



**Universidad
Europea**

UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

ESCUELA DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y DISEÑO

ÁREA INGENIERÍA INDUSTRIAL

GRADO EN INGENIERIA EN SISTEMAS

INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

CÁLCULO Y DISEÑO DE UN REMOLQUE PARA

PROTECCIÓN CIVIL

Alumno: D./ VICENTE PLAZA RINCÓN

Director: D./ CARLOS CASTELLORE VARONA

JUNIO 2022

TÍTULO: Cálculo y diseño de un remolque para Protección Civil

AUTOR: VICENTE PLAZA RINCÓN

DIRECTOR DEL PROYECTO: CARLOS CASTELLOTE VARONA

FECHA: 17 de junio de 2022

RESUMEN

El concepto de este proyecto es el diseño y cálculo de un remolque ligero para el transporte de un albergue de campaña, se diseñan varias vías de diseño, pensamientos... ajustándose siempre a cumplir las necesidades requeridas.

Con el programa de diseño SolidWorks®, se ha diseñado el prototipo de remolque y con ANSYS se ha calculado el montaje de este. El fin de estos programas es verificar su correcto diseño y funcionamiento, siempre garantizando la seguridad de las personas que estén cerca de él.

Palabras clave: Remolque, Albergue, Emergencia, Diseño, SolidWorks

ABSTRACT

The concept of this project is the design and calculation of a light trailer for the transport of a campaign shelter, several ways of design, thoughts are designed... always adjusting to meet the required needs.

With the SolidWorks® design program, the trailer prototype has been designed and with ANSYS its assembly has been calculated. The purpose of these programs is to verify its correct design and operation, always guaranteeing the safety of the people who are close to it.

Key words: Trailer, hostel, emergency, dising, SolidWorks

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
ABSTRACT	3
ÍNDICE	4
ABREVIATURAS.....	7
LISTADO DE ILUSTRACIONES	8
LISTADO DE TABLAS	10
Capítulo 1 . INTRODUCCIÓN	11
1.1. Planteamiento del proyecto.....	11
1.2. Objetivos	12
1.3. Estructura del documento.....	13
Capítulo 2 . MEMORIA	14
2.1. Clasificación de remolques.....	14
2.1.1. Remolque Ligero.....	14
2.1.2. Remolques no ligeros	15
2.2. Tipos de remolque y componentes.....	16
2.4.1. Tipos de remolque	16
2.4.2. Componentes básicos	19
2.3. Normativa	29
2.3.1. Real Decretos	29
2.3.2. Clasificación de vehículos.....	30
2.3.3. Características de nuestro remolque según los Decretos.....	31
2.4. Seguridad y prevención.....	35
2.4.1. Tipos de sistema de freno frenado.....	35

2.4.2.	Sistema de estabilización	38
2.4.3.	Distribuciones de carga remolques ligeros	39
2.5.	Homologaciones remolques ligeros.....	40
2.5.1.	Requisitos mínimos.....	42
2.5.2.	Documentación	42
Capítulo 3 .	DISEÑO Y ESTUDIOS.....	44
3.1.	Resumen pliego de condiciones.....	44
3.2.	Componentes seleccionados	46
3.3.	Materiales.....	47
3.3.1.	Acero galvanizado	47
3.3.2.	Tablero fenólico	48
3.4.	CAD.....	50
3.3.1.	Estructura porta camillas	54
3.3.2.	Perfiles.....	56
3.3.3.	Chasis.....	58
3.3.4.	Pilares.....	60
3.3.5.	Conjunto superior.....	62
3.3.6.	Uniones conjunto superior con pilares.....	63
3.3.7.	Lanza	65
3.3.8.	Eje.....	65
3.3.9.	Ruedas y guarda barro	66
3.3.10.	Rueda jockey	67
3.3.11.	Superficie de suelo.....	68
3.3.12.	Elementos normalizados	68
3.5.	CAE.....	70
3.5.1.	Cálculos	71
Capítulo 4 .	PRESUPUESTO	78

Capítulo 5 . CONCLUSIONES.....	79
Capítulo 6 . BIBLIOGRAFÍA	80
Capítulo 7 . ANEXOS	83
7.1. Precios componentes	83
7.2. Planos CAD	87

ABREVIATURAS

TFG: Trabajo Final de Grado

CAD: Computer-Aided Design (Diseño Asistido por Ordenador).

CAE: Computer-Aided- Engineering (Ingeniería Asistida por Ordenador).

AVPC: Agrupación de Voluntarios de Protección Civil.

Kg: Kilogramos.

MMA: Masa Máxima Autorizada.

CEE: Comunidad Económica Europea.

Nº: Número.

Ext: Exterior.

Int: Interior.

TSA: Transportation Security Administration (Administración de Seguridad en el Transporte).

ESC: Electronic Stability Control (Control Electrónico de Estabilidad).

ITV: Inspección Técnica de Vehículos.

º: Grados angulares.

Mpa: Mega-Pascales

mm: milímetros

ºC: Grados centígrados

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Albergue Covid-19 (Fuente: elaboración propia).....	12
Ilustración 2. Remolque ligero (Fuente: Google imágenes).....	15
Ilustración 3. Remolque no ligero AVPC Guadalajara (Fuente: Instagram pcguadalajara)	15
Ilustración 4. Remolque de enganche o completo (Fuente: Google imágenes)	16
Ilustración 5. Remolque de eje central (Fuente: Google imágenes).....	17
Ilustración 6. Semirremolque (Fuente: Grupo Alite).....	18
Ilustración 7. Remolque agrícola (Fuente: Google imágenes).....	18
Ilustración 8. Remolque caravana (Fuente: Google imágenes).....	19
Ilustración 9. Bola de arrastre cuello de cisne (Fuente: Google imágenes).....	20
Ilustración 10. Bola de arrastre clásica (Fuente: Google imágenes)	20
Ilustración 11. Bola de arrastre mixta (Fuente: Google imágenes).....	21
Ilustración 12. Bola de arrastre semiautomática (Fuente: Google imágenes)	21
Ilustración 13. Bola de arrastre vertical (Fuente: Google imágenes)	22
Ilustración 14. Cabezal de enganche al vehículo motriz (Fuente: Alko)	23
Ilustración 15. Cadena de seguridad (Fuente: Alamy).....	23
Ilustración 16. Rueda jockey hinchable (Fuente: Google imágenes).....	24
Ilustración 17. Rueda jockey rígida (Fuente: Google imágenes)	25
Ilustración 18. Eje sin freno (Fuente: Google imágenes).....	25
Ilustración 19. Eje con freno (Fuente: Google imágenes).....	26
Ilustración 20. Elementos de señalización (Fuente: Google imágenes)	26
Ilustración 21. Esquema eléctrico conector remolque (Fuente: Google imágenes).....	27
Ilustración 22. Soporte rueda de repuesto, ejemplos (Fuente: Google imágenes)	28
Ilustración 23. Bastidor de un remolque (Fuente: Google imágenes).....	28
Ilustración 24. Freno de tambor (Fuente: autonoción).....	35
Ilustración 25. Freno de disco (Fuente: autonoción).....	36
Ilustración 26. Reparto de pesos (Fuente: motorydominio.com)	40
Ilustración 27. Vista planta (Fuente: Elaboración propia)	50
Ilustración 28. Vista alzado (Fuente: elaboración propia).....	51
Ilustración 29. Vista perfil (Fuente: elaboración propia).....	52

Ilustración 30. Vista isométrica (Fuente: elaboración propia)	53
Ilustración 31. Primer diseño porta_camillas	54
Ilustración 32. Segundo diseño porta_camillas	55
Ilustración 33. Perfil de aluminio 45x45	56
Ilustración 34. Anclaje perfiles a estructura.	57
Ilustración 35. Perfil chasis	58
Ilustración 36. Chasis remolque	59
Ilustración 37. Pilar lateral	60
Ilustración 38. Pilar central	60
Ilustración 39. Conjunto superior	62
Ilustración 40. Unión superior	64
Ilustración 41. Unión central	64
Ilustración 42. Posición eje en el remolque	66
Ilustración 43. Diseño rueda con guardabarros	67
Ilustración 44. Propiedades malla cálculos ANSYS.....	70
Ilustración 45. Diseño con malla, fijaciones y fuerzas	71
Ilustración 46. Escala deformación total. (Fuente: ANSYS)	72
Ilustración 47. Deformación total estructura (Fuente: ANSYS).....	73
Ilustración 48. Escala tensión de Von-Misses (Fuente: ANSYS).....	74
Ilustración 49. Tensión de Von-Misses estructura (Fuente: ANSYS)	74
Ilustración 50. Escala factor de seguridad (Fuente: ANSYS)	75
Ilustración 51. Factor de seguridad estructura (Fuente: ANSYS).....	76

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Características de longitud (Fuente: Elaboración propia).....	32
Tabla 2. Velocidades según el tipo de vía (Fuente: Elaboración propia).....	33
Tabla 3. Características luminosas (Fuente: Elaboración propia)	33
Tabla 4. Características catadióptricos (Fuente: Elaboración propia)	34
Tabla 5. Componentes para transportar	46
Tabla 6. Propiedades acero galvanizado (Fuente: SolidWorks)	48
Tabla 7. Longitudes y cantidades perfiles estructura.....	57
Tabla 8. Medidas y cantidades perfiles chasis	59
Tabla 9. Elementos normalizados para montaje (Elaboración propia)	69
Tabla 10. Tabla resumen de estudios (Fuente: ANSYS).....	77
Tabla 11. Presupuesto materiales	78

Capítulo 1 . INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del proyecto

Durante el periodo de confinamiento estricto que se sufrió en todo el mundo en 2020, una de sus principales tareas la Agrupación de Voluntarios de Protección Civil del excelentísimo Ayuntamiento de Guadalajara, dentro de las tantas que desarrollaron, fue el llevar un albergue con capacidad para 30 personas durante 2 meses, 3 semanas y 6 días, es decir 88 días en total. Por este albergue pasaron un total de 72 personas diferentes en el periodo que estuvo operativo, principalmente eran personas sin hogar.

Dicha agrupación recibió desde la concejalía de bienestar social de citado Ayuntamiento anteriormente, un nuevo albergue para futuras necesidades, contando este con una cantidad de 60 camas de camping, 12 mesas, 24 bancos, y sus respectivas mudas de cama.

El presente proyecto consta en realizar el diseño y cálculo de un remolque para Protección Civil, este se usará para el transporte de un albergue de campaña desde las instalaciones hasta el lugar de la emergencia. Se incluirán planos y estudios realizados, presupuesto, normativas, etc.

Para que el remolque sea fácil de transportar y manejar es importante que los materiales de fabricación sean ligeros y resistentes. Las dimensiones serán rigurosas según la disposición de los de los objetos a transportar. Debe de cumplir con las homologaciones actuales.

El diseño está planteado y revisado en todos sus avances por los responsables de la AVPC, teniendo reuniones pautadas para revisar que cumple sus necesidades.

La motivación que me ha llevado realizar este proyecto es la pasión que comparto por la ingeniería y la emergencia, este entro en mi cabeza una noche de estudio en una guardia en pleno confinamiento.



Ilustración 1. Albergue Covid-19 (Fuente: elaboración propia)

1.2. Objetivos

Realizar el diseño óptimo para poder trasportar los máximos objetos posibles ocupando el menor espacio posible y estudio de materiales más eficientes para conseguir que el remolque no exceda el peso para que pueda ser llevado con el permiso de conducir tipo B.

El diseño y los cálculos se realizarán con las simulaciones que nos presta el programa SolidWorks® y ANSYS respectivamente.

1.3. Estructura del documento

Este documento se divide en los siguientes capítulos:

1. Introducción: se reflejan los motivos de por que nace este proyecto, en que consiste y que me ha motivado a hacerlo.
2. Memoria: explica los tipos de remolques que existen, capacidades de arrastre, normativas, homologaciones, etc.
3. Diseño y estudios: refleja todos los diseños CAD por partes y conjunto. También cuenta con los estudios y simulaciones hechas.
4. Presupuesto: se muestra un detalle del precio de los componentes.
5. Conclusiones: resumen de todo lo obtenido en el proyecto y conclusiones personales.
6. Bibliografía: recoge las páginas y documentos utilizados, está realizada bajo la normativa
7. Anexos: Se encuentran todos los planos, diseños, presupuestos, etc.

Capítulo 2 . MEMORIA

Los remolques son buena opción para conseguir un espacio extra en el espacio de carga, transportar elementos que ocupen una gran capacidad de volumen, etc. Estos vehículos de carga no son capaces de propulsarse por sí mismos, es decir, tienen que ser arrastrado por un vehículo tractor. El remolque deberá contar con unos componentes mínimos que veremos más adelante.

2.1. Clasificación de remolques

Existen muchos tipos de remolques, dependiendo de su Masa Máxima Autorizada, enganche, ejes, etc.

La MMA corresponde a la masa máxima a la que puede circular cualquier vehículo, esta es la suma de su masa, combustible, equipamiento, pasajeros y carga útil.

2.1.1. Remolque Ligero

Son los más comunes entre los conductores particulares ya que con el permiso de conducir tipo B es suficiente para poder circular con ello.

Según la DGT, es aquel **cuya MMA no exceda los 750 kg**, no necesitan permiso de circulación, matricula ni seguro.

