
				Notas:			UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
Escala: 1:5		DENOMINACION:					
Norma:		Chapa Plegada del Perfil Corto					



Vista Frontal

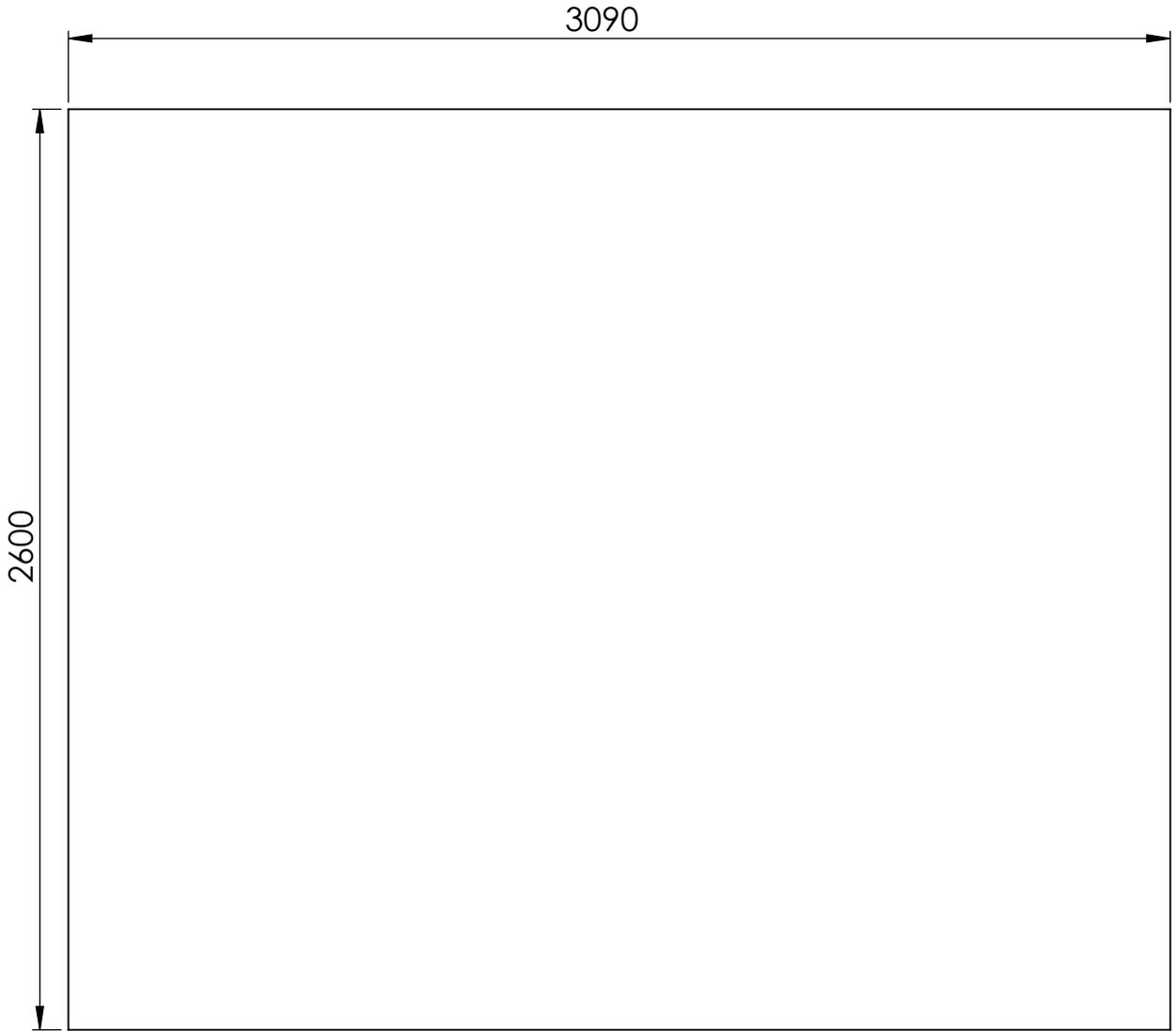


Vista Lateral Izquierda



**Perfil Plegado
del Travesaño**

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 7mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 6000			
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
	NOMBRE	FECHA	FIRMA				
DIBUJÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
Escala: 1:5		DENOMINACION:					
Norma:		Desarrollo de Travesaños					

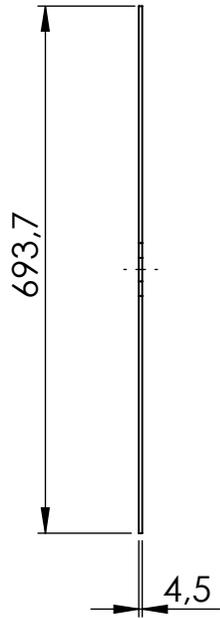


Vista Frontal

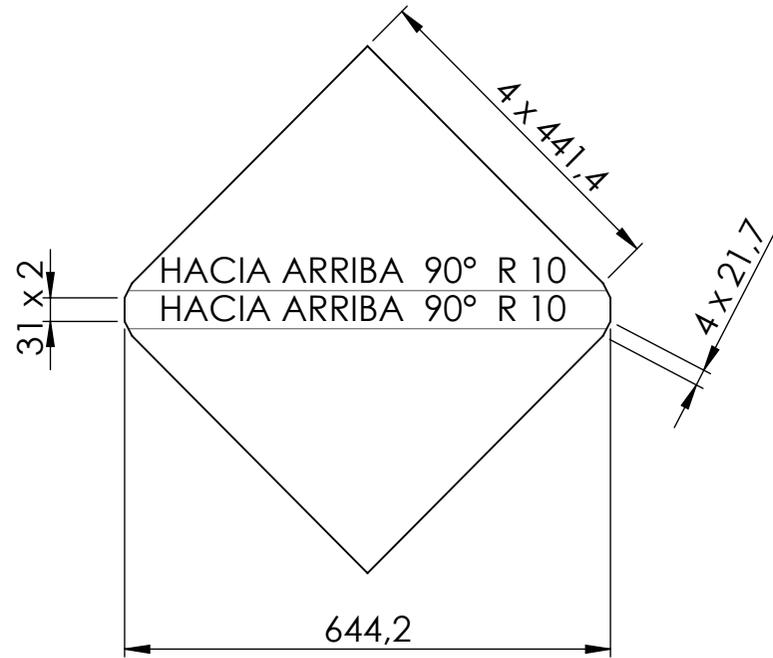
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

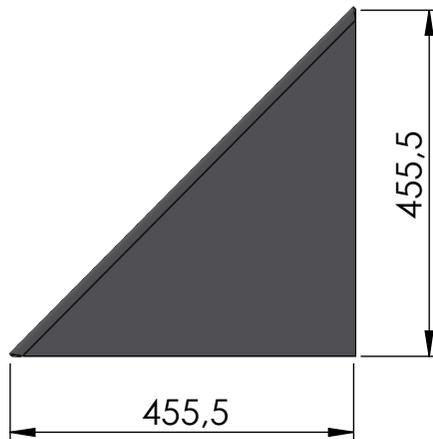
SEMIREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Chapa Antideslizante de Acero SAE 1010 - 8mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 6001			
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
Escala: 1:5		DENOMINACION:					
Norma: 		Piso de Plataforma					



Vista Frontal



Vista Lateral Izquierda



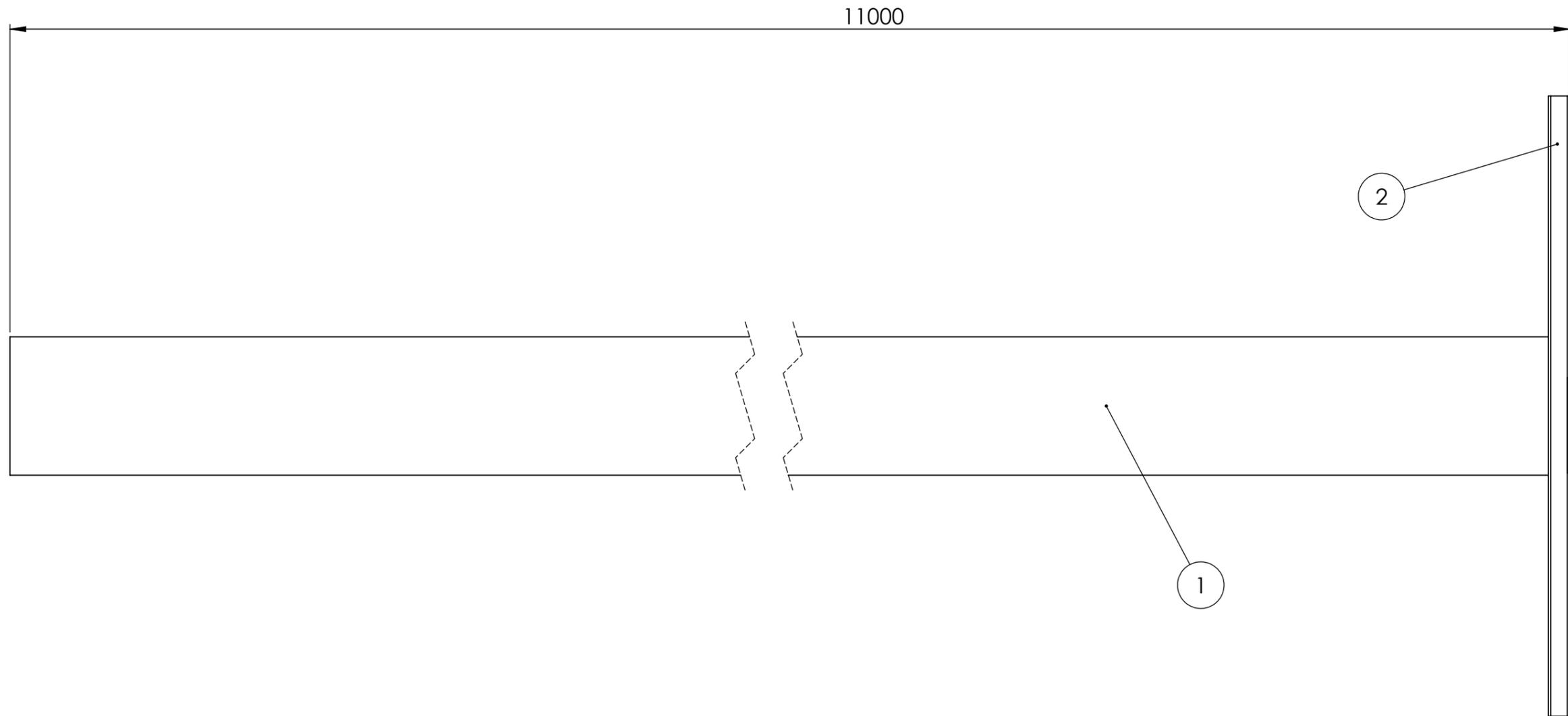
Perfil Plegado

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

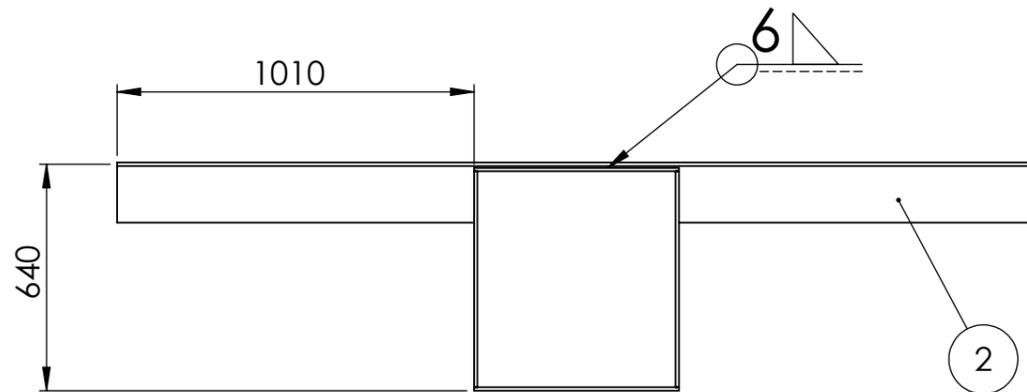
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 4,5mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 6002			
				Notas:			
Escala: 1:10		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma:		Nervio Plegado de Refuerzo					

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	



Vista Superior

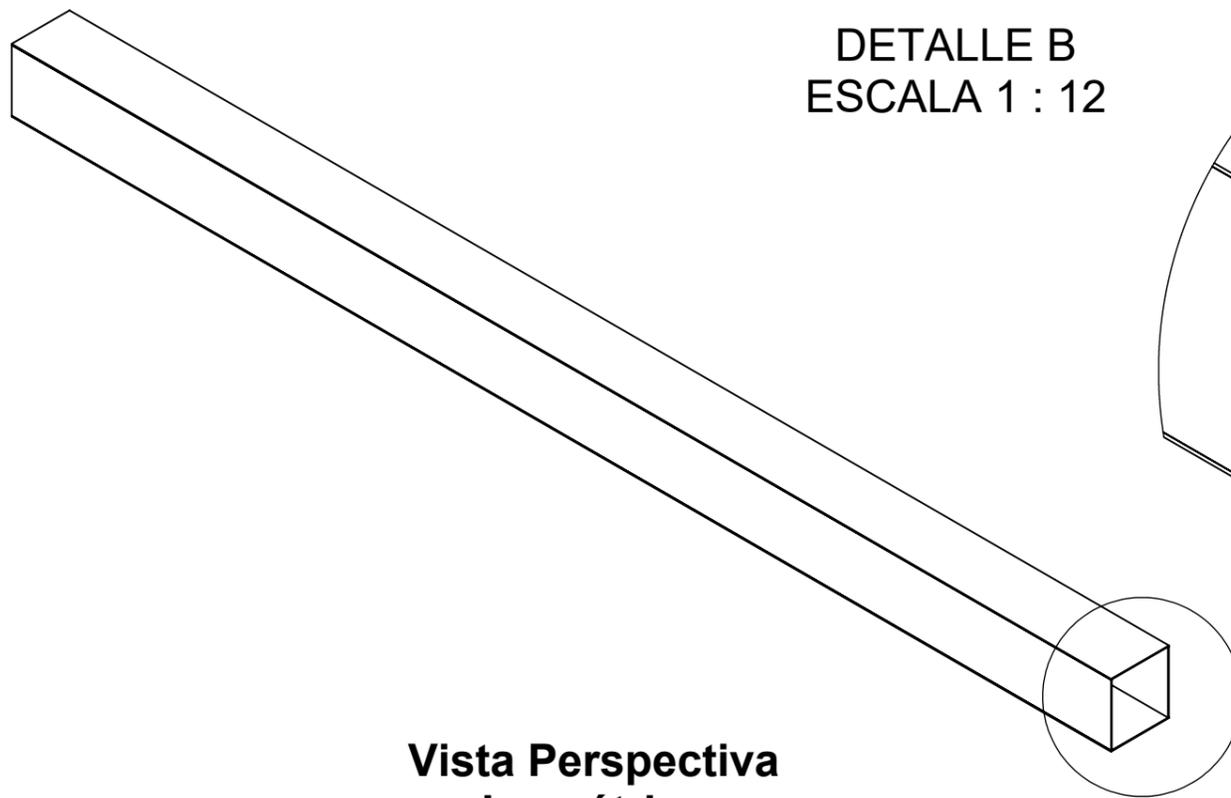


Vista Frontal

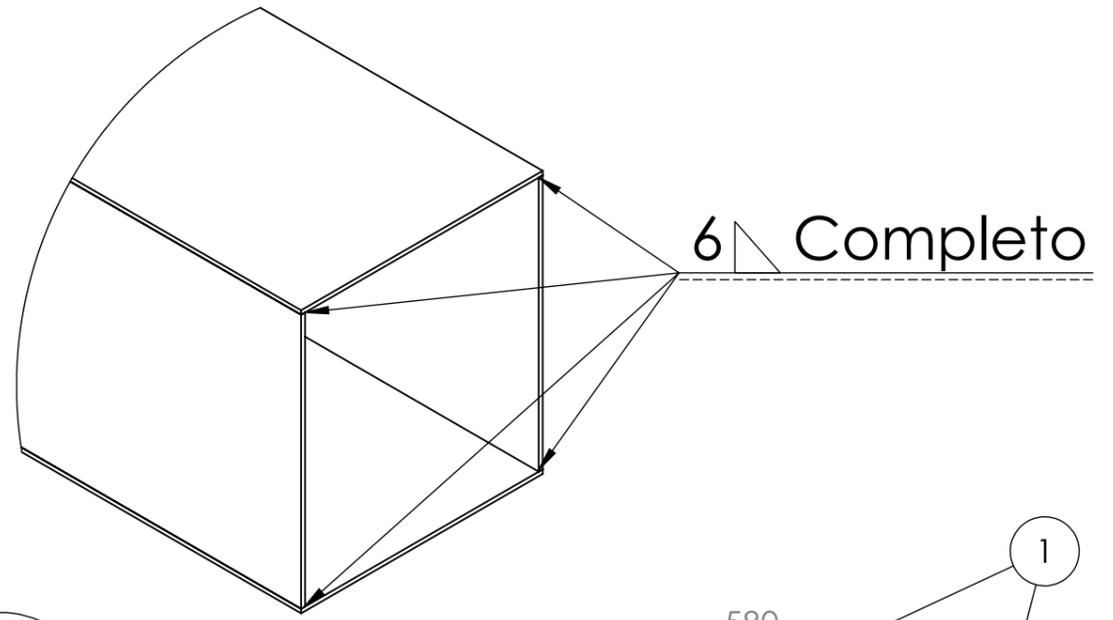
2	Travesaño de 1° Viga Extensible	1	SE20 - A1 - P - 6007	MLC 500
1	1° Viga Extensible Ensamblada	1	SE20 - A1 - P - 4003	MLC 500
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL:		
				CANTIDAD:		
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 2001		
				Notas:		
Escala: 1:20		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA		
Norma:		Estructura de la 1° Viga Extensible				

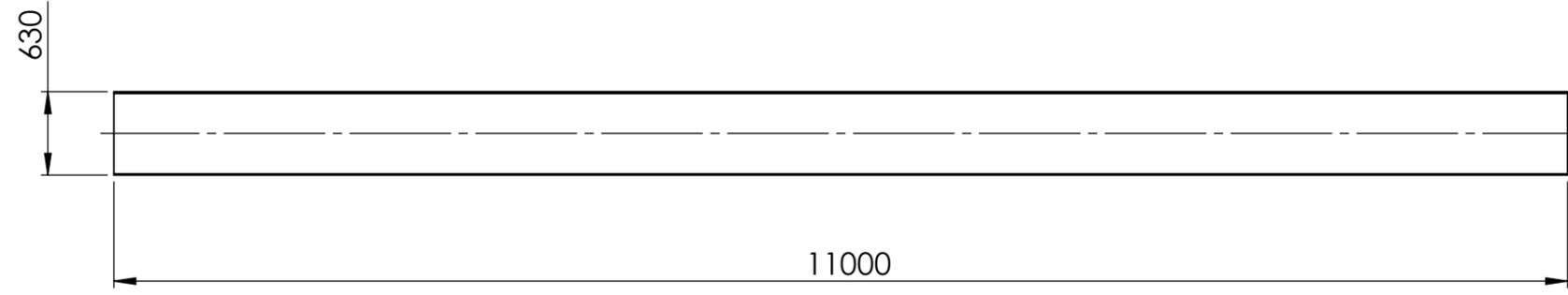


DETALLE B
ESCALA 1 : 12

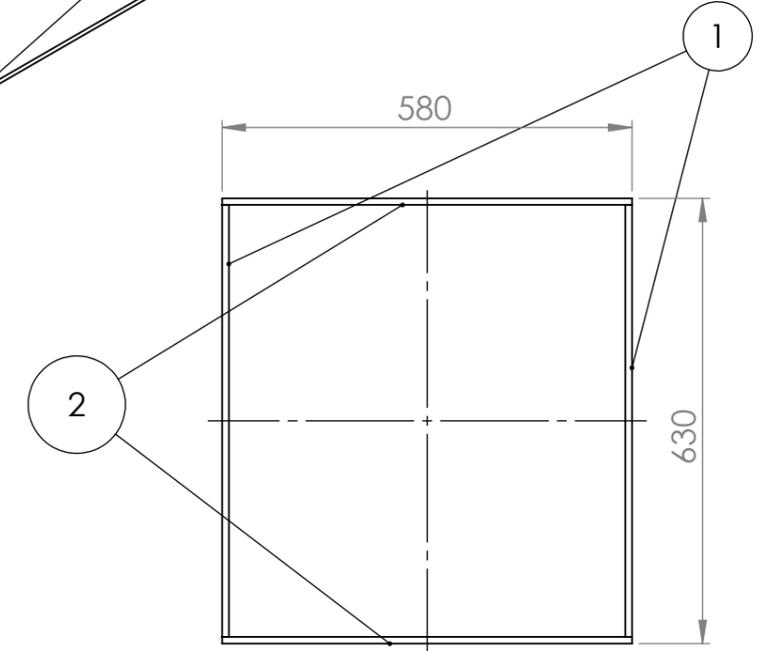


60° Completo

Vista Perspectiva
Isométrica
Escala 1:50



Vista Lateral Derecha - Escala 1:50



Vista Frontal - Escala 1:10

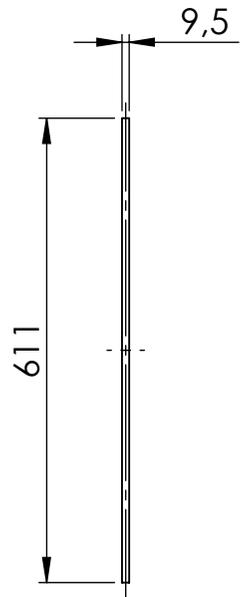
2	Chapa Horizontal de la 1° Viga Extensible	2	SE20 - A1 - P - 6010	MLC 500
1	Chapa Vertical de la 1° Viga Extensible	2	SE20 - A1 - P - 6009	MLC 500
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

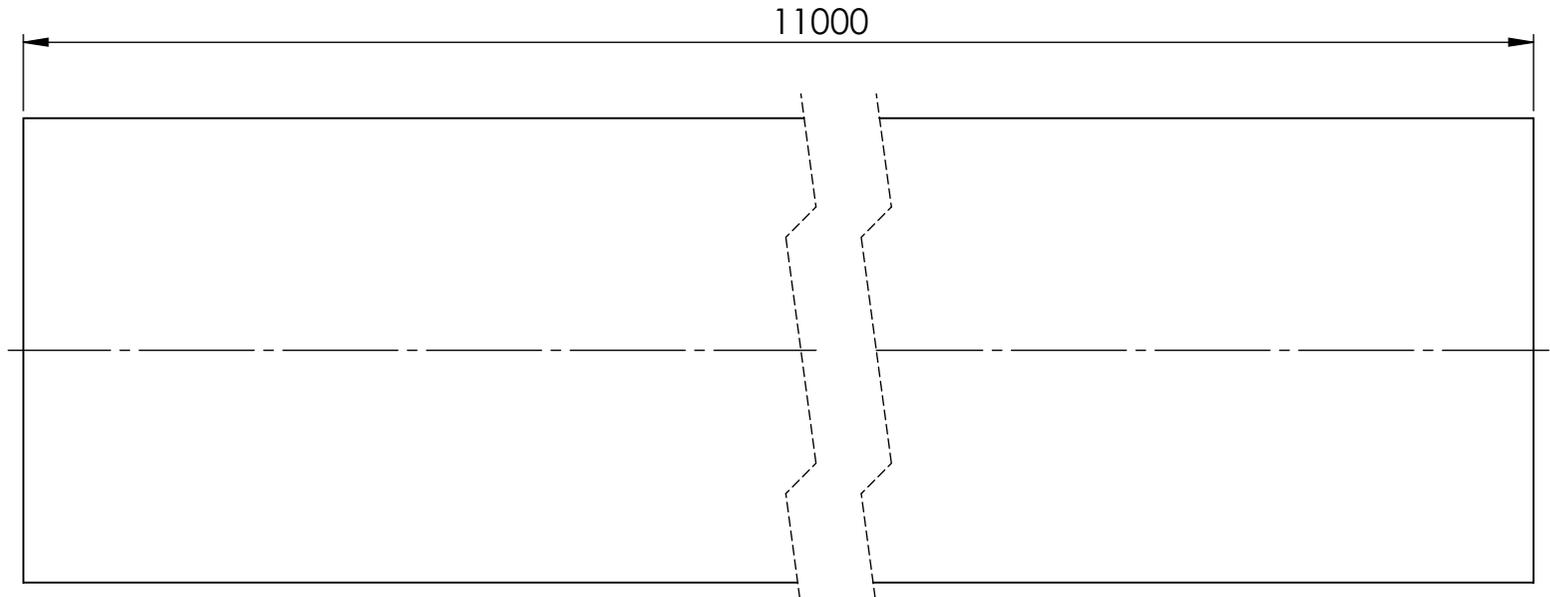
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500		
				CANTIDAD:		
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 4003		
				Notas:		
Escala:		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA		
Norma:		1° Viga Extensible Ensamblada				

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	



Vista Frontal

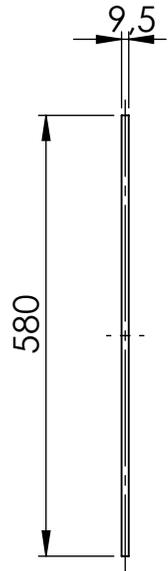


Vista Lateral Izquierda

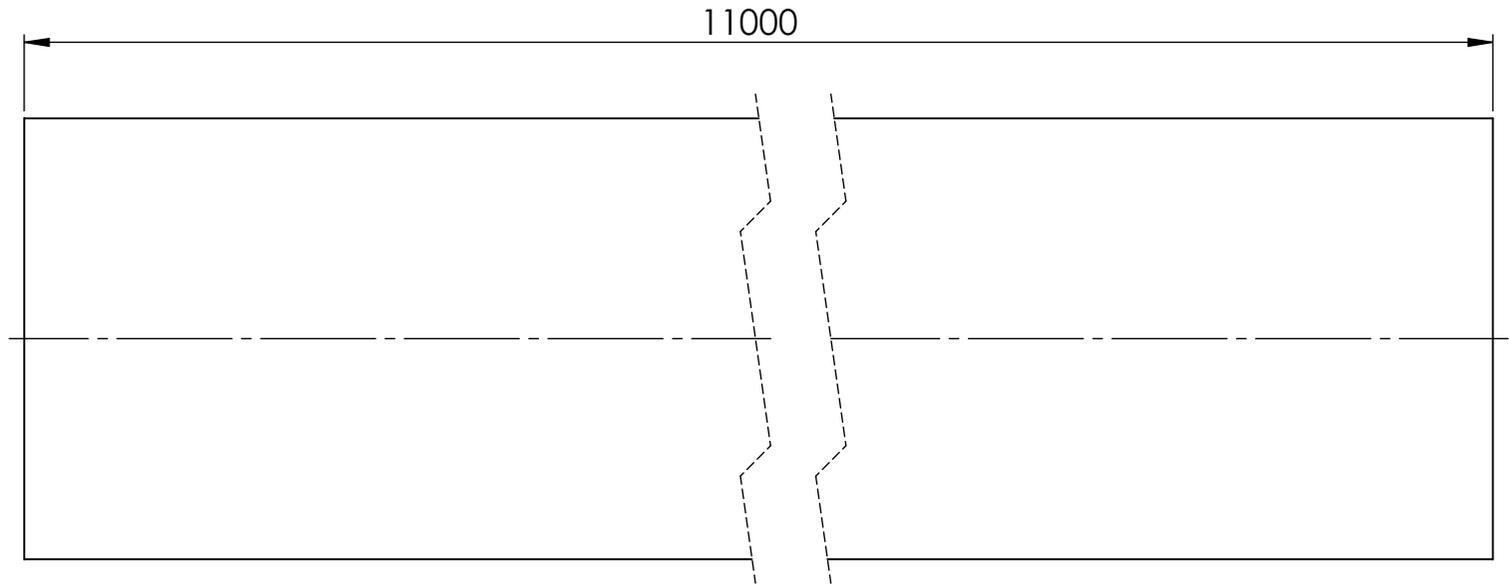
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 9,5 mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 6008			
				Notas:			
Escala: 1:20		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma: 		Chapa Vertical de la 1° Viga Extensible					

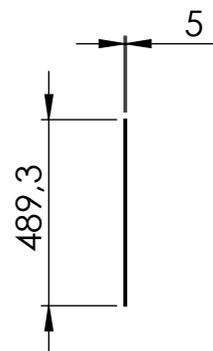


Vista Frontal

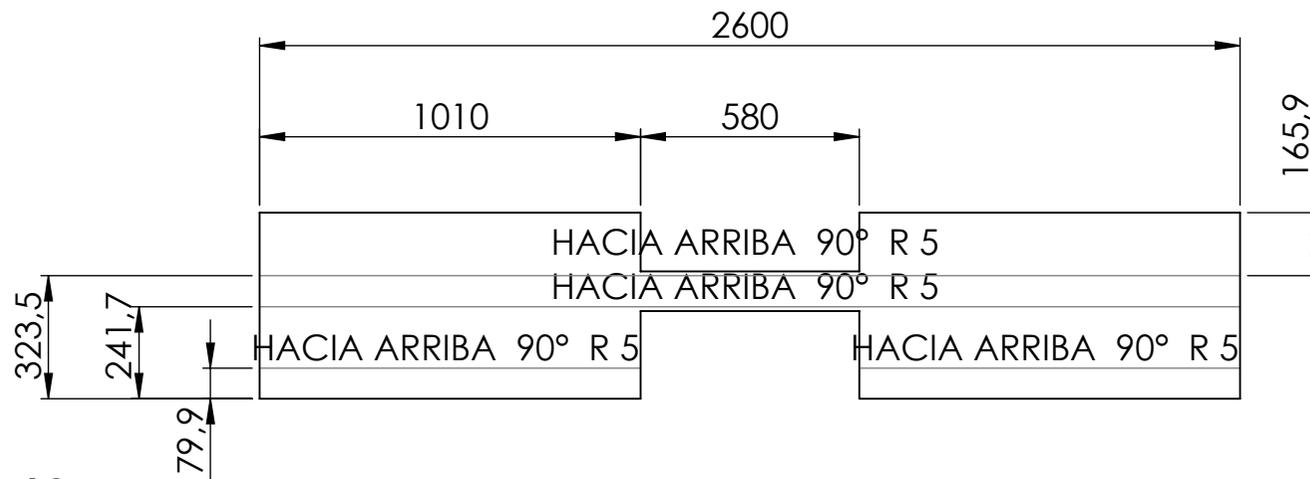


**Vista Lateral
Izquierda**

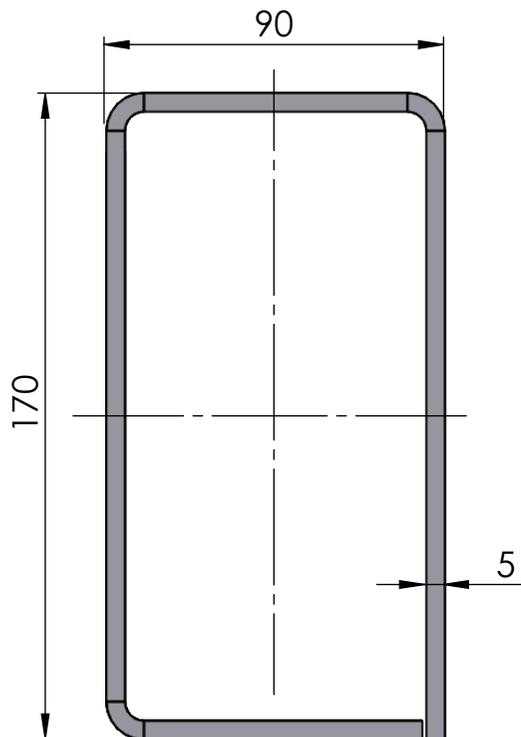
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 9,5 mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 6009			
				Notas:			UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
Escala: 1:10		DENOMINACION:					
Norma:		Chapa Horizontal de					
		la 1° Viga Extensible					



Vista Frontal - Escala 1:10



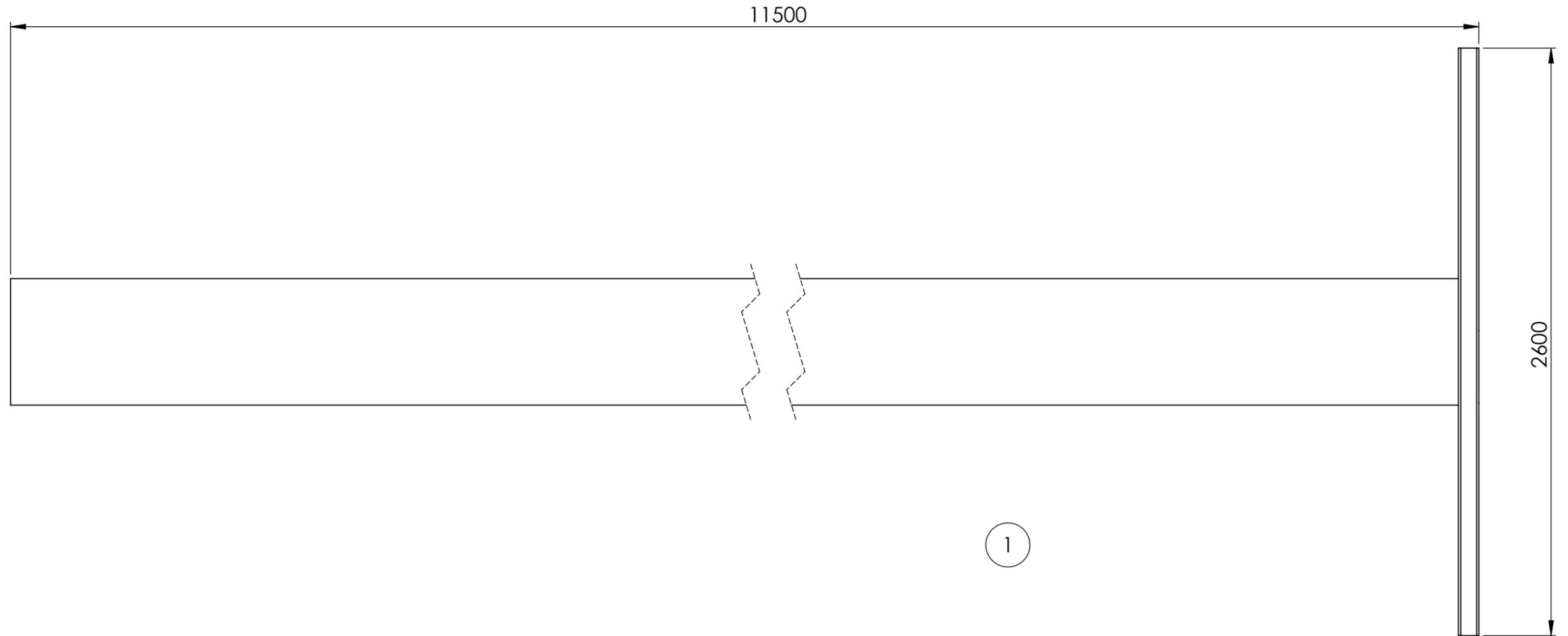
Vista Lateral Izquierda - Escala 1:10



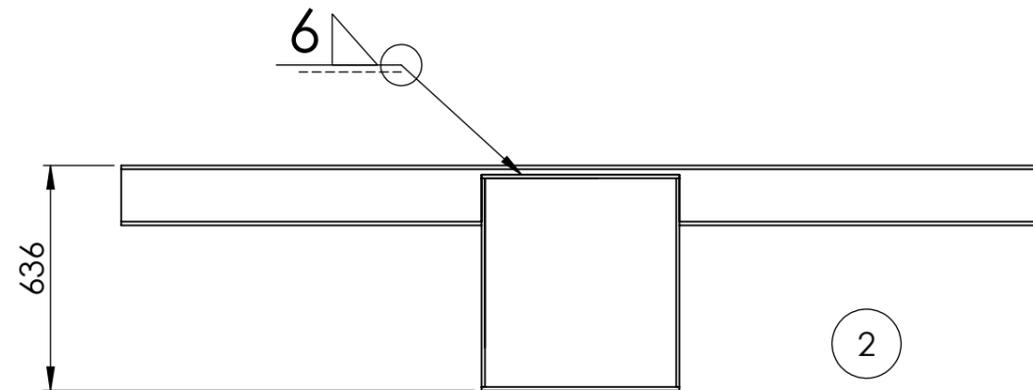
**Perfil Plegado
Escala 1:2**

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 5mm		
				CANTIDAD:		
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 6007		
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
Escala:		DENOMINACION:				
Norma:		Travesaño de la 1° Viga Extensible				



Vista Superior

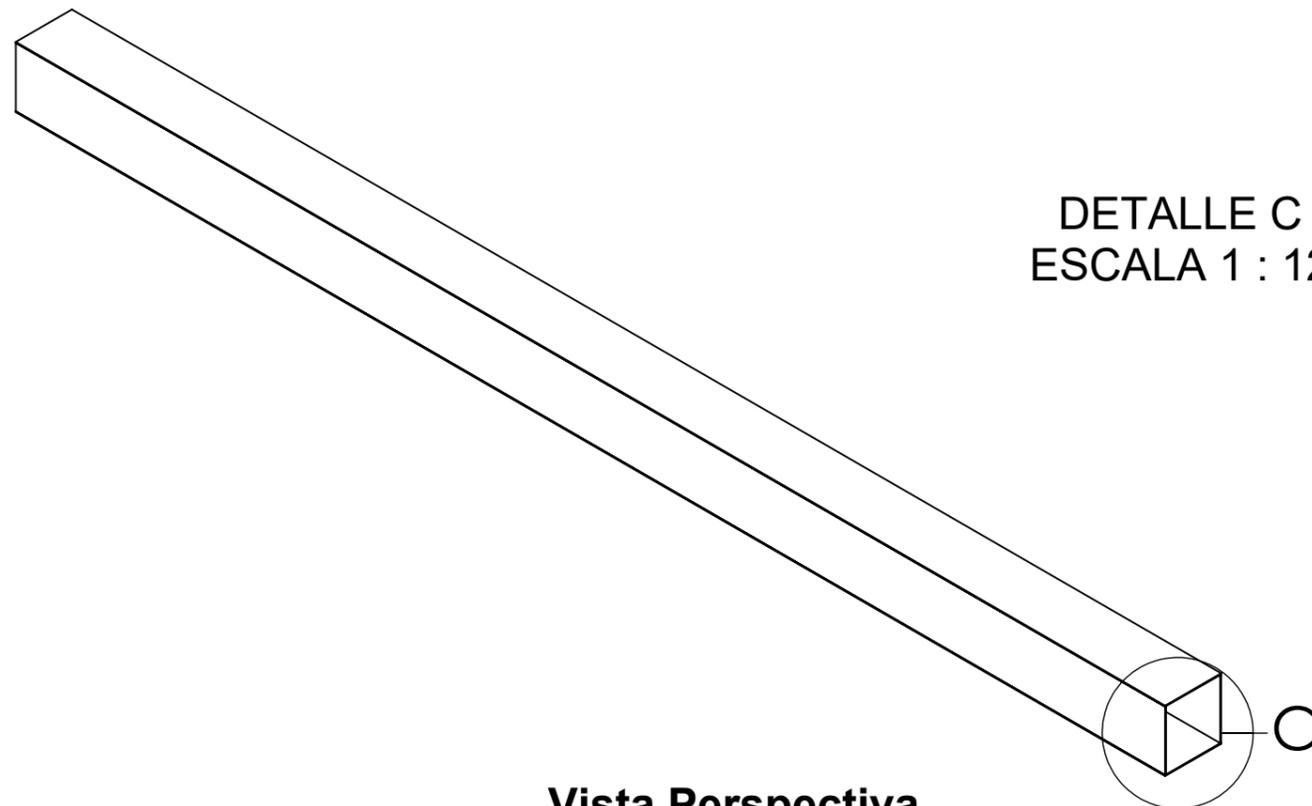


Vista Frontal

2	Travesaño de 2° Viga Extensible	1	SE20 - A1 - P - 6011	MLC 500
1	2° Viga Extensible Ensamblada	1	SE20 - A1 - P - 4004	MLC 500
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

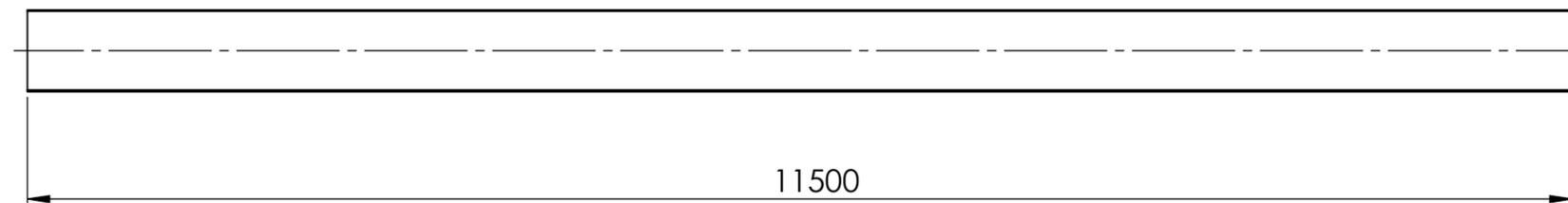
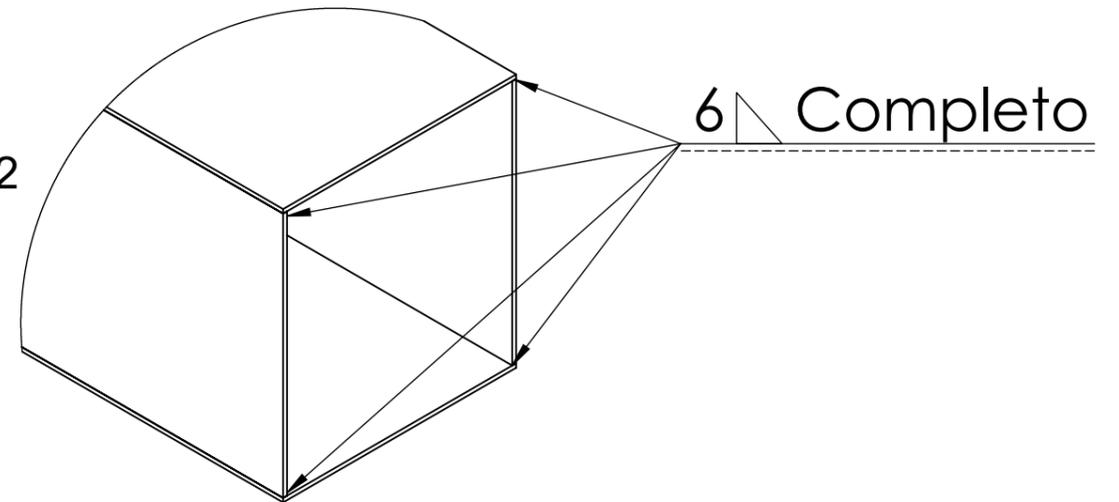
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS						
MEDIDA NOMINAL	HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM. 0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG. 0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL:	
				CANTIDAD:	
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 2002	
				Notas:	
Escala: 1:20		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
Norma:		Estructura de la 2° Viga Extensible			