Este tipo de remolque es el pensado para realizar el proyecto, con el fin de que cualquier persona con el carnet tipo B pueda conducirlo.



Ilustración 2. Remolque ligero (Fuente: Google imágenes)

2.1.2. Remolques no ligeros

Estos son los su **MMA es superior a los 750 kg**, a diferencia con lo ligeros deben de contar con un permiso de circulación, ITV, matricula y seguro propio.



Ilustración 3. Remolque no ligero AVPC Guadalajara (Fuente: Instagram pcguadalajara)

2.2. Tipos de remolque y componentes

Dependiendo del uso que se le dé a los remolque podemos encontrar diferentes tipos, a continuación, se explicaran los tipos de remolque y componentes:

2.4.1. Tipos de remolque

Diferenciamos entre 5 principales grupos de remolques:

- De enganche o completo:

Este tipo de remolques cuenta con un mínimo de 2 ejes, siendo al menos uno de ellos eje direccional, a su vez, debe permitir el desplazamiento en vertical y no transmitir una carga de más de 100 kg al vehículo tractor.



Ilustración 4. Remolque de enganche o completo (Fuente: Google imágenes)

Están diseñados para el transporte de cargas pesadas, usadas habitualmente en naves industriales.

- Eje central:

El dispositivo de enganche al vehículo tractor no permite el movimiento vertical, por lo normal está dispuesto de un solo eje, aunque puede contar con más, estado estos situados lo más próximo al centro de gravedad, su carga debe estar repartida de tal manera que se transmita una pequeña carga vertical al vehículo tractor.



Ilustración 5. Remolque de eje central (Fuente: Google imágenes)

Suelen ser los más utilizados en remolques ligeros, para este proyecto se trabajará con este tipo de remolque, se pueden encontrar diferentes diseños y formas.

- Semirremolque:

Conocidos por la palabra inglesa “Trailer”, no disponen de eje delantero, ya que se acopla sobre el vehículo tractor, reposando sobre este y transmitiéndole una parte de la masa.



Ilustración 6. Semirremolque (Fuente: Grupo Alite)

Usados principalmente para transporte de centros logístico, aunque se pueden ver adaptaciones para el traslado de máquinas pesadas, material de construcción, etc.

- Agrícola:

El fin de este tipo de remolque como su nombre bien indica está destinado para el trabajo agrícola, está pensado para que sea arrastrado por tractores, motocultor, o maquinaria agrícola.



Ilustración 7. Remolque agrícola (Fuente: Google imágenes)

- Caravana:

El último tipo de remolque que se diferencia es muy diferenciado a los demás, ya que su función principal es la de vivienda móvil. Se podrá usar siempre y cuando este estático y no en movimiento.



Ilustración 8. Remolque caravana (Fuente: Google imágenes)

2.4.2. Componentes básicos

A continuación, se van a enumerar y explicar los componentes básicos que llevan los remolques, principalmente los ligeros, ya que este proyecto va enfocado a uno de este tipo. El orden de la enumeración va desde el frontal hasta la parte posterior.

- Bola de arrastre:

Aunque este componente no está específicamente en el remolque, sin él no podríamos acoplar el remolque a nuestro vehículo tractor, va incluido en este último. Podemos diferenciar distintos tipos:

Las podemos encontrar de enganche fijo:

- Cuello de cisne:

Existiendo varios tamaños de ellas es la que menos afecta visualmente al vehículo, siendo así las más comunes de ver.



Ilustración 9. Bola de arrastre cuello de cisne (Fuente: Google imágenes)

- Clásica:

Bola más ancha y robusta que, está pensada para que el arrastre que se efectúe pueda ser más pesado, se ve sobre todo en vehículos todoterreno 4x4.



Ilustración 10. Bola de arrastre clásica (Fuente: Google imágenes)

- Mixta:

La finalidad de este tipo de bola de arrastre es poder llevar cualquier tipo de enganche de remolque, lleva tanto bola como cabezal de argolla



Ilustración 11. Bola de arrastre mixta (Fuente: Google imágenes)

También las encontramos de enganche desmontable:

- Semiautomática:

La bola de arrastre se fija al eje mediante una tuerca. Es muy fácil de montar y desmontar, esta deberá ir quitada siempre y cuando no se lleve un remolque.



Ilustración 12. Bola de arrastre semiautomática (Fuente: Google imágenes)

- Bola Vertical:

Muy parecida a la tipo cuello de cisne, es la última que ha salido a mercado, tiene un doble sistema de seguridad.

Al igual que la semiautomática, tiene que ir desmontada si no se va remolcando nada, se queda oculto. El tiempo de montaje y desmontaje es relativamente corto.



Ilustración 13. Bola de arrastre vertical (Fuente: Google imágenes)

- Método de enganche al vehículo motriz:

Dispositivo que nos permite el enchance desde el bastidor del remolque a la bola de arrastre instalada en el vehículo tractor., asegurándonos la sujeción y estabilidad de este.

Este dispositivo por lo general cuenta con un testigo mecánico que nos indica si se ha realizado el correcto enganche, actúa como elemento de seguridad.

Suelen ser todos muy parecidos, dependes si cuentan con elementos como el estabilizador o cualquier tipo de freno el peso que vaya a arrastrarse.



Ilustración 14. Cabezal de enganche al vehículo motriz (Fuente: Alko)

- Cadena:

Es primordial contar con una cadena que vaya en la punta de lanza del remolque y enganchada a la bola del vehículo tractor, ya que si por alguna razón el remolque se desengancha esta hará como elemento de seguridad manteniendo el coche unido.



Ilustración 15. Cadena de seguridad (Fuente: Alamy)

- Sistema de frenado del remolque:

Dependiendo del tipo de remolque y su MMA se pondrá un tipo de freno u otro, incluso algunos no lo llevan equipado. En el apartado de seguridad y prevención, se explica con detalle los diferentes tipos de freno y funcionamiento de ellos.

Como resumen encontramos:

- Frenos de aire.
 - Frenos de sobretensiones.
 - Frenos eléctricos.
- Rueda Jockey:

Se trata de una rueda de libre movimiento anclada a un eje vertical, en el extremo de este hay una manivela que permite regular la altura. Esta va anclada al remolque mediante una abrazadera.

Esta rueda permite el movimiento del remolque mientras no se encuentra enganchado a ningún vehículo tractor, también vale de apoyo y nivelación.

Las podemos encontrar de dos tipos principalmente:

- Hinchable: se adaptan mucho mejor a las imperfecciones del terreno.



Ilustración 16. Rueda jockey hinchable (Fuente: Google imágenes)

- Rígida: suelen usarse para remolque de dimensiones reducidas, como por ejemplo en remolques ligeros.



Ilustración 17. Rueda jockey rígida (Fuente: Google imágenes)

Se escogerá un tipo u otro dependiendo de la manejabilidad, lugar donde se encuentre, etc.

Su función acaba cuando el remolque está enganchado al vehículo tractor, por eso hay que dejarla bien recogida o incluso quitarla cuando se vaya a viajar.

- Eje:

Componente sobre el que van las ruedas del remolque, dependiendo de la MMA de este llevara uno o varios ejes para soportar todo su peso, pudiendo haber varias configuraciones de posición o cantidad de ruedas.

El eje dependerá del tipo de remolque, de la cantidad de ruedas por eje, si dispone o no de freno, etc. Diferenciaremos entre:

- Eje sin freno:



Ilustración 18. Eje sin freno (Fuente: Google imágenes)

- Eje con freno:



Ilustración 19. Eje con freno (Fuente: Google imágenes)

- Elementos de señalización:

Como bien indica su nombre su finalidad es indicar a los demás usuarios de la vía cual van a ser los próximos movimientos o peligros que tiene el remolque. Esto se realiza mediante elementos reflectantes o luminosos.

En el apartado de normativa se verá cuáles son los dispositivos mínimos que debe llevar un remolque.



Ilustración 20. Elementos de señalización (Fuente: Google imágenes)

- Conector corriente eléctrica:

El más utilizado es el kit electrónico de 7 polos, su funcionamiento es básico, dando la corriente necesaria para el funcionamiento de las luces de seguridad.

En el caso de que el remolque necesite suministro de la batería del coche para algún funcionamiento en especial se necesitara el kit electrónico de 13 polos.



Ilustración 21. Esquema eléctrico conector remolque (Fuente: Google imágenes)

- Rueda de repuesto:

Por normal general los remolque llevan rueda de repuesto para posibles imprevistos, su localización y sujeción puede ser muy variada.



Ilustración 22. Soporte rueda de repuesto, ejemplos (Fuente: Google imágenes)

- Bastidor:

Cuerpo de un remolque, sobre el van todos los componentes explicados con anterioridad.



Ilustración 23. Bastidor de un remolque (Fuente: Google imágenes)

2.3. Normativa

2.3.1. Real Decretos

Los siguientes Real Decretos son los que afectan a los remolques, tanto en sus características como en sus homologaciones:

- **Real Decreto 2028/1986**, de 6 de junio: *se dictan las normas para la aplicación de determinadas Directivas CEE, relativas a la homologación de tipos de automóviles, remolques y semirremolques, así como de partes y piezas de dichos automóviles.* Su última actualización el 9 de mayo de 2020.
- **Real Decreto 2822/1998**, de 23 de diciembre: *se aprueba el reglamento general de vehículos.* Su última actualización el 14 de abril de 2021.
- **Real Decreto 1428/2003**, de 21 de noviembre: *se aprueba el Reglamento General de Circulación, para la aplicación y desarrollo de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial.* Su última actualización el 21 de diciembre de 2021.
- **Real Decreto 750/2010**, de 4 de junio: *se regula los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos.*
- **Real Decreto 920/2017**, de 23 de octubre: *regula la inspección técnica de vehículos.*

2.3.2. Clasificación de vehículos

Dentro de la infinidad de vehículos que existen, los remolque son uno de ellos y están categorizados como tal dentro de la clasificación de todos los vehículos que existen, estas categorías afectan a las normas y homologaciones que hay que realizar.

A continuación, se enumerarán las principales categorías con una breve explicación y se explicara en detalle la que afecta a los remolques:

- Categoría M: *vehículos de motor concebidos y fabricados principalmente para el transporte de personas y su equipaje.*
- Categoría N: *vehículos de motor concebidos y fabricados principalmente para el transporte de mercancías.*
- Categoría L: *vehículos a motor con menos de cuatro ruedas.*
- Categoría O: *remolques concebidos y fabricados para el transporte de mercancías o de personas, así como para alojar personas.*
 - Categoría O₁: *la masa no supere 0,75 toneladas.*
 - Categoría O₂: *la masa este entre 0,75 y 3,5 toneladas.*
 - Categoría O₃: *la masa este entre 3,5 y 10 toneladas.*
 - Categoría O₄: *la masa sea superior a 10 toneladas.*

2.3.3. Características de nuestro remolque según los Decretos

Como bien se ha dicho con anterioridad este proyecto se trata de diseñar un ligero y como hemos visto en el punto anterior entraría en la categoría O₁, es decir, que la MMA no sea superior a 750 kg.

Si nos basamos en el **Real Decreto 750/2010** que es en el que *se regula los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos*. Podemos sacar las siguiente conclusiones:

- No necesitan matrícula propia, tienen que llevar una copia de la matrícula del vehículo tractor.
- No tienen obligación de llevar freno.
- No necesitan tener un seguro propio para circular, vale con el propio del vehículo tractor.
- No tienen que pasar las ITV correspondientes.
- Con tener el carnet tipo B será suficiente para poder llevar este tipo de remolques.
- Según el anexo IV del Real Decreto ditado con anterioridad es obligatorio para circular un certificado que especifique las características dotadas por el fabricante.

Según el **Real Decreto 2822/1998** las dimensiones máximas autorizadas para poder circular, vehículo más carga, serán:

Característica	Metros
Longitud	12,00
Anchura	2,55
Altura	4,00

Tabla 1. Características de longitud (Fuente: Elaboración propia)

Además, deberán cumplir:

- La carga no debe comprometer la estabilidad del vehículo.
- Debe de ser capaz de realizar una trayectoria de forma circular completa de 360°, esta se hará hacia ambos lados y se comprobará en unos círculos concéntricos con radios de 5,3 y 12,5 metros.

Otra de las características que san de tener en cuenta es la modificación de la velocidad máxima a la que se puede circular.

Tipo de vía	Velocidad (Km/h)
Autopistas y autovías	90
Carreteras convencionales	80
Ciudad	30 ó 50 dependiendo del tipo de calle

Tabla 2. Velocidades según el tipo de vía (Fuente: Elaboración propia)

Según las características del vehículo deberá de llevar consigo unas luces y catadióptricos obligatorios y otros opcionales, a continuación, se muestra una tabla con sus especificaciones para remolques:

Tipo de luz	Cantidad	Color	Posición	Obligatorio	Opcional
Marcha atrás	1 ó 2	Blanca	Detrás		X
Intermitentes	Nº par	Amarillo auto	Detrás	X	
Señal de emergencia	Nº par	Amarillo auto	Igual que la anterior	X	
Luz de freno	2	Rojo	Detrás	X	
Luz de posición	2	Blanco	Delante ext.	X ⁽¹⁾	
Luz de galibo	2	Blanco delante Rojo detrás	Detrás ext. Arriba	X ⁽²⁾	
Antiniebla	1 ó 2	Rojo	Detrás	X	
Luz matrícula	2	Blanca	Detrás	X	

Tabla 3. Características luminosas (Fuente: Elaboración propia)

Tipo de catadióptricos	Cantidad	Color	Posición	Obligatorio	Opcional
Triangulares	2	Rojo	Detrás ext.	X	
No triangulares	2	Blanco	Detrás ext.		X ⁽²⁾
No triangulares	2	Blanco	Delante ext.	X	

Tabla 4. Características catadióptricos (Fuente: Elaboración propia)

- (1) Obligatorio para anchura de más de 1,60 metros, opcional para inferiores.
- (2) Obligatorio para anchura de más de 2,10 metros, opcional para inferiores.

Las luces irán alimentadas a través de conector de corriente eléctrica de 7 ó 13 polos que va conectado al vehículo tractor, esto está regulado según la **Norma UNE 26-170-84**.

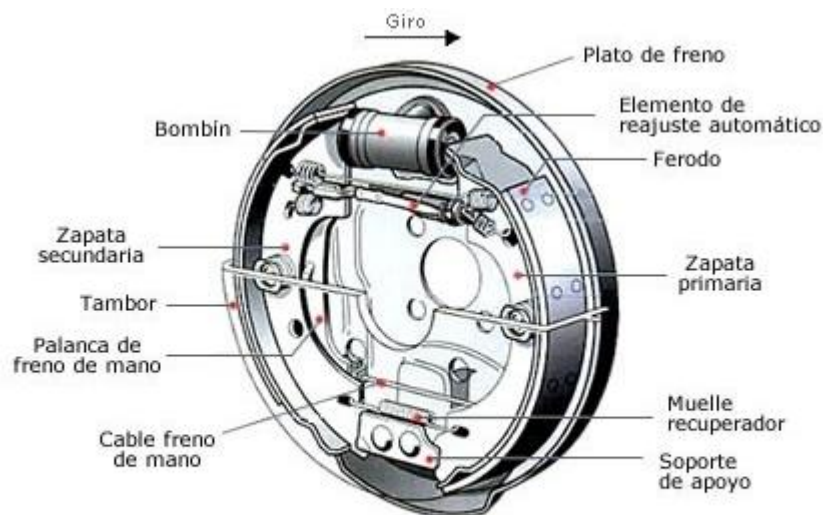
2.4. Seguridad y prevención

2.4.1. Tipos de sistema de freno frenado

El sistema de freno es aquel que permite reducir la velocidad y la detención del vehículo. Para que esto se produzca tiene que existir un proceso donde al energía mecánica se convierte la fricción.

Para que exista esta fricción hay que tener dos elementos que se pongan en contacto con direcciones y fuerzas opuestas, diferenciamos entre:

- Tambor:



 **autonoción.com**

Ilustración 24. Freno de tambor (Fuente: autonoción)

- Disco:

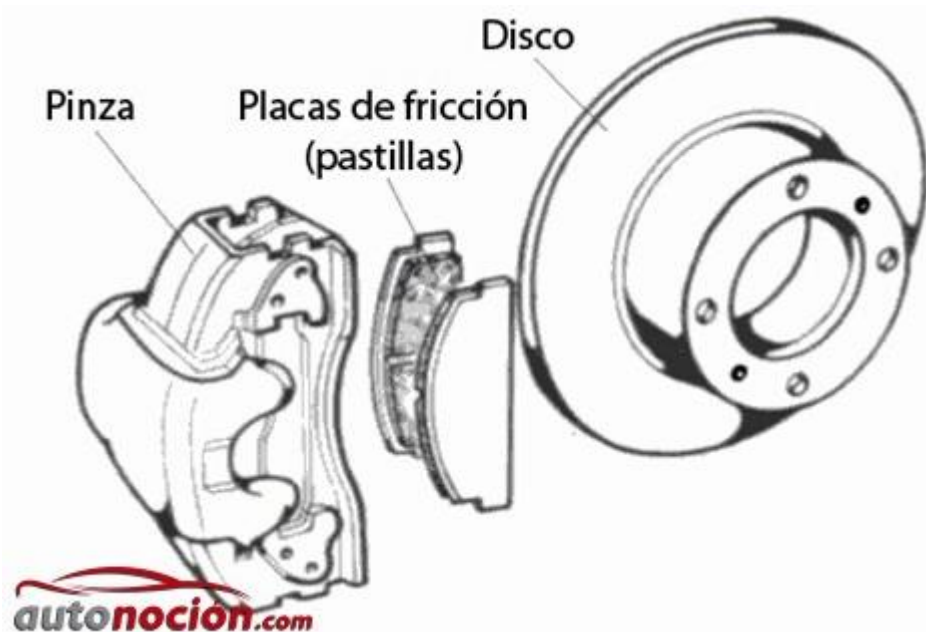


Ilustración 25. Freno de disco (Fuente: autonoción)

Una vez está clara las formas en las que se produce la acción de frenado diferenciamos entre:

- Dispositivos de frenado:
 - Freno de servicio: se activa a través del pedal de freno y es capaz de disminuir la velocidad y detener el vehículo.
 - Freno de estacionamiento: comúnmente conocido como freno de mano, su función es mantener detenido el vehículo.
 - Freno de socorro o seguridad: encargado de disminuir la velocidad y detener el coche en caso de fallo del freno principal.
 - Remolques y semirremolques: existen los frenos de aire y de sobretensiones y eléctricos.

- Sistemas auxiliares de frenado:
 - Ralentizadores: evitan la fatiga y sobrecalentamiento de los frenos.
 - Servofreno: ayudan en el uso del pedal accionador.
 - Sistemas electrónicos de asistencia: sistemas eléctricos como el ABS, ASR, EBS, etc.

Ya visto las clases de tipo de freno y los elementos de frenado, se va a explicar con detalle cómo funcionan los frenos de los remolques y semirremolques:

- Frenos de aire: se instalan en semirremolques, el vehículo tractor debe tener sus frenos también activados por aire.

Para activar este tipo de frenos hay que presionar el pedal del vehículo tractor o bien una palanca que frena independientemente el remolque del vehículo que lo remolca.

Cuentan con unas mangueras que pasan el aire del vehículo tractor al semirremolque.

- Frenos de sobretensiones: conocidos como freno de inercia, va todo instalado en el remolque, pudiéndose utilizar cualquier tipo de coche adecuado para su transporte.

Son frenos hidráulicos que funcionan exactamente igual que el de un vehículo. El líquido de frenos se encuentra en un cilindro que cuando detecta presión manda este hacia las ruedas, el cilindro está montado en el enganche del remolque.

- Frenos eléctricos: este tipo de frenos son siempre de tambor, el vehículo tractor debe tener un controlador de freno.

Se accionan por que los zapatos cuentan con un imán que intenta unirse al tambor de freno.

Para que el sistema de frenado esté en condiciones óptimas se tienen realizar comprobaciones de desgaste y verificar el correcto funcionamiento, realizando el mantenimiento necesario cuando se precise.

2.4.2. Sistema de estabilización

Cuando se conduce cualquier tipo de vehículo que lleva un remolque existen efectos de inestabilidad, el sistema de estabilización permite estabilizar el remolque proporcionando una mayor seguridad, este se activa en el momento que detecta el primer indicio de oscilación entre el vehículo tractor y remolque.

Las principales causas de oscilación son:

- Alta velocidad.
- Remolque cargado excesivamente.
- Carga mal distribuida.
- Movimientos excesivos de volante.
- Fuerte viento de costado.
- Calzada irregular.

El asistente de estabilización del remolque se le conoce como TSA este vale como complementa al ESC del vehículo tractor, y funciona así:

1. Detecta la oscilación.
2. Regula los frenos de manera independiente según el movimiento del remolque.
3. Si el TSA no consigue estabilizar el remolque entrara el funcionamiento el ESC regulando el frenado en las ruedas del vehículo tractor y reduciendo la potencia de este.
4. Cuando se consiga estabilizar el conjunto se interrumpirá los asistentes de estabilización.

2.4.3. Distribuciones de carga remolques ligeros

Lo primero que hay que tener en cuenta es que la masa del remolque tiene que ser menor que la masa del vehículo tractor.

Es importante tener una buena distribución de carga para que no se pierda ni la dirección, ni la tracción del vehículo, el reparto de pesos para evitar esto será de un 60/40 % aproximadamente en los ejes delantero y trasero respectivamente.

En el caso de llevar todo el peso en la parte trasera del remolque y este comience a oscilar la tracción la perderemos totalmente, volviéndose incontrolable tanto el remolque como el vehículo tractor.

En cambio, si llevamos todo el peso en la parte delantera perderemos parcial o totalmente la tracción del vehículo tractor.

Por ello hay que realizar la técnica del 60/40 para que en el caso de oscilación no se pierda el control nunca y sea lo más seguro llevar un remolque.

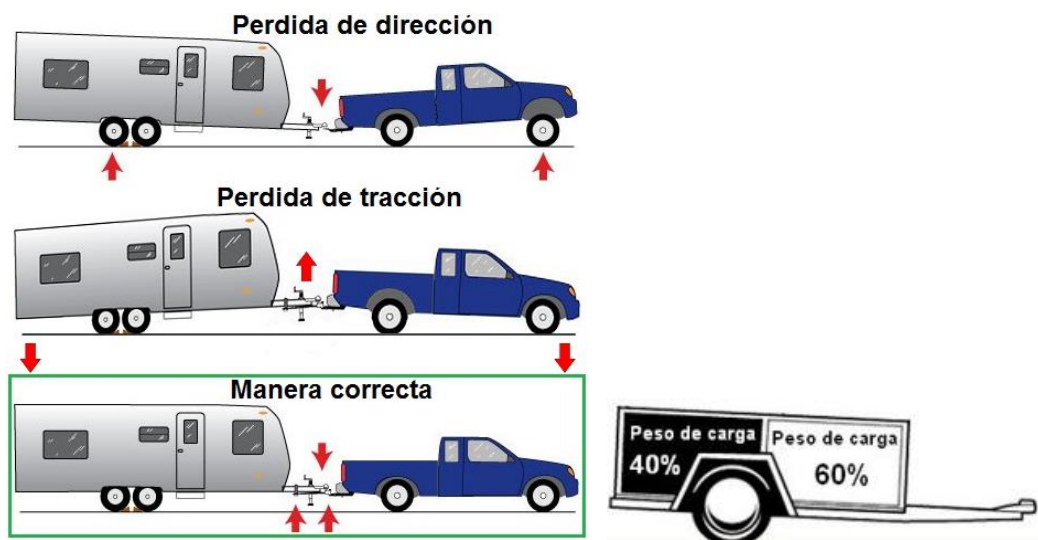


Ilustración 26. Reparto de pesos (Fuente: motorydominio.com)

2.5. Homologaciones remolques ligeros

Como se referencio en el apartado de normativas, el **Real Decreto 750/2010** es el encargado de regular los procesos de homologación y bajo este está regulada la **Directiva 2007/46/CE**, que diferencia cuatro maneras diferentes de homologar:

- Homologación tipo CE: limita el número de unidades que pueden ser matriculas, vendidas o puestas en servicio en un año.

- Homologación tipo nacional: los vehículos homologados con este tipo solo tienen validez dentro del estado que se homologa, y este tiene que pertenecer al Espacio Económico Europeo.
- Homologación nacional de series cortas: dentro del anexo XII tenemos las categorías de vehículos y el número máximo de unidades que se pueden matricular en un año, varían entre 250 y 500 unidades dependiendo de la categoría, en el caso de los ligeros son 500.
- Homologación individual: el fin de estas homologaciones para vehículos que solo se hacen una única producción de hasta cinco unidades, uno de ellos tiene que hacer una inspección en laboratorio.

La normativa europea permite que los estados miembros hagan sus propias exigencias para este tipo de homologaciones.

El fabricante es el encargado y responsable de realizar las homologaciones pertinentes y de garantizar la conformidad de producción, la ITV es la encargada de hacer las homologaciones.

2.5.1. Requisitos mínimos

Para poder llevar a cabo la homologación de un remolque ligero tienen que estar dispuestos de unos componentes mínimos:

- Rueda jockey.
- Enganche homologado.
- El eje debe contar con una placa de identificación.
- Las luces deberán de llevar grabado el código y homologación correspondiente.
- Contar con un conector de corriente eléctrica de 7 ó 13 polos.
- Cadena de seguridad.
- Kit de matrícula.
- Los neumáticos tienen que ser de las dimensiones mínimas que aguanten la MMA del remolque.

Las luces obligatorias que tienen que llevar el remolque esta explicado en la tabla 3 del apartado de normativa.

2.5.2. Documentación

Para poder homologar el vehículo hay que presentar una serie de documentos que irán adjuntos a la ficha de homologación:

- Datos del solicitante.
- DNI/NIF/CIF del solicitante.
- Fotografías:
 - Exteriores del remolque.
 - Grabados del fabricante.

- Grabados de las partes funcionales.
- Datos del enganche.
- Datos del eje, frenos...
- Medidas del remolque.

Todo se comprobará de nuevo en la ITV para la homologación, las medidas se verificarán con métodos de medida precisos.

Capítulo 3 . DISEÑO Y ESTUDIOS

El desglose importante del proyecto como bien indica su nombre es el diseño y cálculo de un remolque, para ello se usará el programa de diseño SolidWorks®.