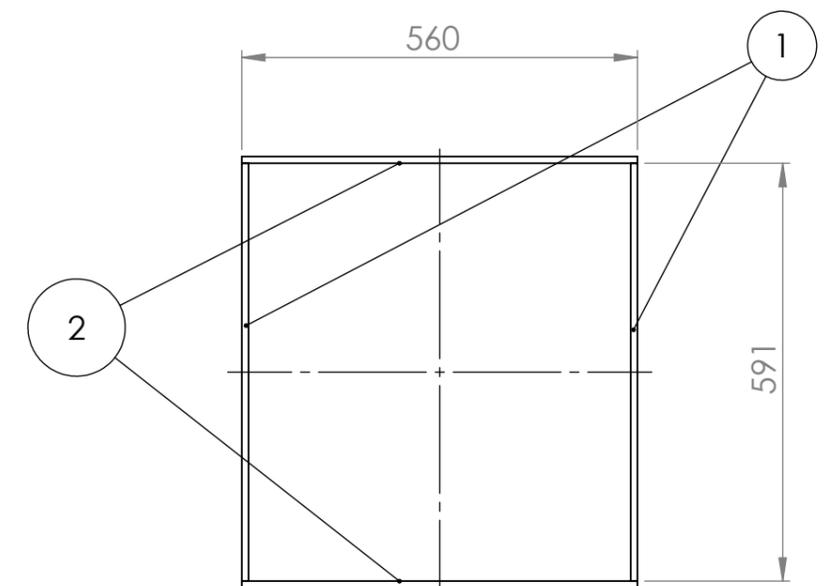


**Vista Perspectiva
Isométrica
Escala 1:50**

**DETALLE C
ESCALA 1 : 12**



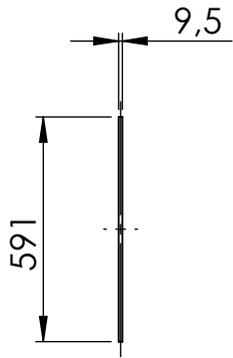
Vista Lateral Derecha - Escala 1:50



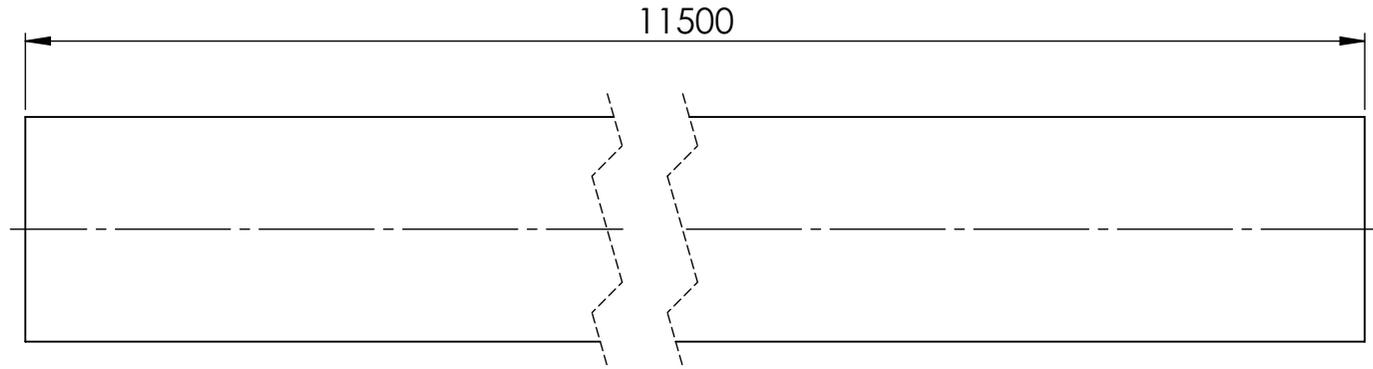
Vista Frontal - Escala 1:10

2	Chapa Horizontal de la 2° Viga Extensible	2	SE20 - A1 - P - 6014	MLC 500
1	Chapa Vertical de la 2° Viga Extensible	2	SE20 - A1 - P - 6013	MLC 500
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 4004			
				Notas:			
Escala:		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma:		2° Viga Extensible Ensamblada					
DIBUJÓ	COCHIS F. L	FECHA	15/8/2020	FIRMA			
REVISÓ	COCHIS F. L	FECHA	15/8/2020	FIRMA			
APROBÓ	COCHIS F. L	FECHA	15/8/2020	FIRMA			

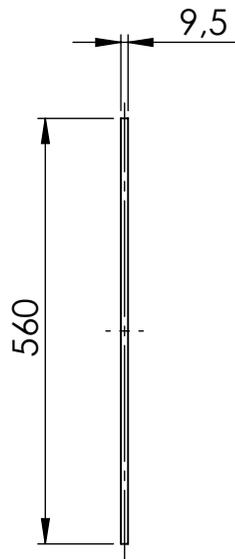


Vista Frontal

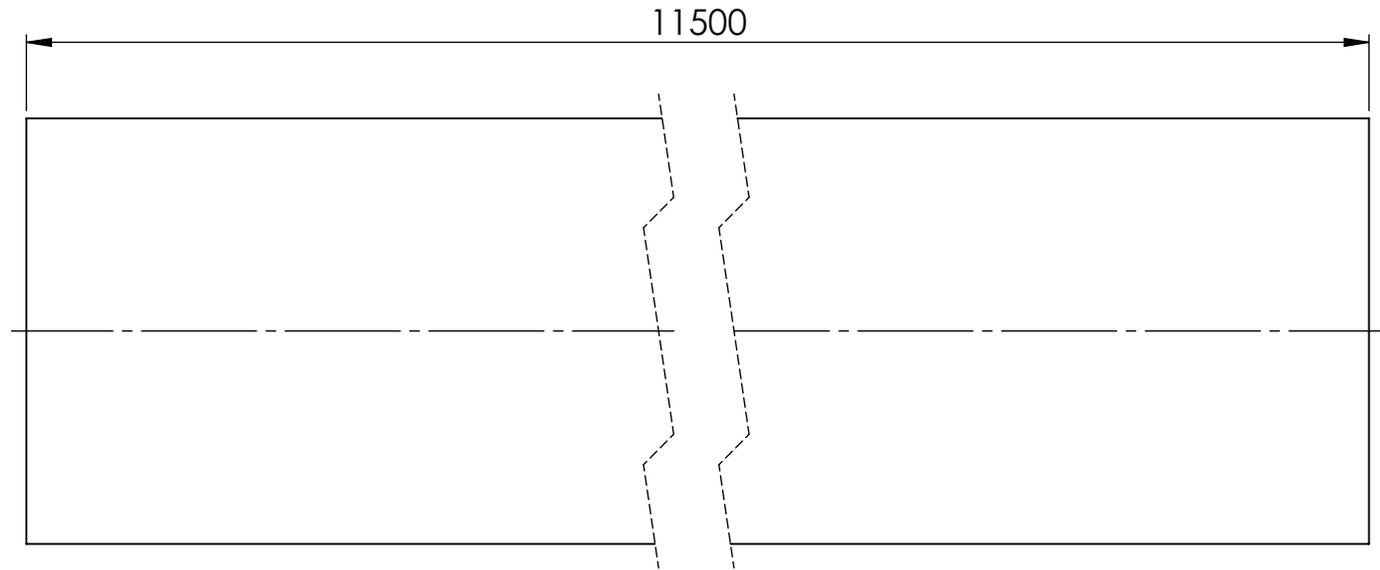


**Vista Lateral
Izquierda**

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 9,5 mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 6011			
				Notas:			UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
	NOMBRE	FECHA	FIRMA				
DIBUJÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
Escala:	1:20	DENOMINACION:					
Norma:		Chapa Vertical de la 2° Viga Extensible					

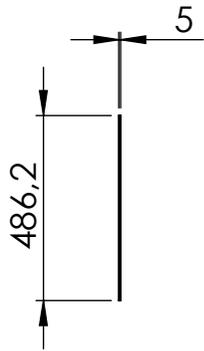


Vista Frontal



Vista Lateral Izquierda

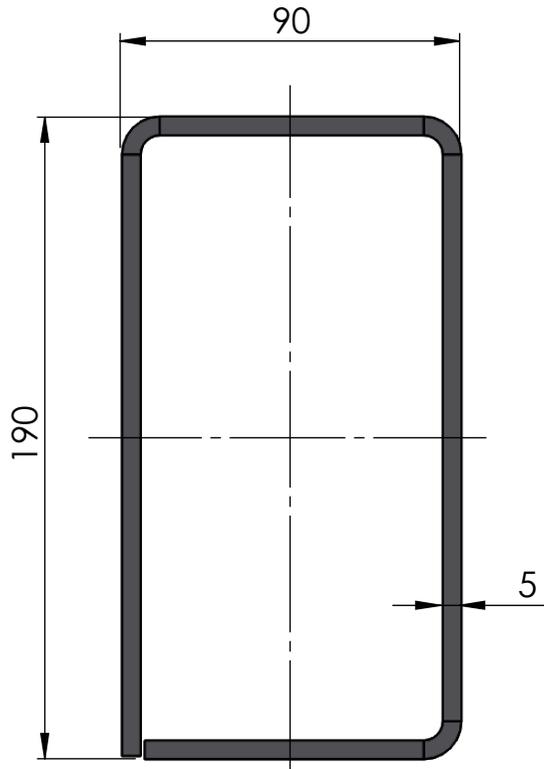
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 9,5 mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 6012			
				Notas:			UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
Escala: 1:10		DENOMINACION:					
Norma: 		Chapa Horizontal de la 2° Viga Extensible					



Vista Frontal - Escala 1:10

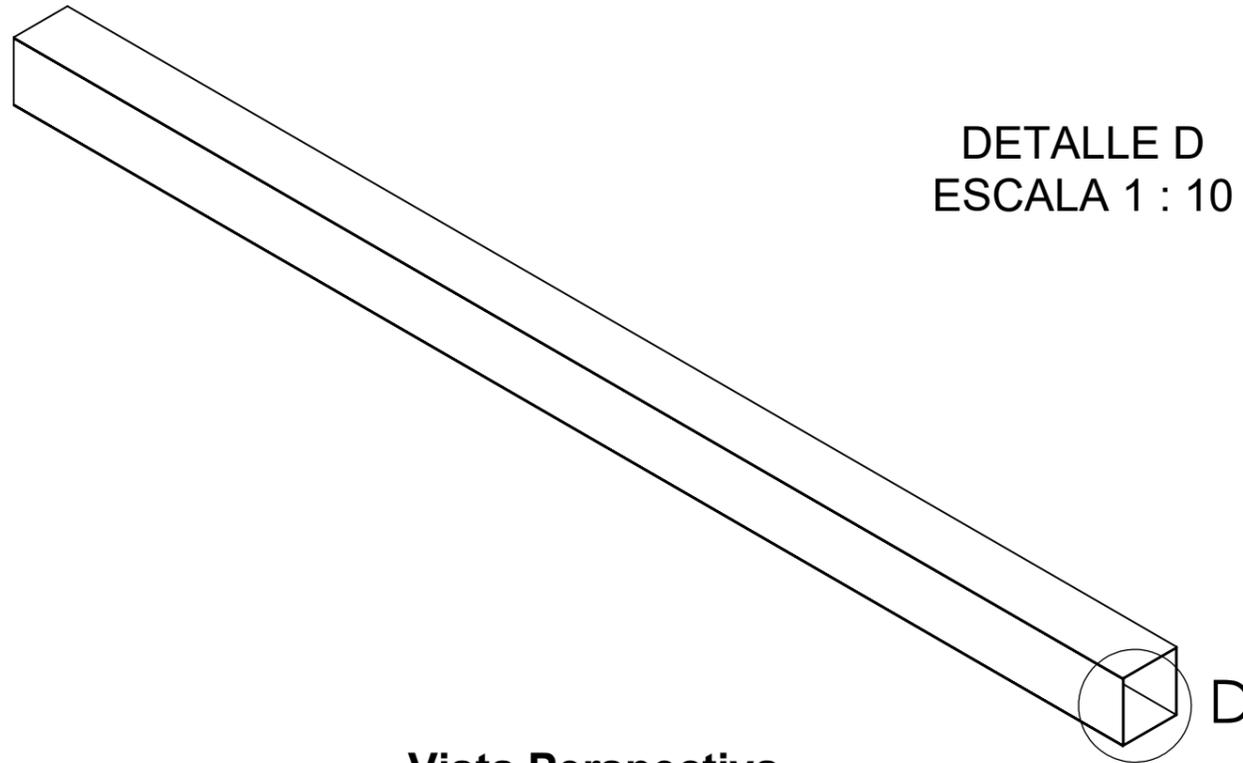


Vista Lateral Izquierda - Escala 1:10

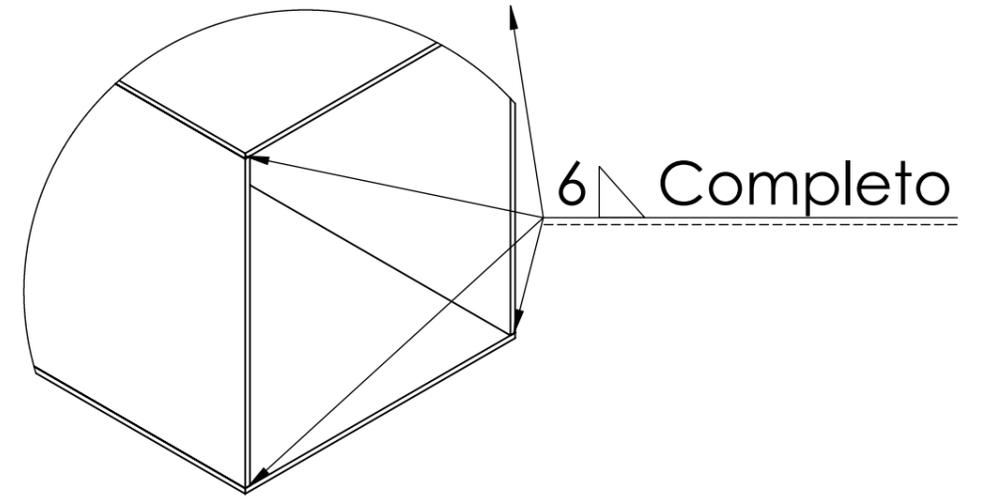


Perfil Plegado Escala 1:2

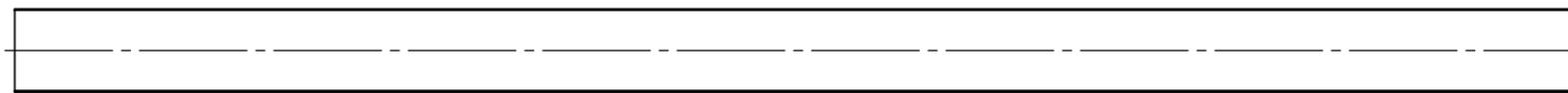
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 5mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 6010			
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
Escala:		DENOMINACION:					
Norma: 		Travesañ de la 2° Viga Extensible					



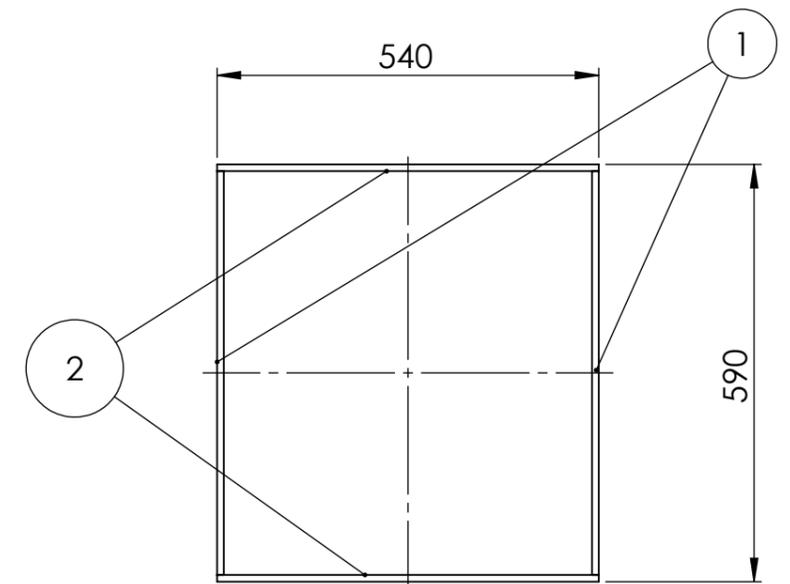
DETALLE D
ESCALA 1 : 10



Vista Perspectiva
Isométrica
Escala 1:50



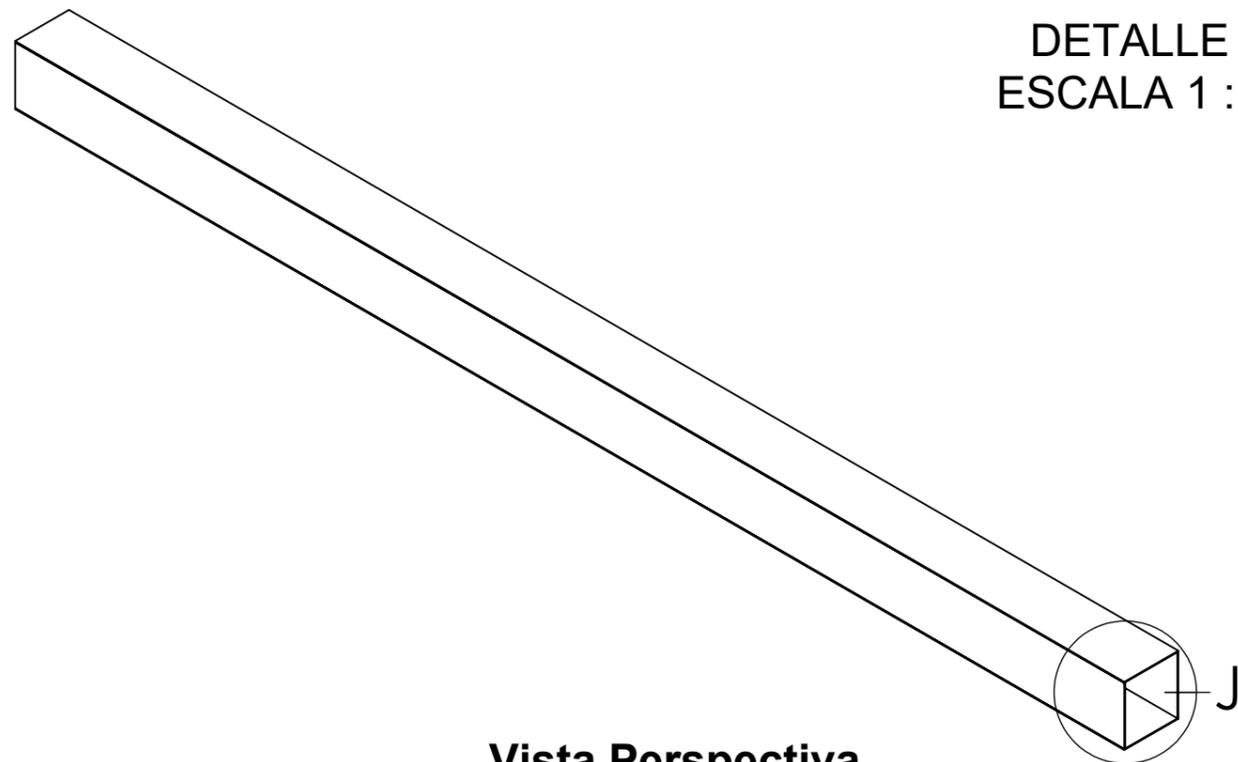
Vista Lateral Derecha - Escala 1:50



Vista Frontal - Escala 1:10

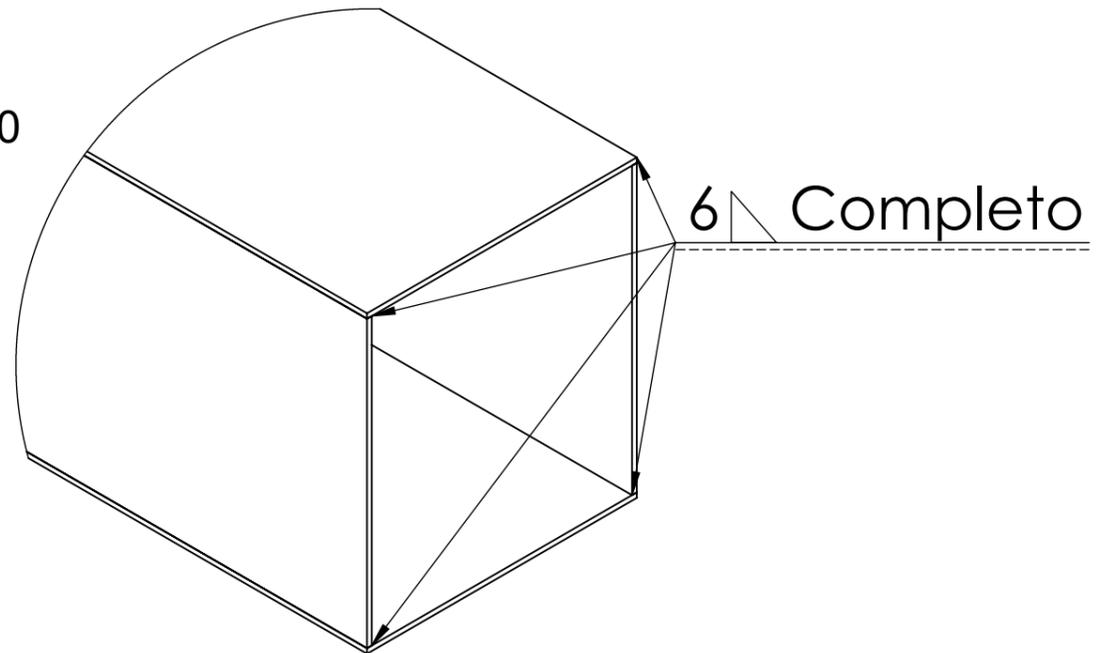
2	Chapa Horizontal de la 3° Viga Extensible	2	SE20 - A1 - P - 6016	MLC 500
1	Chapa Vertical de la 3° Viga Extensible	2	SE20 - A1 - P - 6015	MLC 500
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 2003			
				Notas:			
Escala:		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma:		Estructura de la 3° Viga Extensible					
DIBUJÓ	COCHIS F. L	FECHA	15/8/2020	FIRMA			
REVISÓ	COCHIS F. L	FECHA	15/8/2020	FIRMA			
APROBÓ	COCHIS F. L	FECHA	15/8/2020	FIRMA			

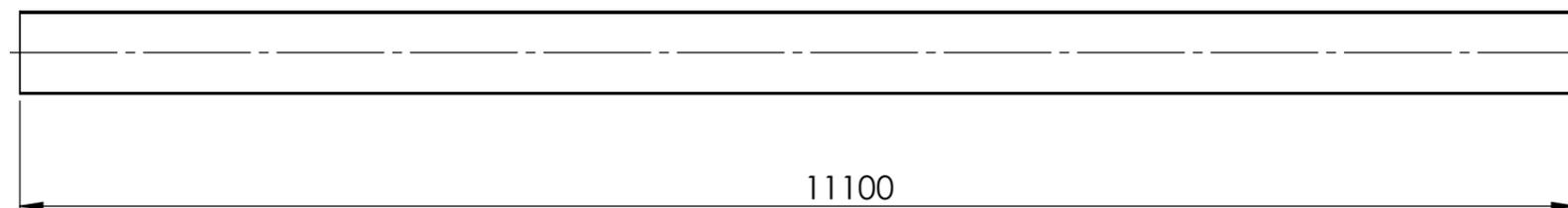


Vista Perspectiva
Isométrica
Escala 1:50

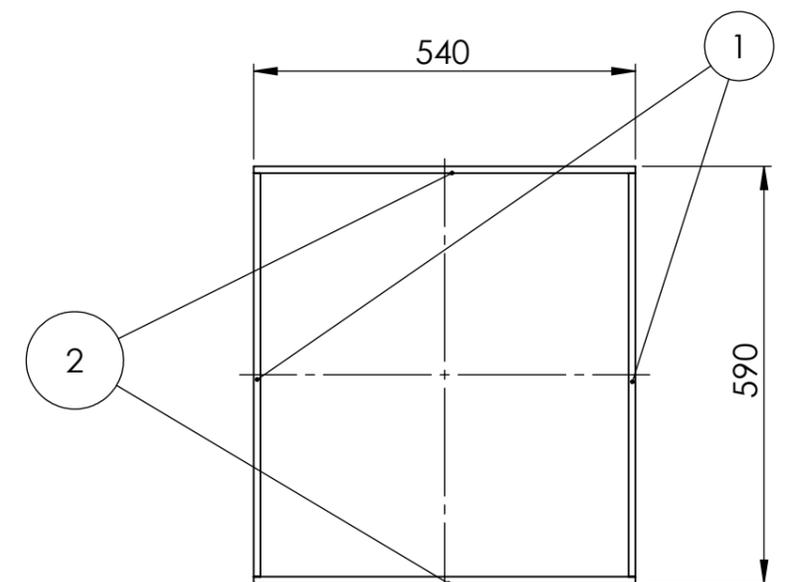
DETALLE J
ESCALA 1 : 10



60° Completo



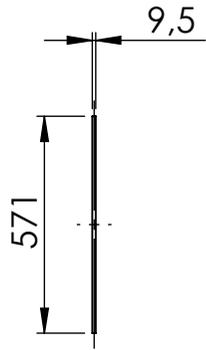
Vista Lateral Derecha - Escala 1:50



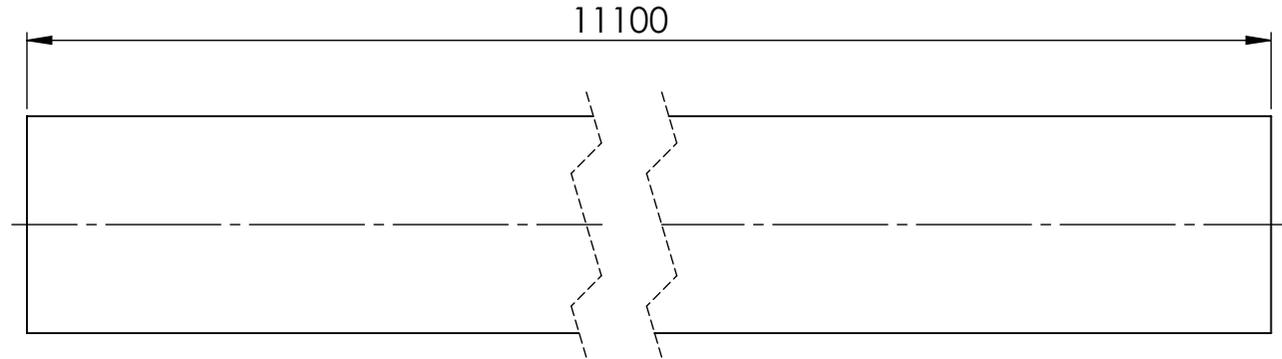
Vista Frontal - Escala 1:10

2	Chapa Horizontal de la 3° Viga Extensible	2	SE20 - A1 - P - 6017	MLC 500
1	Chapa Vertical de la 3° Viga Extensible	2	SE20 - A1 - P - 6016	MLC 500
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 4005			
				Notas:			
Escala:		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma:		3° Viga Extensible Ensamblada					

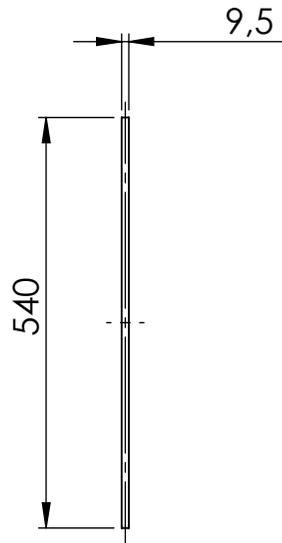


Vista Frontal

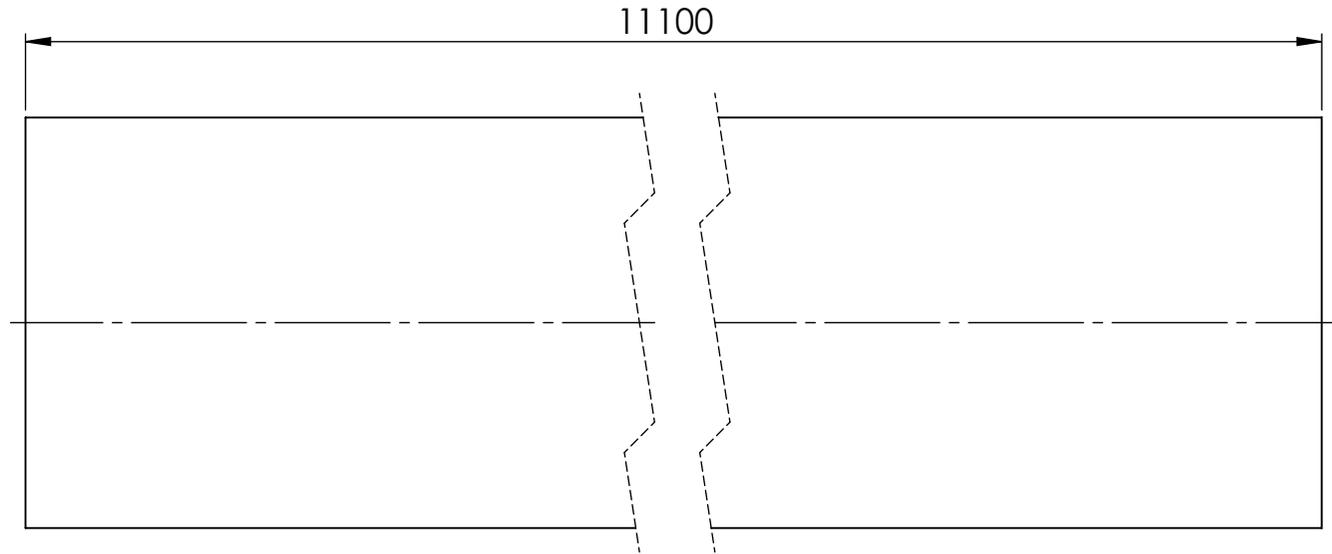


**Vista Lateral
Izquierda**

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 9,5 mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 6013			
				Notas:			UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA	FIRMA				
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
Escala: 1:20	DENOMINACION:						
Norma: 	Chapa Vertical de la 3° Viga Extensible						

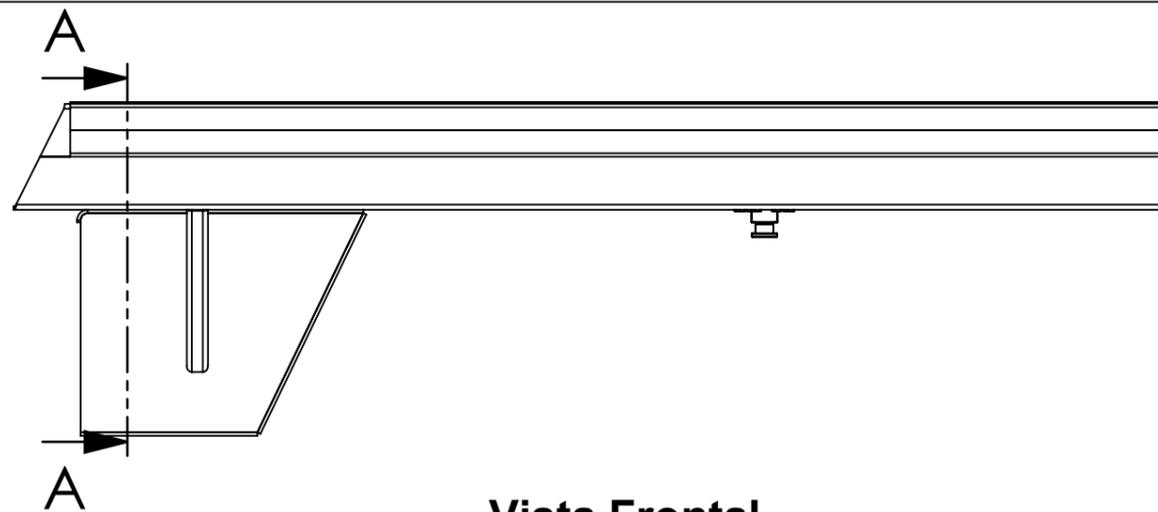


Vista Frontal



**Vista Lateral
Izquierda**

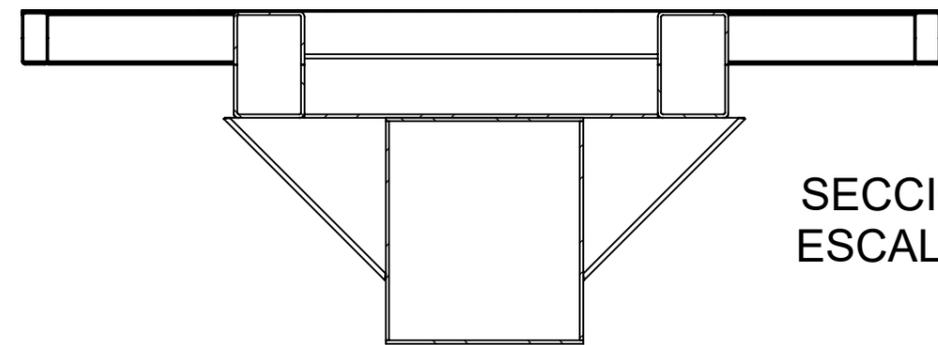
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 9,5 mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A1 - P - 6014			
				Notas:			UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
Escala: 1:10		DENOMINACION:					
Norma: 		Chapa Horizontal de					
		la 3° Viga Extensible					



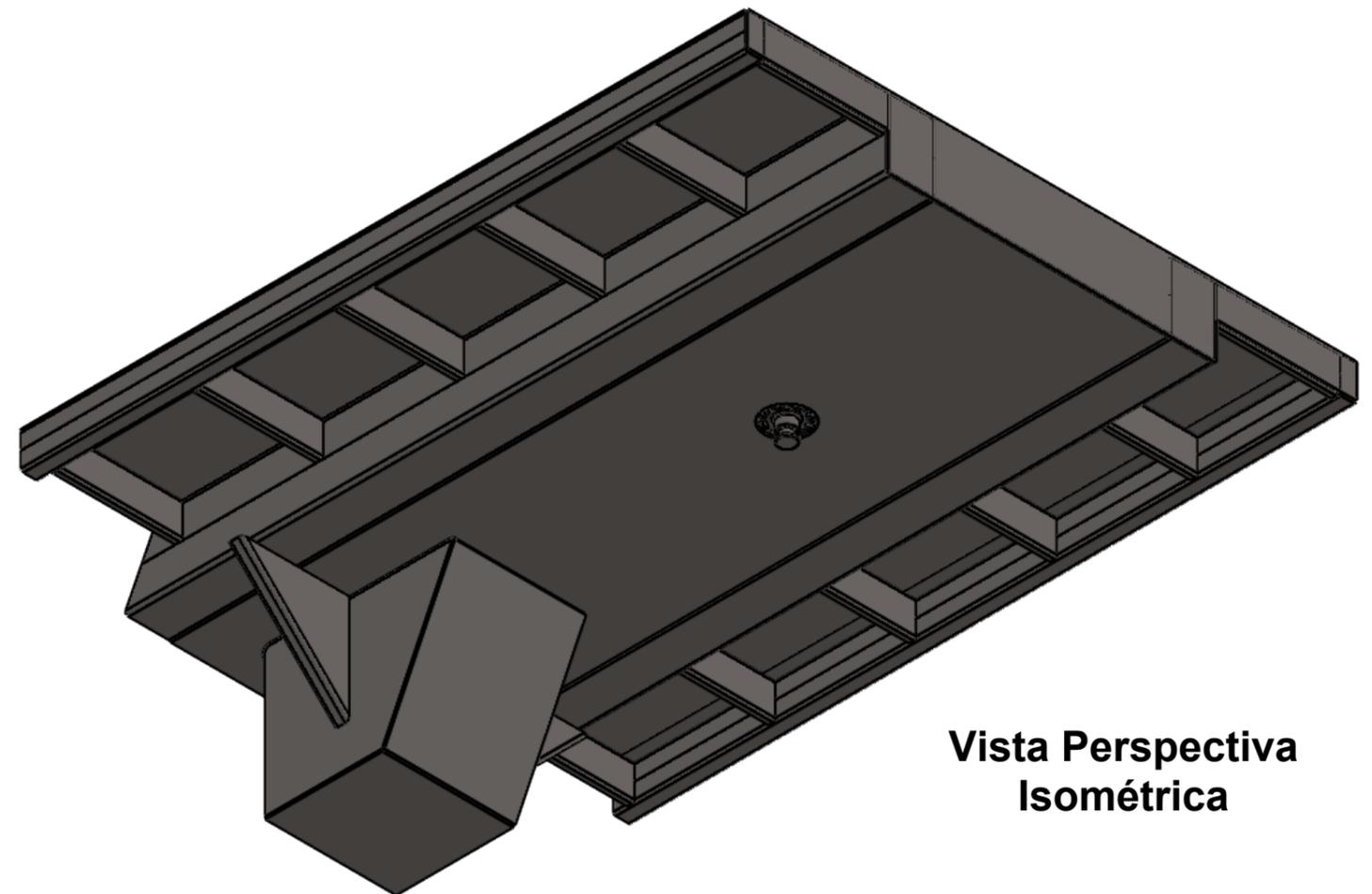
Vista Frontal



Vista Superior

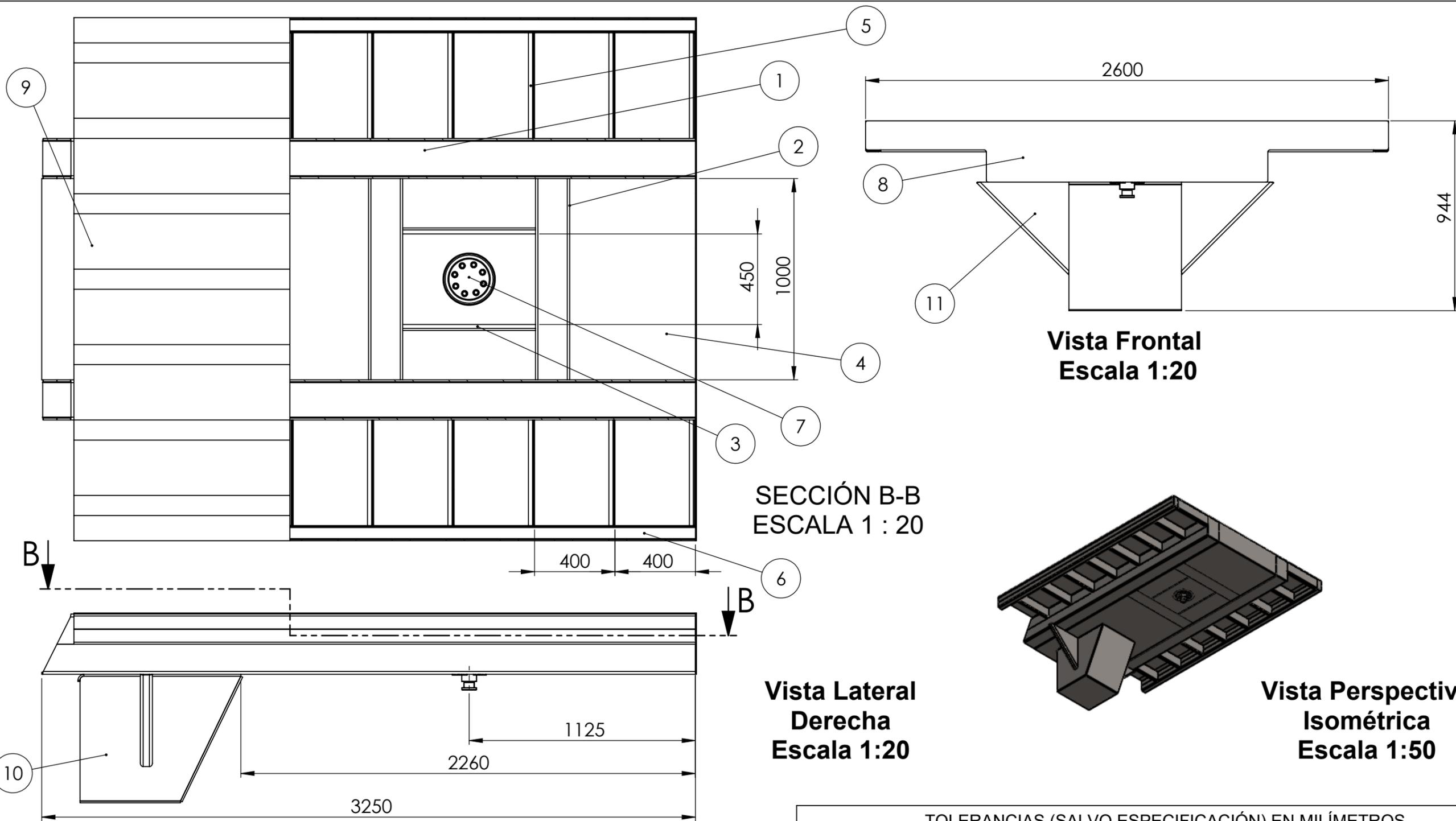


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 20



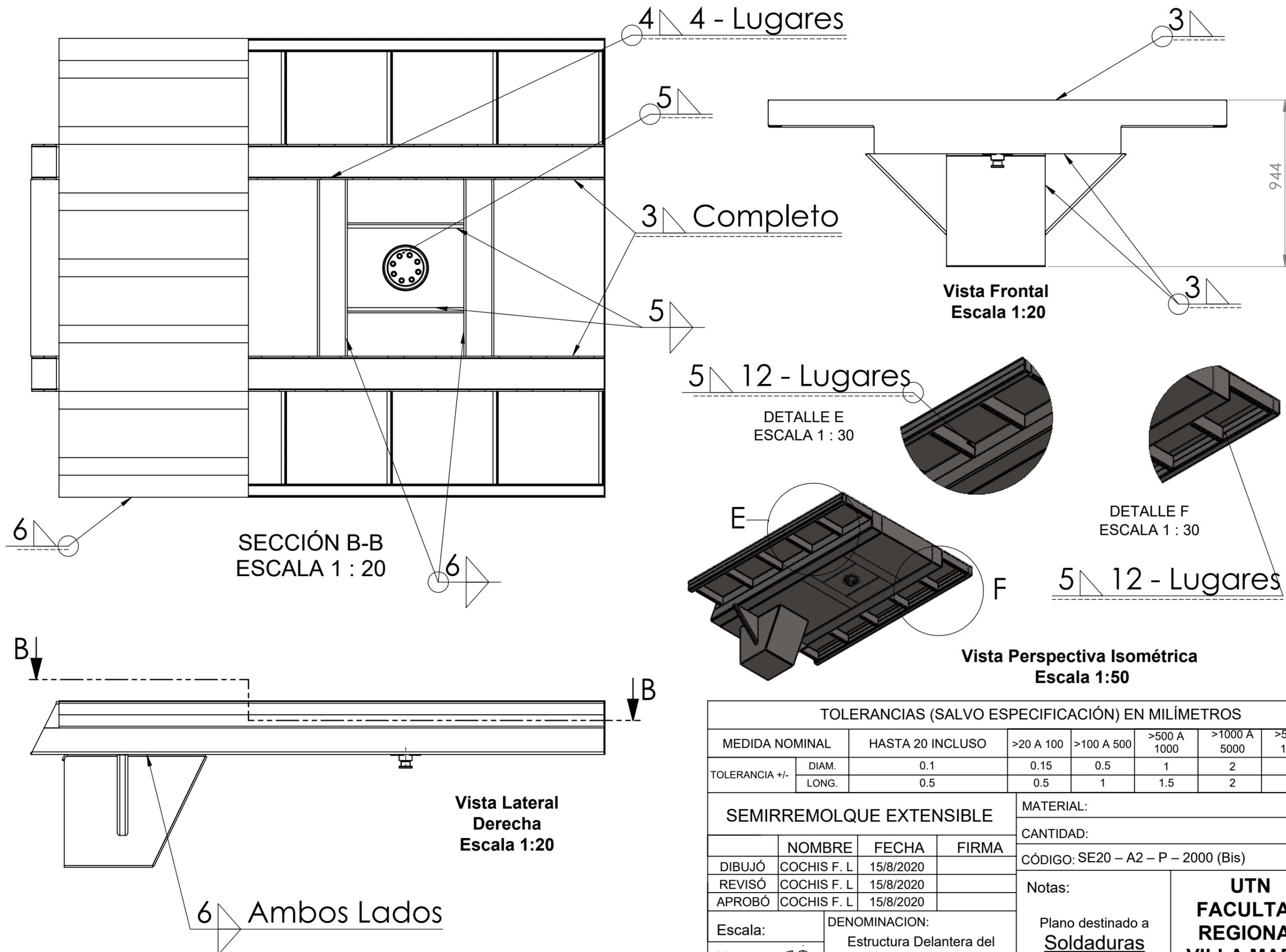
Vista Perspectiva
Isométrica

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL:			
				CANTIDAD:			
	NOMBRE	FECHA	FIRMA	CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 0000			
DIBUJÓ	COCHIS F. L	15/8/2020		Notas:			
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
Escala:		DENOMINACION:		<p style="text-align: center;">UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA</p>			
Norma: 		Conjunto Estructura Delantera del Chasis					