El diseño vendrá requerido por un pliego de condiciones facilitado desde la Jefatura de la Agrupación de Voluntarios de Protección Civil de Guadalajara, facilitando los materiales que quieren transportar y los objetivos que tienen para este remolque.

Se tendrá en cuenta los repartos de pesos para conservar una correcta conducción y seguridad para los integrantes del vehículo tractor.

3.1. Resumen pliego de condiciones

Entre las funciones encomendadas a Protección Civil se encuentra la del Albergue en situaciones de emergencia o calamidad pública. Desgraciadamente España, así como el resto del mundo ha sufrido en estos últimos dos años una pandemia por el virus Cov-Sars2 y eso ha obligado a un nuevo planteamiento a la hora de desplazar los medios materiales de un lugar a otro. Puede ocurrir un desalojo de personas por escapes de gas, incendios de edificios, incendios forestales, inundaciones, etc... y en todos los casos hay que preparar una albergue físico en algún polideportivo o nave industrial donde acoger a esta personas evacuadas.

En el caso de Guadalajara, aparte de la emergencias que se cubren en el día, desgraciadamente se ha tenido ejemplos de incendios forestales como el de La Riba, con 11 fallecidos y una evacuación de casi quinientas personas, incluidos niños de un campamento de verano.

Según he reflejado en la introducción se ha tenido que atender las necesidades de 72 personas durante 88 días durante 24 horas con sus desayunos, comidas, cenas y albergue.

Estas dos circunstancias han supuesto un cambio importante a la hora de los albergues dependiendo de las emergencias o de las necesidades de cada momento. Antes se planteaban las cosas pensando que se tenían hoteles, pensiones u hostales que podían acomodar a las personas que necesitaban alojamiento, pero ahora, la pandemia ha enseñado que estos establecimientos, salvo raras situaciones, deben permanecer cerrados.

Por todo lo expuesto se diseña este remolque, pues se han unificado las camillas, las almohadas, las mantas y las sábanas que se utilizarán.

Se han adquirido en cantidades suficientes y el programa exigirá la fabricación de un mínimo de dos unidades ante posibles emergencias.

Dentro del Pliego de Condiciones Técnicas se va a exigir unos mínimos que se han de cumplir y que exigirán a los posibles proveedores el uso de calidades y tecnologías modernas. Se les dará a los proveedores la libertad de diseñar su posible modelo, pero siempre basado en este proyecto que irá detallado en dicho Pliego y permitiendo las mejoras que puedan proponer los proveedores por novedad en el mercado o por cambio de tecnología.

3.2. Componentes seleccionados

Una vez visto el resumen del pliego de condiciones, vemos el desglose de material que se va a transportar en el interior del remolque.





Material	Imagen	Dimensiones(mm)	Peso (g)	Cantidad (ud)
Camillas		950*200*100	4500	30
Mesas		900*740*70	17000	6
Bancos		915*280*100	10000	12
Ropa de cama		400*600*30	1000	30

Tabla 5. Componentes para transportar

Teniendo en cuenta las dimensiones de los elementos a transportar se comiende hacer el CAD del remolque.

3.3. Materiales

3.3.1. Acero galvanizado

Este material se consigue mediante un proceso electroquímico que consiste en recubrir el acero y hierro con una capa de zinc. Gracias a este tratamiento se convierte en un material resistente, duradero y con una protección a la corrosión atmosférica, se considera que es más resistente que el hierro o acero sin galvanizar.

Tiene una gran de ventajas:

- Resistencia a la abrasión
- Resistencia a la corrosión atmosférica, agua dulce y salada.
- Alta dureza y durabilidad ante daños mecánicos.
- Si se conserva en perfectas condiciones puede durar hasta 70 años, siendo un material muy rentable.
- Limite elástico.
- Resistencia a tracción.
- Ductilidad.
- Precios bajos

Las propiedades del acero galvanizado son las siguientes, con estas propiedades se compararán con los resultados y análisis obtenidos desde el programa CAE.

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	200000	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante		N/mm ²
Densidad de masa	7870	kg/m ³
Límite de tracción	356.9006745	N/mm ²
Límite de compresión		N/mm ²
Límite elástico	203.9432426	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica		W/(m·K)
Calor específico		J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Tabla 6. Propiedades acero galvanizado (Fuente: SolidWorks)

3.3.2. Tablero fenólico

Este tipo de tableros son usado para aplicaciones exigentes, que están expuestas especialmente al agua y la humedad.

Trata de un tablero de contrachapado que para su construcción se ha usado cola fenólica, esta es una resina sintética, que resiste a altas temperaturas, agentes químicos, humedad... El tablero ha de cumplir la normativa de España UNE-EN 314, siendo esta la que describe los requisitos que debe cumplir para su uso de exterior.

Tiene una variedad de ventajas y propiedades:

- Su densidad varía entre 500 y 700 kg/m³.
- Su resistencia a la abrasión esta comprobada con un ensayo de un día con temperaturas entre 200 y 230 °C.
- Gracias a la red tridimensional no presentan alargamientos o roturas.
- Resistencia a ácidos, disolventes...
- Necesitan poco cuidado.

3.4. CAD

En el siguiente apartado se resumen las partes diseñadas del remolque y sus diferentes versiones.

Las vistas generales del diseño son las siguientes, se suprimen los techos y las paredes para que se vea el contenido interior.

- Planta

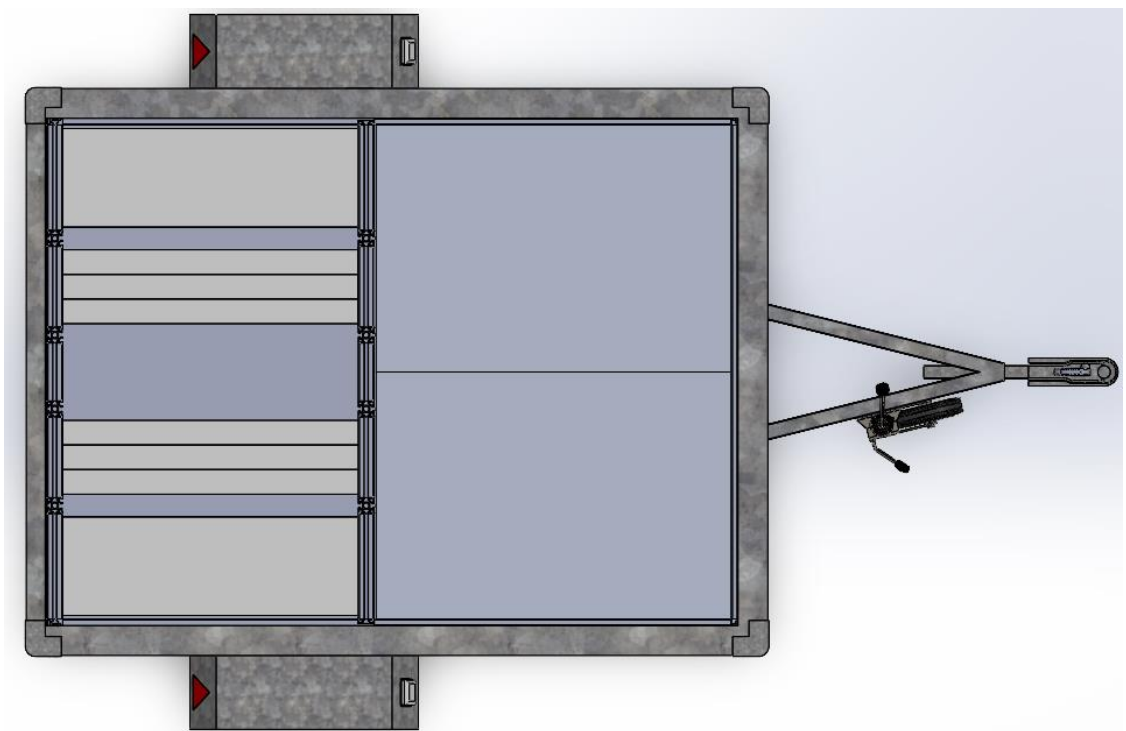


Ilustración 27. Vista planta (Fuente: Elaboración propia)

- Alzado



Ilustración 28. Vista alzado (Fuente: elaboración propia)

- Perfil

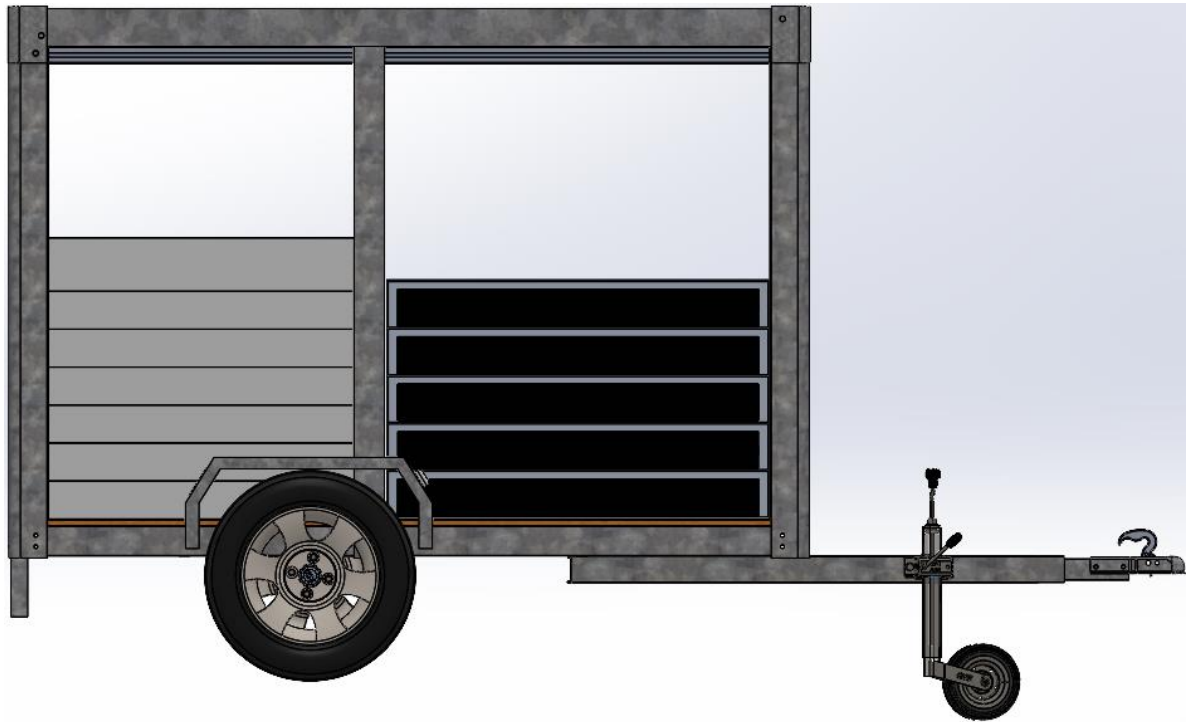


Ilustración 29. Vista perfil (Fuente: elaboración propia)

- Isométrica



Ilustración 30. Vista isométrica (Fuente: elaboración propia)

A continuación, se detalla los elementos y funciones principales del diseño, los planos con las medidas correspondientes van en el capítulo de anexos, apartado 7.2.

3.3.1. Estructura porta camillas

Dado que las camillas es el componente con mayor cantidad es el primer diseño realizado, desde el nacerán las distribuciones y futuros diseños.

Contando con una cantidad de 30 camillas se hace en un principio un diseño para que vayan estas distribuidas la mitad a cada lado del remolque

Se realizo un primer modelo para llevar las camillas en compartimentos individuales, guardando las mismas de forma perpendicular al remolque.

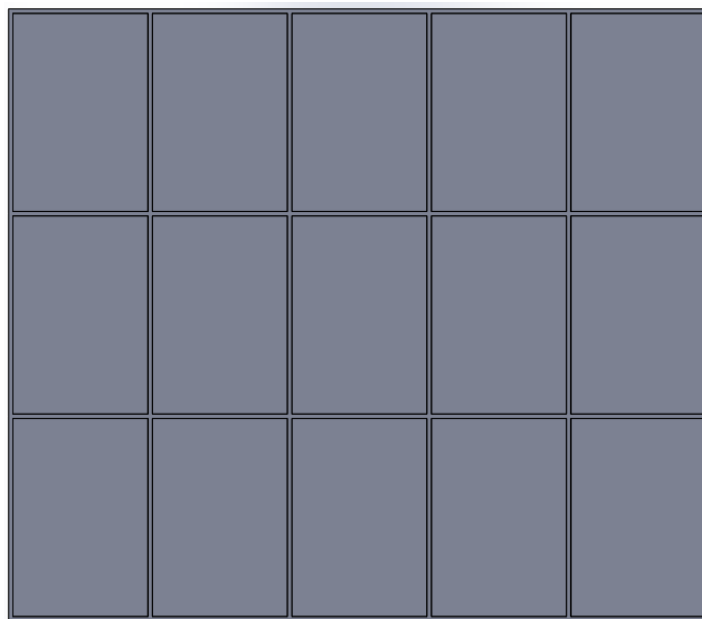


Ilustración 31. Primer diseño porta_camillas

Una vez hecho el diseño se observa que con el largo de la estructura (950mm/ud), si lo multiplicamos por las dos estructuras que hay que poner para poder obtener la capacidad de 30 camillas nos queda una anchura total del porta camillas de 1900mm, si a eso además se le añade la estructura de remolque, más ruedas, etc. se pasaría de la anchura máxima permitida para la circulación.

Se pone en conocimiento a los responsables de Protección Civil el problema con el primer diseño y se les plantea el siguiente diseño, aceptándolo y viéndolo más apropiado para la distribución.



Ilustración 32. Segundo diseño porta_camillas

Este segundo diseño es el definitivo, trata de 5 baldas horizontales, cada una de ellas tiene capacidad para 3 camillas, complementado las 15 por lado. La manera de colocar las mismas es de forma horizontal. Con este diseño conseguimos una anchura de (702,5mm/ud.).

3.3.2. Perfiles

La finalidad de estos perfiles es obtener los compartimentos necesarios para el remolque y dar la estructura interna del mismo.

Costa de perfiles de aluminio estandarizados para realizar estructuras. Sus dimensiones son de 45*45, contando con diferentes longitudes dependiendo de la zona de colocación.

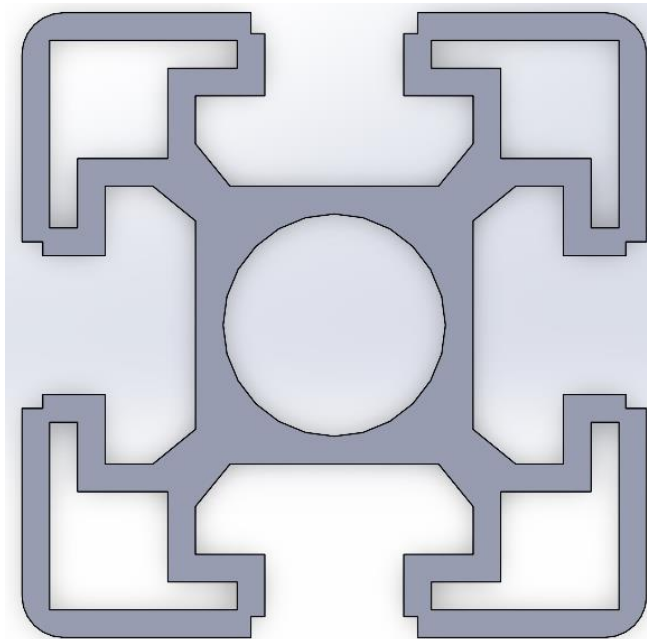


Ilustración 33. Perfil de aluminio 45x45

Las sujeciones al chasis se hacen mediante uso soportes y uniones de medialuna.



Ilustración 34. Anclaje perfiles a estructura.

Ancho * Alto (mm)	Longitud (mm)	Cantidad (Ud)
45*45	1245	14
45*45	1405	1
45*45	1015	2
45*45	840	2
45*45	300	4
45*45	230	4
45*45	165	2

Tabla 7. Longitudes y cantidades perfiles estructura

3.3.3. Chasis

El chasis de este remolque es único para este modelo, no se comercializa con medidas estandarizadas ya que es específico para lo solicitado.

Se basa en la unión de unos perfiles en forma de “U”, unidos por las plataformas que forman la estructura del remolque.

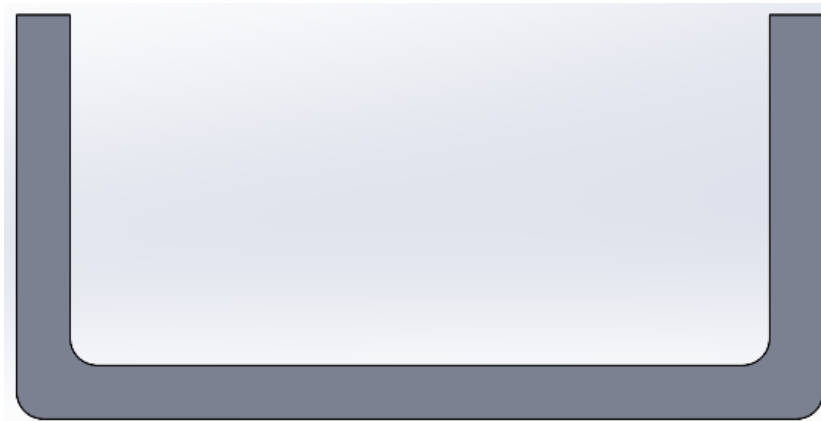


Ilustración 35. Perfil chasis

Tienen diferentes dimensiones y longitudes dependiendo de su posición, en la siguiente tabla se detallan las cantidades y resumen de medidas.

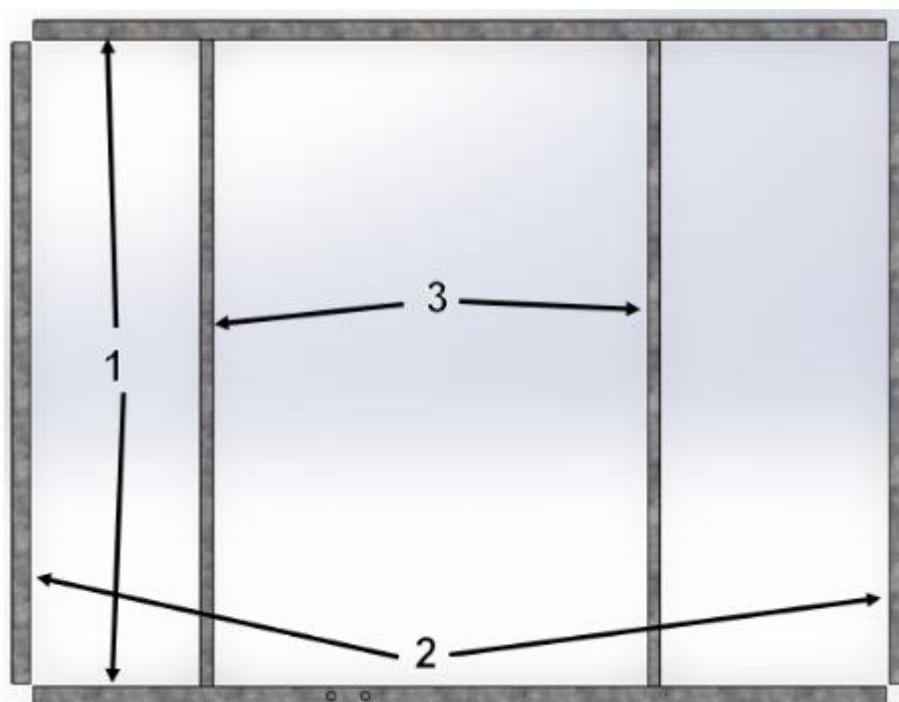


Ilustración 36. Chasis remolque

Componente	Ancho * Alto (mm)	Longitud (mm)	Espesor (mm)	Cantidad (Ud)
1	80*45	1997	5	2
2	80*45	1502	5	2
3	80*30	1583	5	2

Tabla 8. Medidas y cantidades perfiles chasis

3.3.4. Pilares

Los pilares laterales son los encargados de armar el chasis y toda la estructura del remolque. Se cuenta con el diseño de cuatro pilares, uno por cada esquina, siendo diferentes entre sí, pero con el mismo objetivo, la sujeción del chasis, estructura y complementar las funciones de las puertas correderas o de las paredes fijas.



Ilustración 37. Pilar lateral

Aparte de estos cuatro pilares, se cuenta con otros dos centrales que igualmente arman y dan consistencia a la estructura e igualmente complementan las funciones de las puertas correderas o de las paredes fijas.



Ilustración 38. Pilar central

Estos pilares guardan mano y por lo tanto unos deben de ir a la derecha y otros a la izquierda del remolque en el sentido contrario de la marcha de este.

Estos pilares son de acero galvanizado y se arman en su parte inferior con un tornillo pasantes con una tuerca bloqueante. En su parte superior se con un tornillo de rosca métrica.

Procedo a dar detalle de cada uno de los pilares, según su posición y sujeción al chasis.

- En la parte baja de los pilares laterales, tanto los de delante como los de atrás, llevan unos agujeros pasantes para la unión de los perfiles en forma de “U”, en ángulo de 90°, al chasis y a su vez un tornillo con tuerca bloqueante para evitar que con las vibraciones se pueda soltar el mismo.
- Los pilares centrales irán unidos al chasis con un corte en forma de “U” y a su vez un tornillo con tuerca bloqueante para evitar que con las vibraciones se pueda soltar el mismo.
- Así mismo los perfiles están diseñados de tal manera que se puedan abrir, de forma alterna las laterales, las tres puertas de cortina metálica y donde se sujetarán las tres chapas que impiden al acceso al remolque.
- Para completar la unión con la parte superior del remolque se hará mediante uno o dos taladros de métrica 15 y una profundidad de 40 milímetros.

3.3.5. Conjunto superior

Se ha considerado al llevar ciertos mecanismos, perfiles y chapas diferentes al resto del remolque, como un conjunto de cierre superior del mismo o una única estructura, compuesta por las siguientes partes:

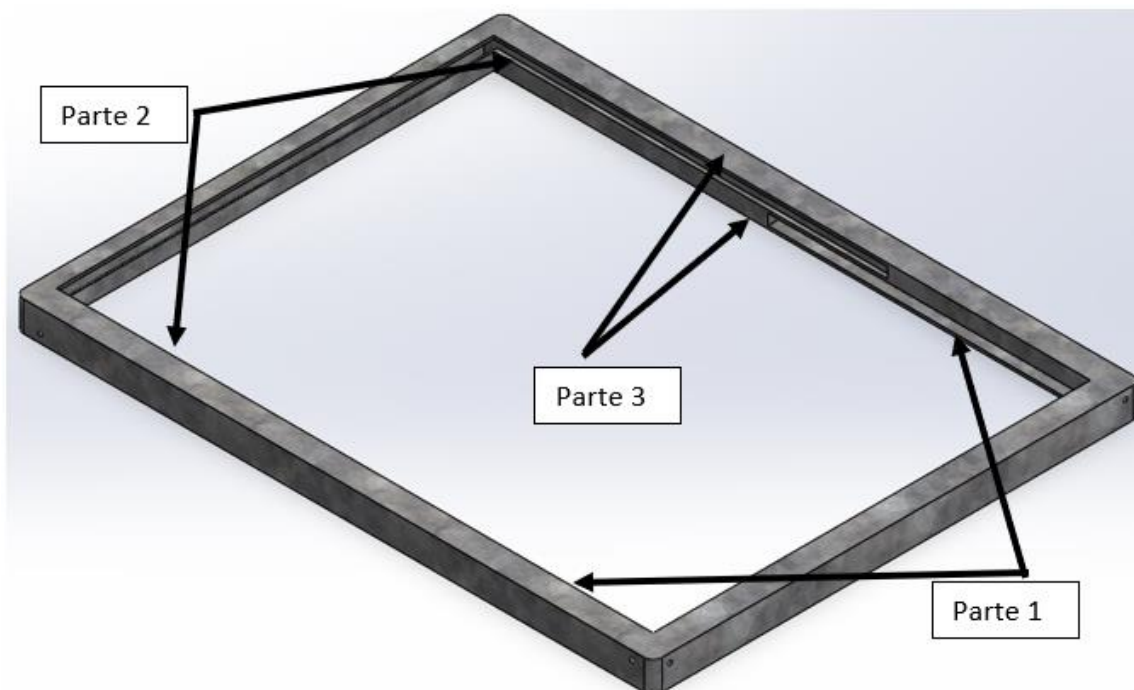


Ilustración 39. Conjunto superior

- Parte 1: Son perfiles simétricos en altura y por donde se desplazan las cortinas metálicas delanteras. Estas sólo se podrán abrir de forma alternativa, una estará abierta y la otra cerrada. Se hace así por seguridad a la hora de montar el albergue y evitar, por lo menos en el montaje, la sustracción del material que se

lleva dentro del mismo y siempre teniendo en cuenta el estado de necesidad de las personas a las que se va a atender.

- Parte 2: El cometido es el deslizar la cortina metálica de la parte trasera y se deslizará ésta por encima de la parte 1. Siguen siendo perfiles simétricos, aunque más anchos que los situados en los laterales.
- Parte 3: Serán dos falsos techos para evitar golpear las cortinas metálicas, tanto en su parte inferior o interior y el superior o techo definitivo que no soportara ningún tipo de carga. El falso techo interior irá anclados a los perfiles de 45x45 explicado con anterioridad. El techo superior irá sujeto a las uniones que se explican a continuación. Ambos estarán fabricados de fibra de vidrio.

3.3.6. Uniones conjunto superior con pilares

- Unión esquinas: Chapa de acero galvanizado doblada en ángulo de 90° con chaflán exterior y cerrada en su parte superior. Lleva 3 taladros, dos en una cara y uno sólo en la otra. Dependiendo de la esquina en la que vaya a hacer la unión, los taladros a una altura u otra.