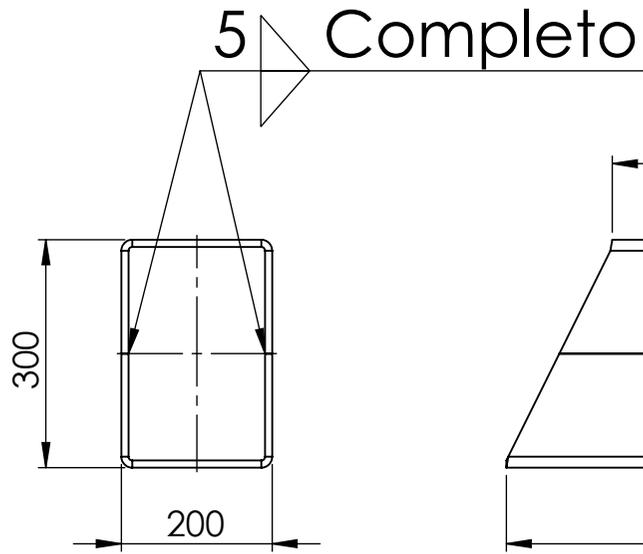
11	Nervio Plegado de Refuerzo	2	SE20 - A1 - P - 6002	MLC 500
10	Vinculación	1	SE20 - A2 - P - 4002	MLC 500
9	Piso de Plataforma	1	SE20 - A1 - P - 6001	Acero 1010
8	Chapa Frontal	1	SE20 - A2 - P - 6004	MLC 500
7	Perno Rey	1	SE20 - A2 - C - 8000	Acero Aleado
6	Faldon Lateral Delantero	2	SE20 - A2 - P - 4001	MLC 500
5	Travesaño Delantero	16	SE20 - A2 - P - 6003	MLC 500
4	Plataforma	1	SE20 - A2 - P - 6002	MLC 500
3	Travesaño de Refuerzo Longitudinal	2	SE20 - A2 - P - 6001	MLC 500
2	Travesaño de Apoyo del Perno Rey	2	SE20 - A2 - P - 6000	MLC 500
1	Viga Delantera Ensamblada	2	SE20 - A2 - P - 4000	MLC 500
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL:			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 2000			
				Notas:			
Escala:		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma:		Estructura Delantera del Chasis					
DIBUJÓ	COCHIS F. L	FECHA	15/8/2020	FIRMA			
REVISÓ	COCHIS F. L	FECHA	15/8/2020	FIRMA			
APROBÓ	COCHIS F. L	FECHA	15/8/2020	FIRMA			

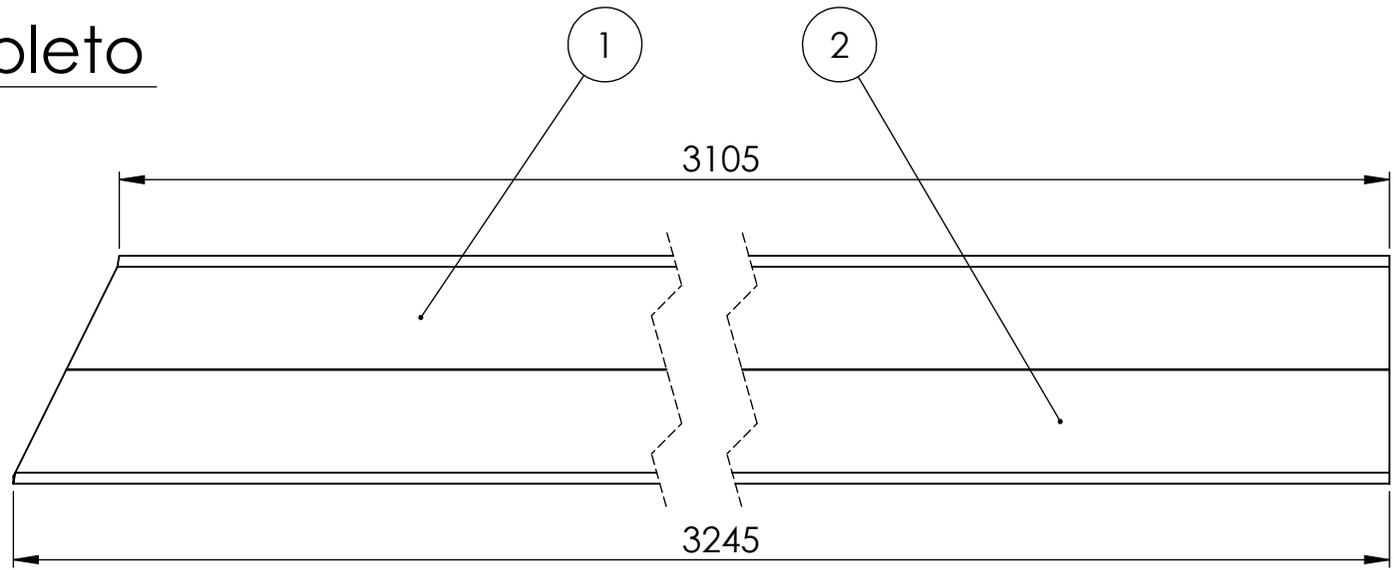


TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL:			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 – A2 – P – 2000 (Bis)			
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
Escala:		DENOMINACION:		Plano destinado a			
Norma:		Estructura Delantera del Chasis - Soldaduras		Soldaduras			

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	



Vista Frontal



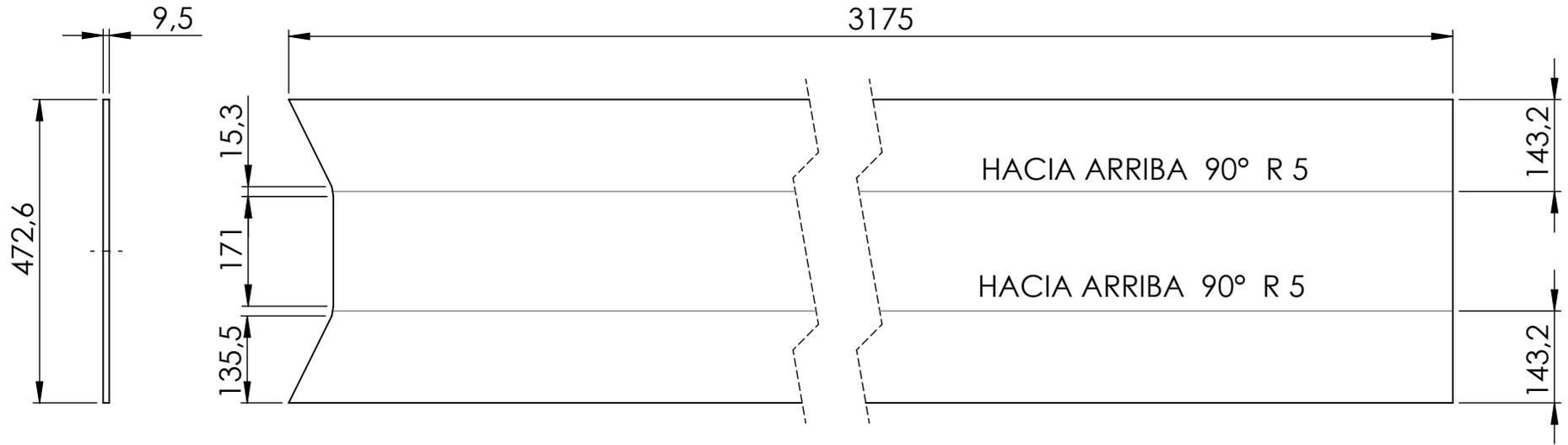
Vista Lateral Izquierda

2	Viga Inferior Plegada	2	SE20 - A2 - P - 6006	MLC 500
1	Viga Superior Plegada	2	SE20 - A2 - P - 6005	MLC 500
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

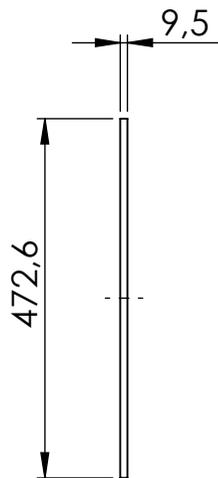
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 4000			
				Notas:			
Escala: 1:10		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma:		Viga Delantera Ensamblada					



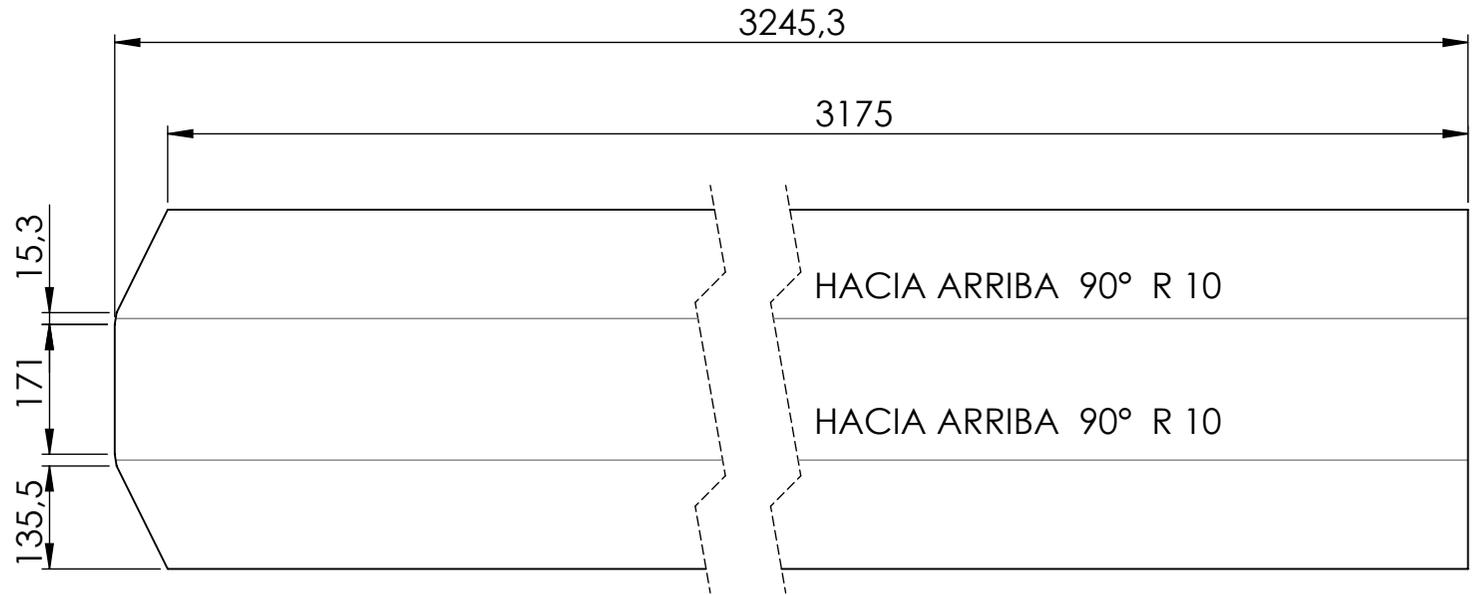
Vista Frontal

Vista Lateral Izquierda

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 6005			
				Notas:			UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
Escala: 1:10		DENOMINACION:					
Norma: 		Viga Superior					
		Plegada					



Vista Frontal

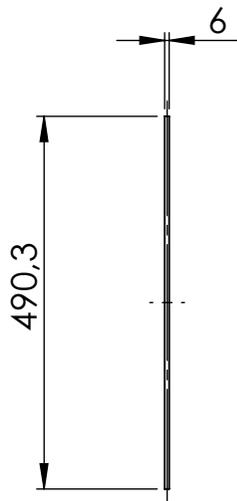


Vista Lateral Izquierda

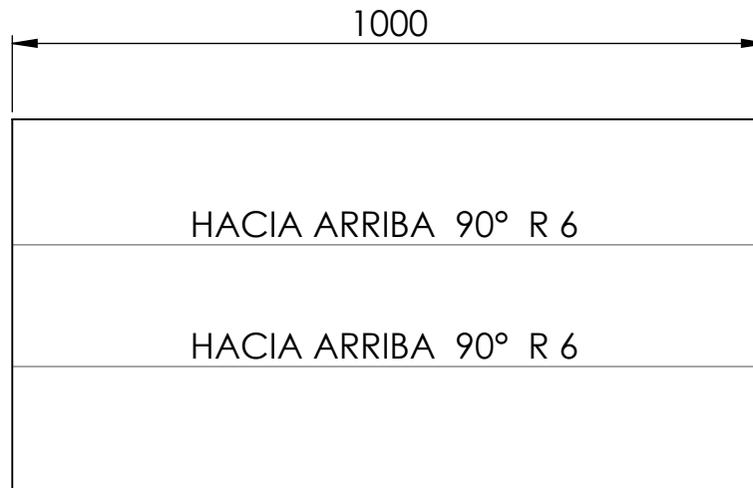
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

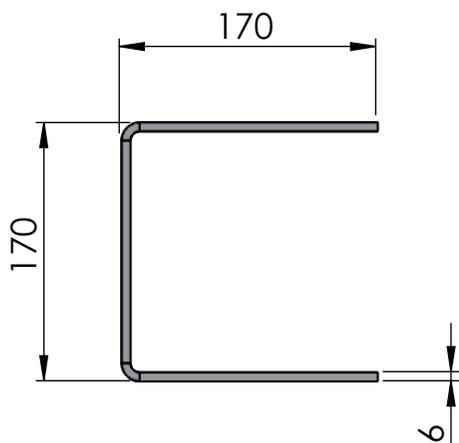
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 6006			
				Notas:			
				UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Escala: 1:10		DENOMINACION:					
Norma:		Viga Inferior					
		Plegada					



Vista Frontal - Escala 1:10



Vista Lateral Izquierda - Escala 1:10

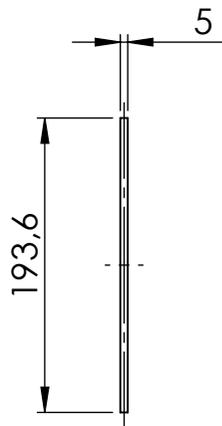


Perfil Plegado - Escala 1:5

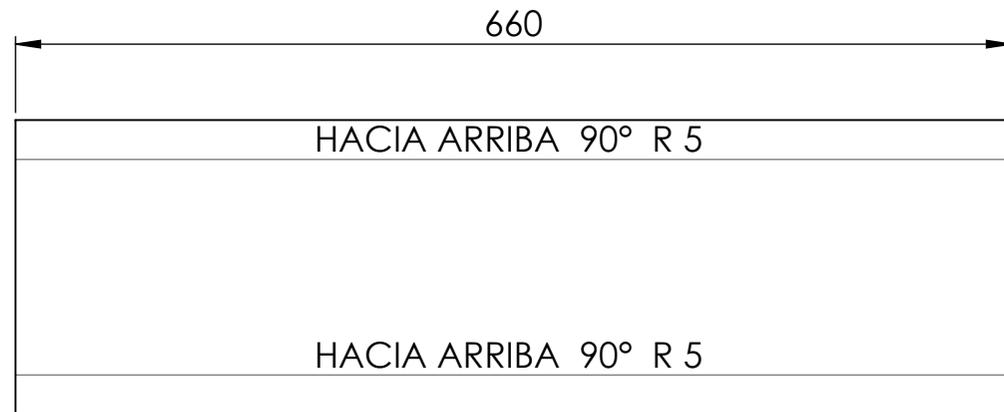
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

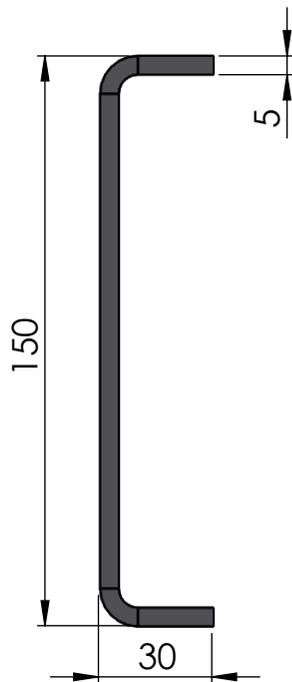
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 6mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 6000			
				Notas:			
				UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Escala:		DENOMINACION:					
Norma:		Travesaño de Apoyo del Perno Rey					
DIBUJÓ	COCHIS F. L	FECHA	15/8/2020	FIRMA			
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					



Vista Frontal - Escala 1:5

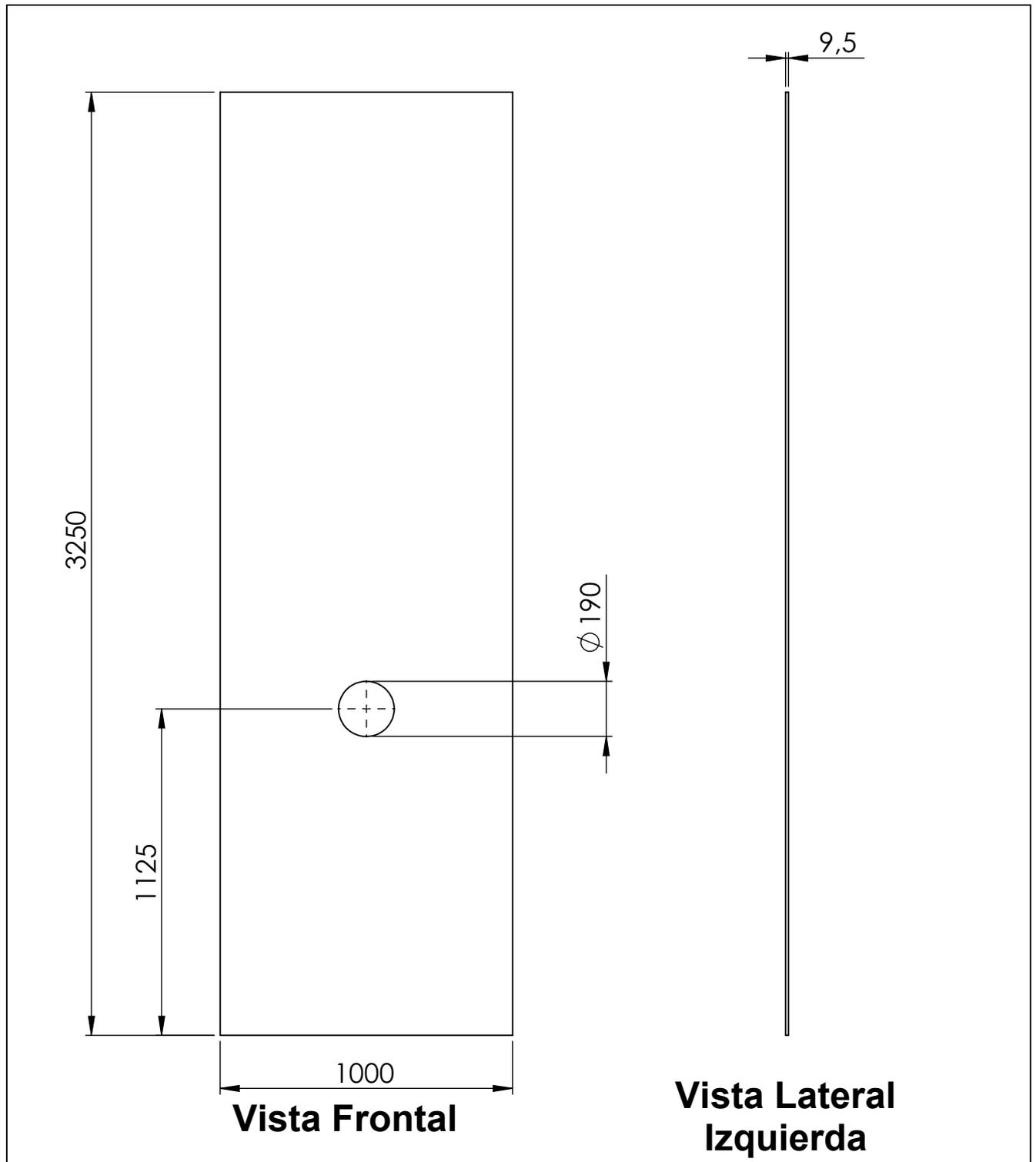


Vista Lateral Izquierda - Escala 1:5



Perfil Plegado - Escala 1:2

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 5mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 6001			
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
Escala:		DENOMINACION:					
Norma: 		Travesaño de Refuerzo Longitudinal					

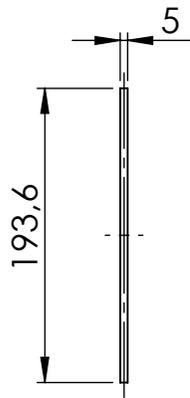


TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

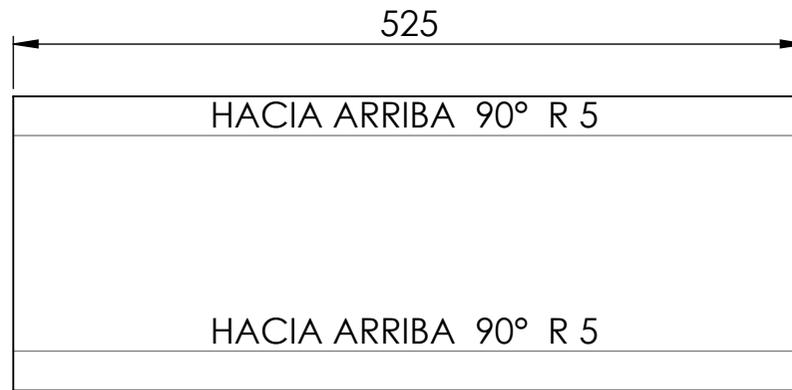
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 9,5mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 6002			
				Notas:			
Escala: 1:5		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma:		Plataforma					

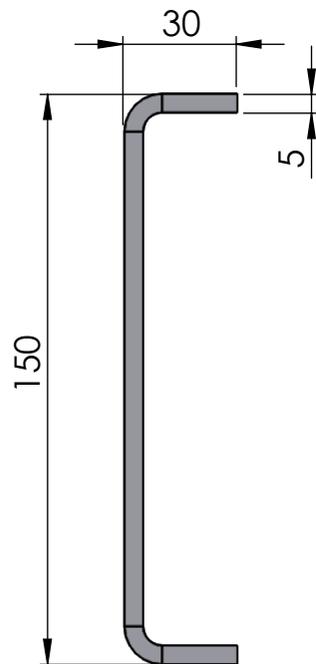
	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	19/11/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	19/11/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	19/11/2020	



Vista Frontal - Escala 1:5



Vista Lateral Izquierda - Escala 1:5

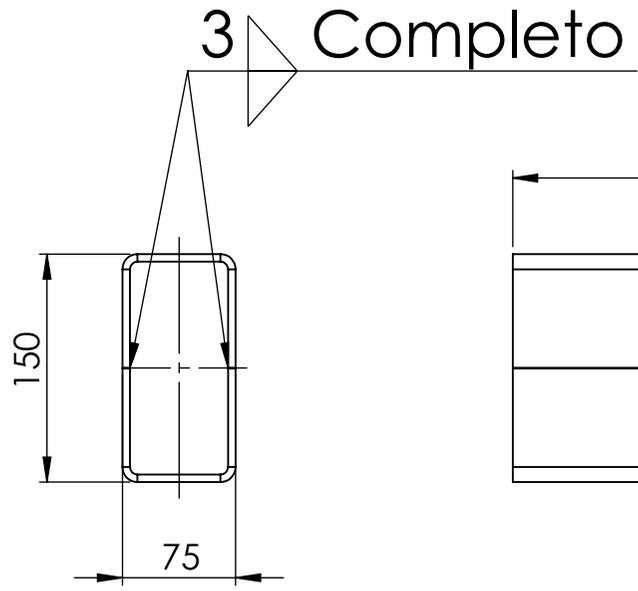


Perfil Plegado - Escala 1:2

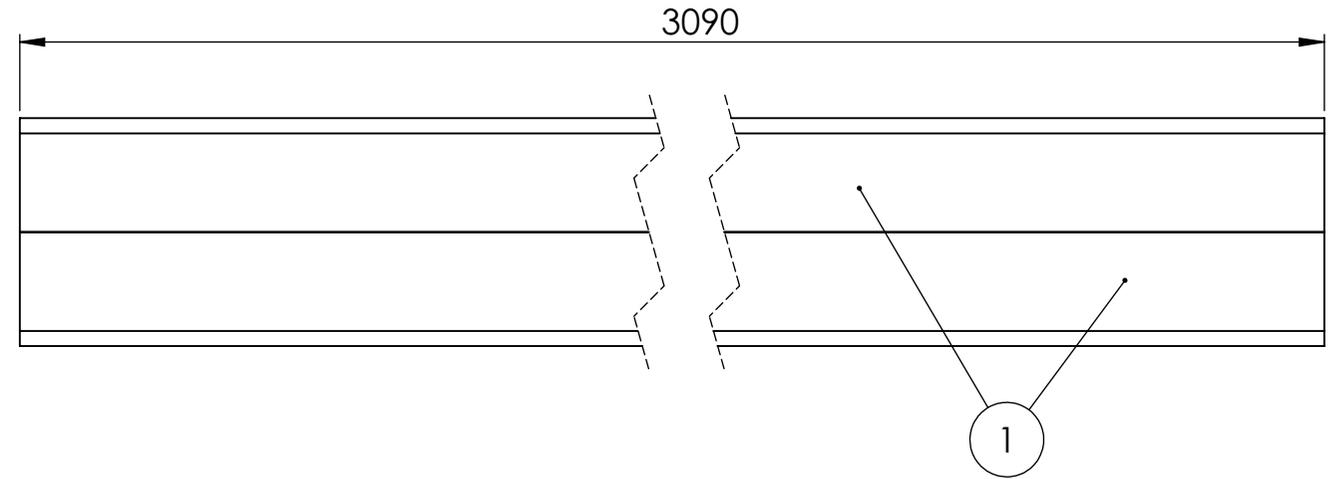
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 5mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 6003			
				Notas:			
				UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Escala:		DENOMINACION:					
Norma:		Travesaño Delantero					
DIBUJÓ	COCHIS F. L	FECHA	15/8/2020	FIRMA			
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					



Vista Frontal



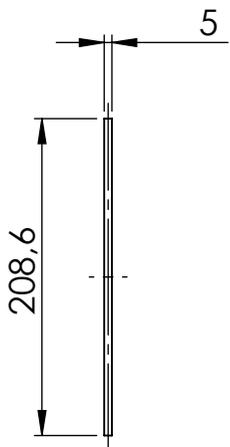
Vista Lateral Izquierda

1	Viga Superior Plegada	4	SE20 - A2 - P - 6005	MLC 500
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

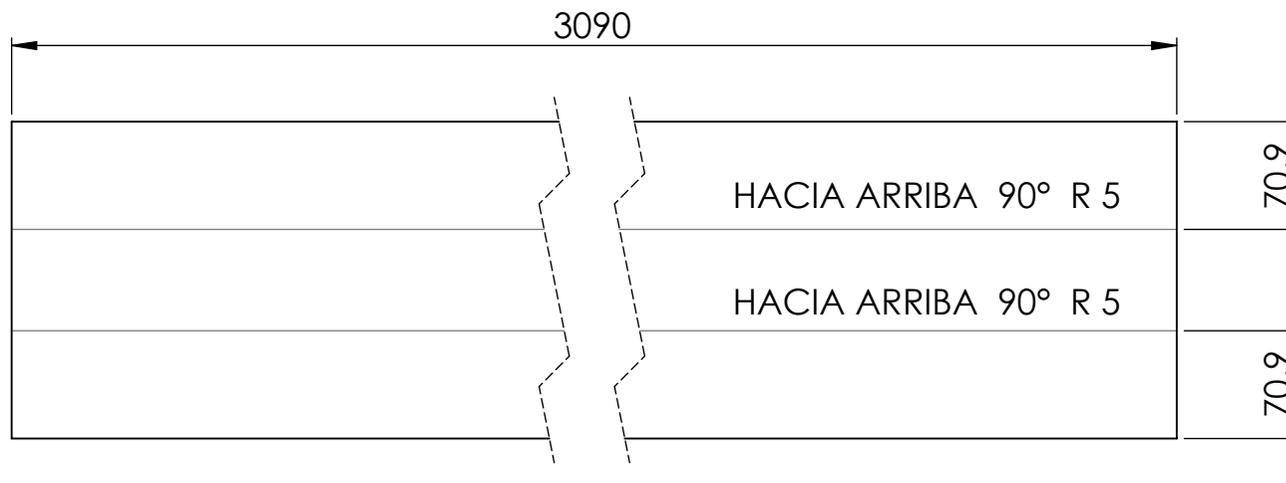
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 4001			
				Notas:			
Escala: 1:5		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma:		Faldon Lateral Delantero					

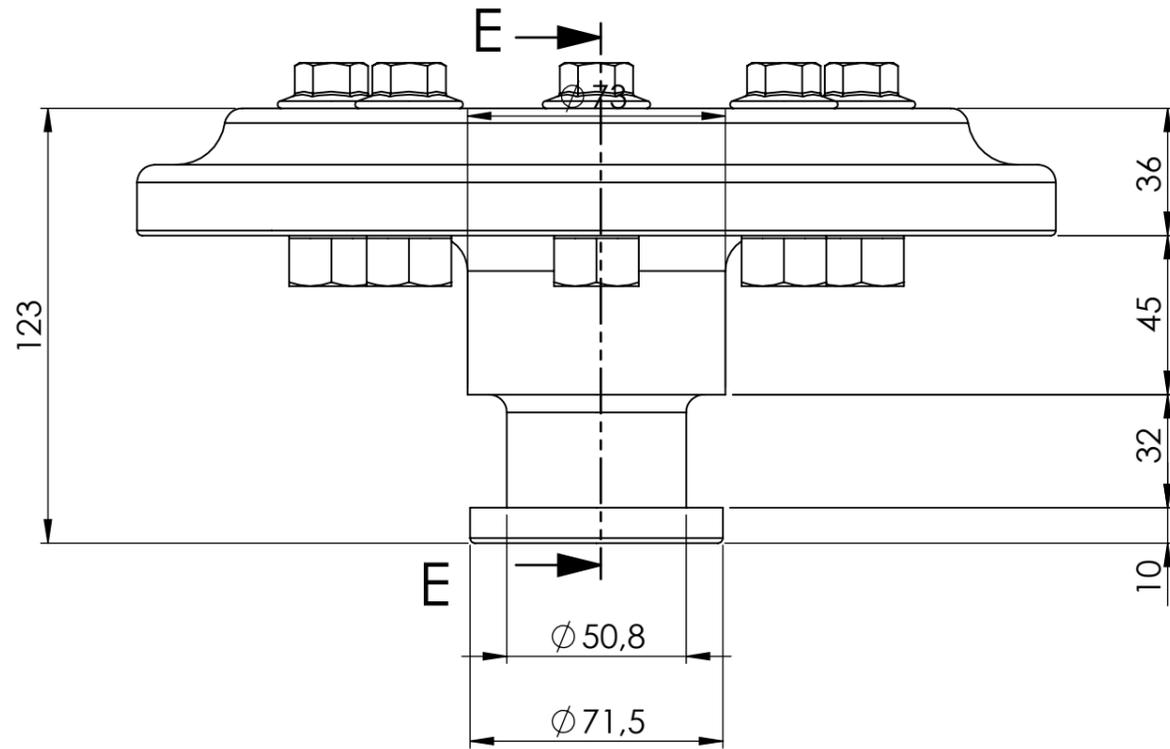


Vista Frontal

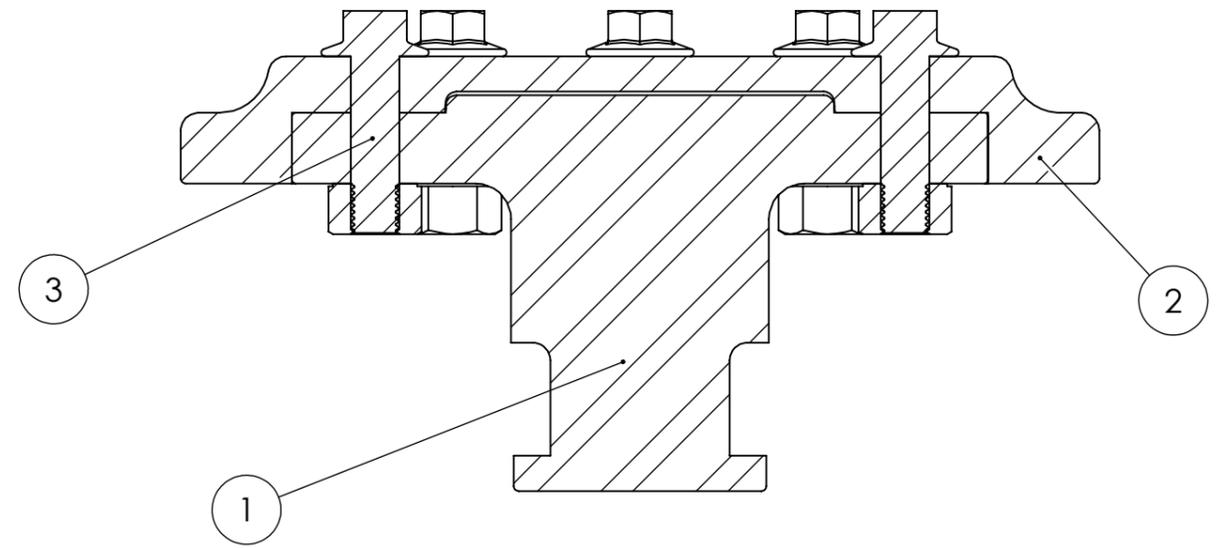


Vista Lateral Izquierda

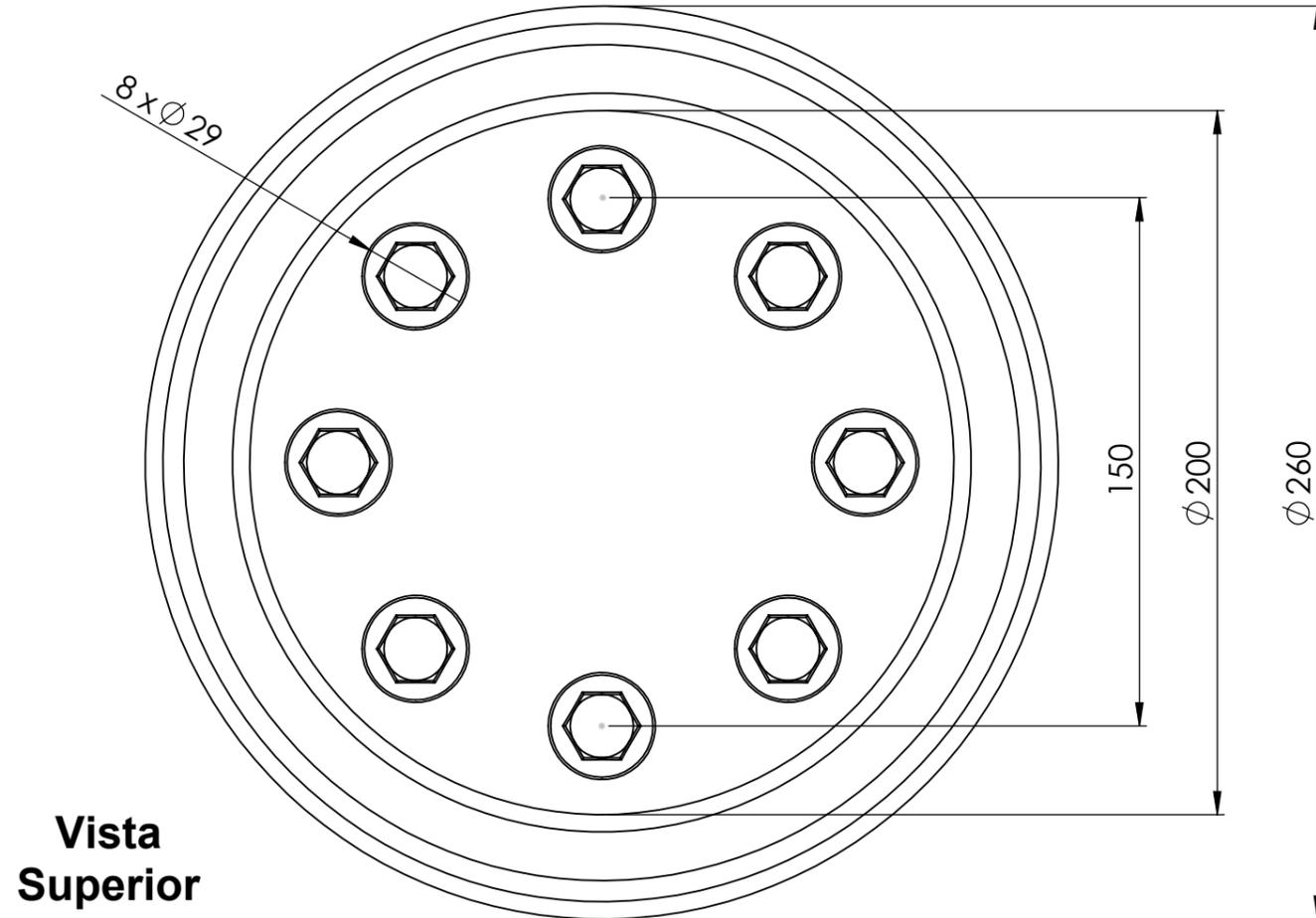
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 5mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 6007			
				Notas:			UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
Escala: 1:5		DENOMINACION:					
Norma: 		Chapa Plegada del Faldon Delantero					



Vista Frontal



SECCIÓN E-E
ESCALA 1 : 2



Vista Superior

3	Bulones M14 x 45	1	-	Acero Aleado
2	Cazoleta del Perno Rey	1	-	Acero Aleado
1	Perno de Arrastre	1	-	Acero Aleado
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE

MATERIAL: Acero Aleado

CANTIDAD:

CÓDIGO: SE20 - A2 - C - 8000

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	

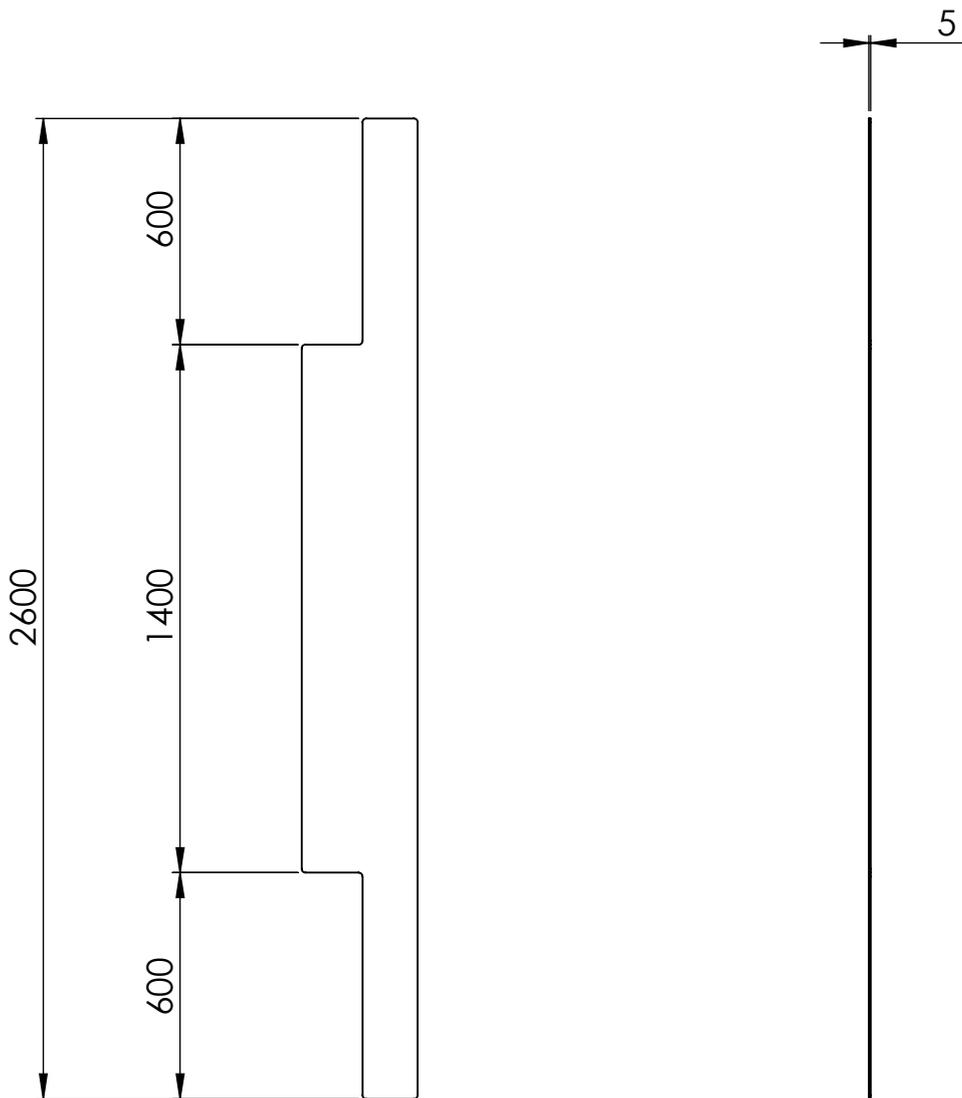
Notas:

Componente Comercial

Escala: 1:2 DENOMINACION:
Perno Rey

Norma:

**UTN
FACULTAD
REGIONAL
VILLA MARIA**



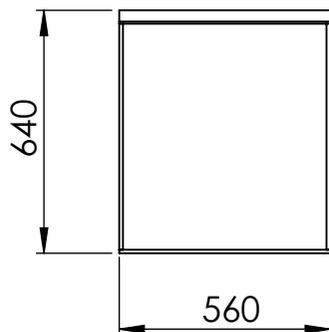
Vista Frontal

Vista Lateral Izquierda

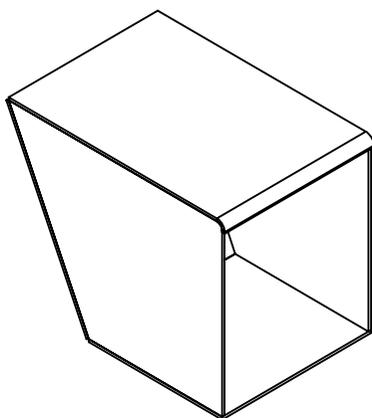
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

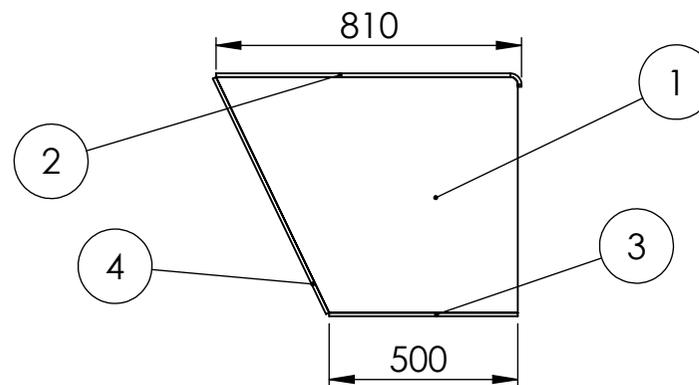
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 5mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 6004			
				Notas:			
Escala: 1:20		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma:		Chapa Frontal					



**Vista
Lateral
Derecha**



**Vista
Perspectiva
Isométrica**



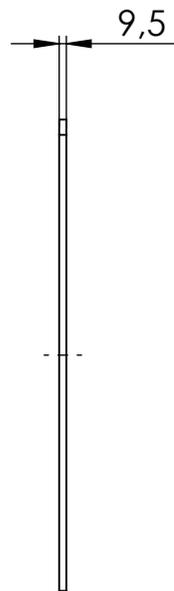
**Vista
Frontal**

4	Chapa Delantera	1	SE20 - A2 - P - 6011	MLC 500
3	Chapa Inferior	1	SE20 - A2 - P - 6010	MLC 500
2	Chapa Superior	1	SE20 - A2 - P - 6009	MLC 500
1	Chapa Lateral	2	SE20 - A2 - P - 6008	MLC 500
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

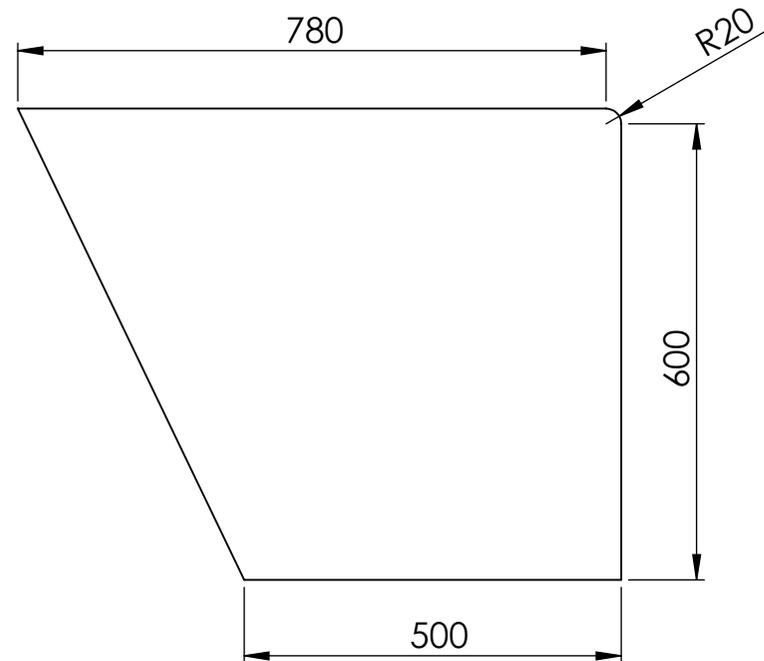
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 4002			
				Notas:			
				UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Escala: 1:20		DENOMINACION:					
Norma: 		Vinculación:					

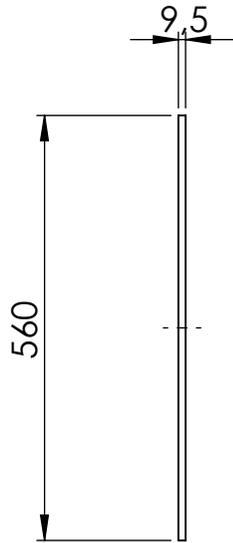


Vista Frontal

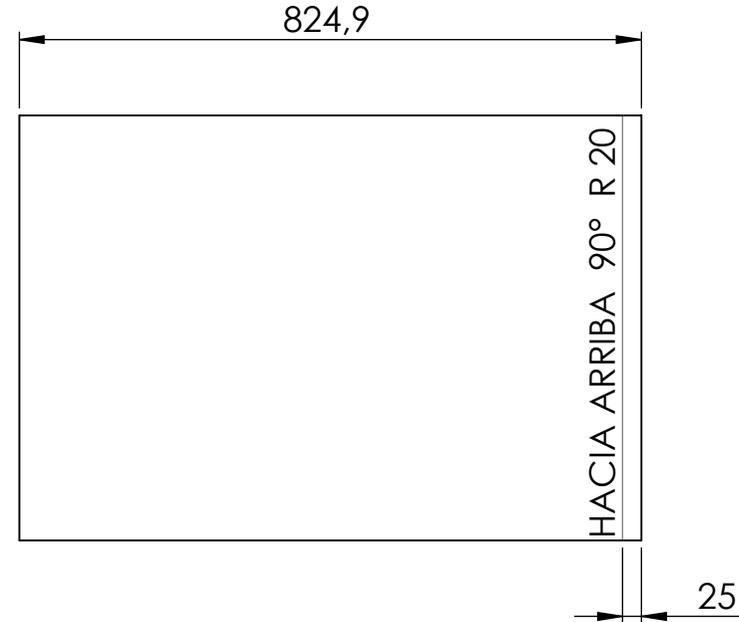


Vista Lateral Izquierda

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 9,5mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 6008			
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
Escala: 1:10		DENOMINACION:					
Norma:		Chapa Lateral					
DIBUJÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	FIRMA				
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					



Vista Frontal

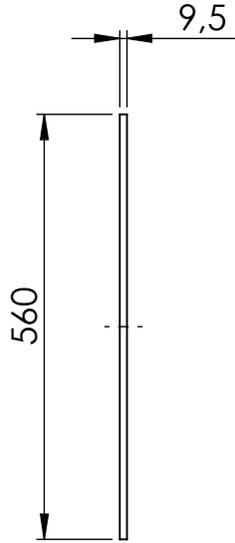


Vista Lateral Izquierda

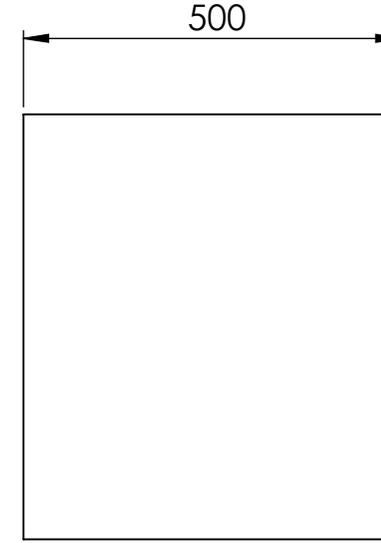
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 9,5mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 6009			
				Notas:			
				UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Escala: 1:10		DENOMINACION:					
Norma: 		Chapa Superior					
		Plegada					

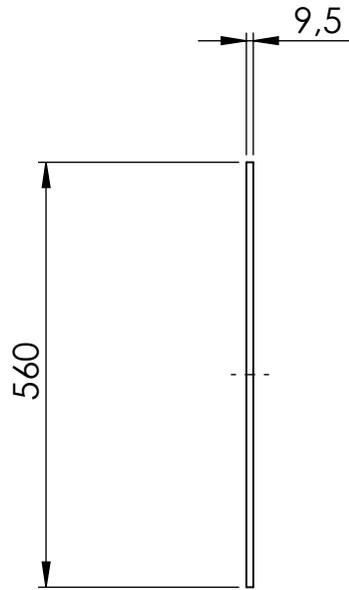


Vista Frontal

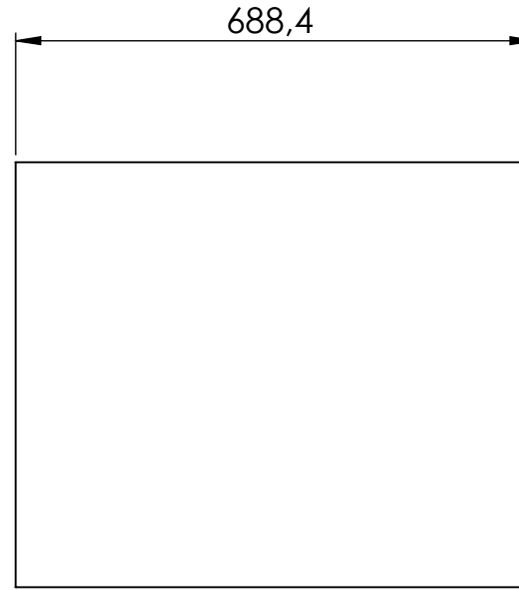


Vista Lateral Izquierda

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 9,5mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 6010			
				Notas:			UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
	NOMBRE	FECHA	FIRMA				
DIBUJÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
Escala: 1:10		DENOMINACION:					
Norma:		Chapa Inferior					

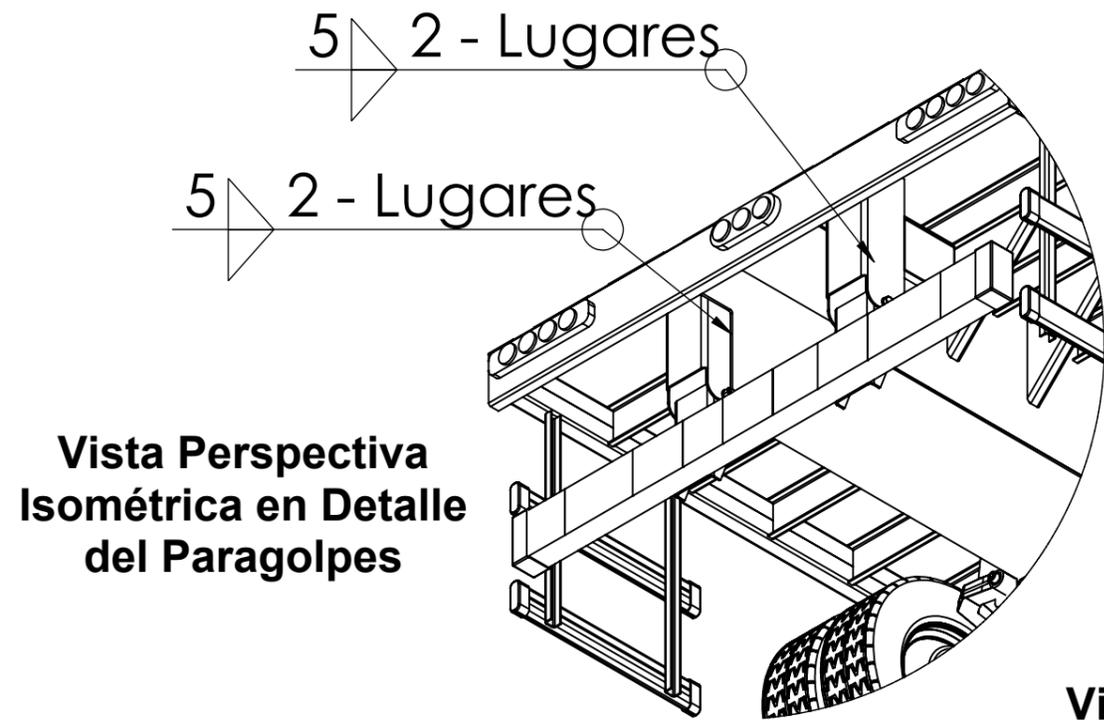


Vista Frontal



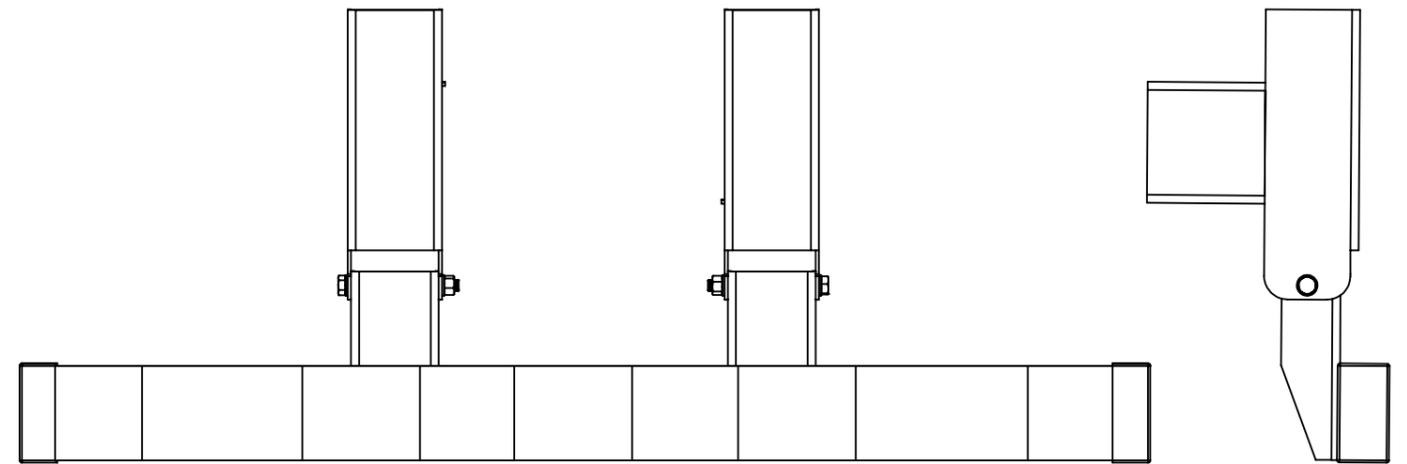
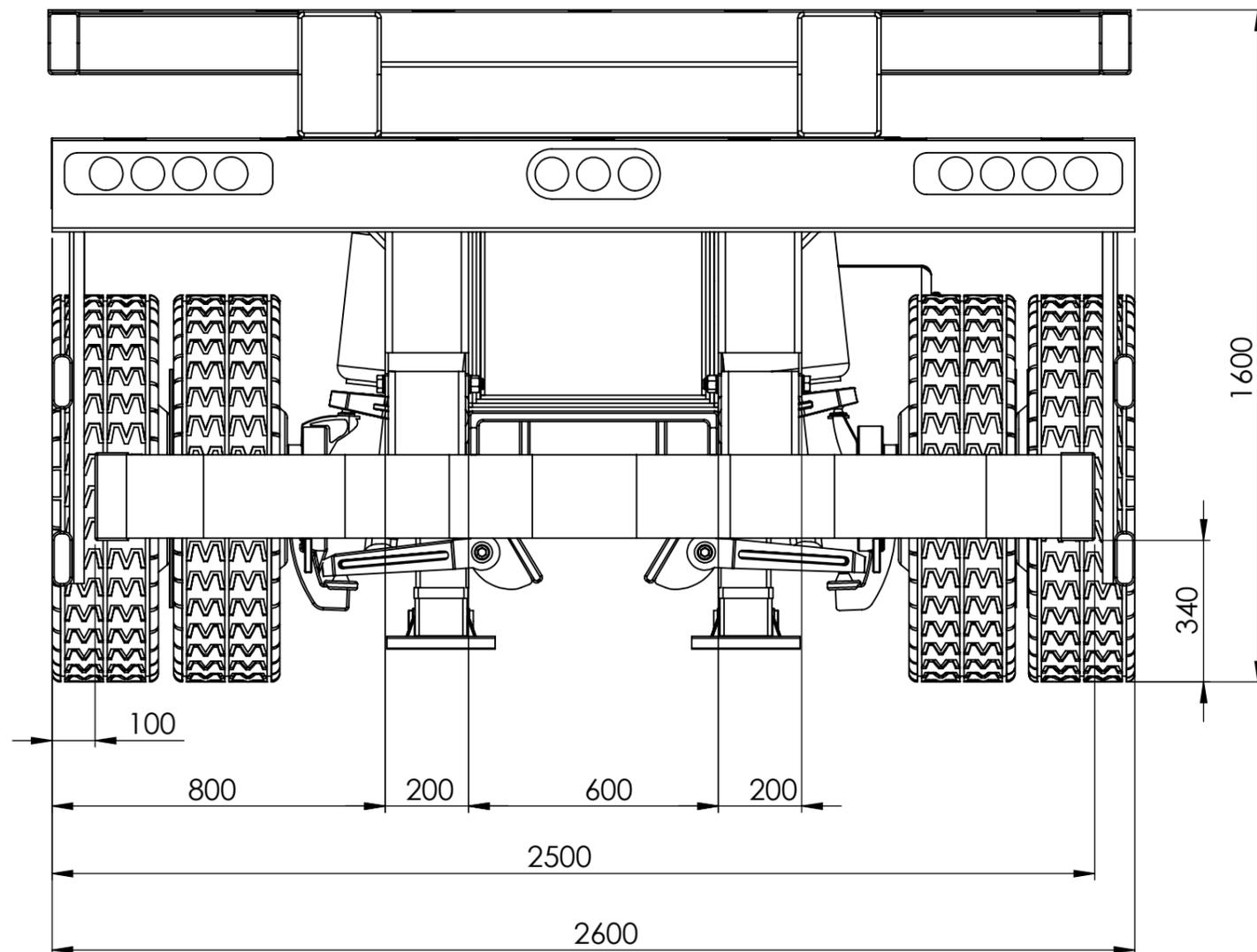
Vista Lateral Izquierda

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: MLC 500 - 9,5mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A2 - P - 6011			
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
	NOMBRE	FECHA	FIRMA				
DIBUJÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020					
Escala: 1:10		DENOMINACION:					
Norma:		Chapa Delantera					



Vista Perspectiva Isométrica en Detalle del Paragolpes

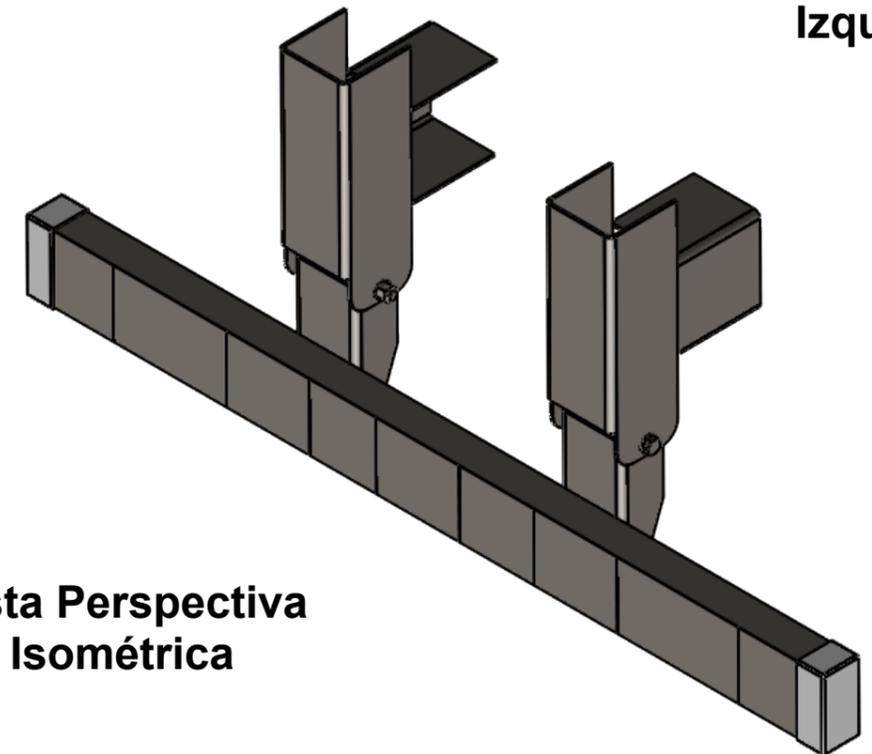
Vista Posterior del Semirremolque



Vista Frontal

Vista Lateral Izquierda

Vista Perspectiva Isométrica



TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE

MATERIAL: MLC 500

CANTIDAD:

CÓDIGO: SE20 - A3 - P - 0000

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	

Notas:

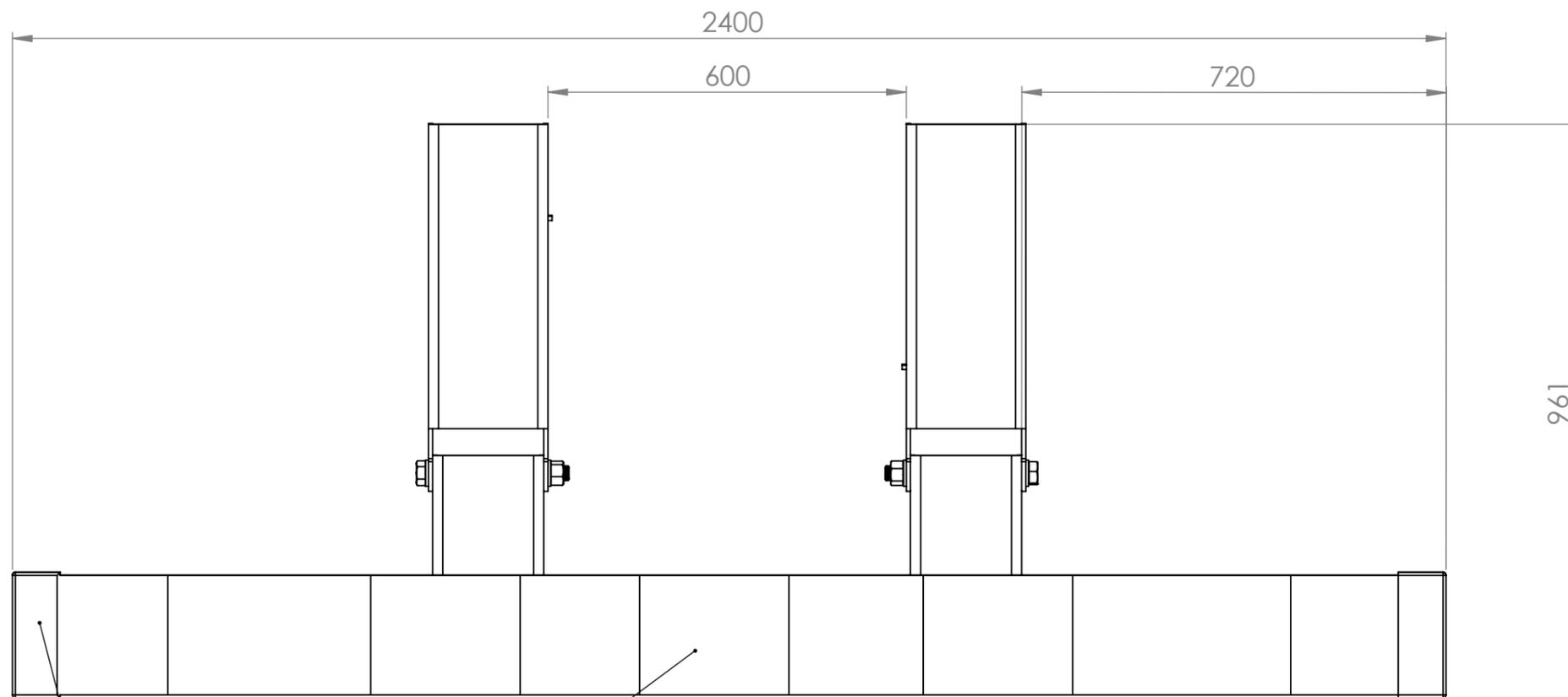
Escala: 1:10

DENOMINACION:

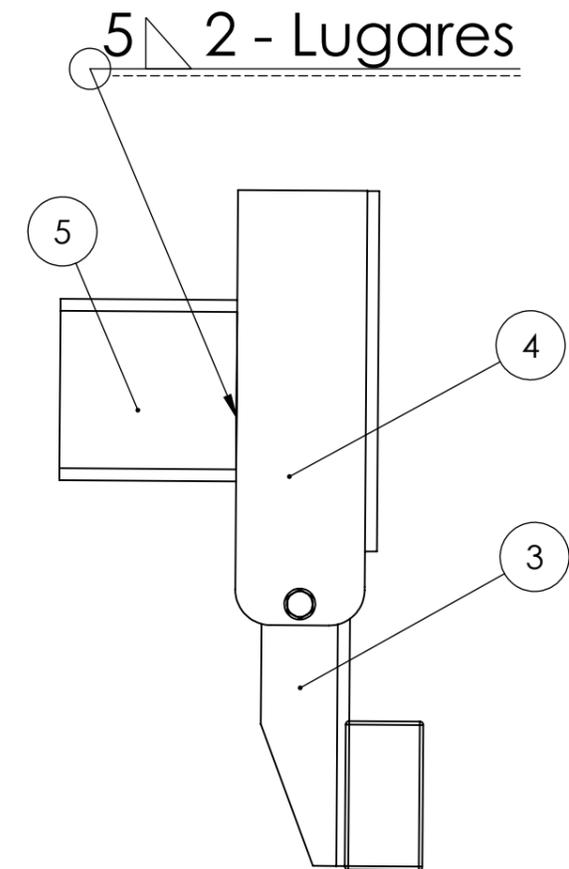
Conjunto
Paragolpes Trasero

Norma:

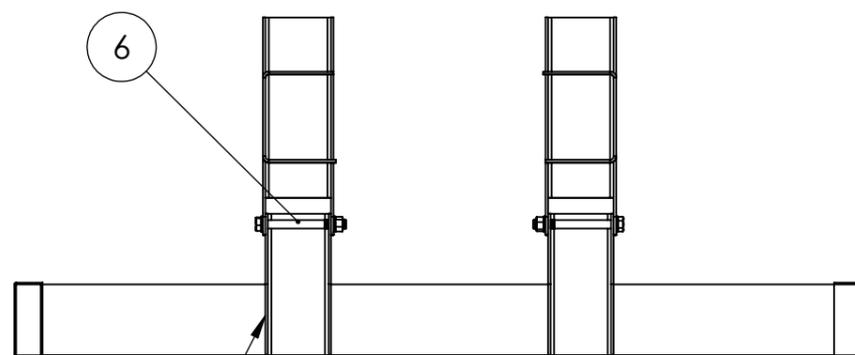
**UTN
FACULTAD
REGIONAL
VILLA MARIA**



**Vista Frontal
Escala 1:10**



**Vista Lateral Izquierda
Escala 1:10**



**Vista Posterior
Escala 1:20**

5 2 - Lugares

6	Bulón M24x3x160	2	SE20 - A3 - C - 8000	SAE Grado 2
5	Perfil Plegado de Refuerzo	2	SE20 - A3 - P - 6003	AISI 1010
4	Perfil Plegado Fijo	2	SE20 - A3 - P - 6002	AISI 1010
3	Perfil Plegado Móvil	2	SE20 - A3 - P - 6001	AISI 1010
2	Topes Plasticos	2	SE20 - A3 - P - 8000	Plástico
1	Paragolpes	1	SE20 - A3 - P - 6000	AISI 1010
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL	HASTA 20 INCLUSO						
	HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000	
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIREMOLQUE EXTENSIBLE

MATERIAL: MLC 500

CANTIDAD:

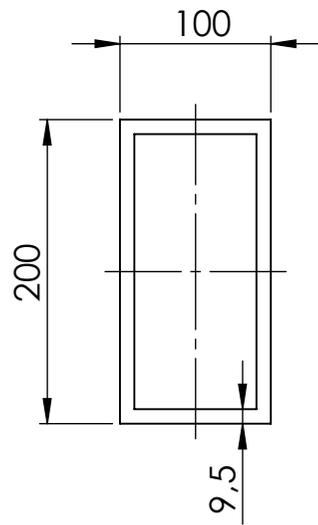
CÓDIGO: SE20 - A3 - P - 2000

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	

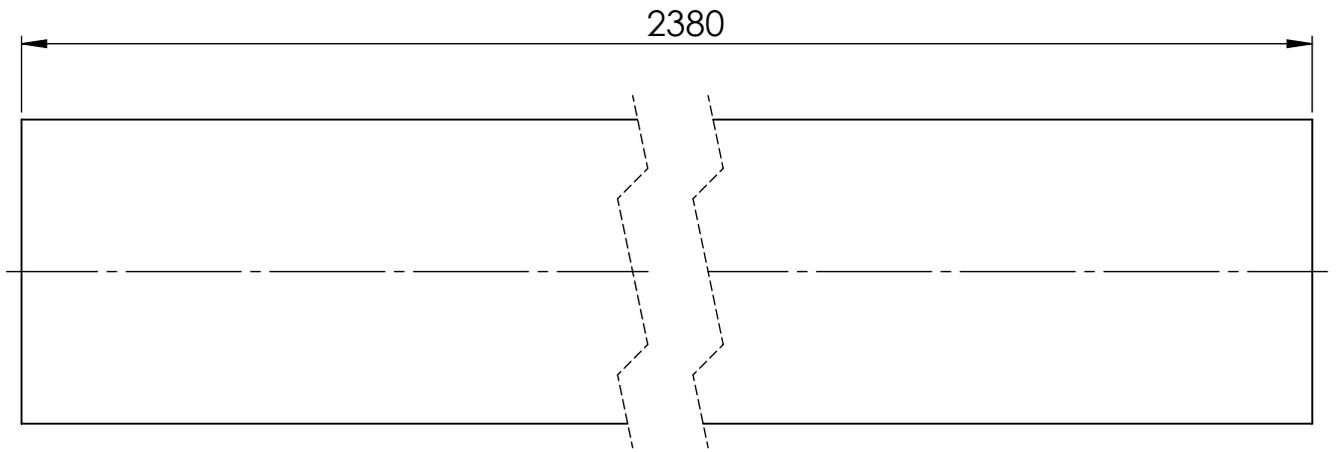
Notas:

Escala:	DENOMINACION:
Norma:	Paragolpes Trasero Ensamblado

**UTN
FACULTAD
REGIONAL
VILLA MARIA**

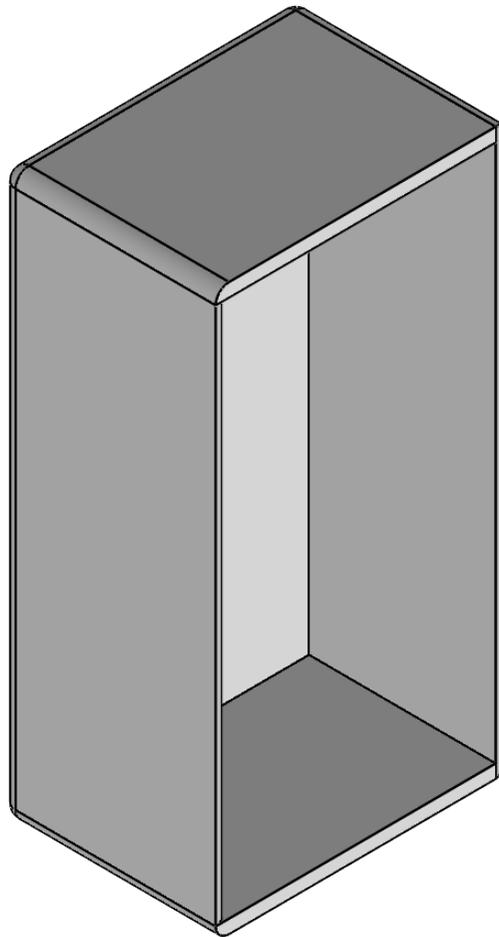


Vista Frontal

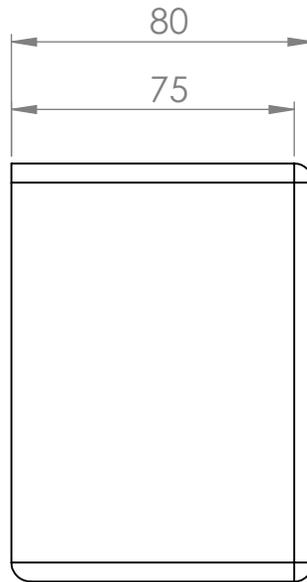


Vista Lateral Izquierda

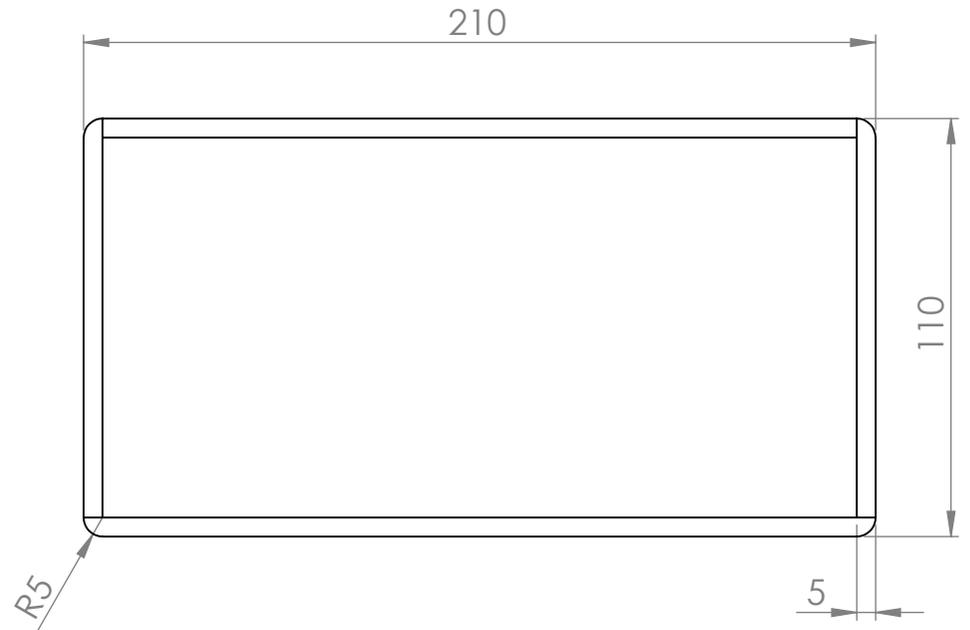
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Acero AISI 1010			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A3 - P - 6000			
				Notas:			UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
				Tubo 200x100x9,5 (Al ser un elemento de seguridad se utiliza un tubo no conformado para una mayor homogeneidad del elemento)			
Escala: 1:5		DENOMINACION:					
Norma: 		Paragolpes					



**Vista Perspectiva
Isométrica**



Vista Frontal

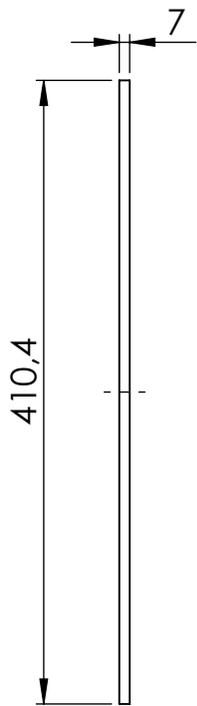


Vista Lateral Izquierda

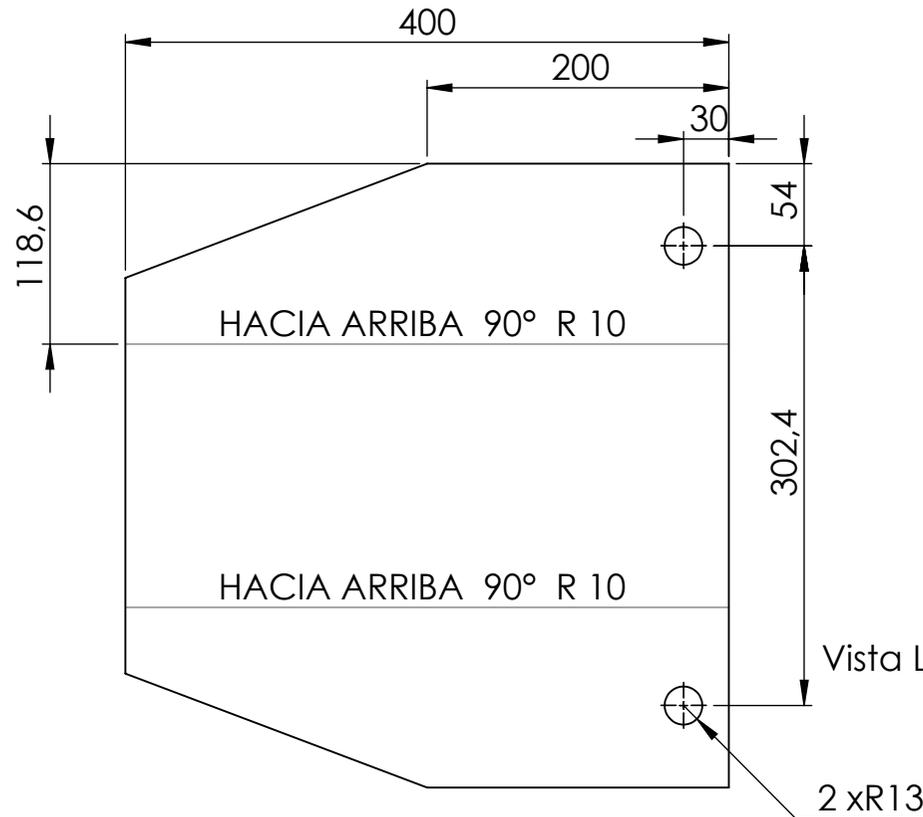
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Plástico					
				CANTIDAD:					
				CÓDIGO: SE20 - A3 - P - 8000					
				Notas:					
Escala: 1:2		DENOMINACION:		Todos los redondeos son de 5mm		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma: 		Topes Plásticos							
DIBUJÓ	COCHIS F. L	FECHA	15/8/2020	FIRMA					
REVISÓ	COCHIS F. L	FECHA	15/8/2020						
APROBÓ	COCHIS F. L	FECHA	15/8/2020						



Vista Frontal



Vista Lateral Izquierda

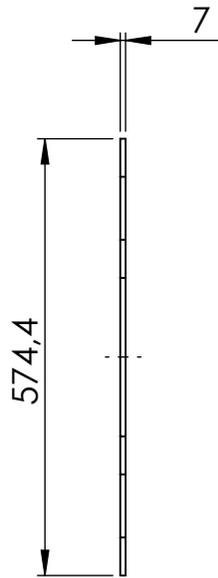


Perfil Plegado

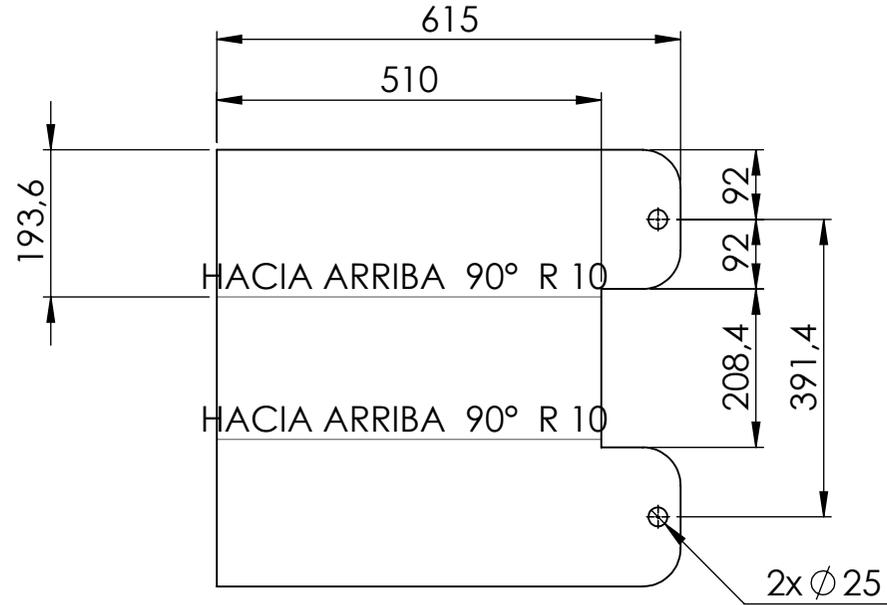
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

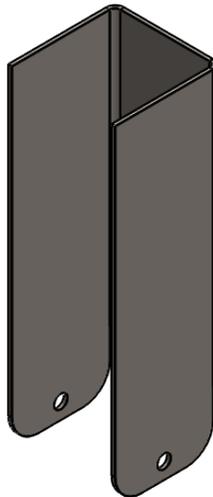
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Acero AISI 1010 - 7mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A3 - P - 6001			
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
Escala: 1:5		DENOMINACION:					
Norma:		Perfil Plegado					
		Móvil					