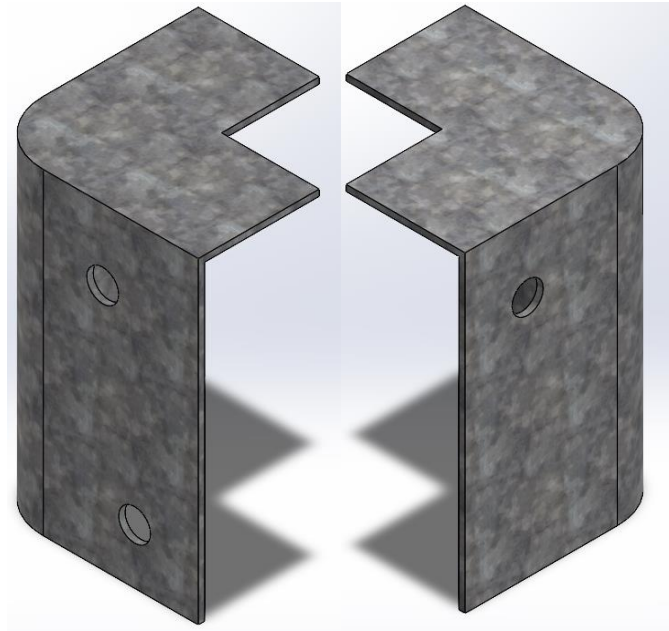


Ilustración 40. Unión superior

- Uniones centrales: Chapa de acero galvanizado doblada en ángulo de 90° con chaflán exterior y cerrada en su parte superior. Lleva dos taladros para sujetar el conjunto superior con el pilar central.

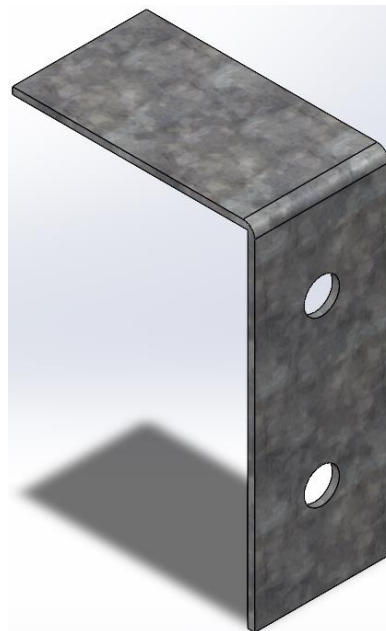


Ilustración 41. Unión central

Ninguna de las caras superiores de las uniones lleva taladro para no alterar las propiedades físicas de la fibra de vidrio que hace de techo. Esta fibra de vidrio está sellada con silicona a lo largo de los perfiles superiores y de las uniones centrales, así como las de las esquinas. Se sella con silicona, para permitir una cierta elasticidad de la fibra.

3.3.7. Lanza

En la lanza, que es de tubo cuadrado de acero galvanizado, del remolque se instala el cabezal correspondiente de arrastre, el cable de conexión del sistema eléctrico mediante un conector de 13 pines, así como la rueda de repuesto del remolque. Lleva incluida una rueda jockey, de 48 mm de diámetro, de caucho maciza sujeta con una abrazadera a la lanza.

Por otra parte, el cabezal de enganche a la bola de 50 milímetros es para una masa máxima autorizada de 750 kilogramos, fabricado en acero galvanizado. Va montada sobre una lanza cuadrada con cadena de seguridad de 8 mm en acero también galvanizado.

3.3.8. Eje

Eje sin freno, rígido para remolque del MMA de 750 kg con barras de torsión, con una distancia entre ejes 1600 y entre bujes 1870 mm, está sujeto al chasis del remolque mediante dos pletinas soldadas al mismo y a su vez sujetas con tornillos y tuercas. Su punto de equilibrio está situado a un 40% de la longitud de este desde la parte trasera del citado remolque.

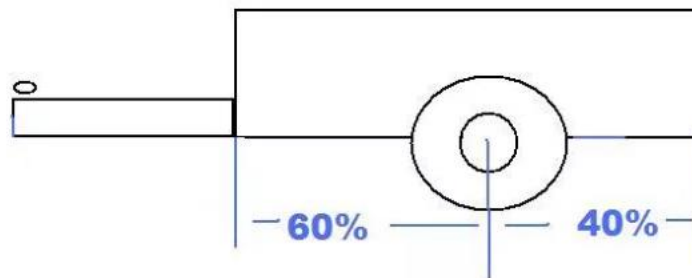


Ilustración 42. Posición eje en el remolque

Está fabricado en acero galvanizado. El buje sobre el que gira la rueda es autoengrasable.

3.3.9. Ruedas y guarda barro

Las ruedas son de caucho de todo tiempo, con una medida de 155 70 R13. Montadas sobre llanta de aleación de aluminio, con una presión máxima de 3 bares. Están infladas con nitrógeno con el fin de garantizar la seguridad.

El guardabarros está construido acero galvanizado con el fin de cubrir la rueda y evitar salpicaduras a los demás usuarios y vehículos que circulen para la misma carreta llevando, así mismo, unas faldillas de caucho para ampliar la seguridad y molestia a conductores y peatones.

Igualmente, estos soportan los catadióptricos obligatorios y el correspondiente alumbrado exigido por el Reglamento de Circulación y legislación vigente para circular por las carreteras de España y Europa.

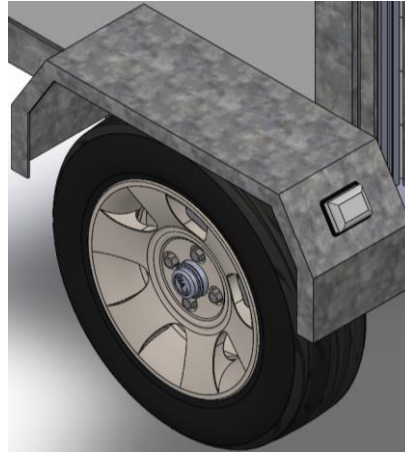
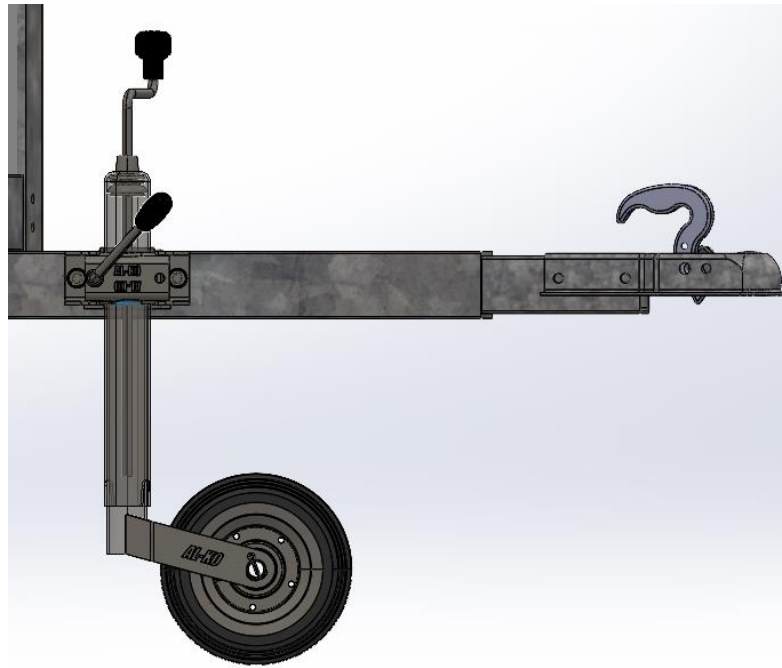


Ilustración 43. Diseño rueda con guardabarros

3.3.10. Rueda jockey

Para soportar el peso del remolque y facilitar su manejo sin el vehículo de arrastre, lleva incluida una rueda jockey de caucho maciza sujeta con una abrazadera a la lanza. El mecanismo de subida y bajada ésta, se encuentra embutido en cilindro, fabricado en el mismo material con un diámetro de 48 mm.



3.3.11. Superficie de suelo.

Con el fin de evitar vibraciones, corrosión, defectos de soldadura, etc.... se introduce entre el chasis del remolque y la carrocería en si dos elementos: un tablero fenólico y una chapa corrugada de acero galvanizado. El primero, con sus características técnicas explicadas anteriormente, evita la humedad, altas temperaturas y vibraciones al desplazarse por el campo o por la carretera o en un aparcamiento.

La segunda nos sirve de enlace con los pilares para comenzar la construcción y base fundamental de la carrocería.

3.3.12. Elementos normalizados

Los tornillos de rueda, enganche, jockey, así como otros elementos que puedan venir incluidos desde el proveedor o empresas auxiliares para el montaje de la estructura son elementos normalizados y por lo tanto fáciles de ser sustituidos por otros de calidad igual o superior

Los elementos que figuran en la tabla son aquellos que se utilizarán para unir, fijar o asegurar los elementos constructivos que se utilizan en la construcción del remolque y sus elementos auxiliares.

PIEZA	IMAGEN	MATERIAL	CANTIDAD
Tornillo M10*60		INOX	8
Tuerca bloqueante M10		Acero Cincado	8
Tornillos M15*45		INOX	16

Tabla 9. Elementos normalizados para montaje (Elaboración propia)

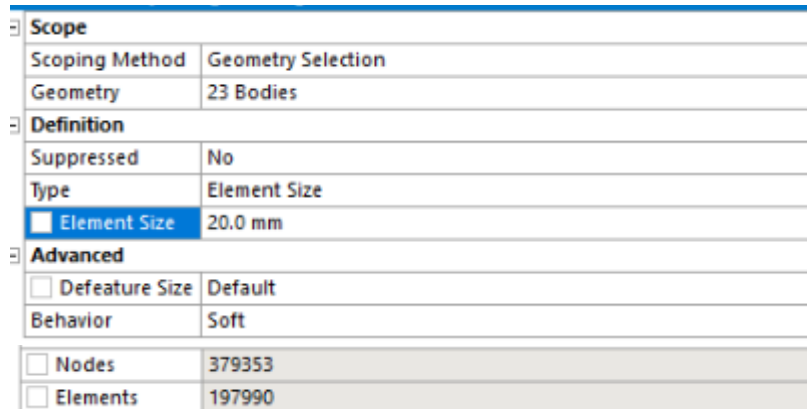
Una vez visto el diseño, montaje de estructura, suelo, ruedas, elementos auxiliares, etc... del vehículo descrito en este proyecto, se calcula un peso del remolque de 724 kilogramos, encontrándose dentro de la normativa española y europea para su circulación por las carreteras como remolque ligero.

3.5. CAE

Con ayuda del programa ANSYS, se realiza un estudio de elementos finitos en el ensamblaje del chasis del remolque diseñado con anterioridad. Los cálculos obtenidos son deformaciones, tensiones y factor de seguridad.

Los cálculos de elementos finitos se resuelven sobre una malla, cuyo objetivo es dividir el diseño en elementos de pequeño tamaño y con lo más uniformes posibles, las uniones entre elementos son nodos.

El diseño se divide en elementos de un tamaño máximo de 20 mm, cubriendo toda la geometría a estudiar.



Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	23 Bodies
Definition	
Suppressed	No
Type	Element Size
<input checked="" type="checkbox"/> Element Size	20.0 mm
Advanced	
<input type="checkbox"/> Defeature Size	Default
Behavior	Soft
<input type="checkbox"/> Nodes	379353
<input type="checkbox"/> Elements	197990

Ilustración 44. Propiedades malla cálculos ANSYS

Los puntos de anclaje fijos para la realización del estudio han sido tres: El propio punto de apoyo del vehículo tractor y dos útiles que simulan las ruedas del remolque. En la siguiente imagen los puntos se encuentran referenciados con flechas de color rojo.

Para la realización del estudio se ha ejercido una fuerza de 5000 Newtons con el siguiente reparto de los pesos del remolque: Delante 60 % y detrás 40%. Todo ello basado en el siguiente criterio: se considera que la estructura del chasis pesa unos 250 kg y en un intento de ajustar a la MMA de los 750 kg que marca la legislación vigente.

También se ha considerado en el estudio la fuerza de la gravedad que lógicamente ha de estar presente en el estudio. Ambas fuerzas están reflejadas en la siguiente imagen en color naranja.

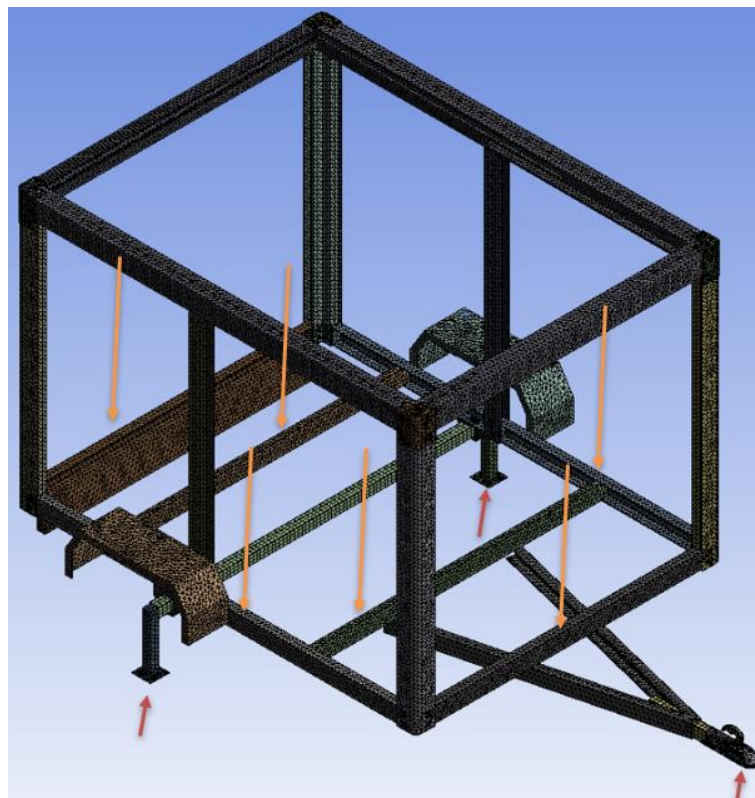


Ilustración 45. Diseño con malla, fijaciones y fuerzas

3.5.1. Cálculos

Una vez definida la malla y fijado los puntos inmóviles de nuestro diseño, se realizan los siguientes cálculos para sacar conclusiones del diseño de remolque creado, se hacen los siguientes análisis:

- Deformaciones:

Con este análisis se calculan las deformaciones totales y parciales por ejes de nuestra estructura, los resultados obtenidos se dan en mm, obteniendo un máximo de deformación.

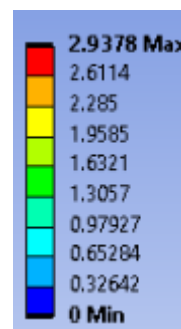


Ilustración 46. Escala deformación total. (Fuente: ANSYS)

La deformación máxima obtenida es de 2,94 mm, comparando esta deformación con las dimensiones del diseño, es insignificante, y como veremos a continuación no pone en peligro su uso.

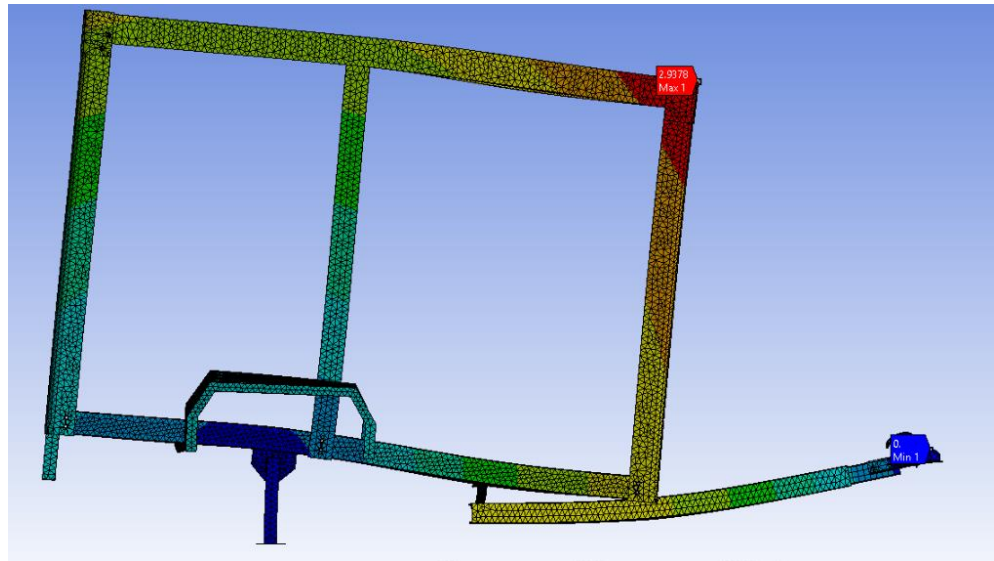


Ilustración 47. Deformación total estructura (Fuente: ANSYS)

Como se puede observar la parte de mayor deformación es la parte alta de la parte frontal de la estructura, ya que en esa parte es donde más peso soporta el remolque, y se encuentra en la parte media aproximada de los apoyos fijos.

- Stress Von-Misses

Este análisis analiza el conjunto de tensiones de Von-Misses que va a soportar nuestro diseño, nos facilita valores mínimos y máximos con las fuerzas

que se han definido con anterioridad, este indicador indica el buen diseño para materiales dúctiles.

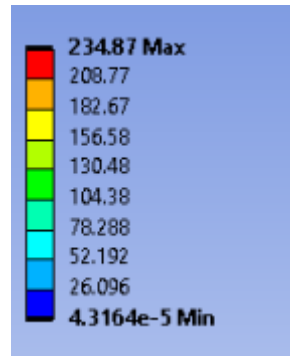


Ilustración 48. Escala tensión de Von-Mises (Fuente: ANSYS)

Las tensiones varían entre 4,32 e-5 y 234,9 MPa.

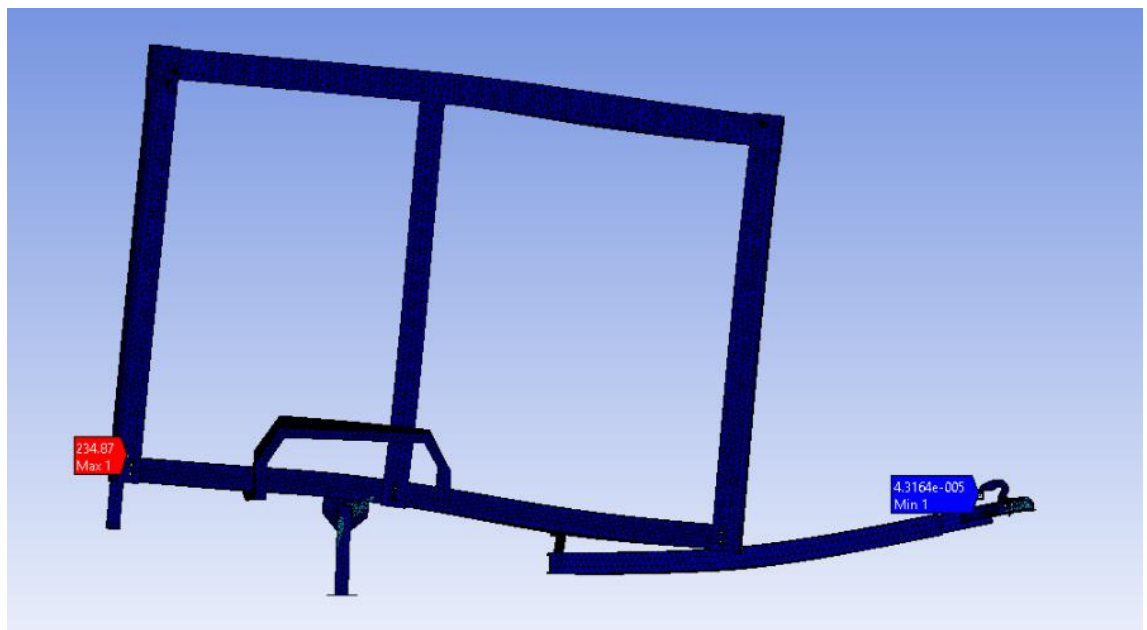


Ilustración 49. Tensión de Von-Mises estructura (Fuente: ANSYS)

Como se puede apreciar, casi toda la estructura, excepto algún punto puntual está en color azul, con lo que esto significa que está en valores por

debajo del límite elástico del material., los valores máximos aparecen en los tornillos que unen materiales y sostienen la estructura.

- Factor de seguridad:

Este estudio refleja la seguridad del diseño analizándolo junto con las fuerzas descritas y dando un valor que indica si es seguro.

Para que se considere seguro debe tener un factor de seguridad superior a 1, pudiendo alcanzar un máximo de 15, si cumple estos requisitos será capaz de no perder propiedades, no deformarse demasiado o generar roturas.

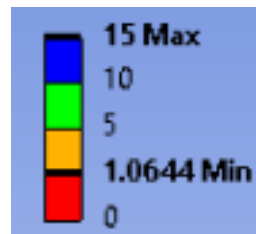


Ilustración 50. Escala factor de seguridad (Fuente: ANSYS)

El factor de seguridad va desde 1,06 hasta 15, siendo mayoritariamente 15 excepto en puntos muy concretos, coincidiendo con los puntos de máxima tensión de Von-Mises.

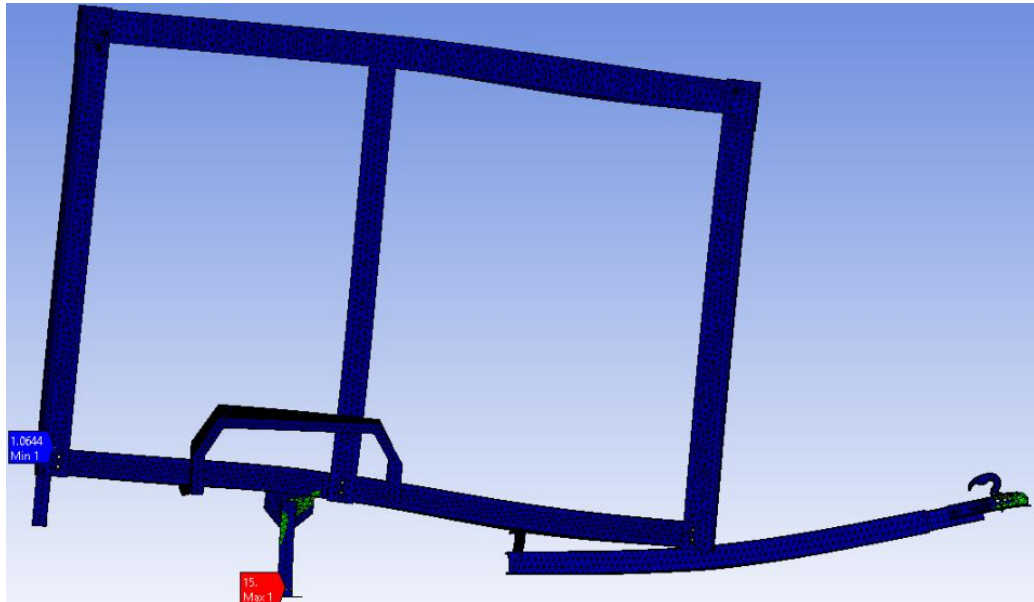


Ilustración 51. Factor de seguridad estructura (Fuente: ANSYS)

Viendo que prácticamente el remolque entero se encuentra en color azul, significando que se encuentra en factor de seguridad 15, siendo un diseño completamente seguro para su uso.

- Resumen cálculos

En la siguiente tabla se hace un resumen de los resultados analizados y explicados con anterioridad.

Results	Minimum	Maximum	Units	Time (s)
Total Deformation	0.	2.9378	mm	1.
Equivalent Elastic Strain	2.9289e-010	1.1743e-003	mm/mm	1.
Equivalent Stress	4.3164e-005	234.87	MPa	1.
Safety Factor	1.0644	15.	Units Unavailable	1.
Directional Deformation	-2.5169	0.73115	mm	1.
Directional Deformation 2	-0.21091	1.9274	mm	1.
Directional Deformation 3	-0.61744	0.61382	mm	1.

Tabla 10. Tabla resumen de estudios (Fuente: ANSYS)

Capítulo 4 . PRESUPUESTO

Este capítulo está destinado al análisis del coste de los materiales necesarios para la fabricación del remolque diseñado.

Los precios pueden verse afectados a la realidad ya que los componentes estas buscados con ventas de unidades y no de empresa, en el apartado de anexo se pueden ver ejemplo de los precios.

Presupuesto Materiales			
Componente	Precio ud. (€)	Unidades	Subtotal
Acabazal de enganche	22,99	1	22,99
Lanza	99	1	99
Rueda jockey	38,99	1	38,99
Rueda motriz	125	1	125
Semi eje	61,45	2	122,9
Luces vehiculo	30	1	30
Chasis	500	1	500
Eje	227,2	1	227,2
Guardabarros	27,27	1	27,27
Suelo de madera	179	1	179
Perfiles aluminio (€/m)	44,71	24	1073,04
Fibra de vidrio	14,5	2	29
Chapas generales	25	3	75
Costes adicionales	25	16	400
Total (€)			2949,40

Tabla 11. Presupuesto materiales

En la tabla anterior se ven los precios de los componentes básicos y necesarios para la construcción del remolque, los costes adicionales son personal de montaje, soldadura, etc. con la cantidad de horas estimadas que pueden tardar en fabricar el remolque.

Capítulo 5 . CONCLUSIONES

El objetivo principal de este proyecto era el diseño y cálculo de un remolque para protección civil, con el fin de usarlo para el transporte de un albergue de campaña para cualquier situación de emergencia.

Para poder llevar a cabo el diseño se ha usado el programa de CAD, SolidWorks®, dibujando y ensamblando hasta conseguir el diseño final del remolque, gracias al diseño creado y con ayuda del programa de CAE, ANSYS, se han calculado la seguridad del prototipo.

Se han tenido en cuenta diseños de varios remolques ya comercializados para todo el proceso del prototipo. Gracias a los elementos de diseño y calculo se ha podido verificar distintas variables y dando así al facilidad de optimizar el tiempo en un proyecto de esta envergadura.