Vista Frontal - Escala 1:10

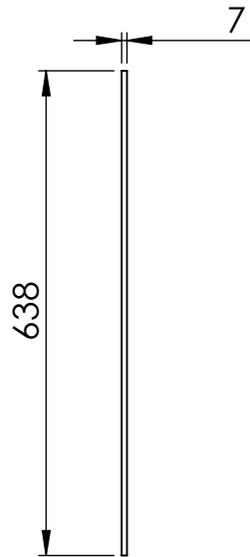


Vista Lateral Izquierda - Escala 1:10

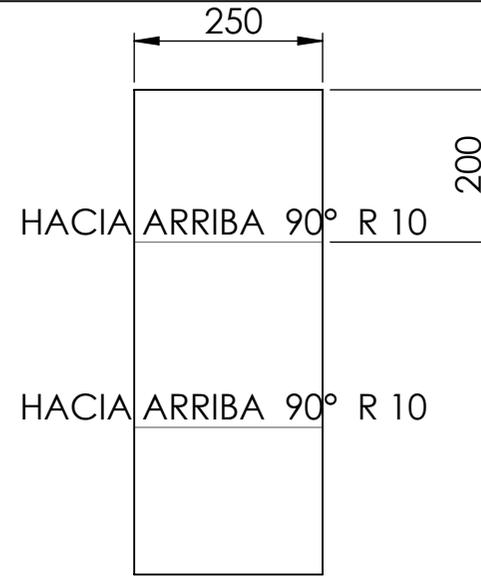


**Perfil Plegado
Escala 1:10**

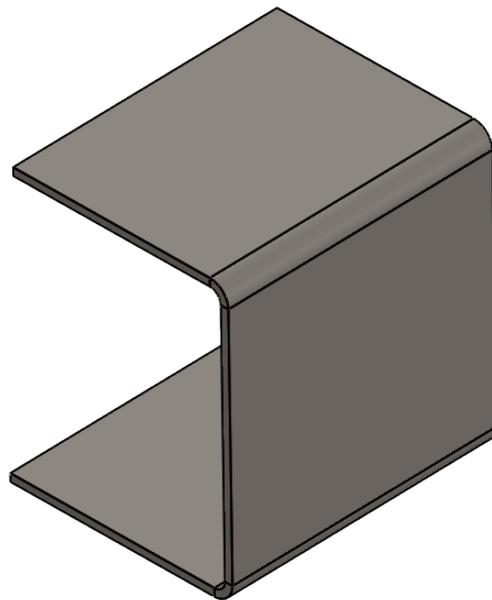
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Acero AISI 1010 - 7mm			
				CANTIDAD:			
DIBUJO				CÓDIGO: SE20 - A3 - P - 6002			
APROBO				Notas:			
Escala:		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma:		Perfil Plegado Fijo					



Vista Frontal
Escala 1:10



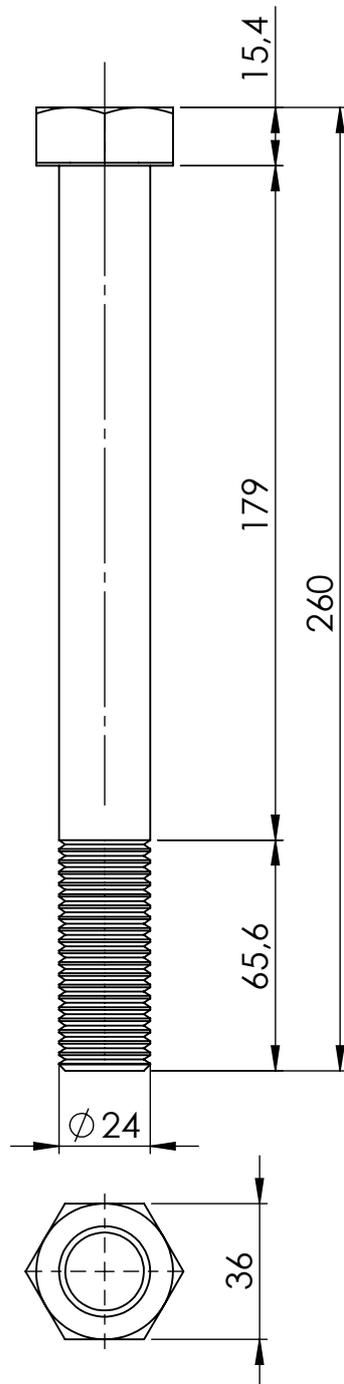
Vista Lateral Izquierda
Escala 1:10



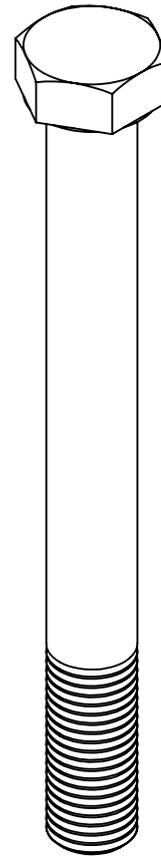
Perfil Plegado
Escala 1:5

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Acero AISI 1010 - 7mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A3 - P - 6003			
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
Escala: 1:5		DENOMINACION:					
Norma: 		Chapa Plegada					
		Refuerzo					

Vista Frontal



Vista Superior



Vista Perspectiva Isométrica

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIREMOLQUE EXTENSIBLE

MATERIAL: SAE Grado 2

CANTIDAD:

CÓDIGO: SE20 - A3 - C - 8000

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	15/8/2020	

Notas:

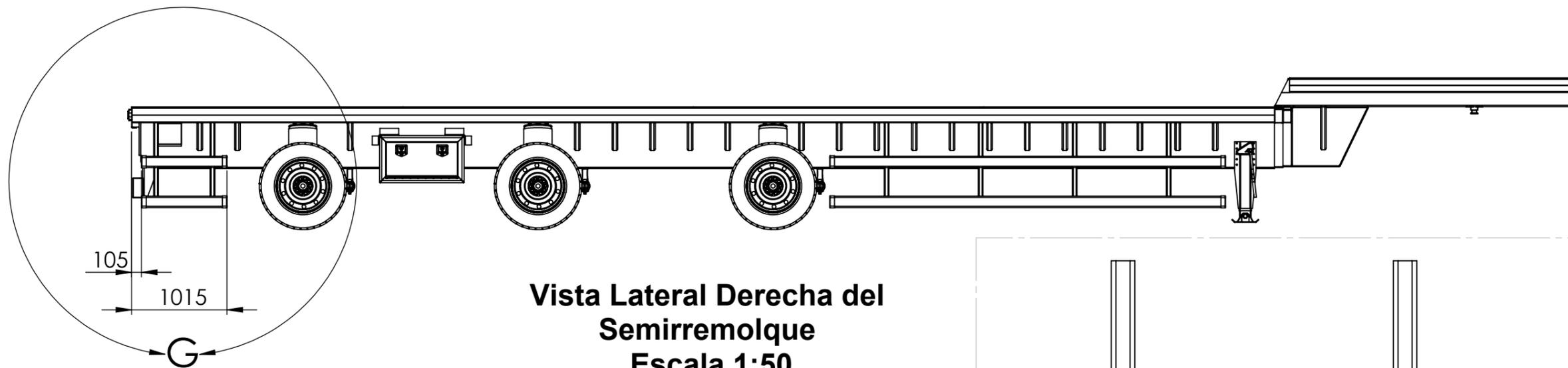
Escala: 1:2

DENOMINACION:

Bulón M24x3x260

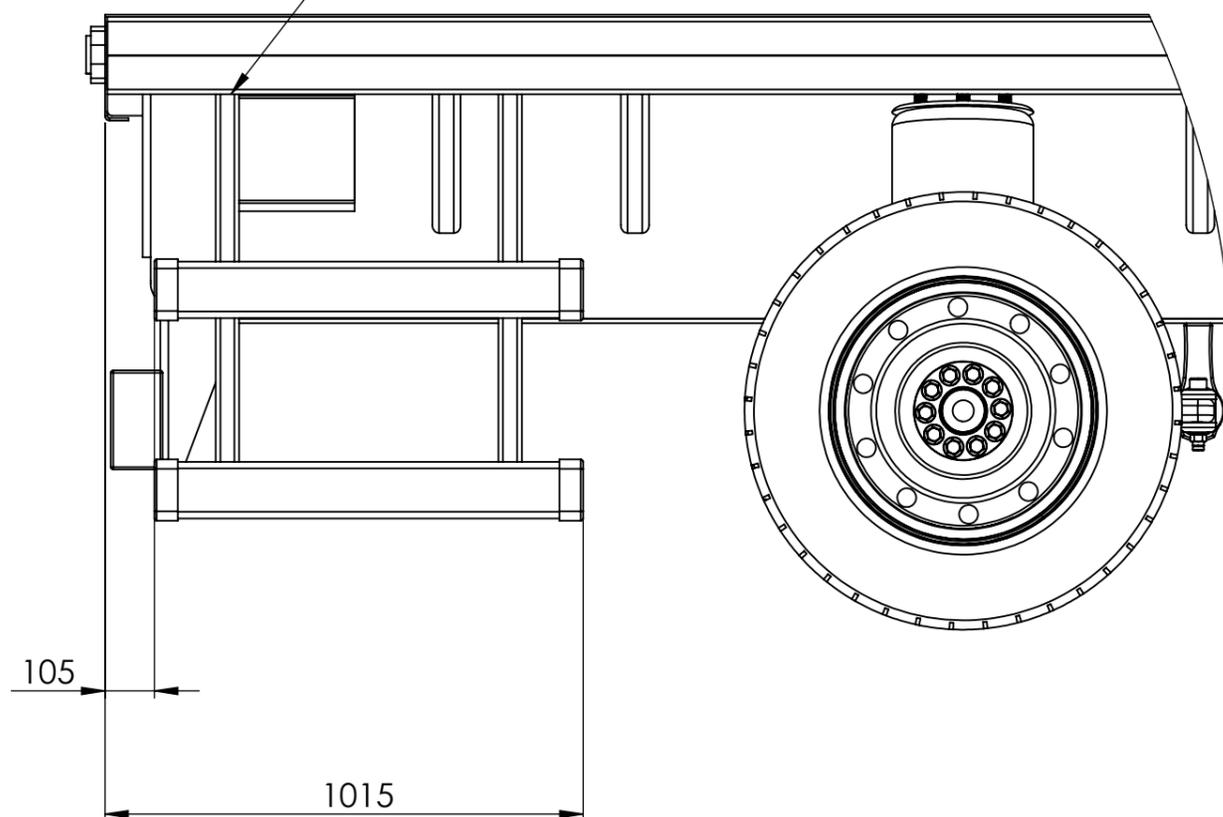
Norma:

**UTN
FACULTAD
REGIONAL
VILLA MARIA**

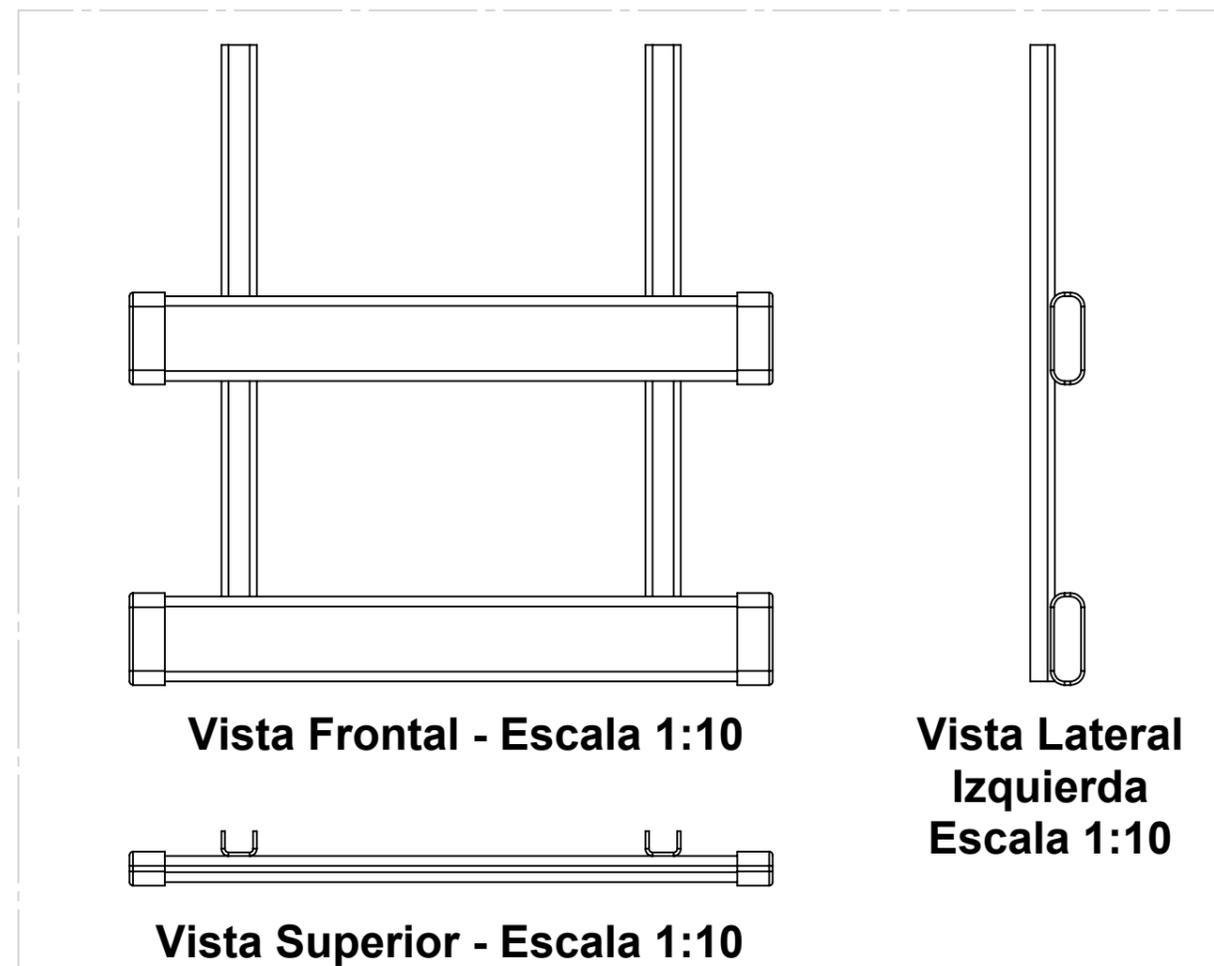


**Vista Lateral Derecha del Semirremolque
Escala 1:50**

4 - Lugares



**DETALLE G
ESCALA 1 : 15**



Vista Frontal - Escala 1:10

**Vista Lateral Izquierda
Escala 1:10**

Vista Superior - Escala 1:10

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE

MATERIAL:

CANTIDAD:

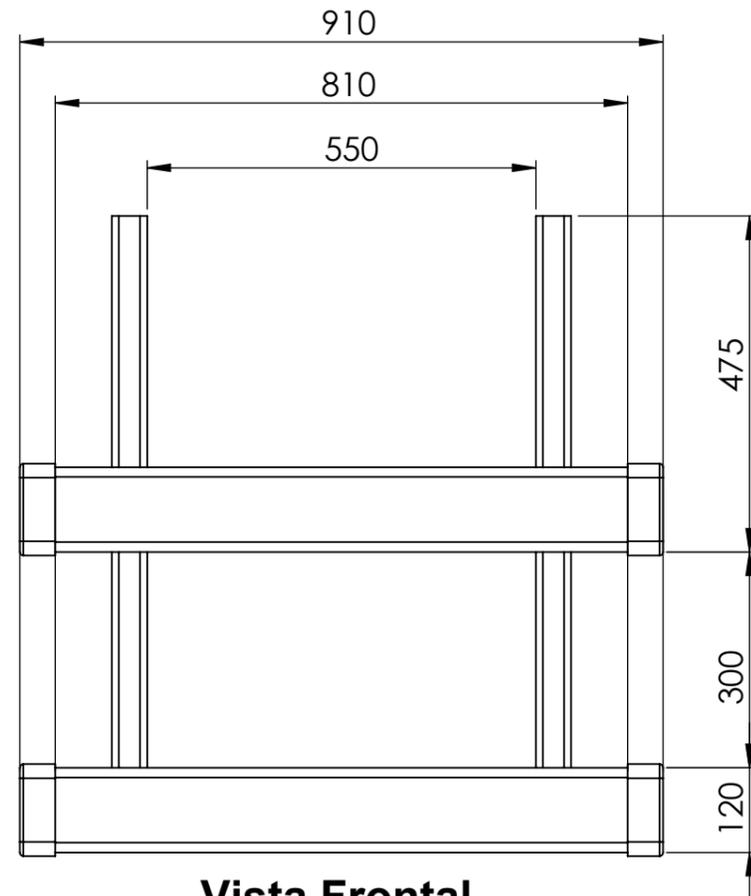
CÓDIGO: SE20 - A4 - P - 0000

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	16/8/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	16/8/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	16/8/2020	

Notas:

Escala:	DENOMINACION:
Norma:	Conjunto Paragolpes Lateral Trasero

**UTN
FACULTAD
REGIONAL
VILLA MARIA**

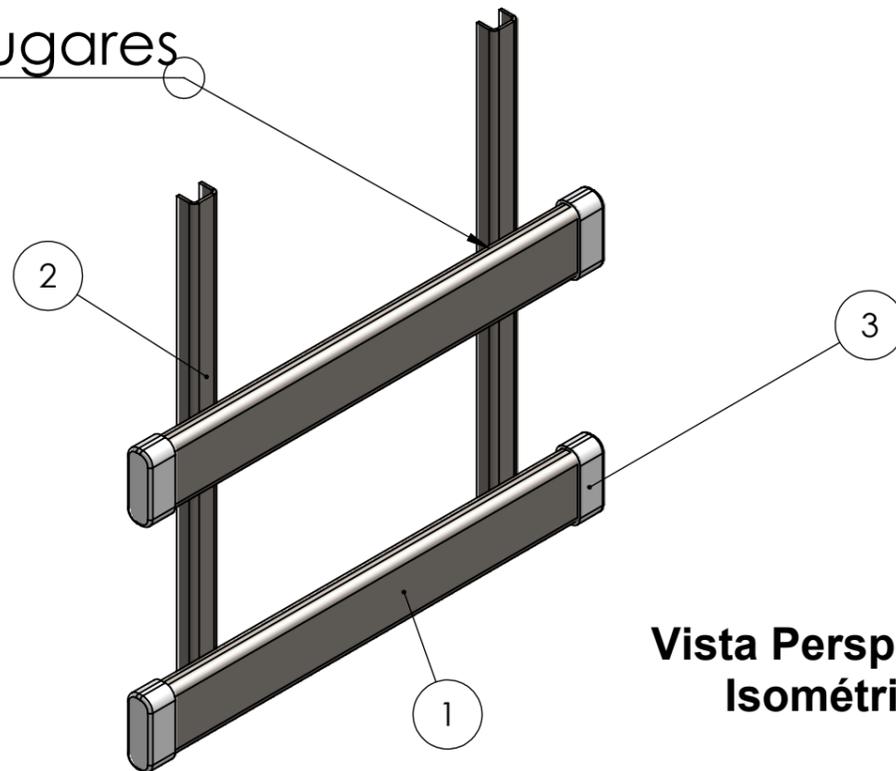


Vista Frontal

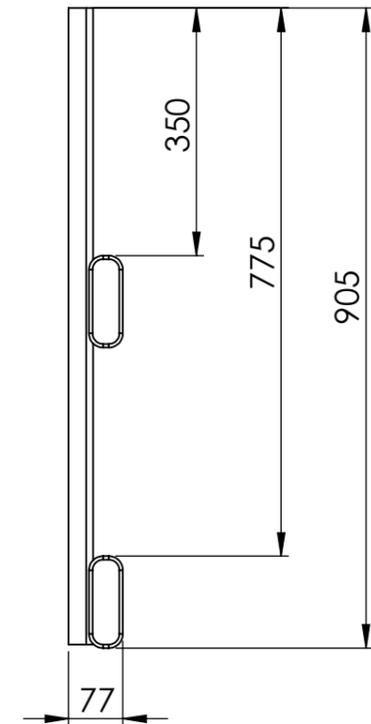


Vista Superior

5 4 - Lugares



Vista Perspectiva Isométrica



Vista Lateral Izquierda

3	Tope Plástico de Paragolpes Laterales	4	SE20 - A4 - P - 8000	Plástico
2	Perfil Vertical Plegado	2	SE20 - A4 - P - 6001	AISI 1010
1	Perfil Plegado de Paragolpes Lateral Corto	2	SE20 - A4 - P - 6000	AISI 1010
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL	TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS					
	HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM. 0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG. 0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIREMOLQUE EXTENSIBLE

MATERIAL:

CANTIDAD:

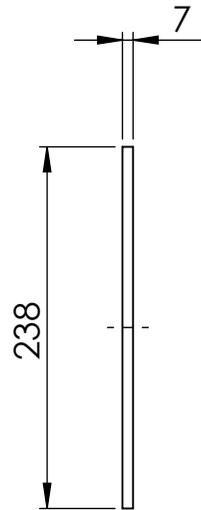
CÓDIGO: SE20 - A4 - P - 2000

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	16/8/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	16/8/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	16/8/2020	

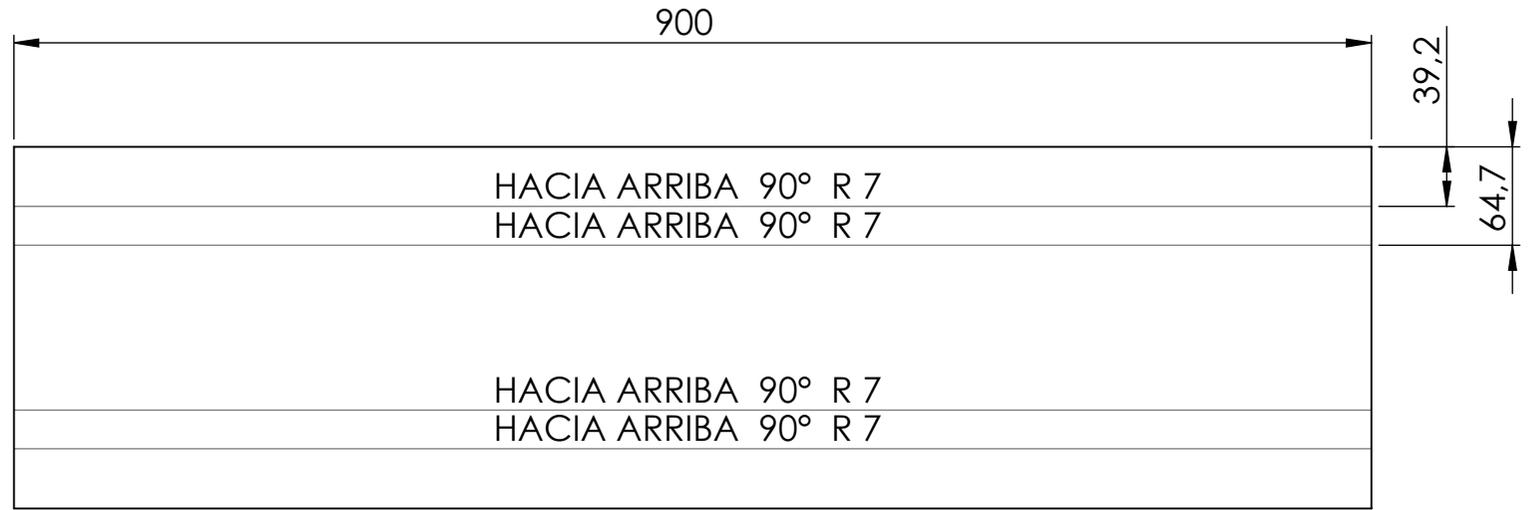
Notas:

Escala: 1:10
 Norma: DENOMINACION:
 Paragolpes Lateral Trasero Ensamblado

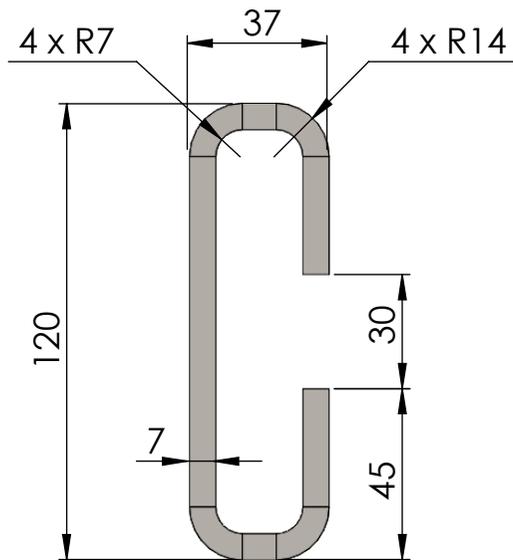
**UTN
 FACULTAD
 REGIONAL
 VILLA MARIA**



Vista Frontal
Escala 1:5



Vista Lateral Izquierda
Escala 1:5



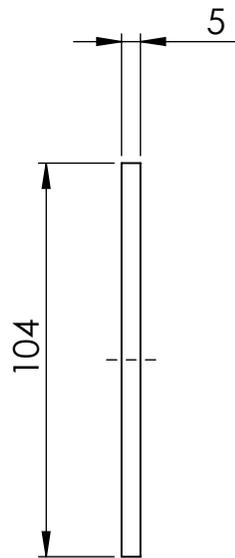
Perfil Plegado - Escala 1:2

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

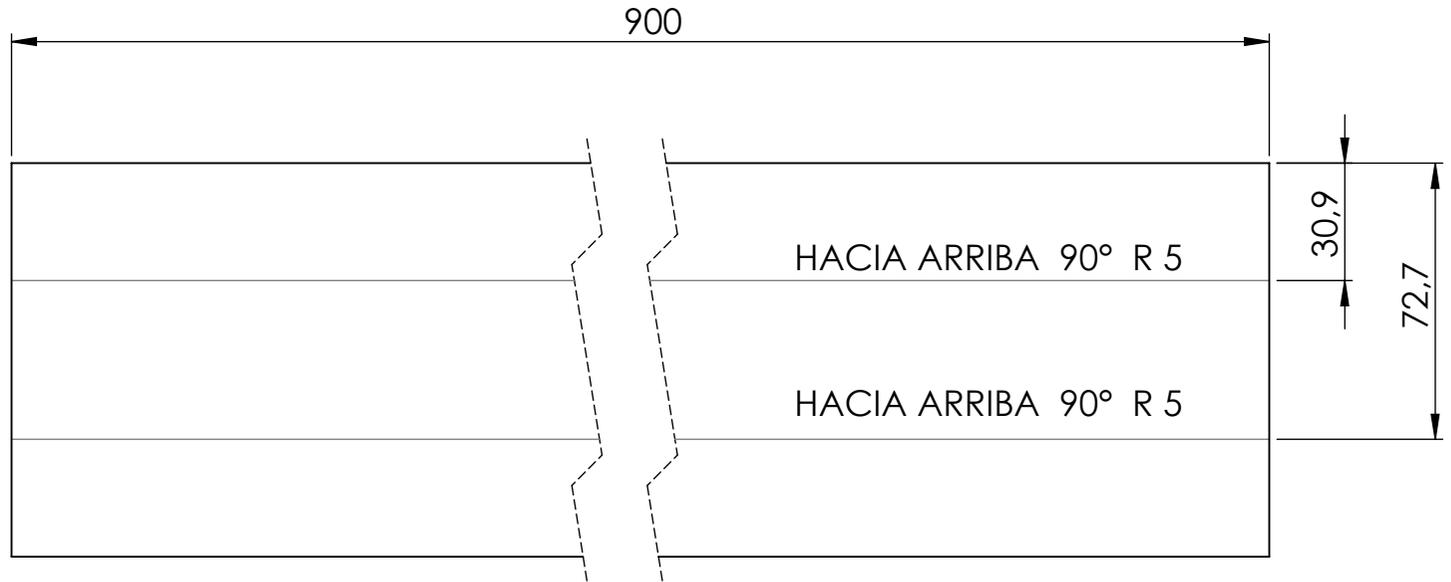
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Acero AISI 1010 - 7mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A4 - P - 6000			
				Notas:			
Escala:		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma:		Perfil Plegado de Paragolpes Lateral Corto					

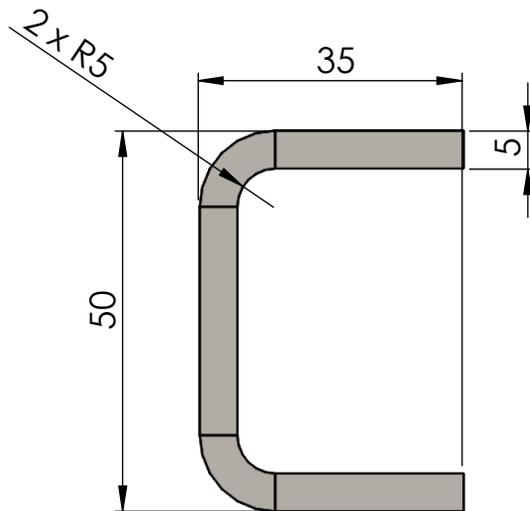
	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	16/8/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	16/8/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	16/8/2020	



**Vista Frontal
Escala 1:2**

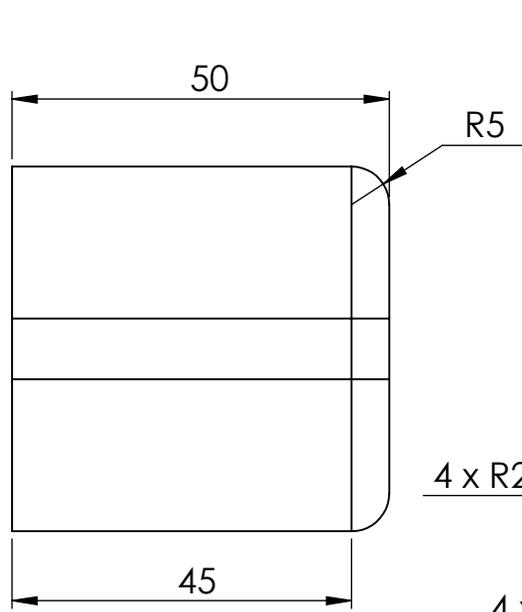


**Vista Lateral Izquierda
Escala 1:2**

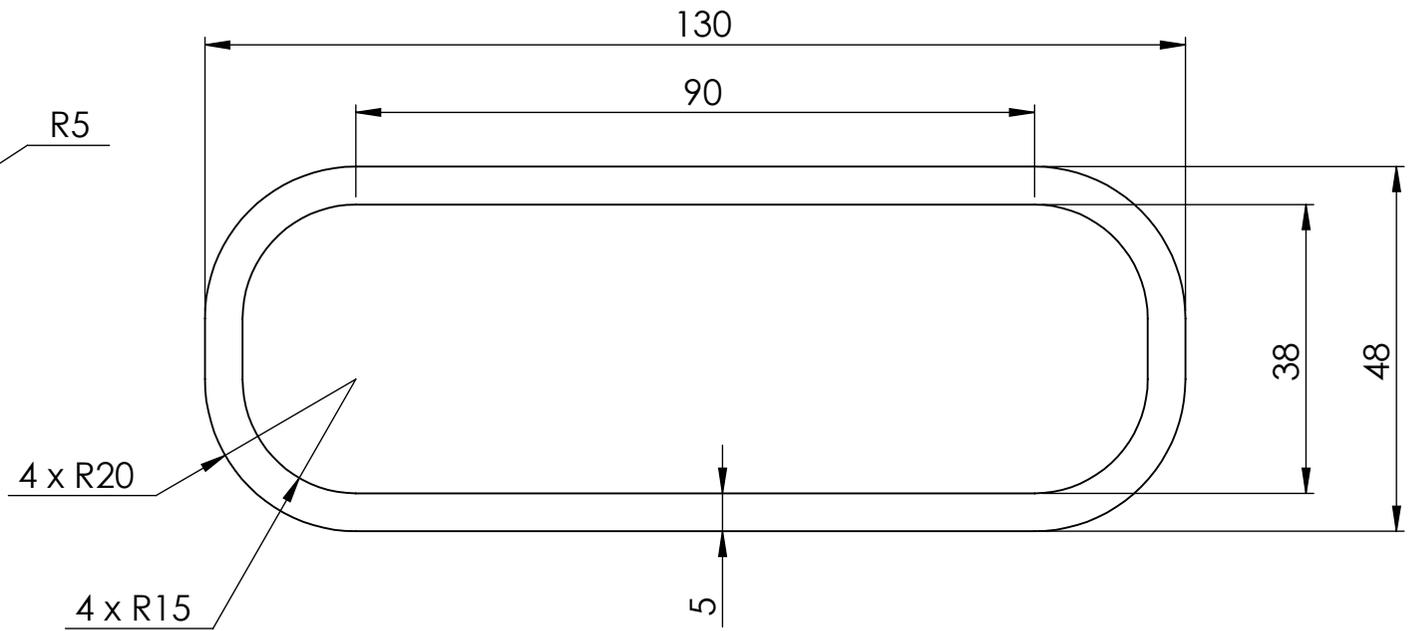


Perfil Plegado - Escala 1:1

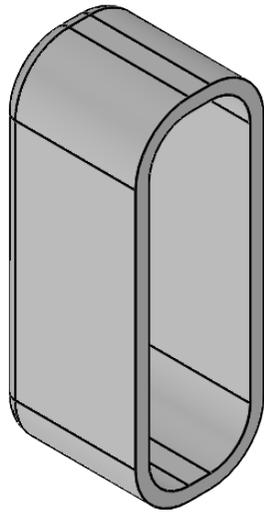
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Acero AISI 1010 - 5mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A4 - P - 6001			
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
Escala:		DENOMINACION:					
Norma:		Perfil Vertical Plegado					



Vista Frontal



Vista Lateral Izquierda

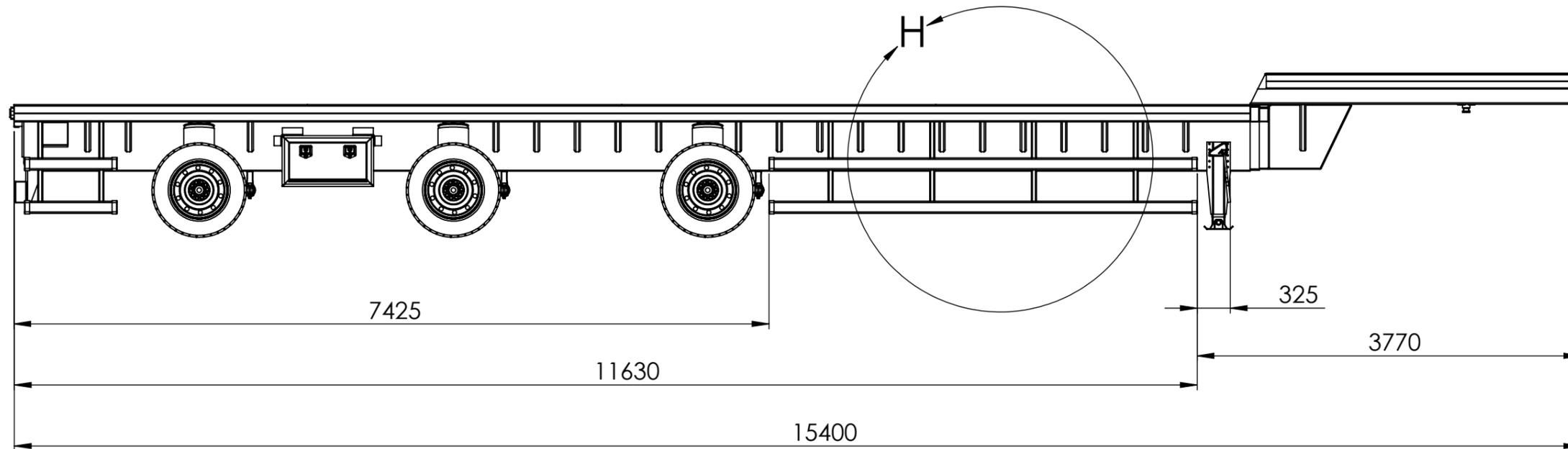


Vista Perspectiva Isométrica - Escala 1:2

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

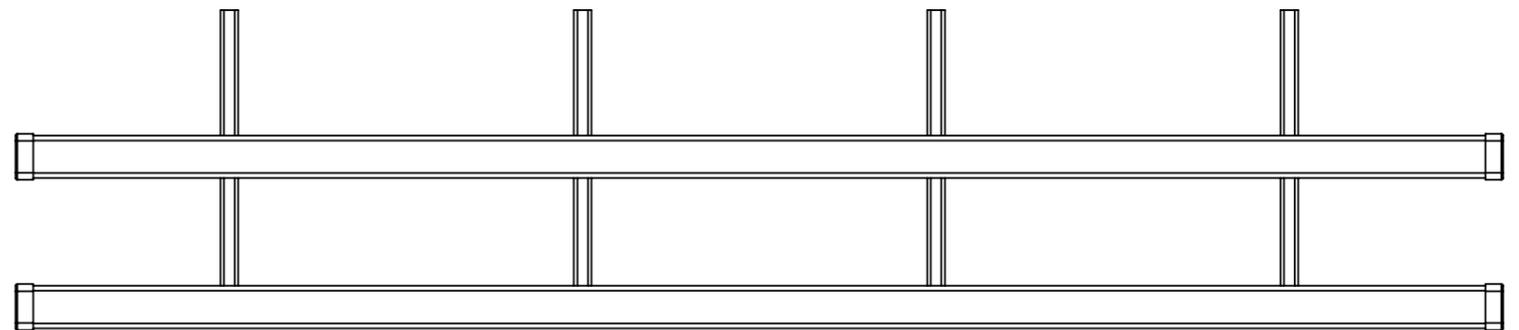
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Plástico			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A4 - P - 8000			
				Notas:			
Escala:		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma: 		Topes Plásticos					



Vista Lateral Derecha del Semirremolque
Escala 1:20



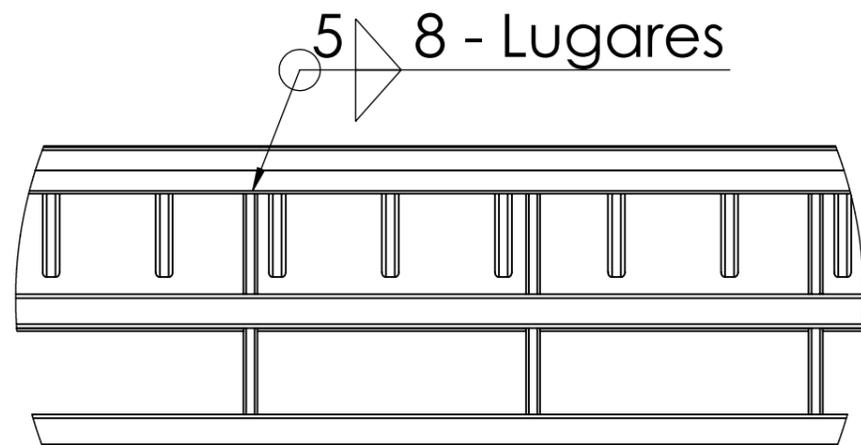
Vista Lateral Derecha
Escala 1:20



Vista Frontal - Escala 1:20



Vista Superior - Escala 1:20



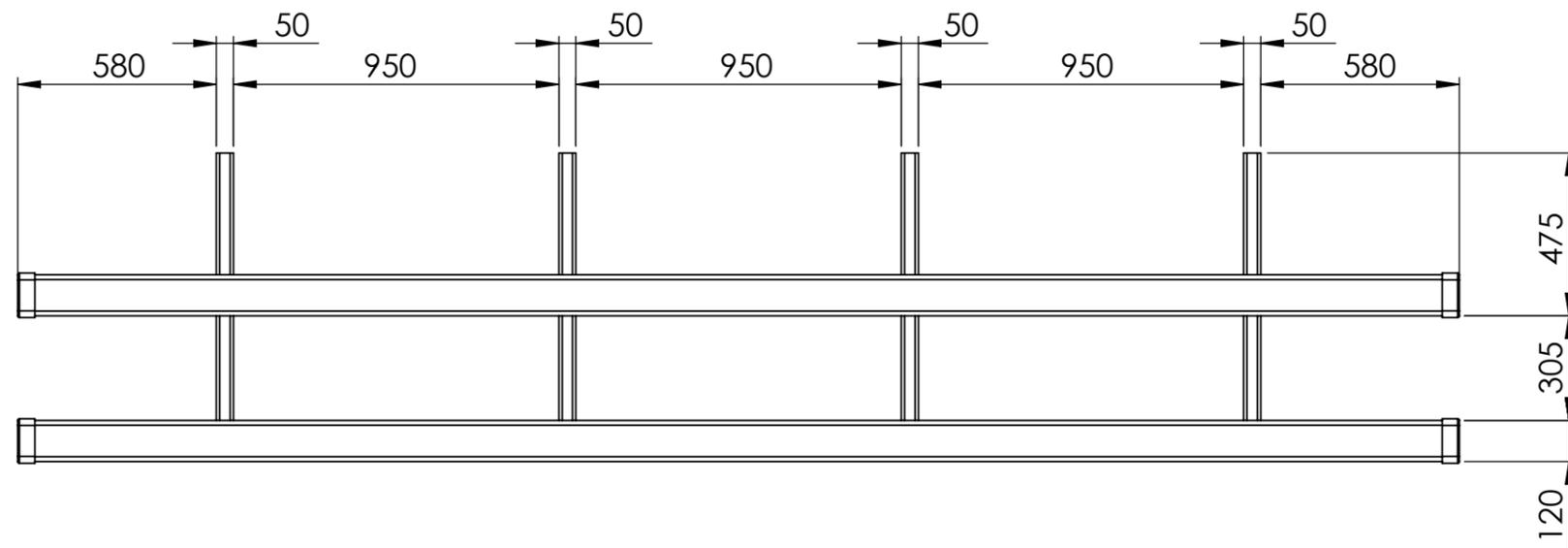
DETALLE H
ESCALA 1 : 25

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

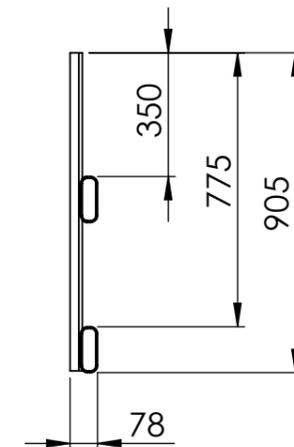
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE

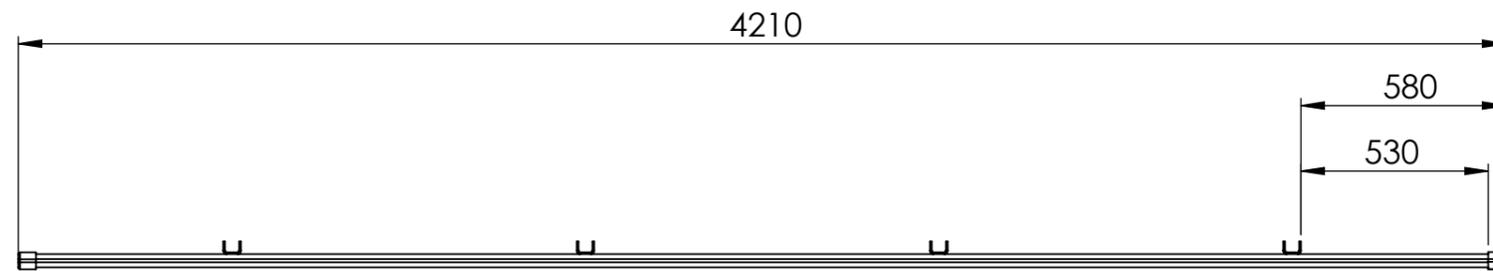
				MATERIAL:		
				CANTIDAD:		
	NOMBRE	FECHA	FIRMA	CÓDIGO: SE20 - A5 - P - 0000		
DIBUJÓ	COCHIS F. L	16/8/2020		Notas:		
REVISÓ	COCHIS F. L	16/8/2020				
APROBÓ	COCHIS F. L	16/8/2020				
Escala:		DENOMINACION:		<p align="center">UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA</p>		
Norma:		Conjunto Paragolpes Lateral Delantero				



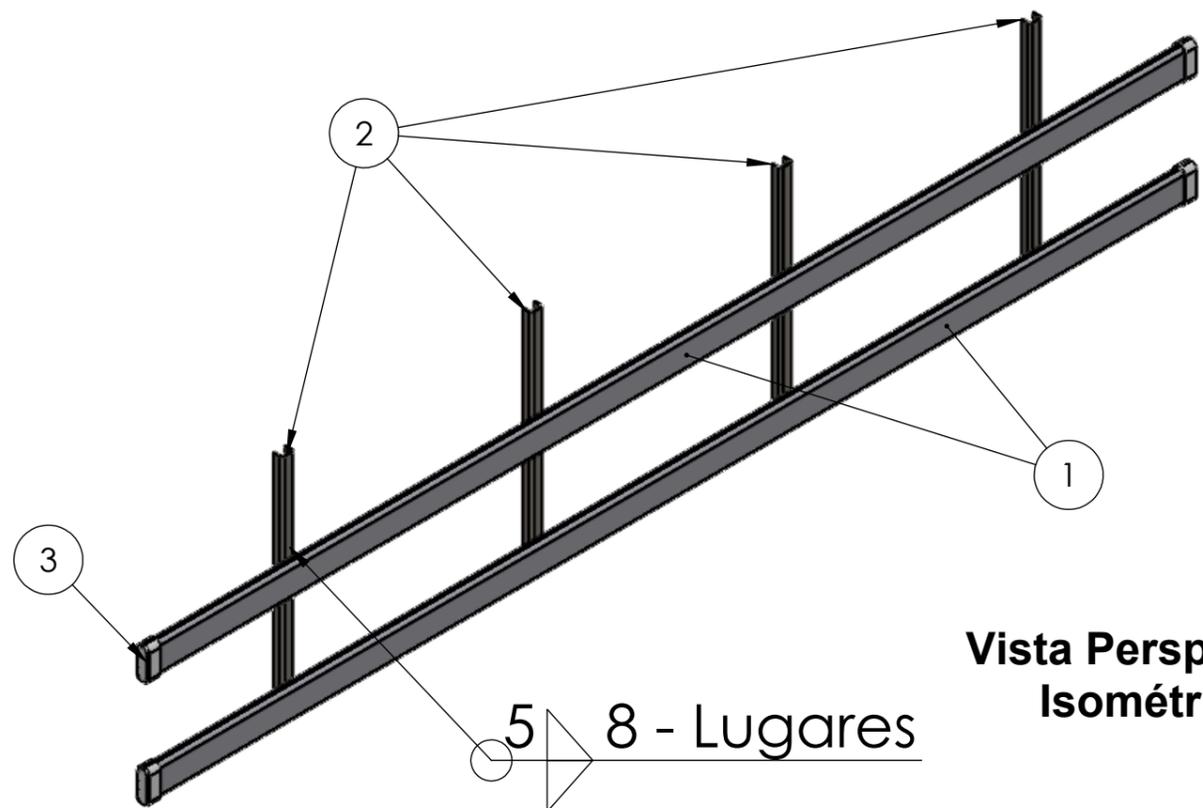
Vista Frontal



Vista Lateral Izquierda



Vista Superior



Vista Perspectiva Isométrica

3	Tope Plástico de Paragolpes Laterales	4	SE20 - A4 - P - 8000	Plástico
2	Perfil Vertical Plegado	4	SE20 - A4 - P - 6001	AISI 1010
1	Perfil Plegado de Paragolpes Lateral Largo	2	SE20 - A5 - P - 6000	AISI 1010
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

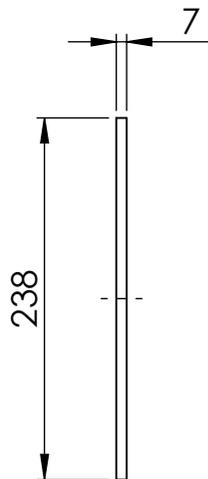
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL	TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS					
	HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM. 0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG. 0.5	0.5	1	1.5	2	5

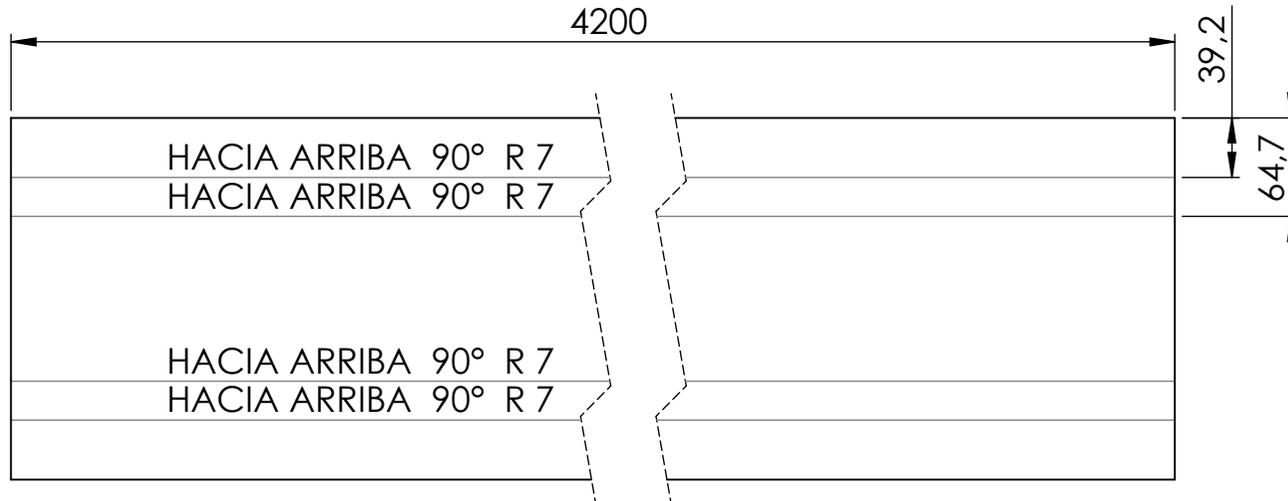
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE

MATERIAL:			
CANTIDAD:			
CÓDIGO: SE20 - A5 - P - 2000			
Notas:			
Escala: 1:20		DENOMINACION:	
Norma:		Paragolpes Lateral Delantero Ensamblado	

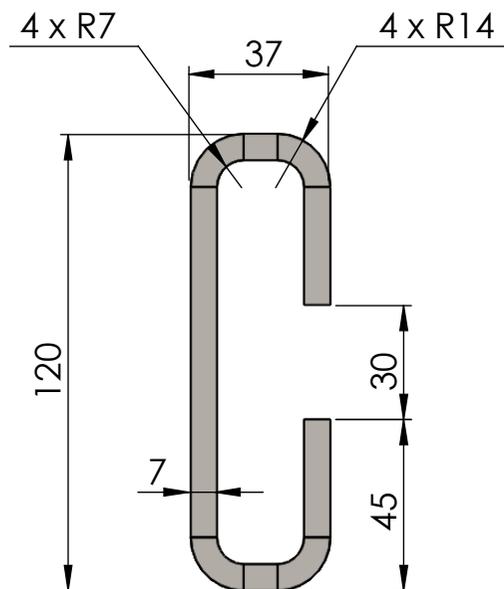
**UTN
FACULTAD
REGIONAL
VILLA MARIA**



**Vista Frontal
Escala 1:5**



**Vista Lateral Izquierda
Escala 1:5**



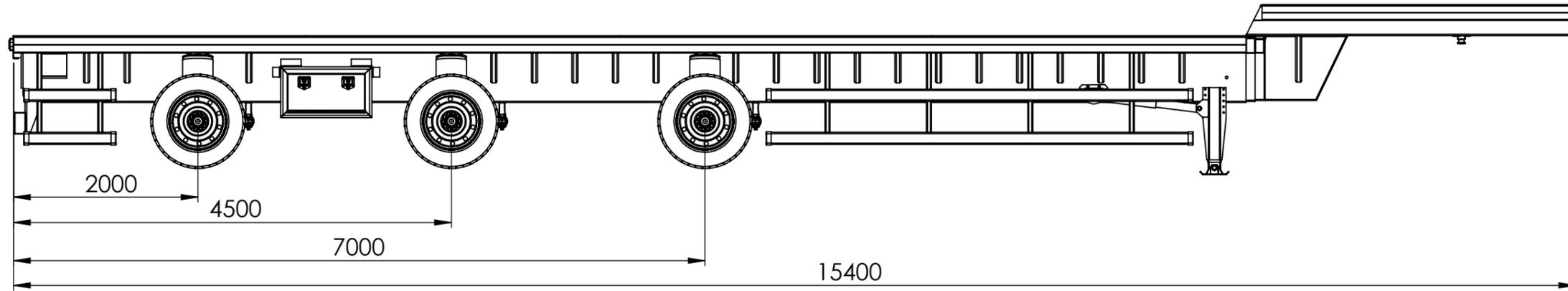
Perfil Plegado - Escala 1:2

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

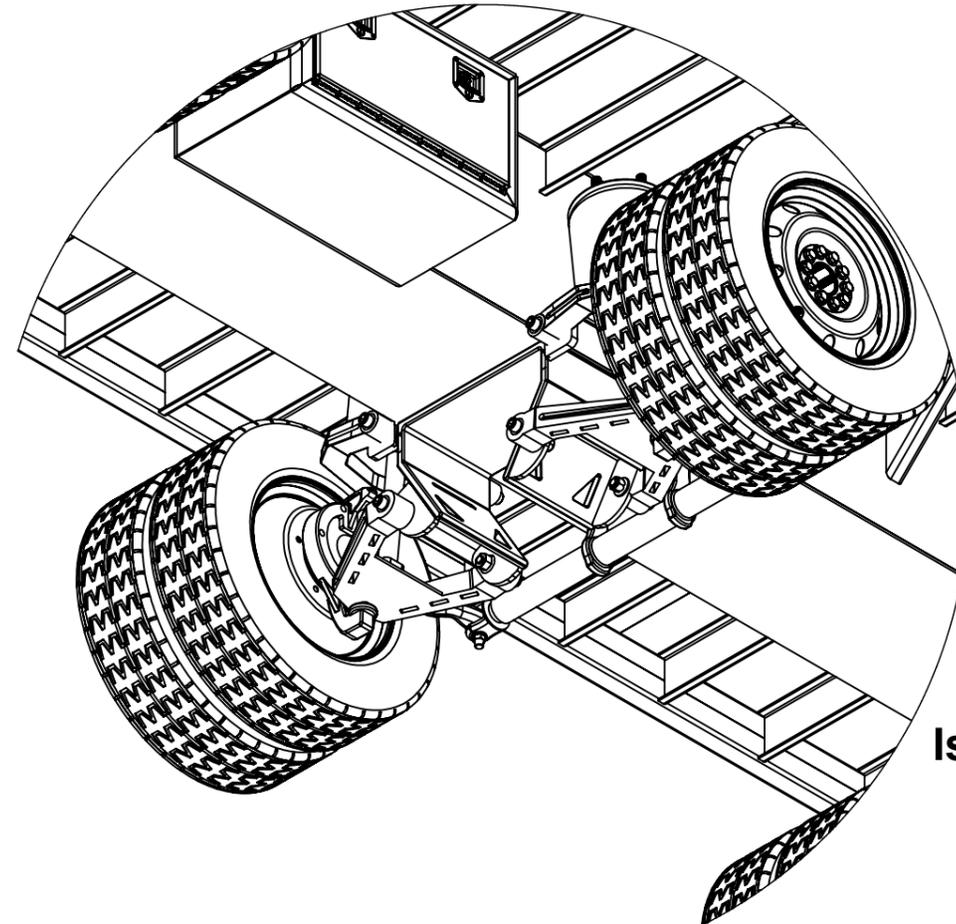
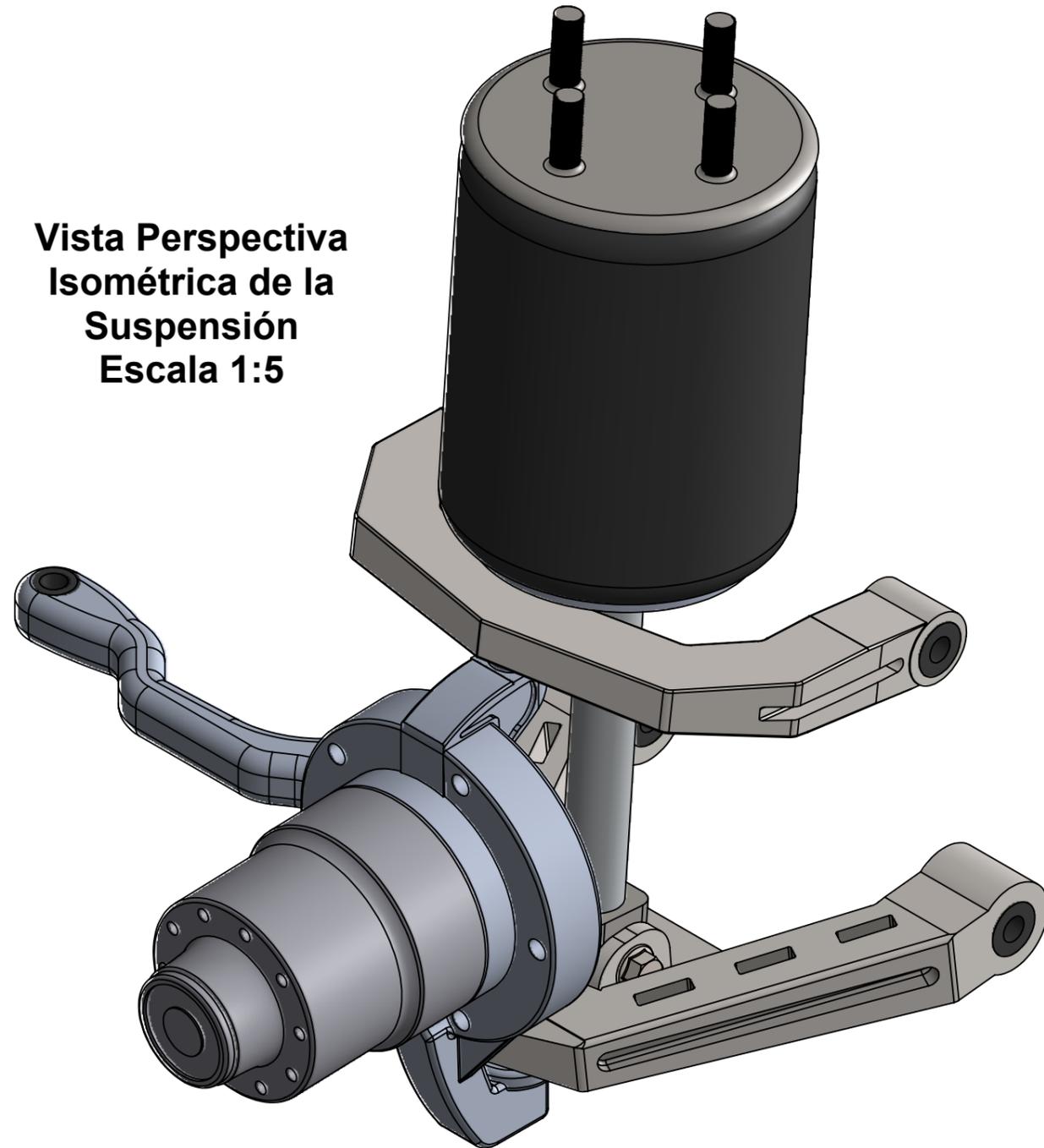
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Acero AISI 1010 - 7mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A5 - P - 6000			
				Notas:			
Escala:		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma:		Perfil Plegado de Paragolpes Lateral Largo					

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	16/8/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	16/8/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	16/8/2020	



**Vista Lateral Derecha del Semirremolque
Escala 1:50**

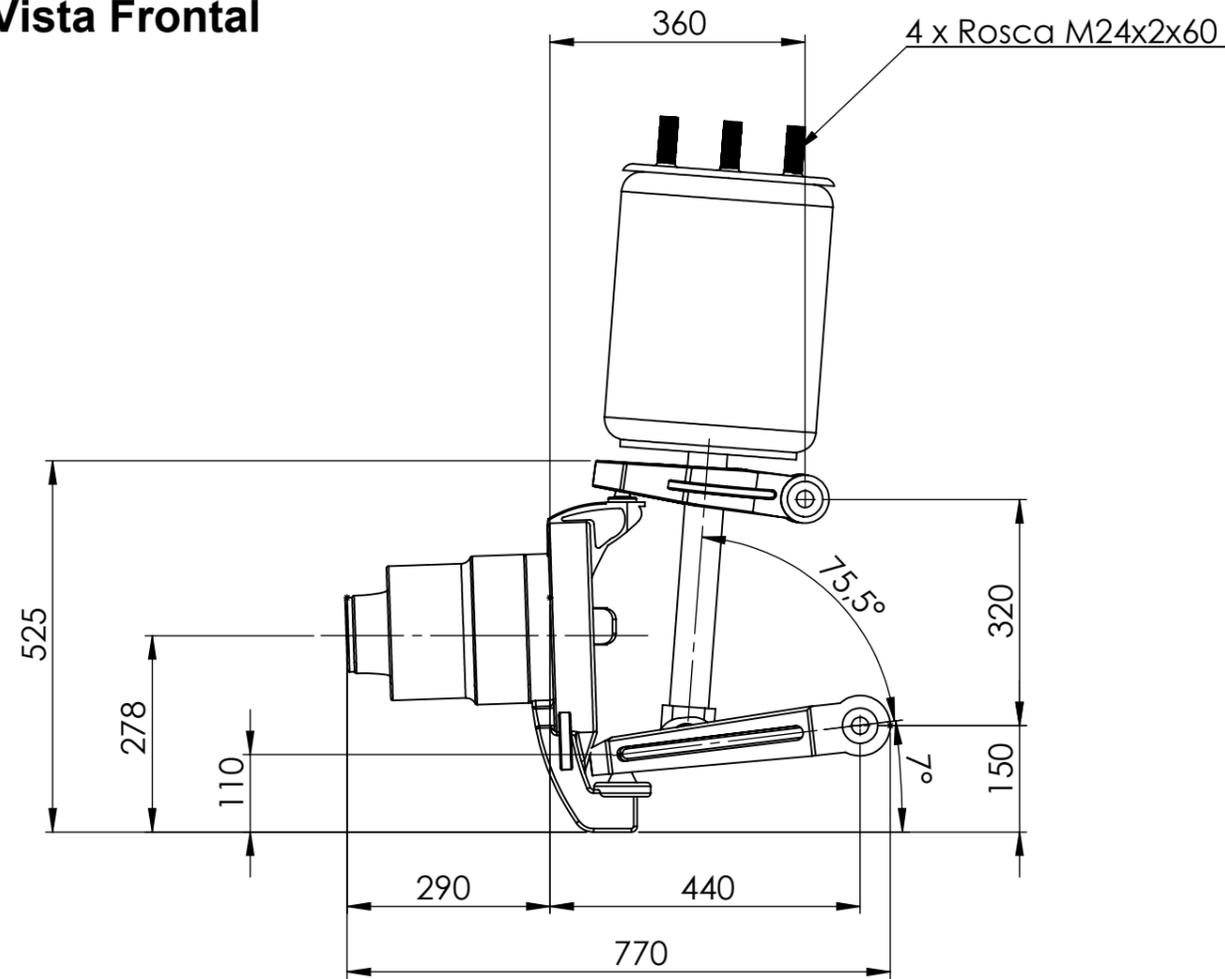
**Vista Perspectiva Isométrica de la Suspensión
Escala 1:5**



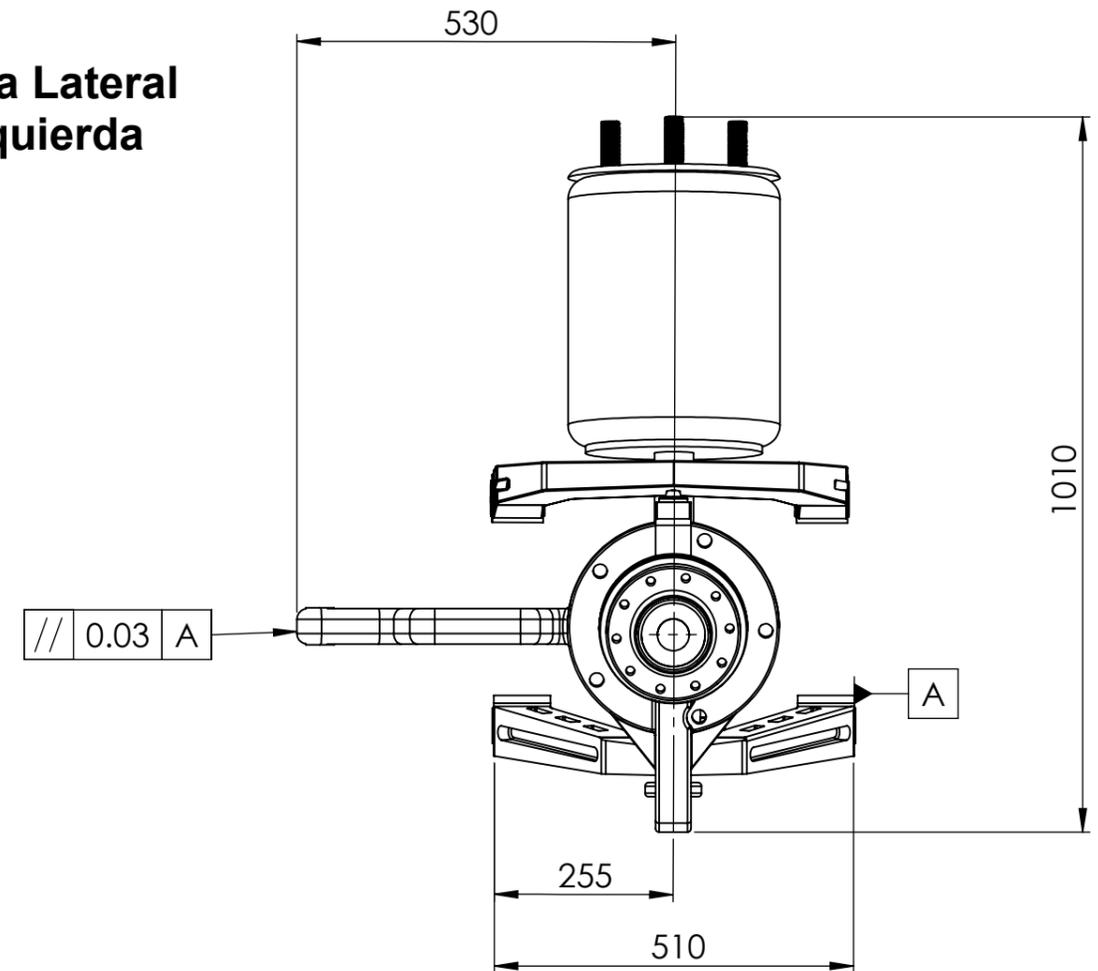
**Vista Perspectiva Isométrica en Detalle de la Suspensión
Escala 1:20**

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL:			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A6 - P - 0000			
				Notas:			
Escala:		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma:		Conjunto de Suspensión					

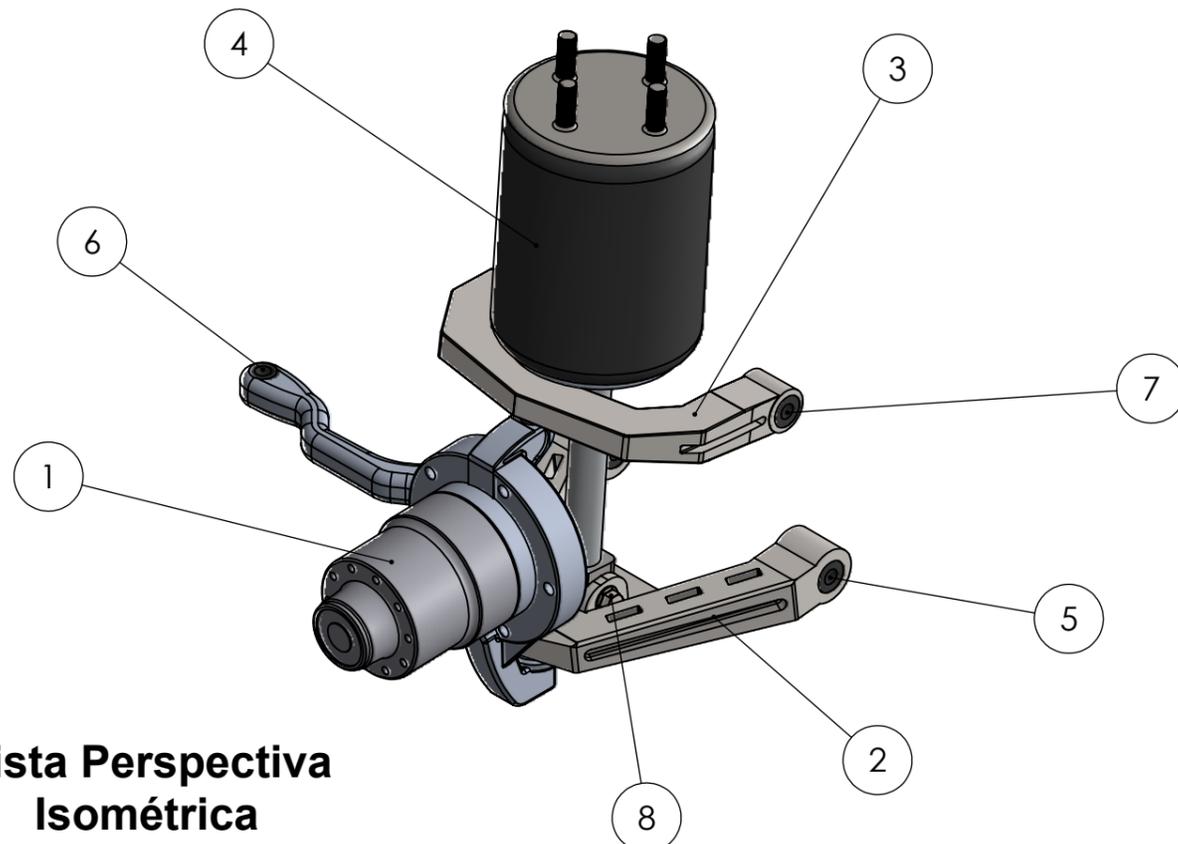
Vista Frontal



Vista Lateral Izquierda



Vista Perspectiva Isométrica



8	Bulón M24x1.5x100	1	-	Comercial
7	Bulón M24x3x130	5	SE20 - A6 - C - 8003	Comercial
6	Buje "B"	1	SE20 - A6 - C - 8002	Comercial
5	Buje "A"	4	SE20 - A6 - C - 8001	Comercial
4	Amortiguador Neumático	1	SE20 - A6 - C - 8000	Comercial
3	Parrilla Superior	1	SE20 - A6 - P - 8002	Acero 4118H (20MoCr4)
2	Parrilla Inferior	1	SE20 - A6 - P - 8001	Acero 4118H (20MoCr4)
1	Porta Maza	1	SE20 - A6 - P - 8000	Aluminio (7050 T7451)
N°	DENOMINACIÓN	CANT.	CÓDIGO	MATERIAL

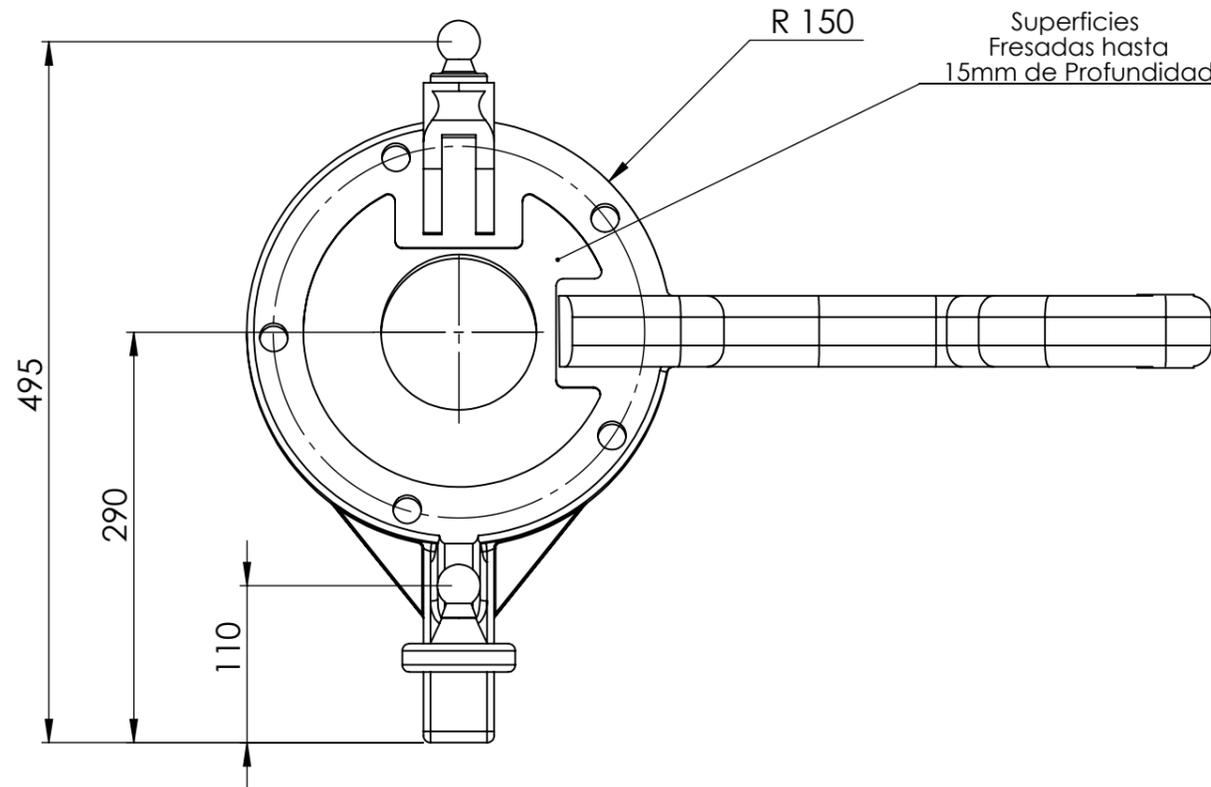
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

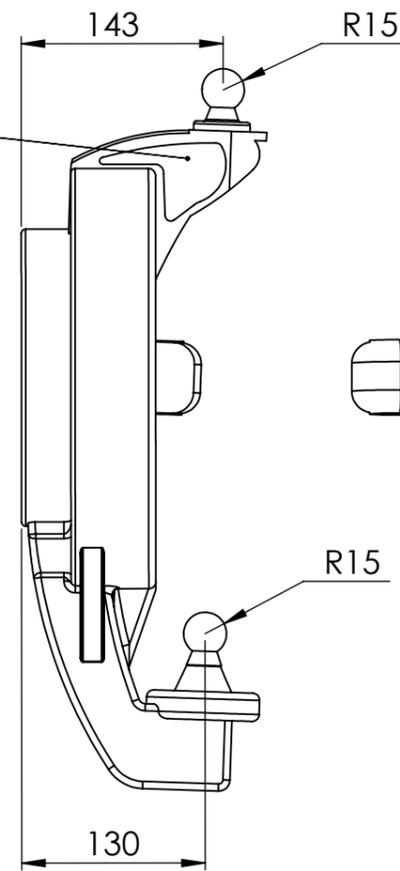
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE

MATERIAL:				
CANTIDAD:				
CÓDIGO: SE20 - A6 - P - 2000				
Notas:		<p>UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA</p>		
Esquema de Suspensión Izquierda. Para la Suspensión Derecha solo cambia en simetría el Porta Maza				
Escala: 1:10	DENOMINACION:			
Norma:	Suspensión Ensamblada			

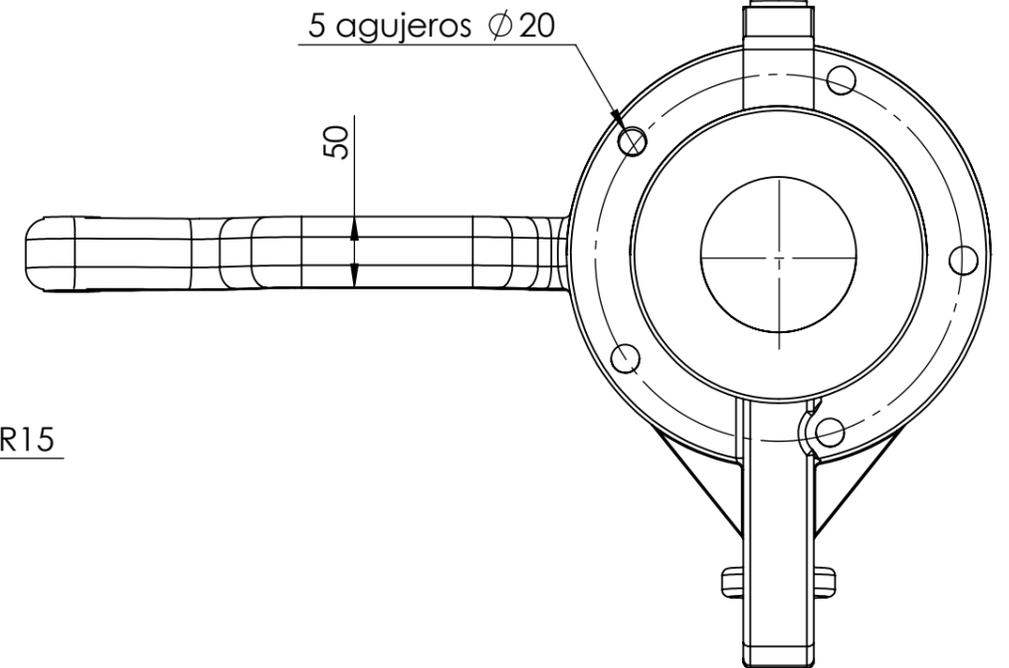
Vista Frontal



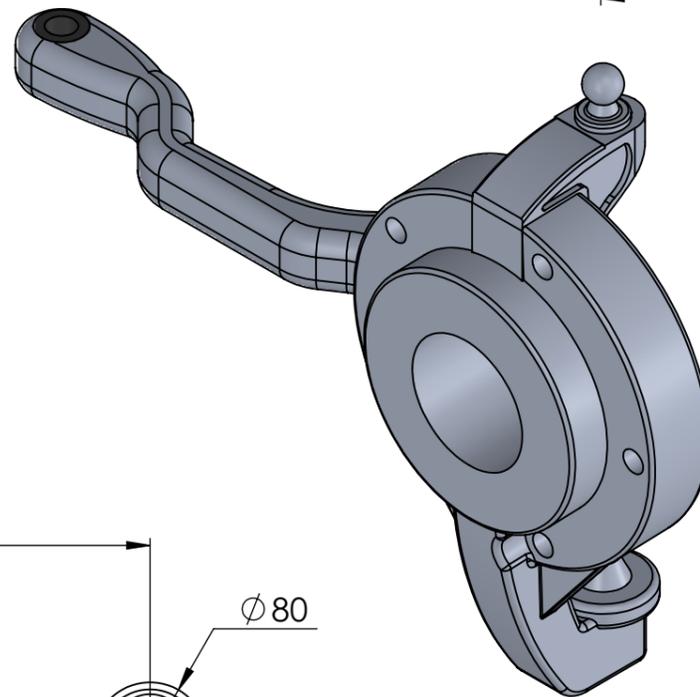
Vista Lateral Izquierda



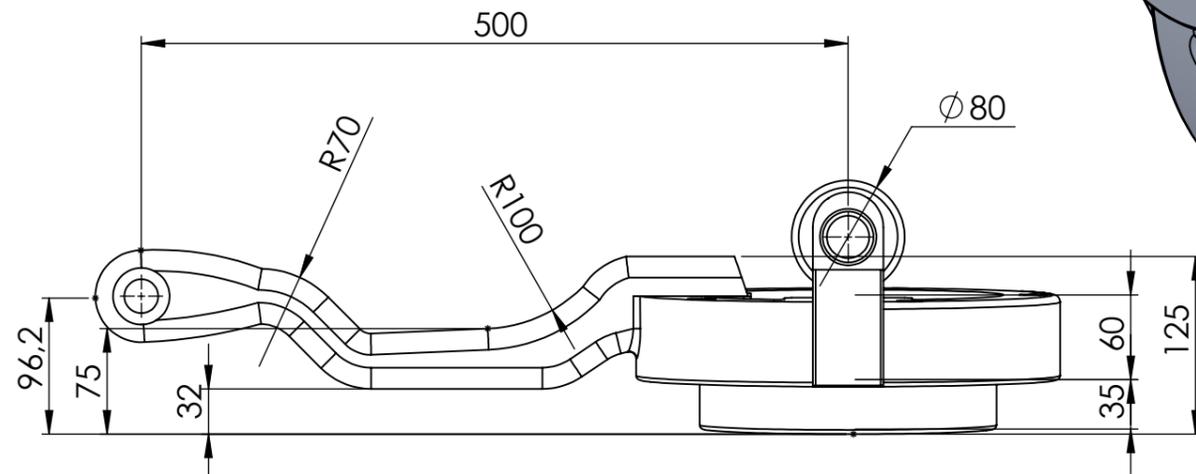
Vista Posterior



Vista Perspectiva Isométrica



Vista Superior



TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE

MATERIAL: Aleación de Aluminio 7050 T7451

CANTIDAD:

CÓDIGO: SE20 - A6 - P - 8000

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	16/8/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	16/8/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	16/8/2020	

Notas:

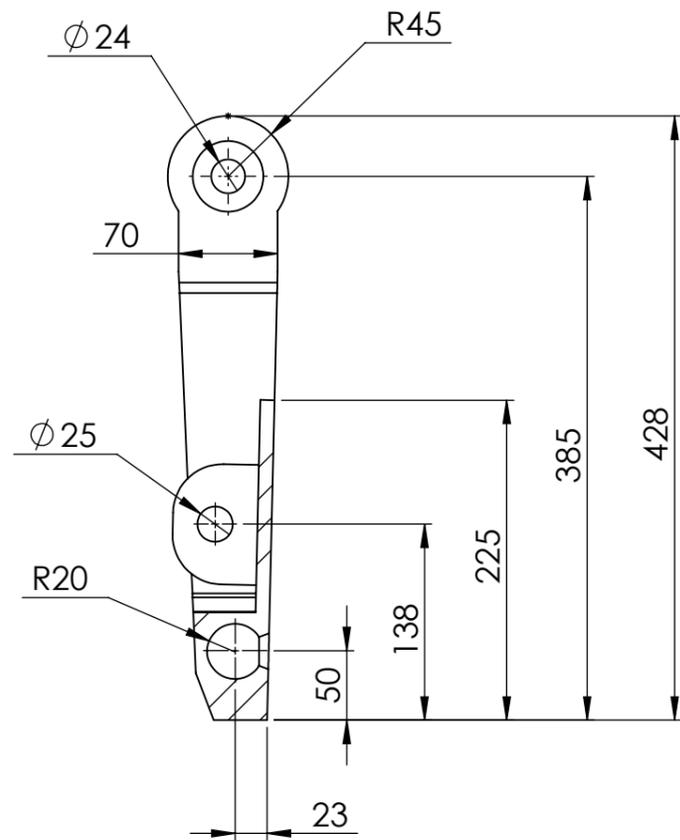
Todos los redondeos son de R5, salvo los especificados.

Escala: 1:5

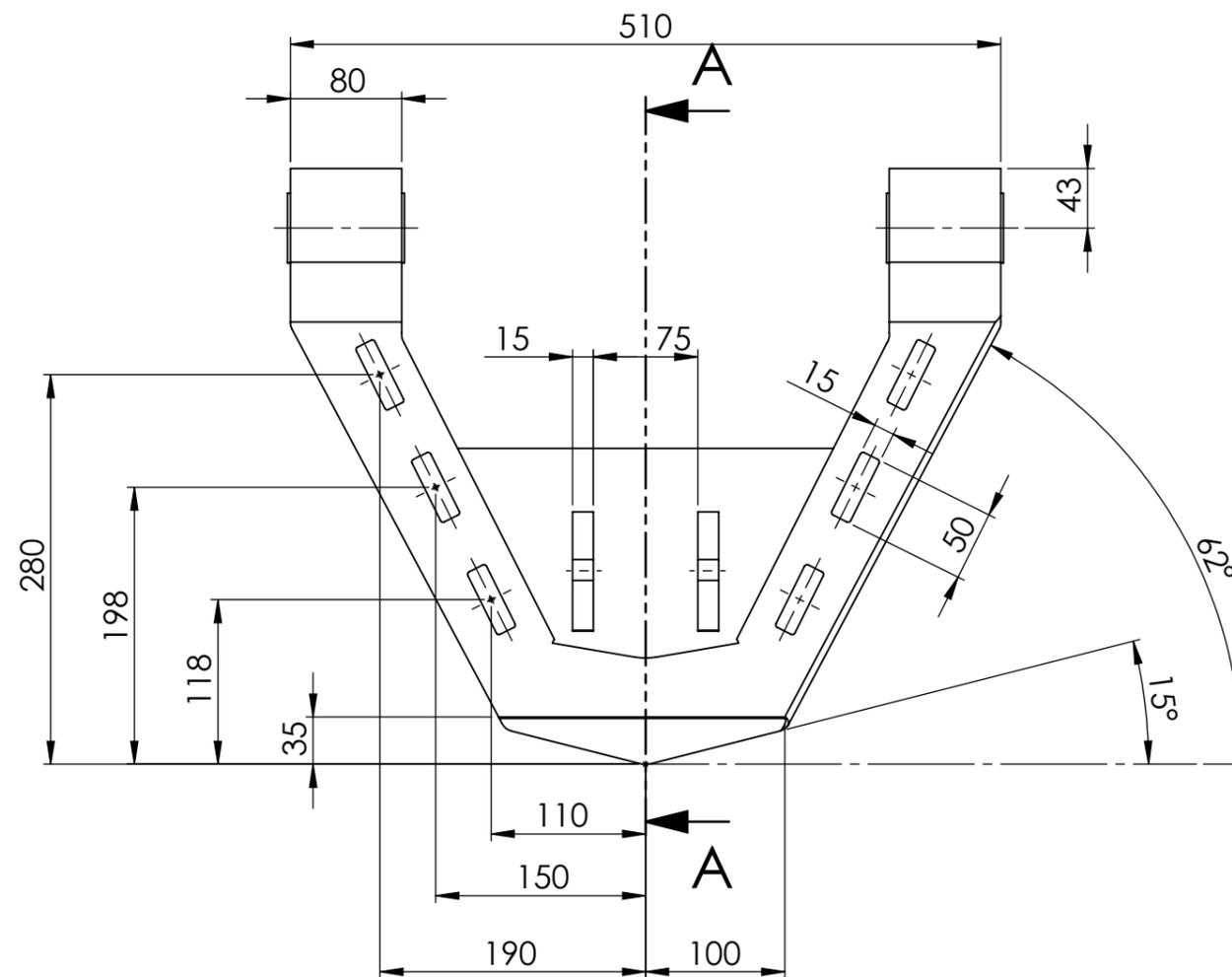
DENOMINACION:
Porta Maza Curvo

Norma:

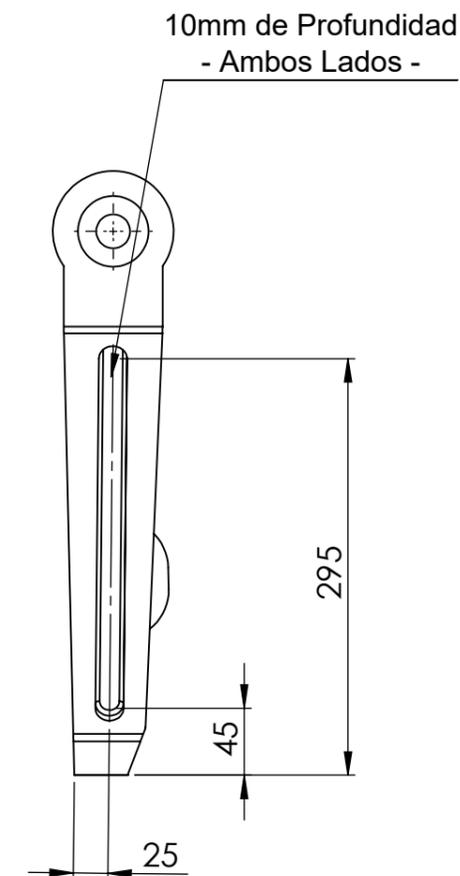
**UTN
FACULTAD
REGIONAL
VILLA MARIA**



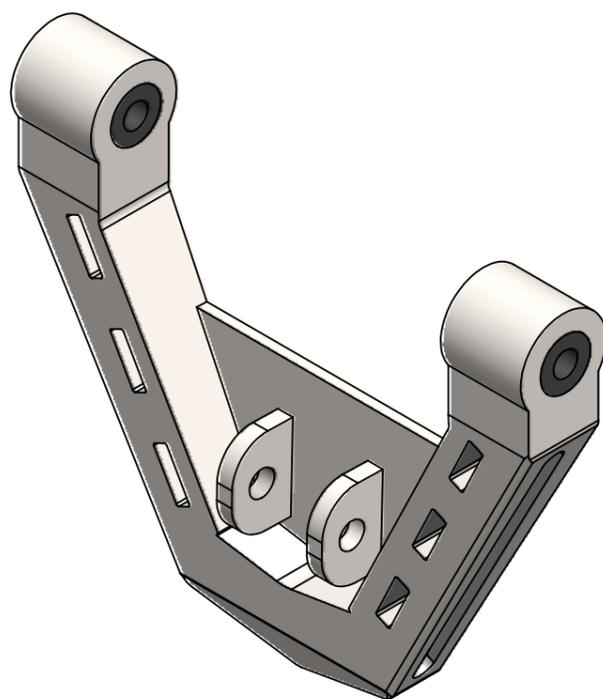
SECCIÓN A-A



Vista Frontal

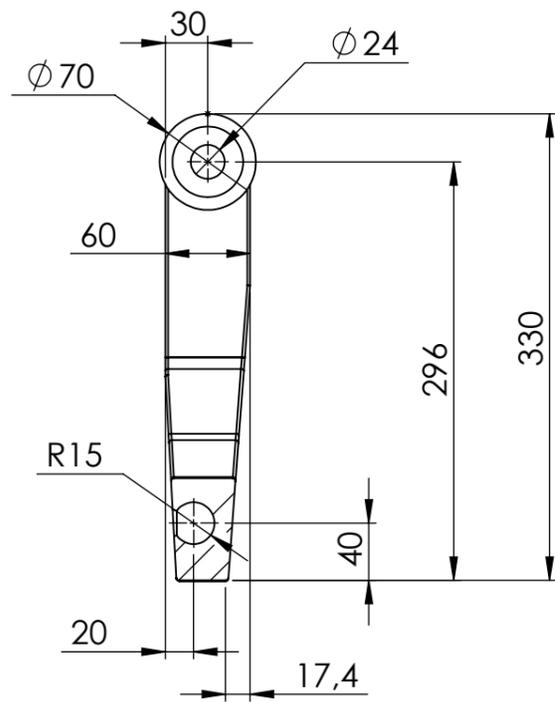


Vista Lateral Izquierda

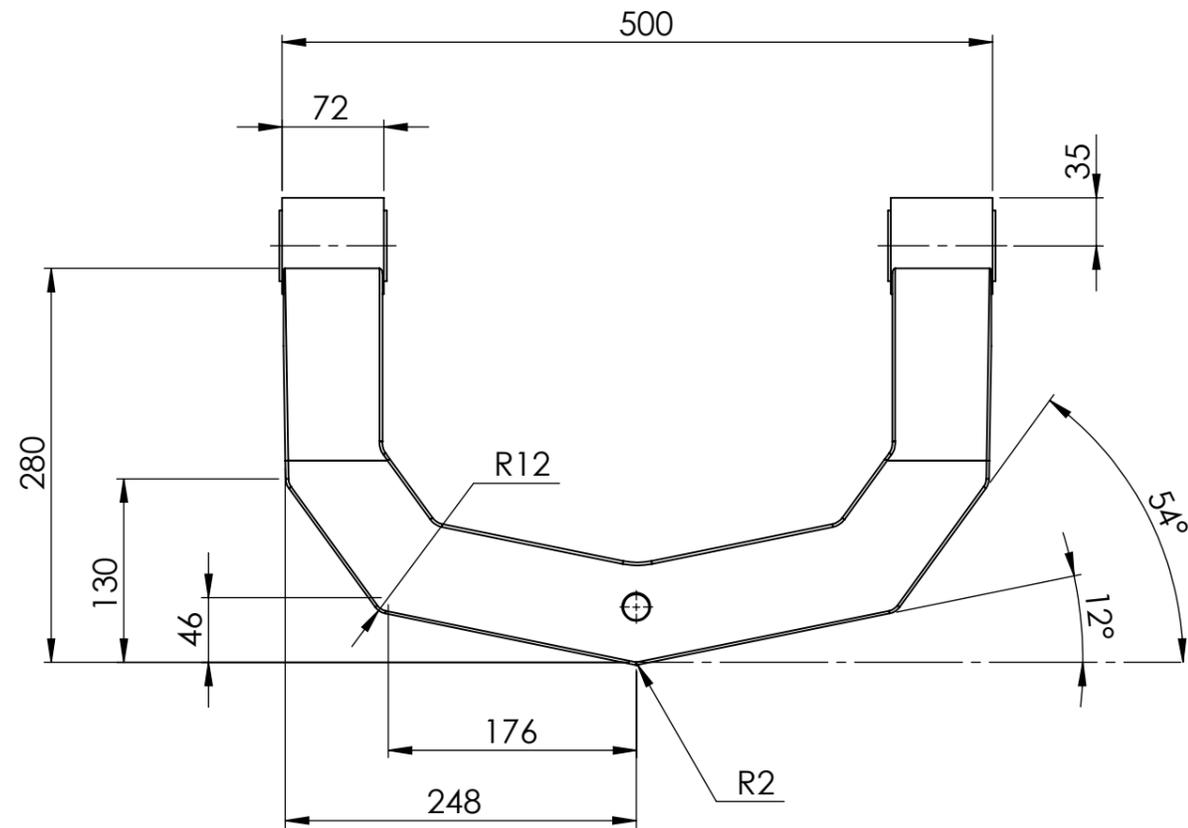


Vista Perspectiva Isométrica

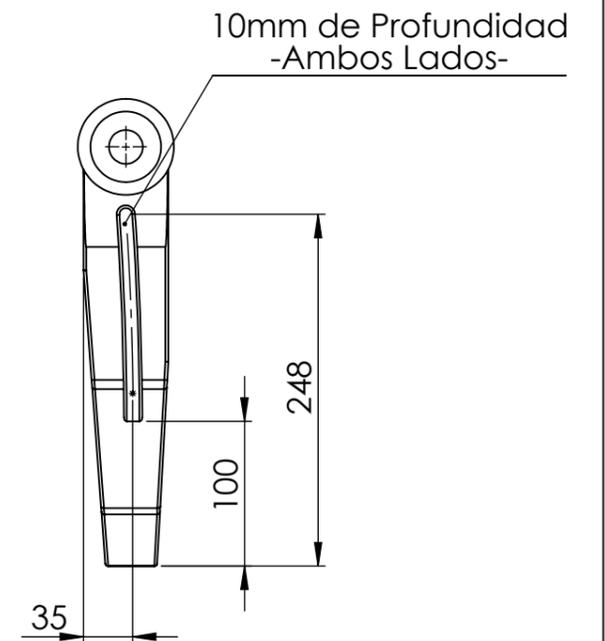
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS						
MEDIDA NOMINAL	HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM. 0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG. 0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Acero AISI 4118H (20MoCr4)		
				CANTIDAD:		
				CÓDIGO: SE20 - A6 - P - 8001		
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
				Todos los redondeos son de R5.		
Escala: 1:5		DENOMINACION:				
Norma:		Parrila Inferior				



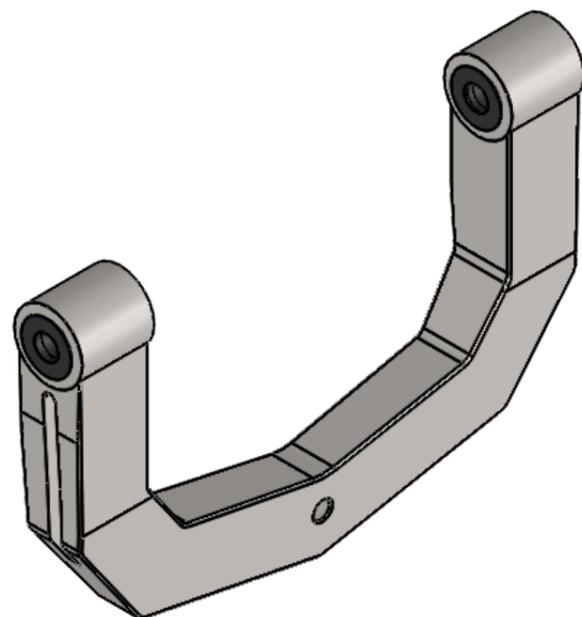
SECCIÓN F-F



Vista Frontal

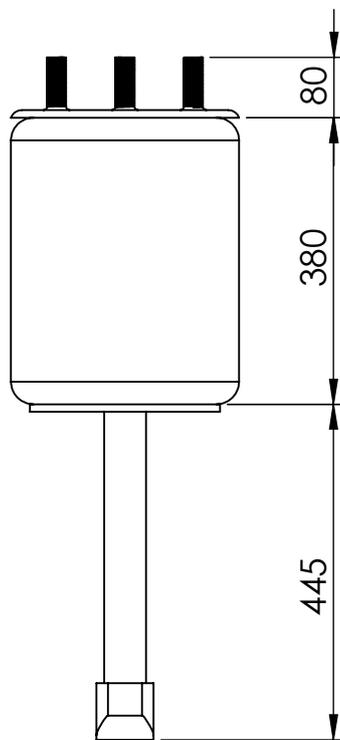


Vista Lateral Izquierda



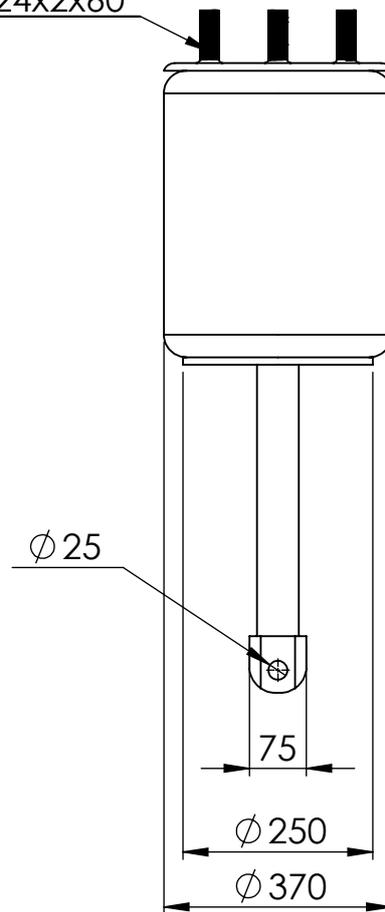
Vista Perspectiva Isométrica

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS						
MEDIDA NOMINAL	HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM. 0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG. 0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Acero AISI 4118H (20MoCr4)		
				CANTIDAD:		
				CÓDIGO: SE20 - A6 - P - 8002		
				Notas:		
				Todos los redondeos son de R5.		
				UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA		
Escala: 1:5		DENOMINACION:				
Norma:		Parrila Superior				



Vista Frontal

4 x Rosca M24x2x60



Vista Lateral Izquierda



Vista Perspectiva Isométrica

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIREMOLQUE EXTENSIBLE

MATERIAL: Comercial

CANTIDAD:

CÓDIGO: SE20 - A6 - C- 8000

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	17/8/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	17/8/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	17/8/2020	

Notas:

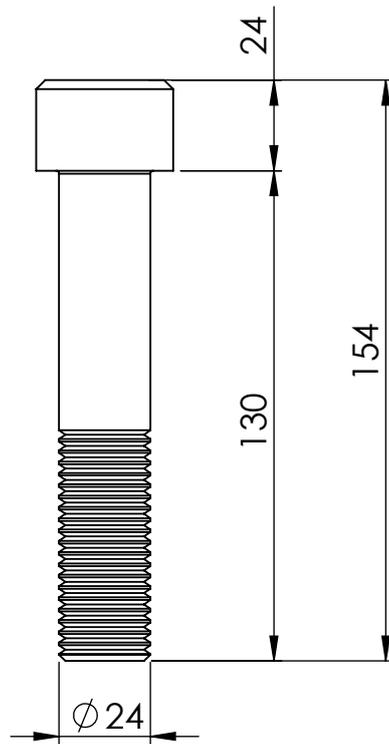
Escala: 1:10

DENOMINACION:

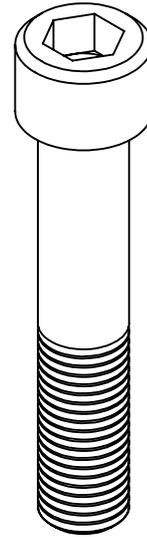
Amortiguador
Neumático

Norma:

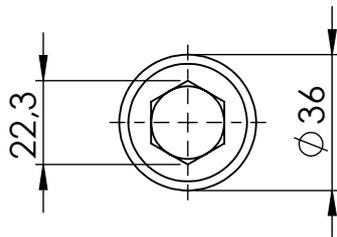
**UTN
FACULTAD
REGIONAL
VILLA MARIA**



Vista Frontal



Vista Perspectiva Isométrica

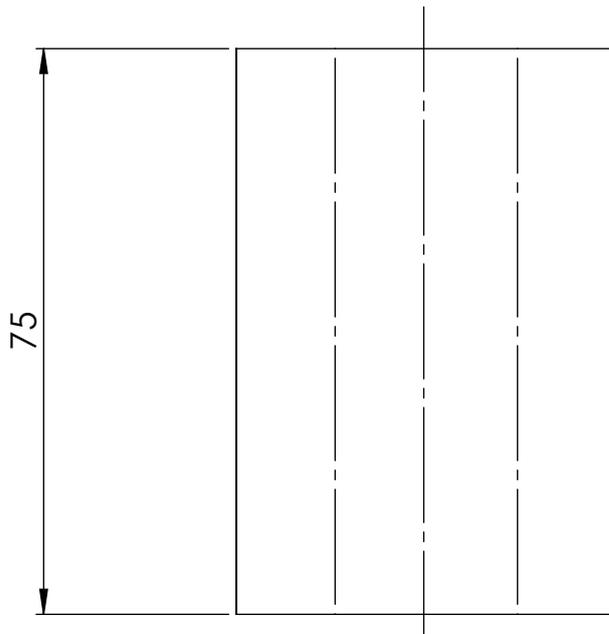


Vista Superior

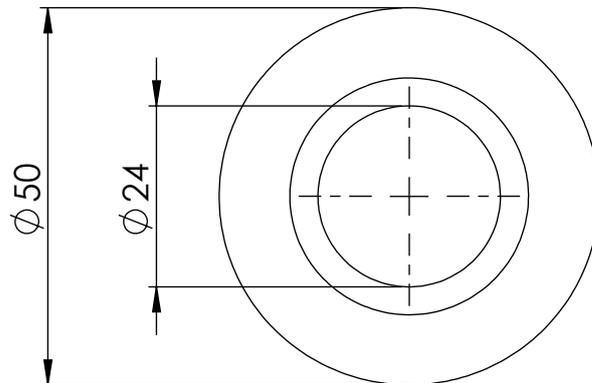
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Comercial			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A6 - C - 8003			
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
Escala:		DENOMINACION:					
Norma: 		Bulón M24x3x130					



Vista Frontal



Vista Superior

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIREMOLQUE EXTENSIBLE

MATERIAL: Poliuretano - Aluminio

CANTIDAD:

CÓDIGO: SE20 - A6 - C - 8001

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
DIBUJÓ	COCHIS F. L	17/8/2020	
REVISÓ	COCHIS F. L	17/8/2020	
APROBÓ	COCHIS F. L	17/8/2020	

Notas:

Buje de poliuretano vulcanizado e interior de Aluminio. Se ubican en los agujeros de las parrilas de suspensión.

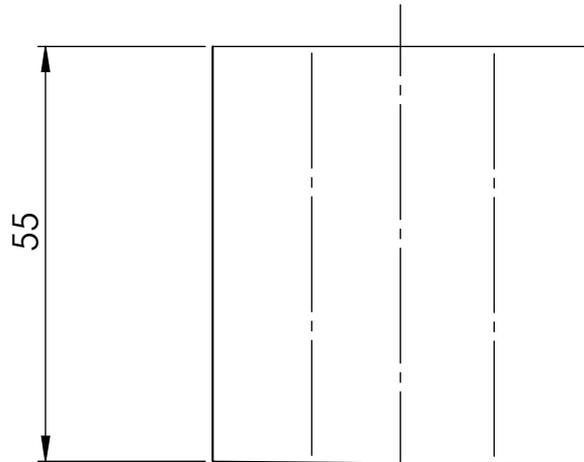
**UTN
FACULTAD
REGIONAL
VILLA MARIA**

Escala:

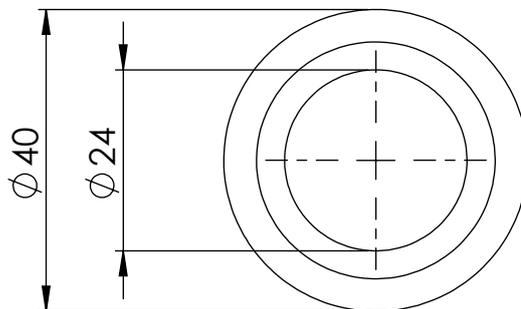
DENOMINACION:

Norma: 

Buje "A" - 50x75x24



Vista Frontal



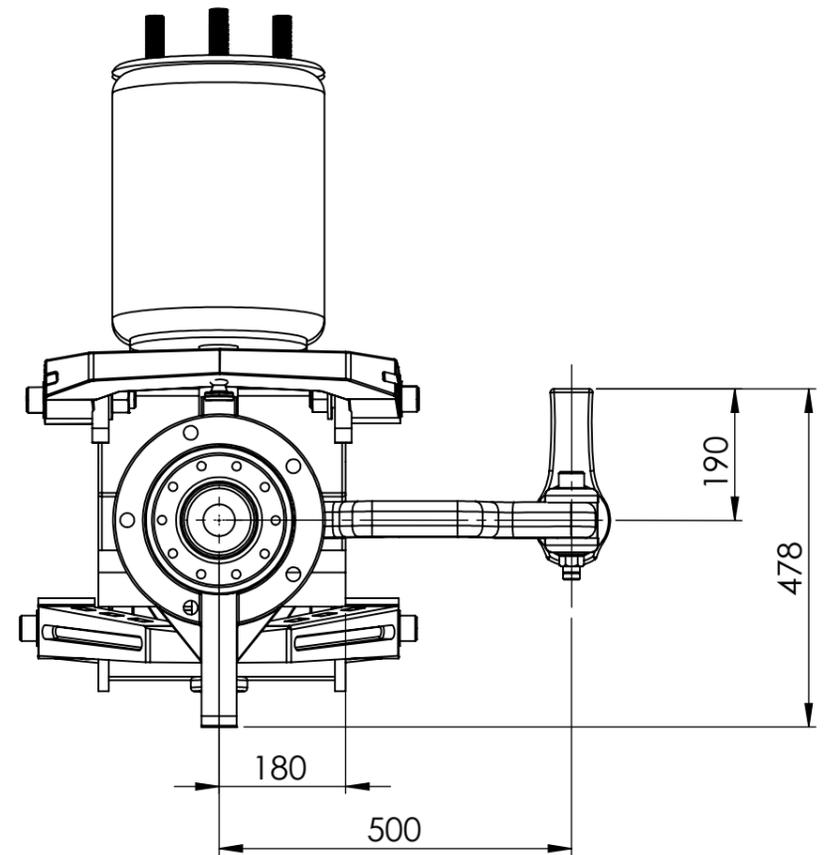
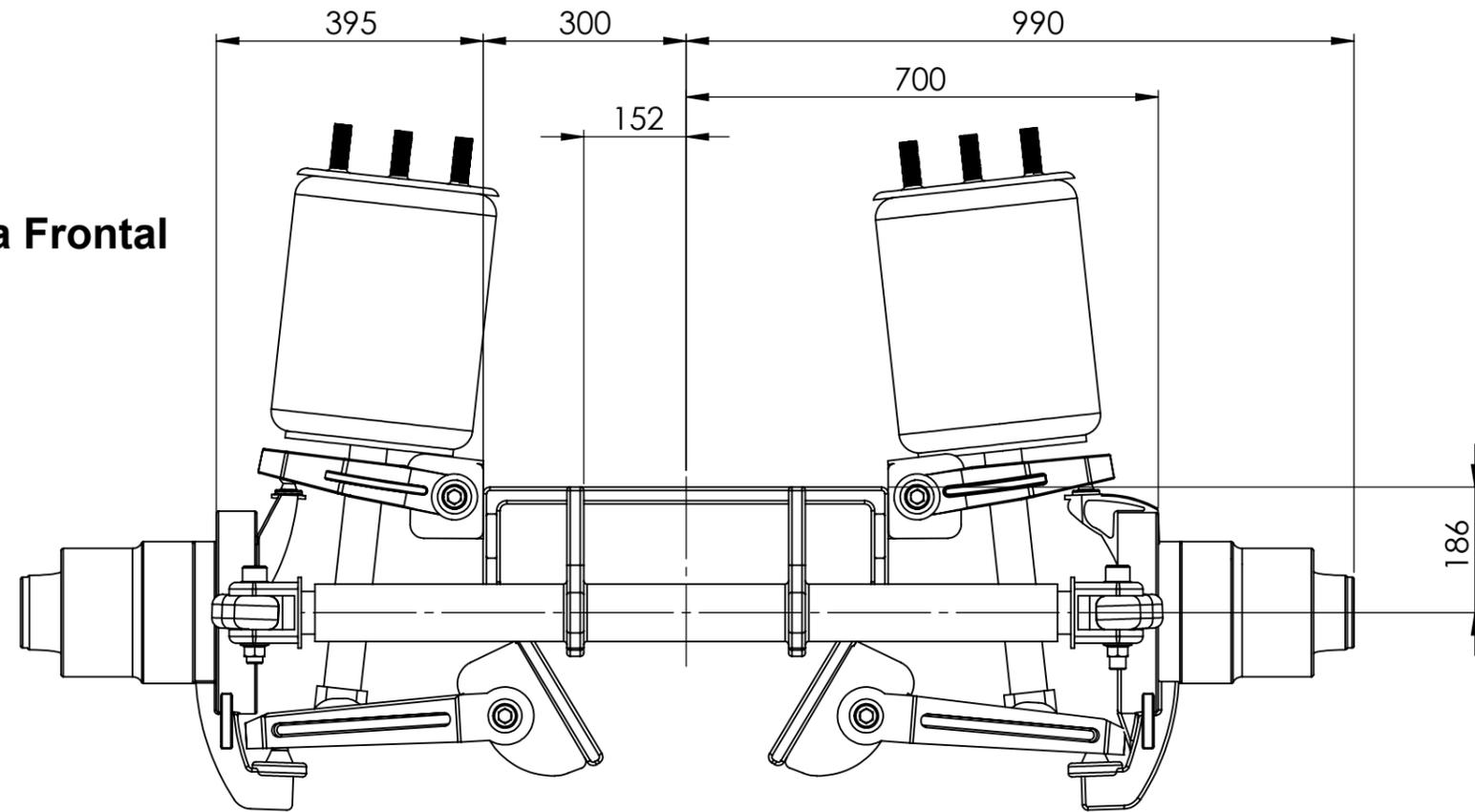
Vista Superior

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

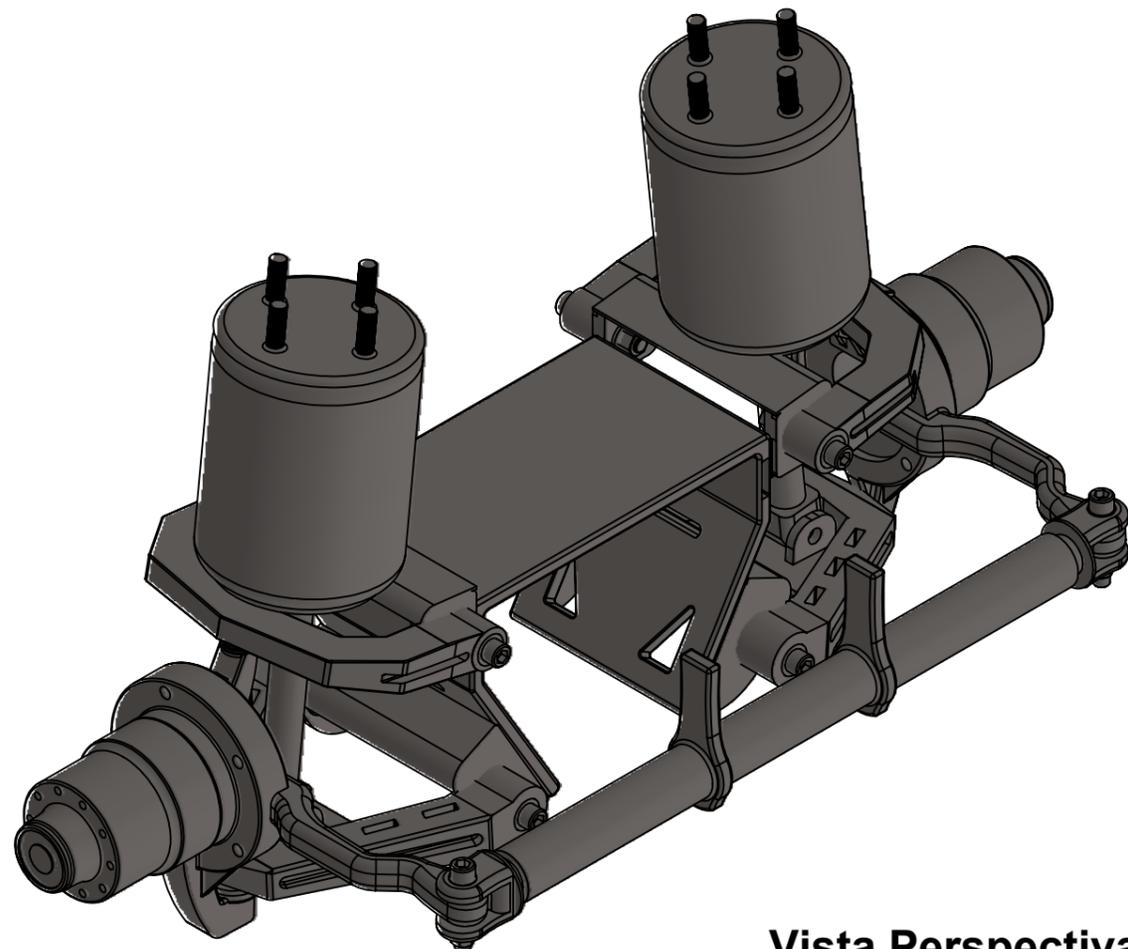
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Poliuretano - Aluminio			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A6 - C - 8002			
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
Escala:		DENOMINACION:		Buje de poliuretano vulcanizado e interior de Aluminio. Se ubica en el extremo del porta maza para unir al cilindro hidráulico.			
Norma: 		Buje "B" - 40x55x24					

Vista Frontal



Vista Lateral Izquierda



Vista Perspectiva Isométrica

4	Bulón M24x3x130	5	SE20 - A6 - C - 8003	Comercial
3	Cilindro Doble Efecto	1	-	Comercial
2	Soporte de Cilindro	2	SE20 - A6 - P - 8007	Acero AISI 1010
1	Centro de Fijación	1	SE20 - A6 - P - 8006	Aluminio (7050 T7451)
Pieza	DENOMINACIÓN	CANT.	CÓDIGO	MATERIAL

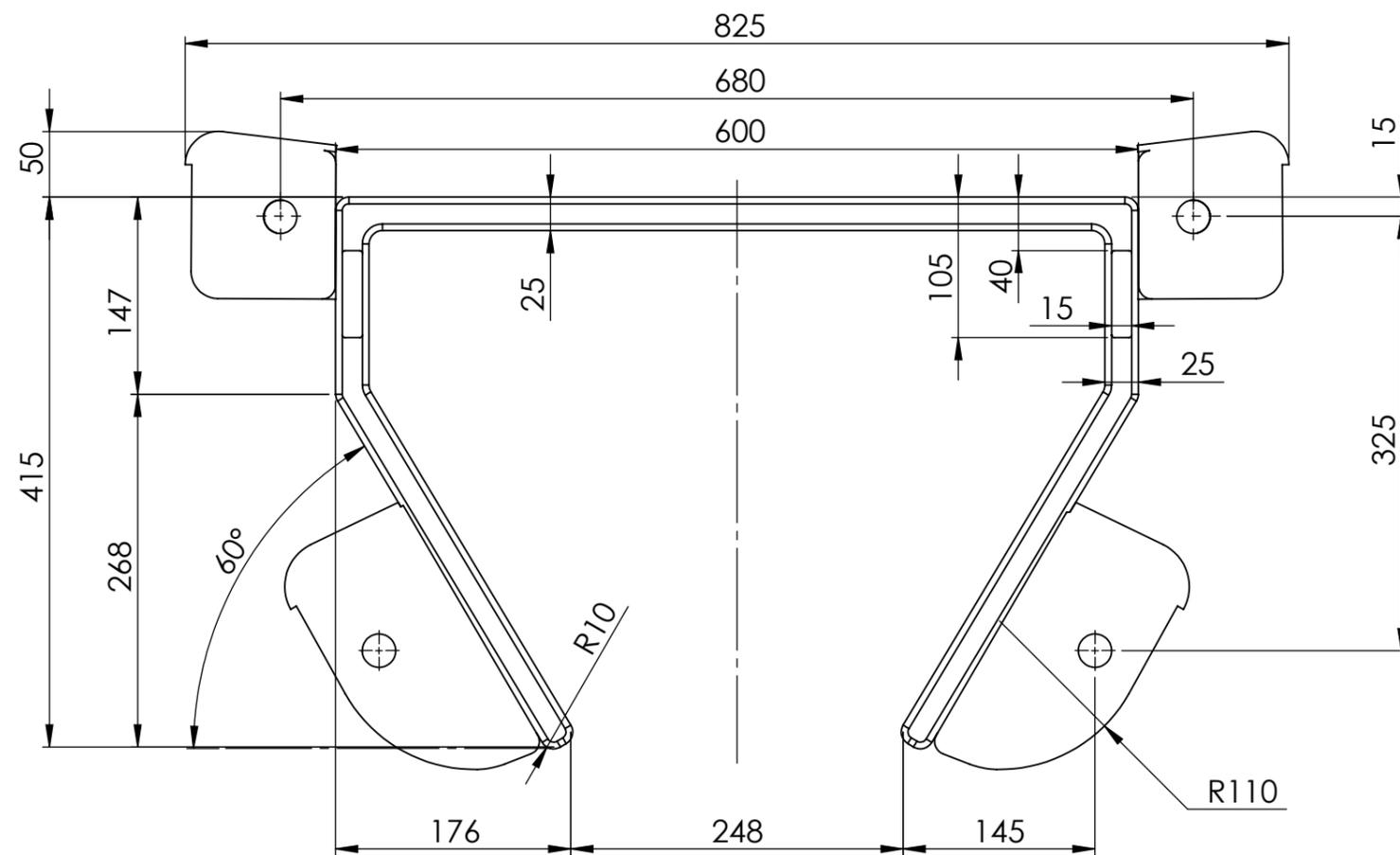
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

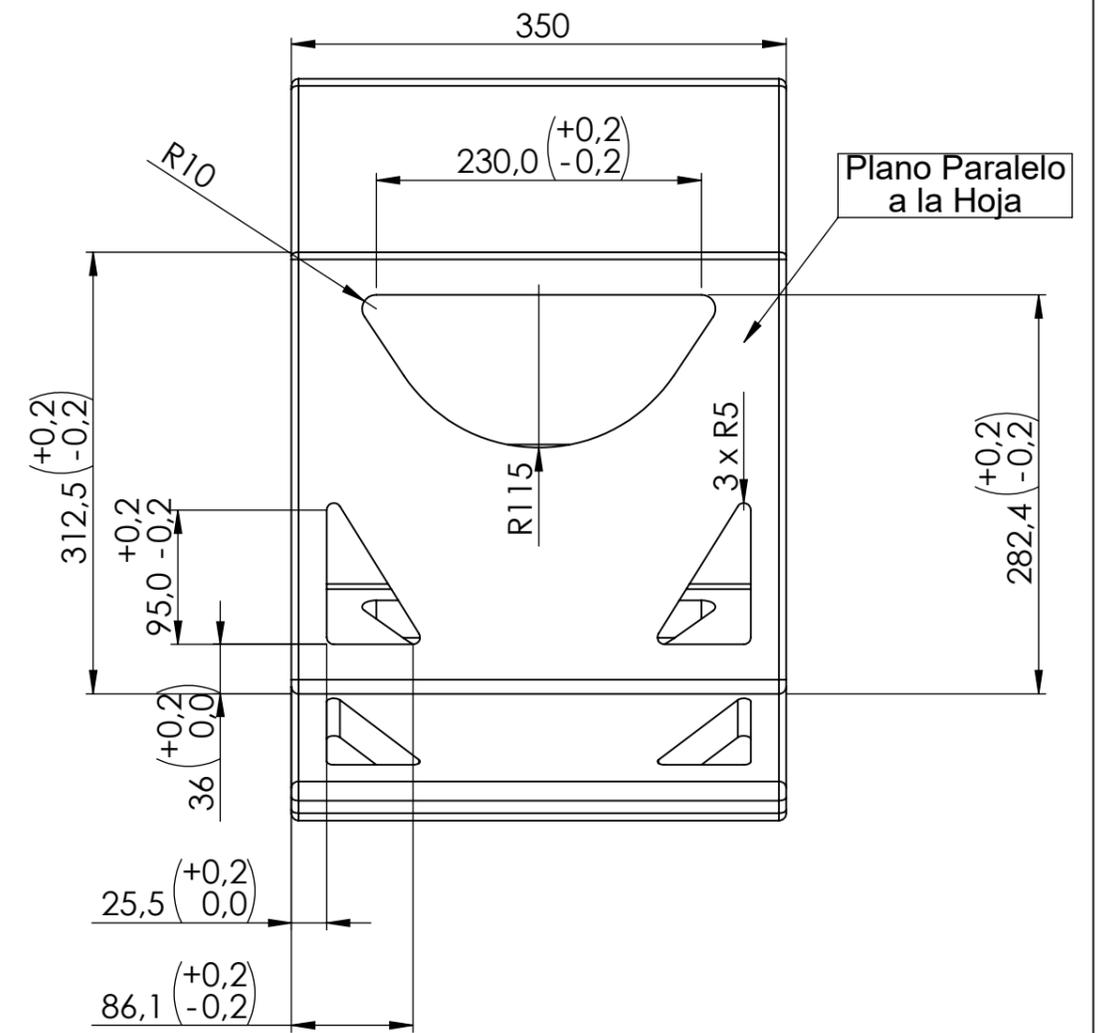
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE

MATERIAL:			
CANTIDAD:			
CÓDIGO: SE20 - A6 - P - 2001			
Notas:			
Escala: 1:10		DENOMINACION:	
Norma:		Suspensión y Dirección	

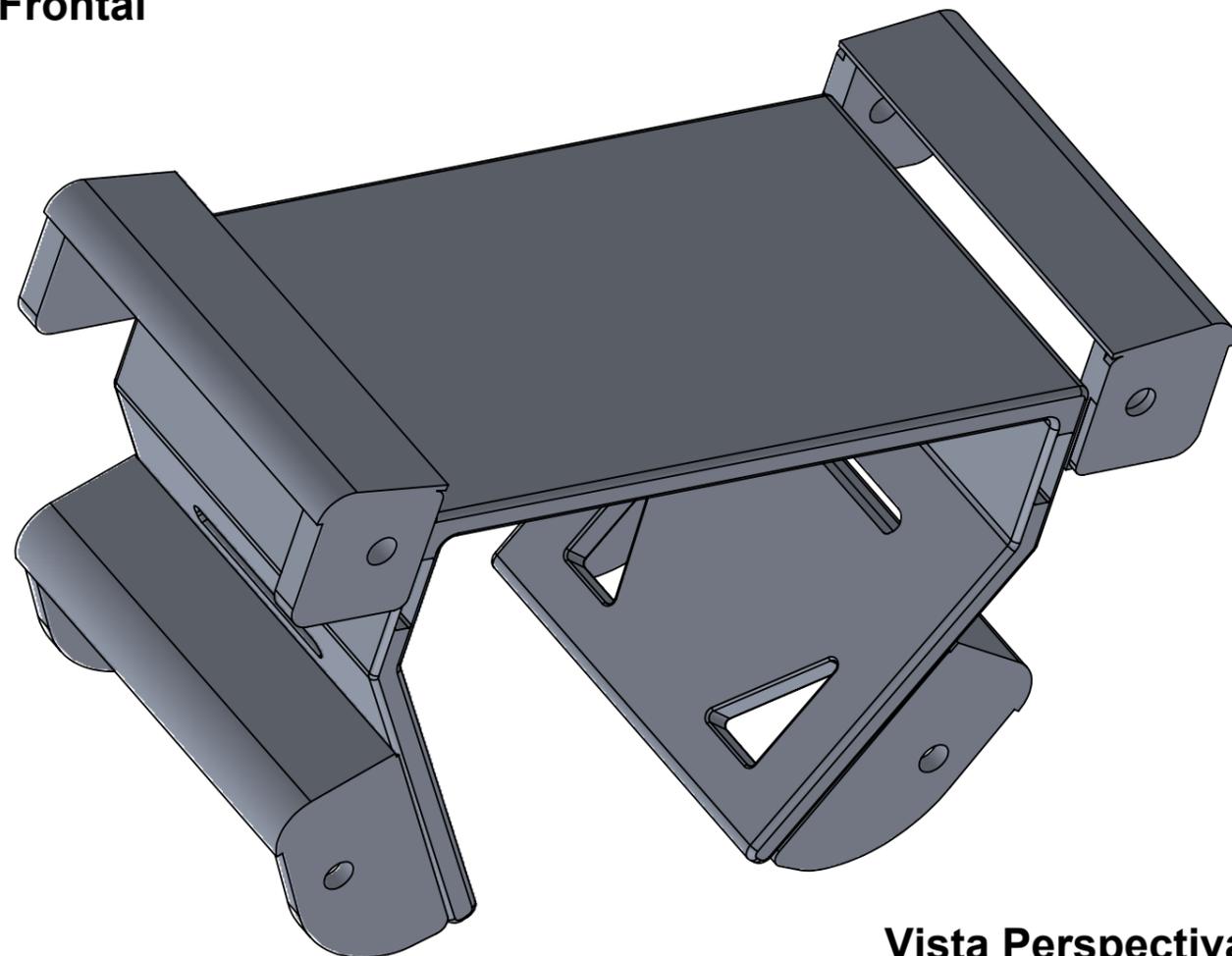
**UTN
FACULTAD
REGIONAL
VILLA MARIA**



Vista Frontal

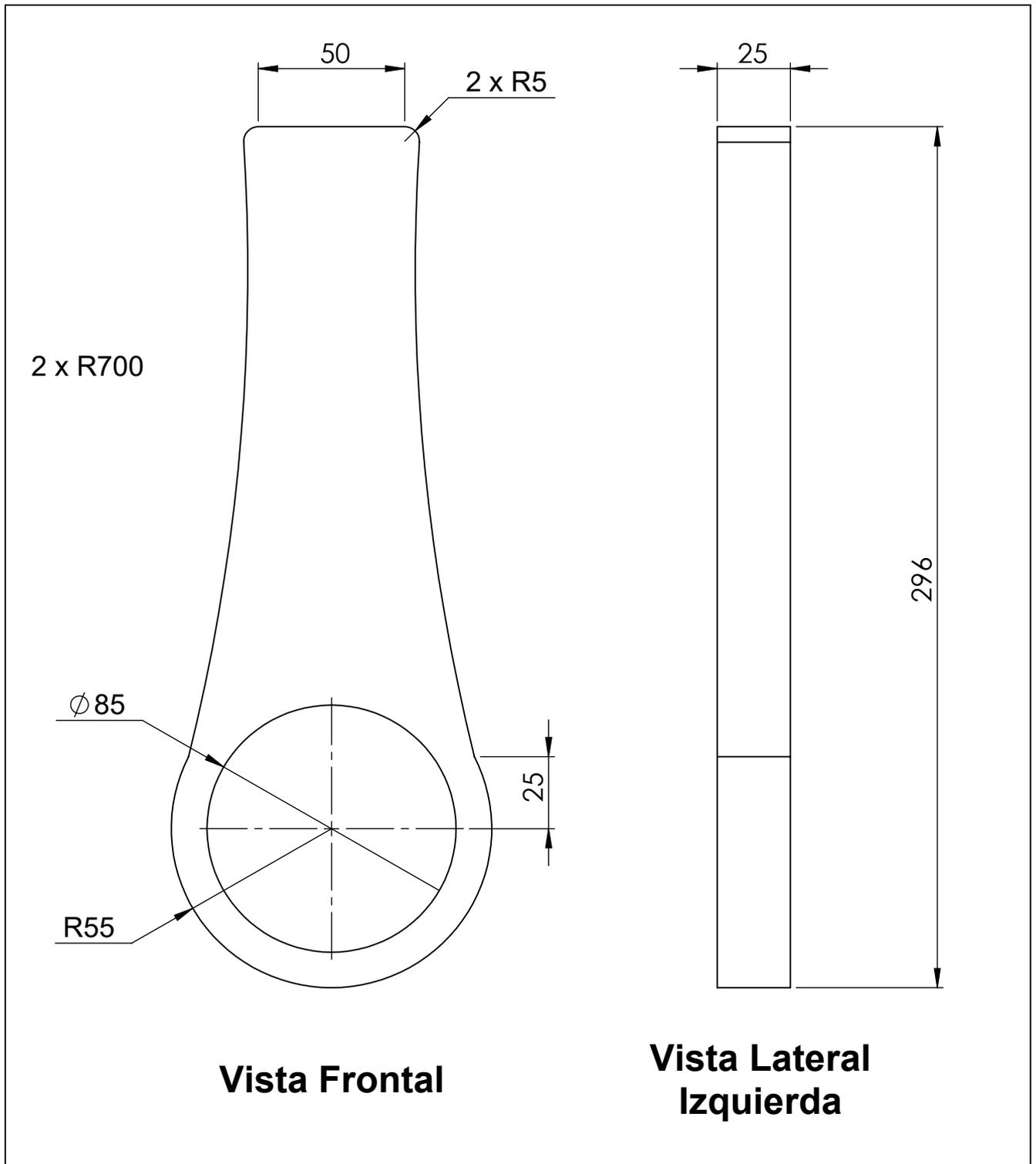


Vista Lateral Izquierda



Vista Perspectiva

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Aleación de Aluminio 7050 T7451			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A6 - P - 8006			
				Notas: <i>Medir sobre el plano en la Vista Lateral Izquierda en particular.</i> Redondeos del Sólido igual a R10; salvo especificación.			
Escala: 1:10		DENOMINACION:		<div style="text-align: center;">UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA</div>			
Norma:		Centro de Fijación					



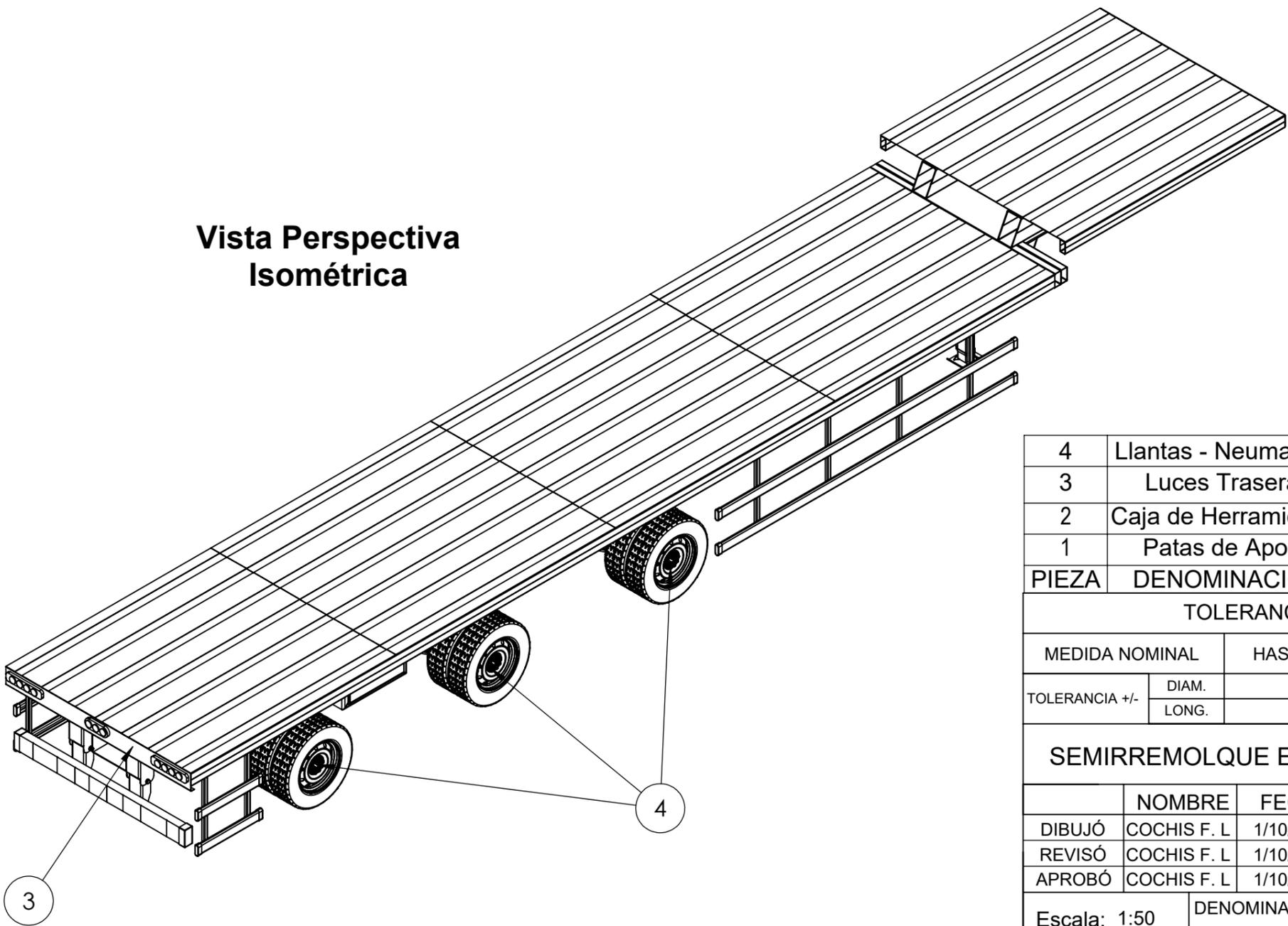
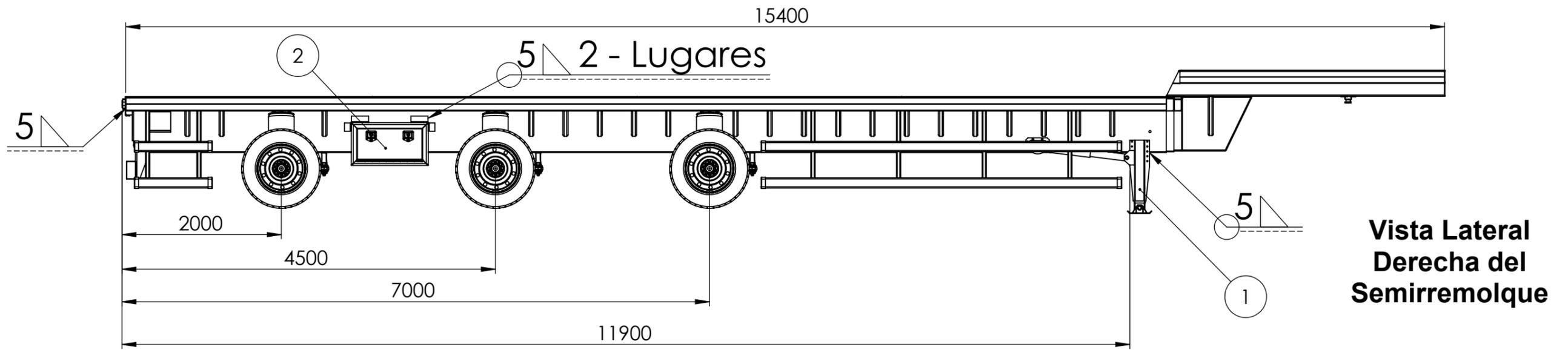
Vista Frontal

Vista Lateral Izquierda

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

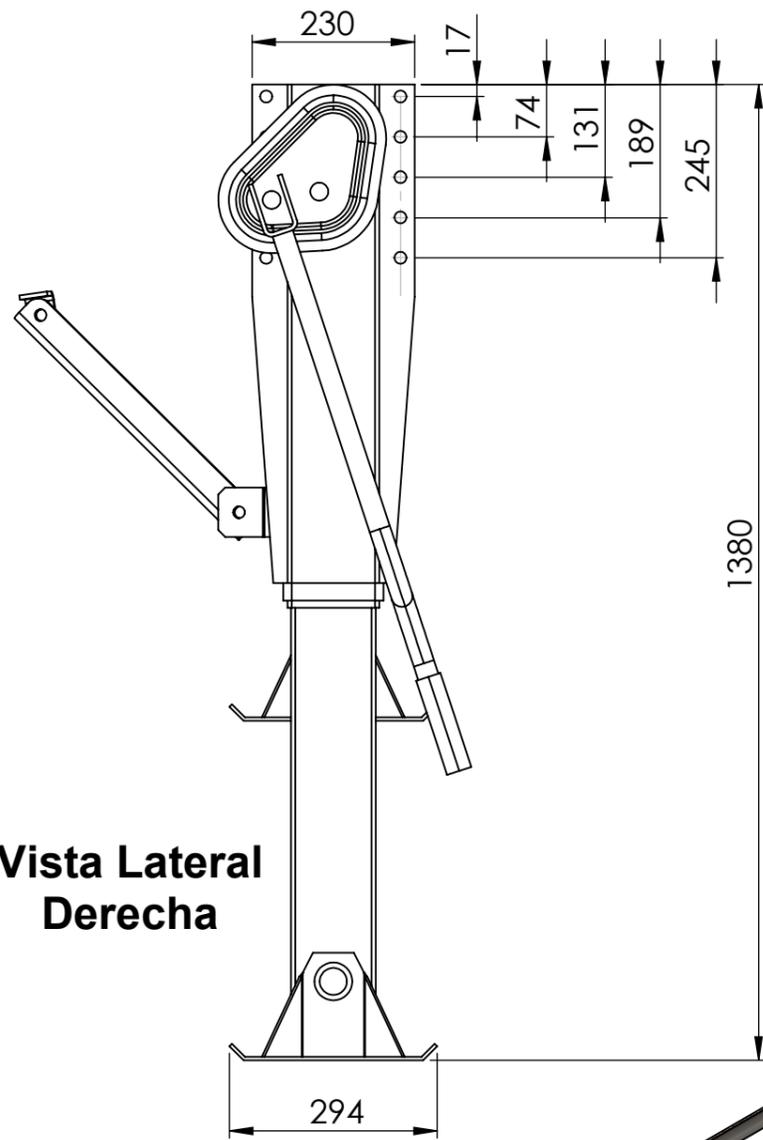
SEMIREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Acero AISI 1010			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A6 - P - 8007			
				Notas:			
Escala: 1:2		DENOMINACION:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Norma: 		Soporte de Cilindro de Doble Efecto					



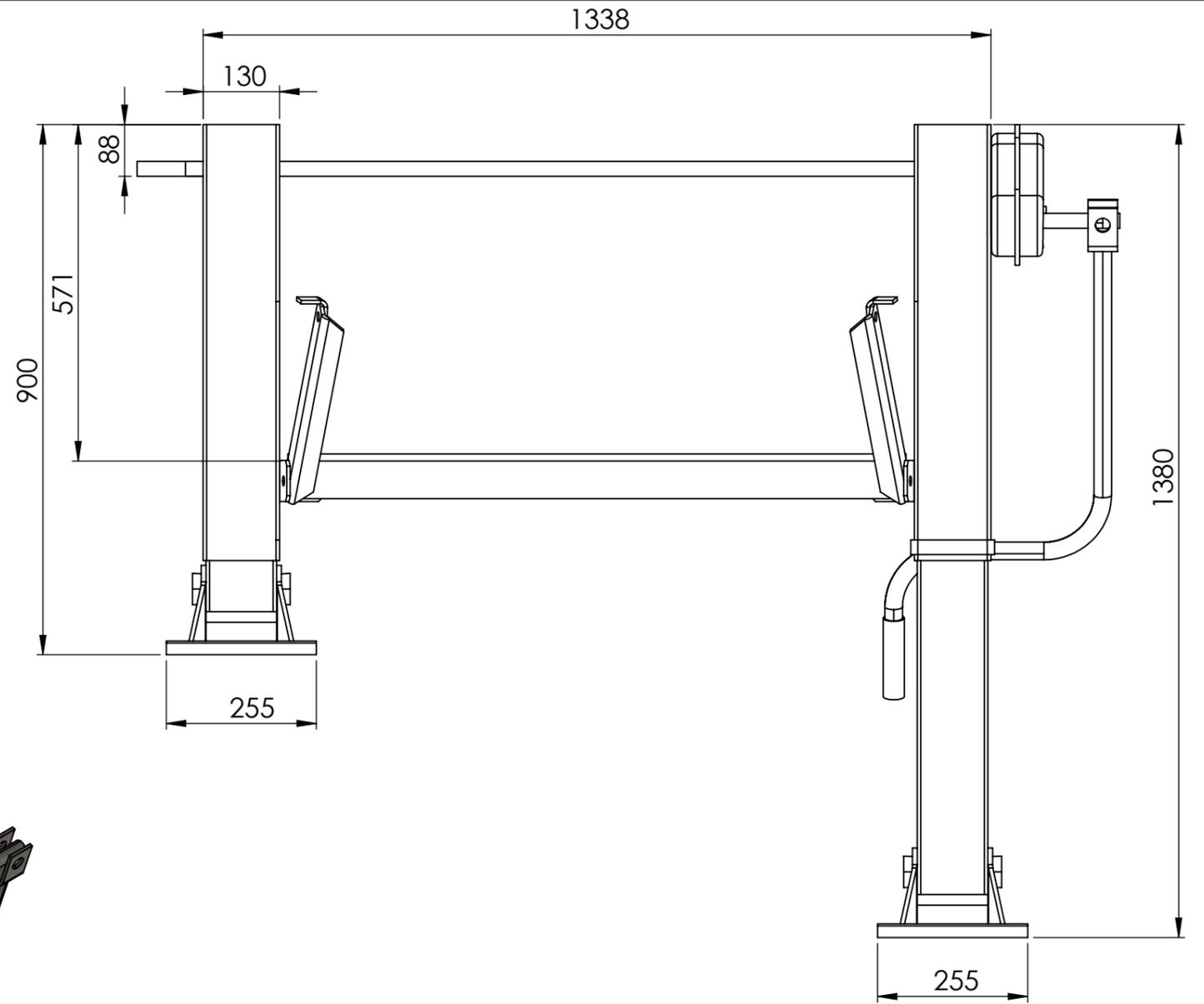
4	Llantas - Neumaticos	12	SE20 - A7 - C - 8002	Comercial
3	Luces Traseras	1	SE20 - A7 - P - 8002	Especificado en Plano
2	Caja de Herramientas	1	SE20 - A7 - C - 8001	Comercial
1	Patas de Apoyo	1	SE20 - A7 - C - 8000	Comercial
PIEZA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CÓDIGO	MATERIAL

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS						
MEDIDA NOMINAL	HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM. 0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG. 0.5	0.5	1	1.5	2	5

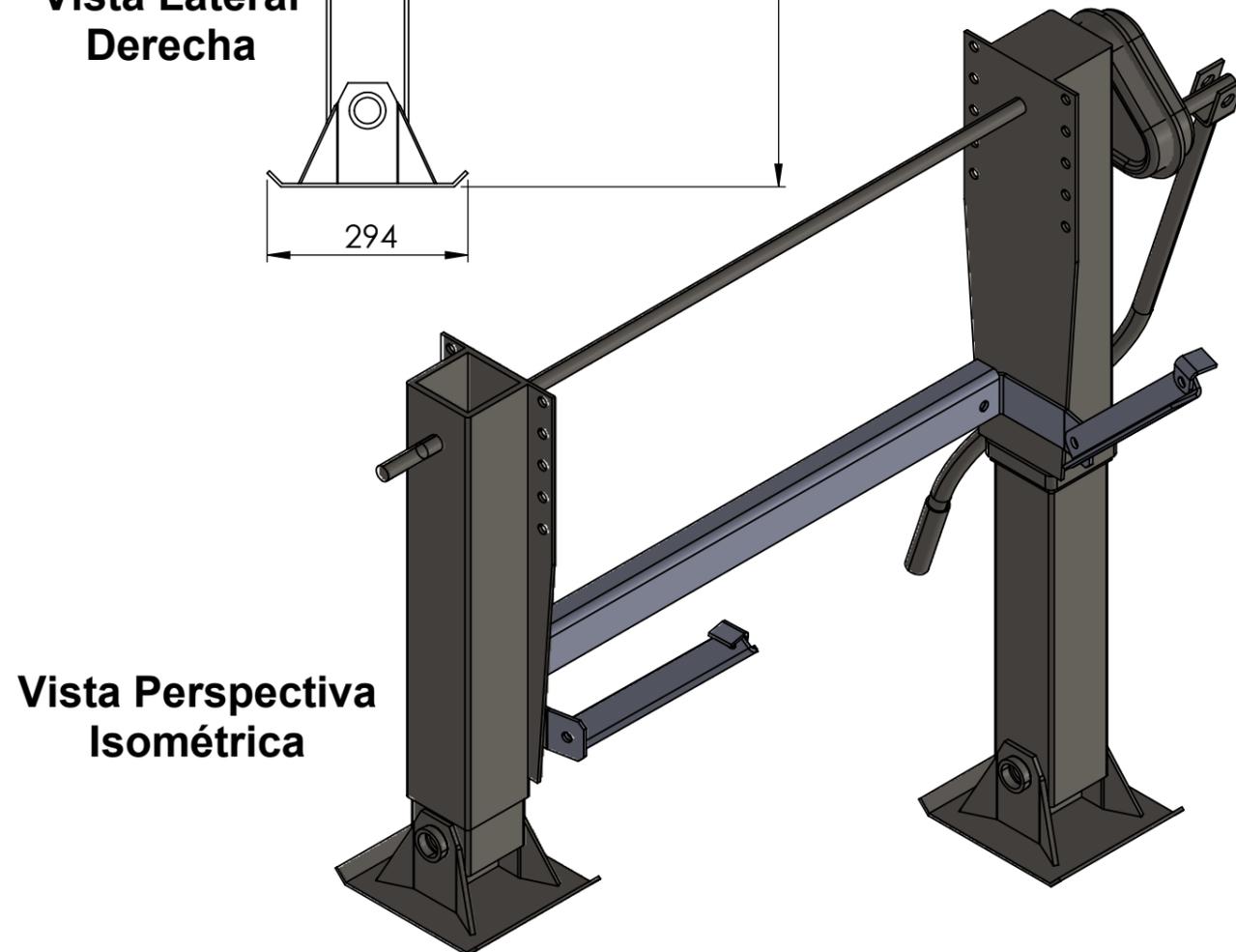
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL:	
				CANTIDAD:	
	NOMBRE	FECHA	FIRMA	CÓDIGO: SE20 - A7 - P - 0000	
DIBUJÓ	COCHIS F. L	1/10/2020		Notas:	
REVISÓ	COCHIS F. L	1/10/2020			
APROBÓ	COCHIS F. L	1/10/2020			
Escala: 1:50	DENOMINACION:			UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
Norma:	Conjunto de Accesorios del Semirremolque				



Vista Lateral Derecha

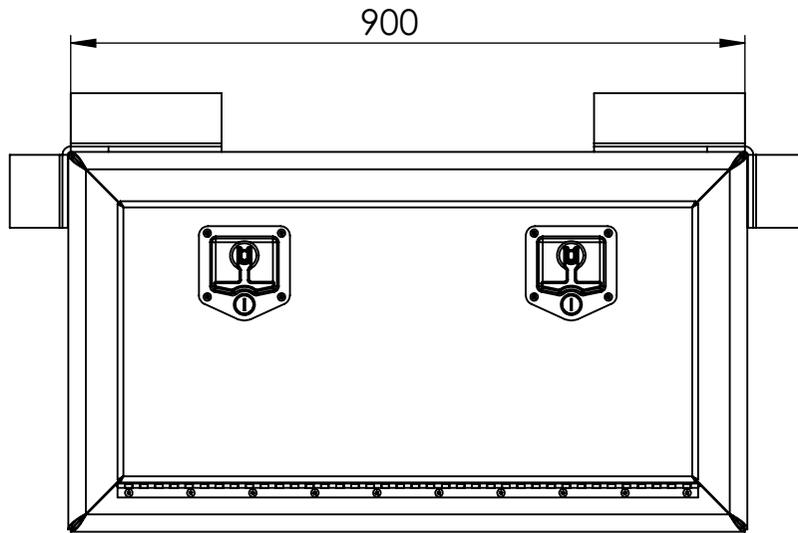


Vista Frontal

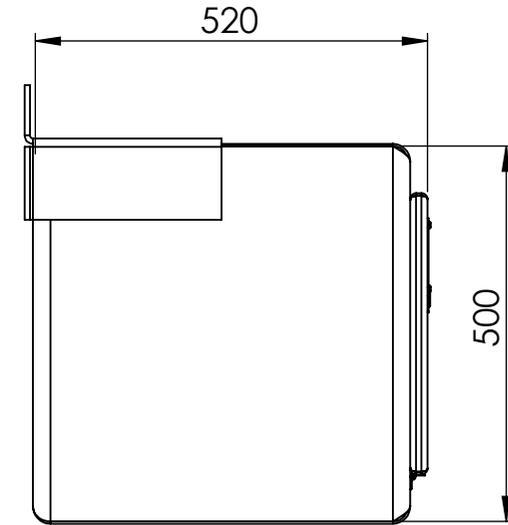


Vista Perspectiva Isométrica

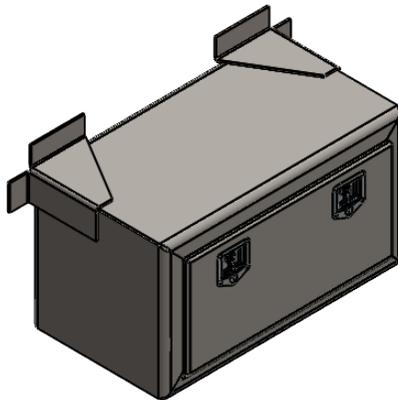
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS						
MEDIDA NOMINAL	HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Comercial		
				CANTIDAD:		
				CÓDIGO: SE20 - A7 - C - 8000		
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA
Escala: 1:10		DENOMINACION:				
Norma:		Patás de Apoyo				



Vista Frontal
Escala 1:10

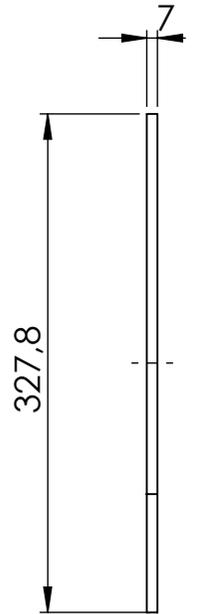


Vista Lateral Izquierda
Escala 1:10

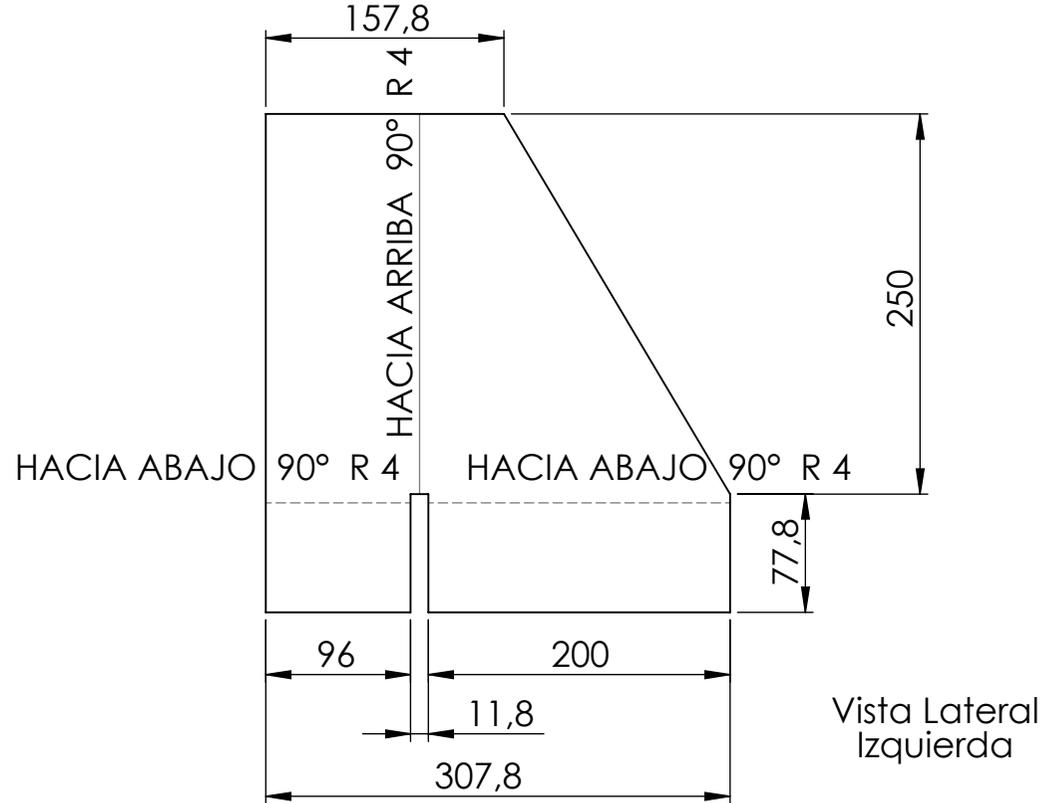


Perfil Plegado
Escala 1:20

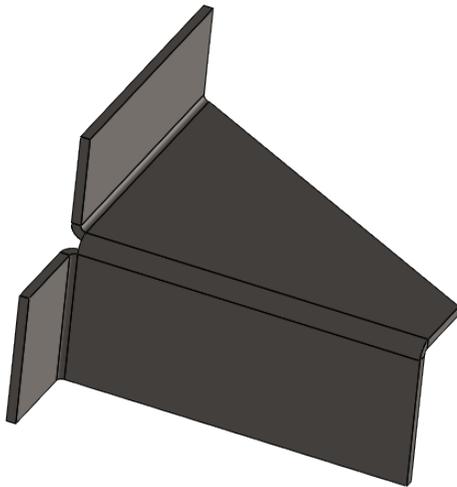
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Comercial			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A7 - C - 8001			
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
Escala:		DENOMINACION:					
Norma: 		Caja de Herramientas					



Vista Frontal



Vista Lateral Izquierda

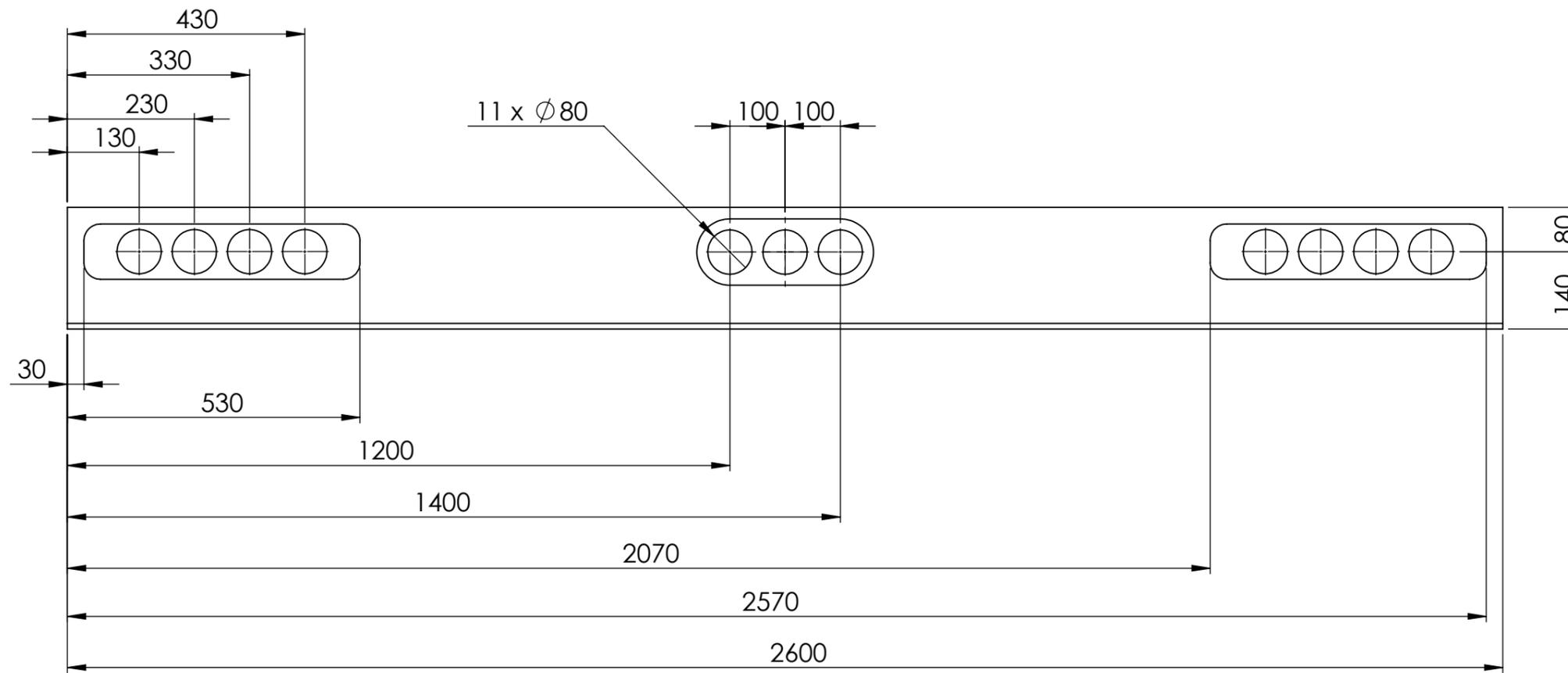


Refuerzo Plegado

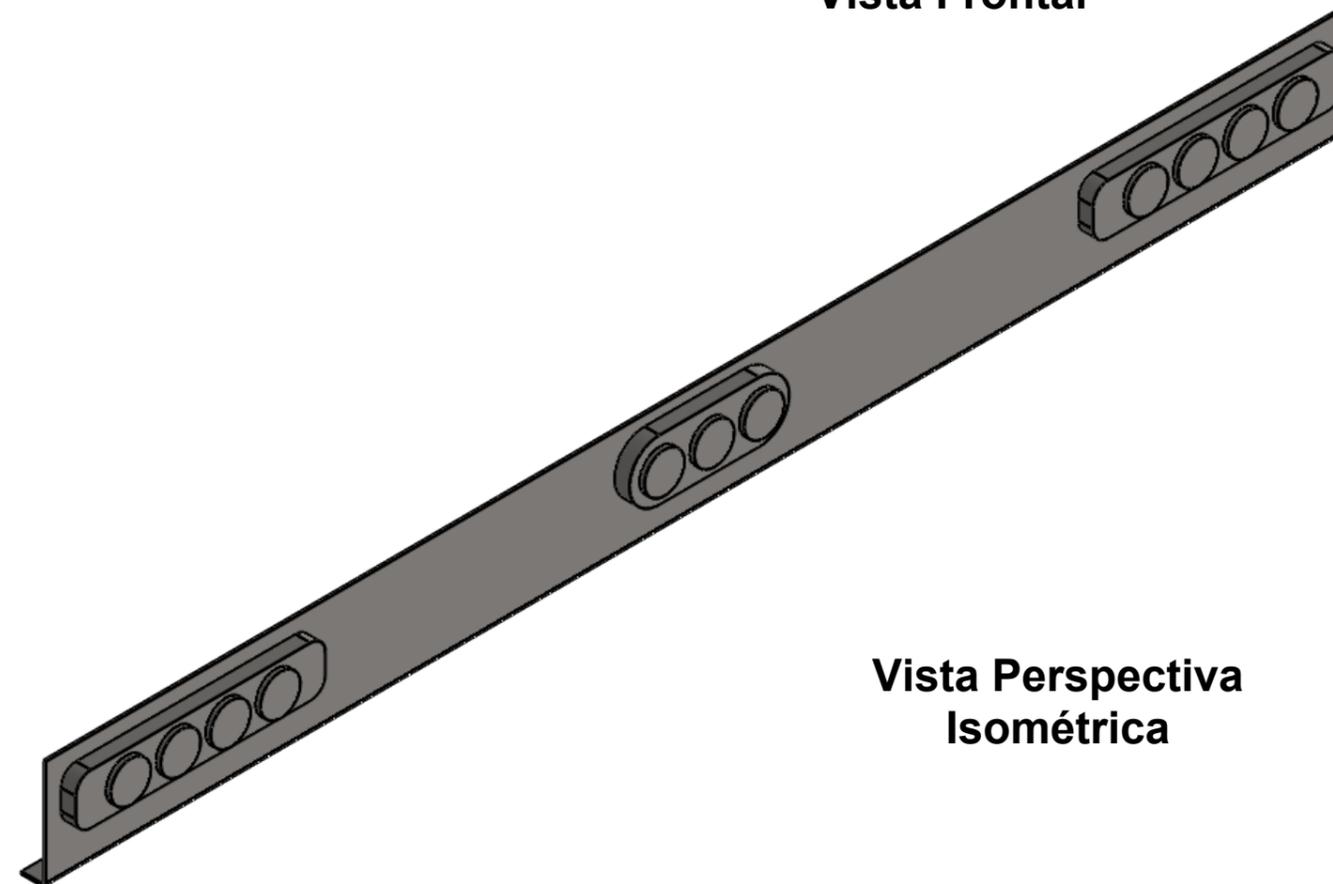
TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS

MEDIDA NOMINAL		HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5

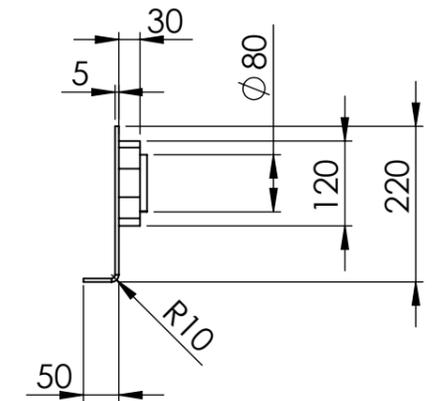
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Acero AISI 1010 - 7mm			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A7 - P - 6000			
				Notas:			
				UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Escala: 1:5		DENOMINACION:					
Norma:		Soporte de Caja de Herramientas					



Vista Frontal

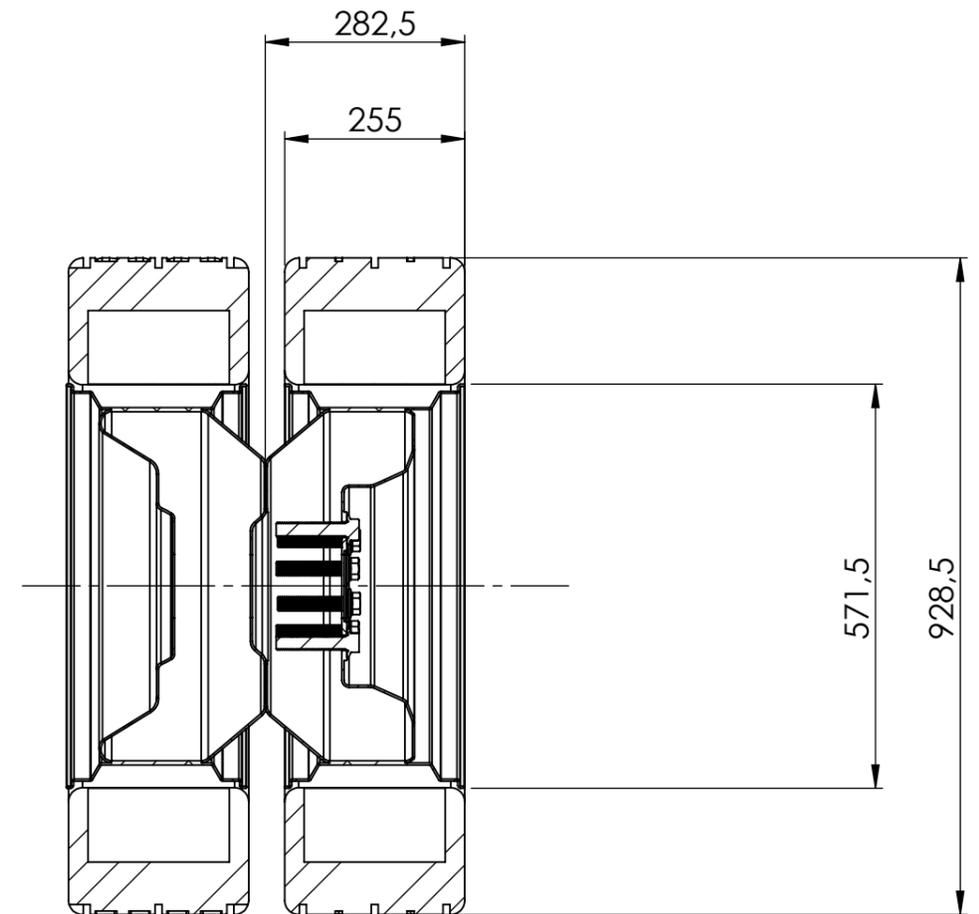
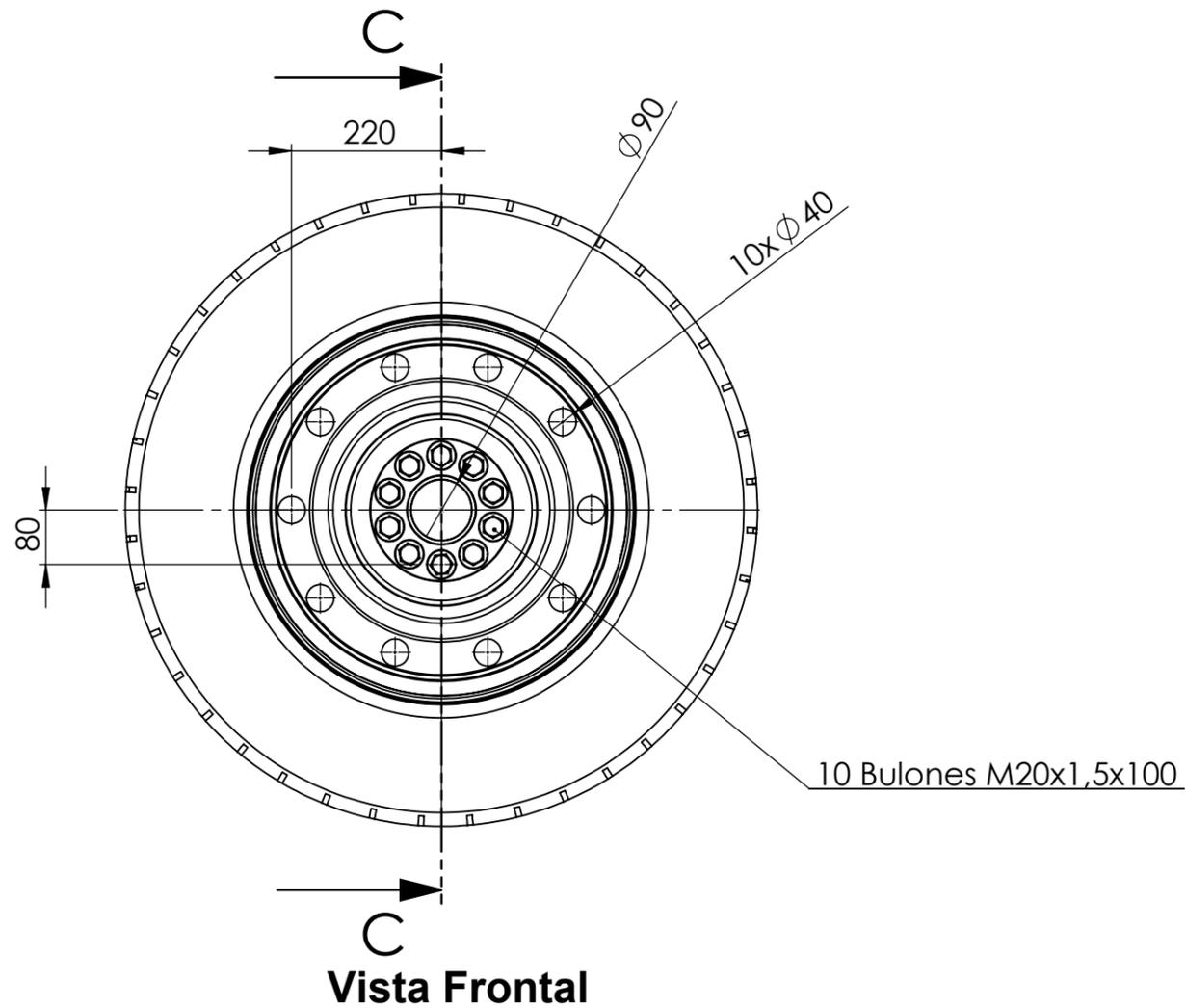


Vista Perspectiva Isométrica



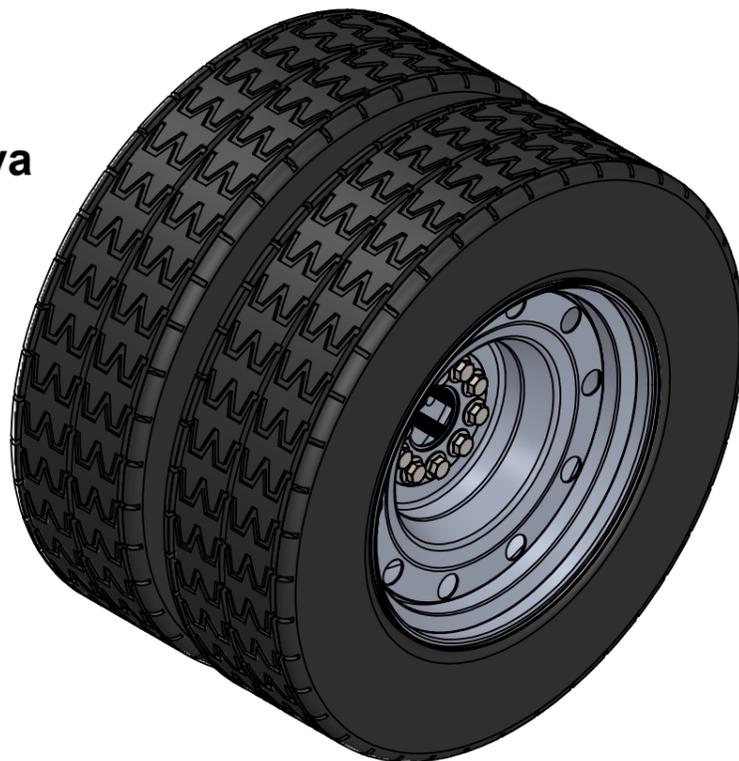
Vista Lateral Izquierda

TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL	HASTA 20 INCLUSO		>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Perfil (Acero AISI 1010) Luces Reglamentarias (Plástico)			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A7 - P - 8002			
				Notas:			
				UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA			
Escala: 1:10		DENOMINACION:					
Norma:		Luces Traseras					



SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 10

Vista Perspectiva
Isométrica



TOLERANCIAS (SALVO ESPECIFICACIÓN) EN MILÍMETROS							
MEDIDA NOMINAL	HASTA 20 INCLUSO	>20 A 100	>100 A 500	>500 A 1000	>1000 A 5000	>5000 A 12000	
TOLERANCIA +/-	DIAM.	0.1	0.15	0.5	1	2	5
	LONG.	0.5	0.5	1	1.5	2	5
SEMIRREMOLQUE EXTENSIBLE				MATERIAL: Comercial			
				CANTIDAD:			
				CÓDIGO: SE20 - A7 - C - 8002			
				Notas:		UTN FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA	
Escala: 1:10		DENOMINACION:		Neumáticos 255/70 R22,5 160M			
Norma:		Llanta - Neumático					