Capítulo 6 . BIBLIOGRAFÍA

(*Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado*, s/f)

Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (s/f). Boe.es. Recuperado el 16 de junio de 2022, de <https://www.boe.es/>

(Blanca, 2018)

Blanca, C. A. (2018, marzo 1). *Los 5 Tipos de remolque y de enganches*. Camping Arena Blanca. <https://www.campingarenablanca.com/tipos-de-remolques/>

(*Frenos: Elementos y Mantenimiento*, 2019)

Frenos: Elementos y Mantenimiento. (2019, marzo 26). Hermanos Laredo. <http://www.hermanoslaredo.com/frenos-elementos-mantenimiento-empresa-de-transporte/>

(G., 2018)

G., C. M. (2018, agosto 20). DISTRIBUCIÓN DE CARGA EN REMOLQUES DE MANERA SEGURA - Motor y Dominio. *Motor y Dominio* -. <https://www.motorydominio.com.mx/tips/distribucion-de-carga-en-remolques-de-manera-segura>

(*Ministerio de Industria, Comercio y Turismo - Industria y PYME*, s/f)
Ministerio de Industria, Comercio y Turismo - Industria y PYME. (s/f). Gob.es.
Recuperado el 16 de junio de 2022, de <http://industria.gob.es>

(*Para qué sirven las ruedas jockey en un remolque*, 2019)
Para qué sirven las ruedas jockey en un remolque. (2019, octubre 28). Littleway
ES; Littleway Team España. <https://www.littlewayteam.com/blog/para-que-sirven-las-ruedas-jockey-en-un-remolque/>

(RACE, 2021)
RACE. (2021, julio 12). *La normativa que debes cumplir si llevas un remolque ligero con tu coche*. RACE. <https://www.race.es/normativa-remolques-ligeros>

(*Remolque de carga Galvanizado F200 Merca-Mòbil tipo furgón*, s/f)
Remolque de carga Galvanizado F200 Merca-Mòbil tipo furgón. (s/f). Merca
Mòbil. Recuperado el 16 de junio de 2022, de <http://merca-mobil.com/es/remolques-furgon/84-merca-mobil-f200.html>

(RSS, 2021)
RSS. (2021, febrero 5). *TABLA CATEGORÍAS DE VEHÍCULOS vs CLASIFICACIÓN POR CONSTRUCCIÓN*. Corsán Ingeniería de Gestión S.L.U; Corsán Ingeniería de

Gestión. <https://homologacion-vehiculos.com/tabla-de-clasificacion-de-categorias-de-vehiculos/>

(Tráfico y Seguridad Via, s/f)

Tráfico y Seguridad Via, R. (s/f). *Viajar con remolque: todo lo que necesitas saber.*

Dgt.es. Recuperado el 16 de junio de 2022, de

<https://revista.dgt.es/es/reportajes/2017/07JULIO/Reportaje-remolques.shtml>

Capítulo 7 . ANEXOS

7.1. Precios componentes

- Cabezal de enganche



- Lanza

Lanza para remolques de hasta 1300kg



99⁰⁰ €

Precio final del producto

Financiación: 25,36 € x 4 cuotas en 90 días con Paga en 4 de Cofidis (Total adeudado 101,44€, Coste del crédito 2.44€, TAE 21,21%) Ver más

Avisar de alguna información del producto errónea.

- Rueda jockey



**vidaXL Rueda jockey de
remolque 48 mm con 1
abrazadera dividida**

Marca: vidaXL
Vendedor: vidaXL

38.99 €

IVA incluido

 **Añadir al carrito**

- ✓ En stock
- ✓ Envío GRATIS
- ✓ Paga en 3 cuotas
- ✓ Tiempo de envío: 3-5 días hábiles ⓘ

- Ruedas motrices



**CONJUNTO: DOS RUEDAS 155/70 R13
UNITRAILER**

Conjunto de dos ruedas completas 155/70 R 13 para remolques de coches.

 **UNITRAILER**

Fabricante: UNITRAILER
Valoración: ★★★★★ 5,00 / 5 (1opinión)

 Mucha cantidad del producto.
> Ya podemos enviar **desde 26,00 €** [Consulte tiempo y gastos de envío](#)

125,00 €

103,31 € Precio neto

- 1 + **AÑADA A LA CESTA** 

- Semi eje






Semi eje sin freno con sección de 40x40 mm.
Longitud sección 200 mm.
Velocidad máxima 40 Km/h.
Cuatro tornillos con diámetro 12 mm con distancia 98 mm.
Buje central con diámetro 58 mm.
Carga semije a 25 km/h de 500 Kg.

61,45 € IVA incl

- Luces del vehículo



Juego de iluminación para remolque 12 piezas, enchufe de 13 pines, incluida la bombilla

EAN: 4064649002838
Número de artículo: 390000924
★★★★★ 1

- Porque la seguridad vial es la máxima prioridad
- Luces de remolque con marca E
- Montaje rápido y sencillo
- Nota - Para cumplir con las directrices del Reglamento alemán sobre permisos de circulación (StVZO), asegúrese de que las luminarias y la tierra estén firmemente conectadas entre sí.
- Volumen de suministro - 2x luces de tres cámaras (intermitente, freno, luz trasera), 2x luces de matrícula, 2x reflectores triangulares, 4x reflectores laterales - amarillo, 1x enchufe de 13 polos, 1x cable de 5m, 7 núcleos.
- 3 años de garantía legal

-17%
PVP: 29,99€
24,80 € Se ahorra 5,19 €
Incl. IVA Excl. envío

1

En stock

Añadir al carrito

Añadir al folleto

Preguntas sobre este artículo

Protección Compras
4,07
Buen

- Eje sin freno



Otras opciones:

205,70 €

unitrailer

Envío por 21,50 €

4,2/5 ★ (143)

- Guardabarros



€ 27,27

- Suelo de madera



★★★★ 3,8 (20)

179,00 €

Financia tu compra

- 1 +

- Perfiles 45*45



ENVIO
3-4 DÍAS
Requiere
transporte
especial

15 Entrega en 24 horas

182 Disponible para entrega en 24/48 horas

- 1 + unidades

Añadir

Disponibilidad de stock

Precio Unidad

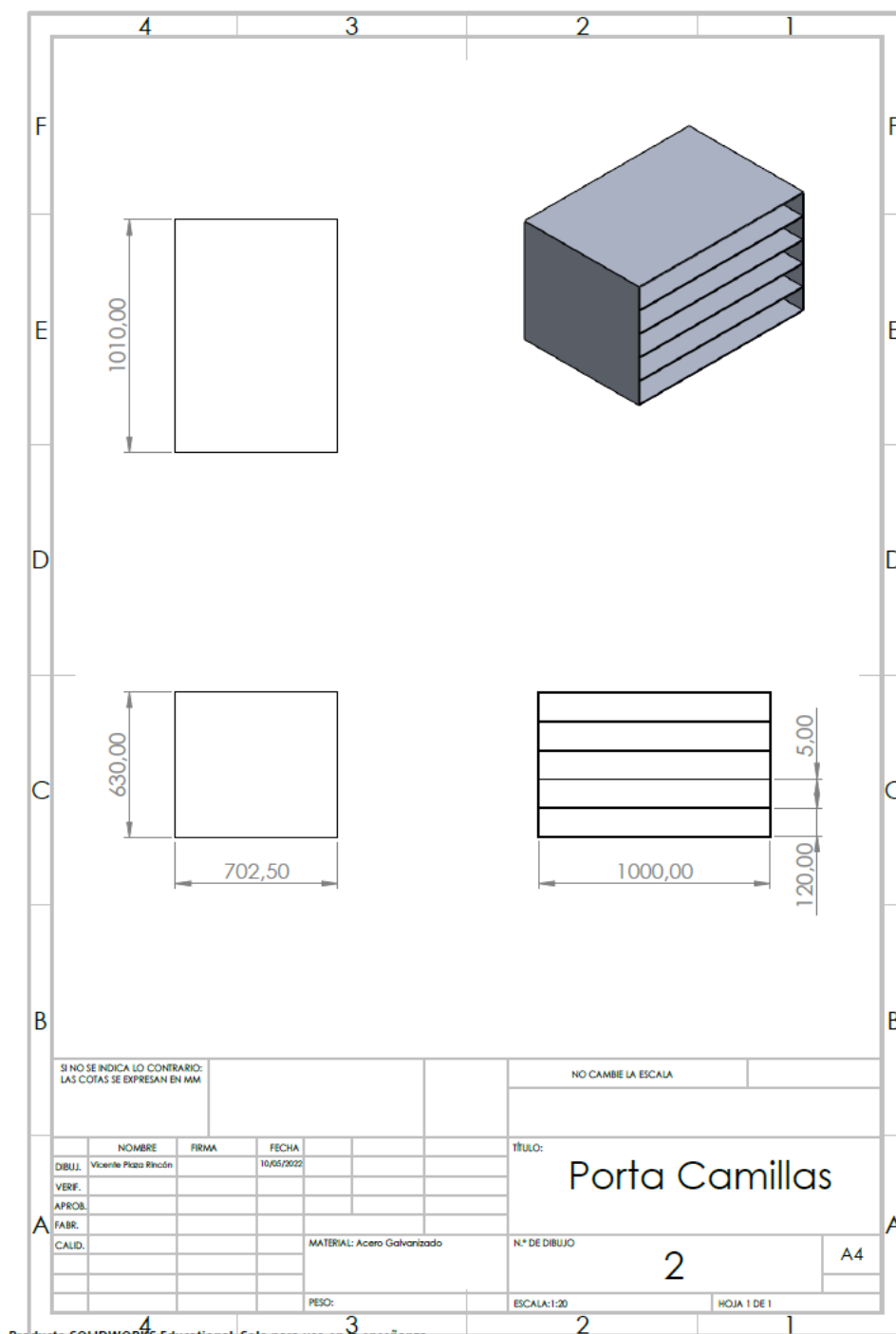
36,95 €
(exc. IVA)

44,71 €
(inc. IVA)

7.2. Planos CAD

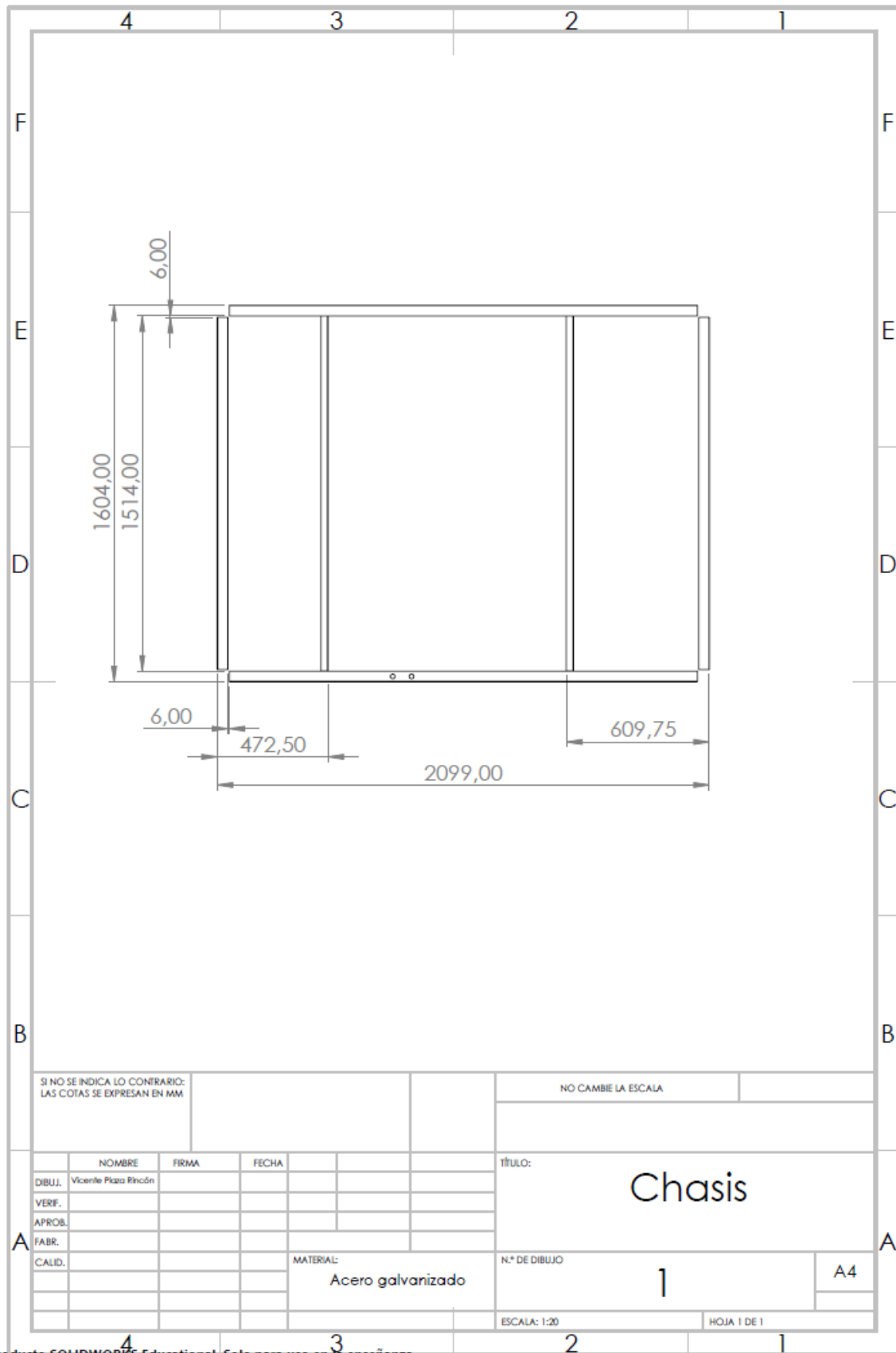
En el caso de que haya varios planos del mismo elemento, por modificaciones de cotas en plano, solo se referenciara uno de ellos como ejemplo, en el caso de que hagan falta más, se pueden facilitar.

- Estructura porta camillas

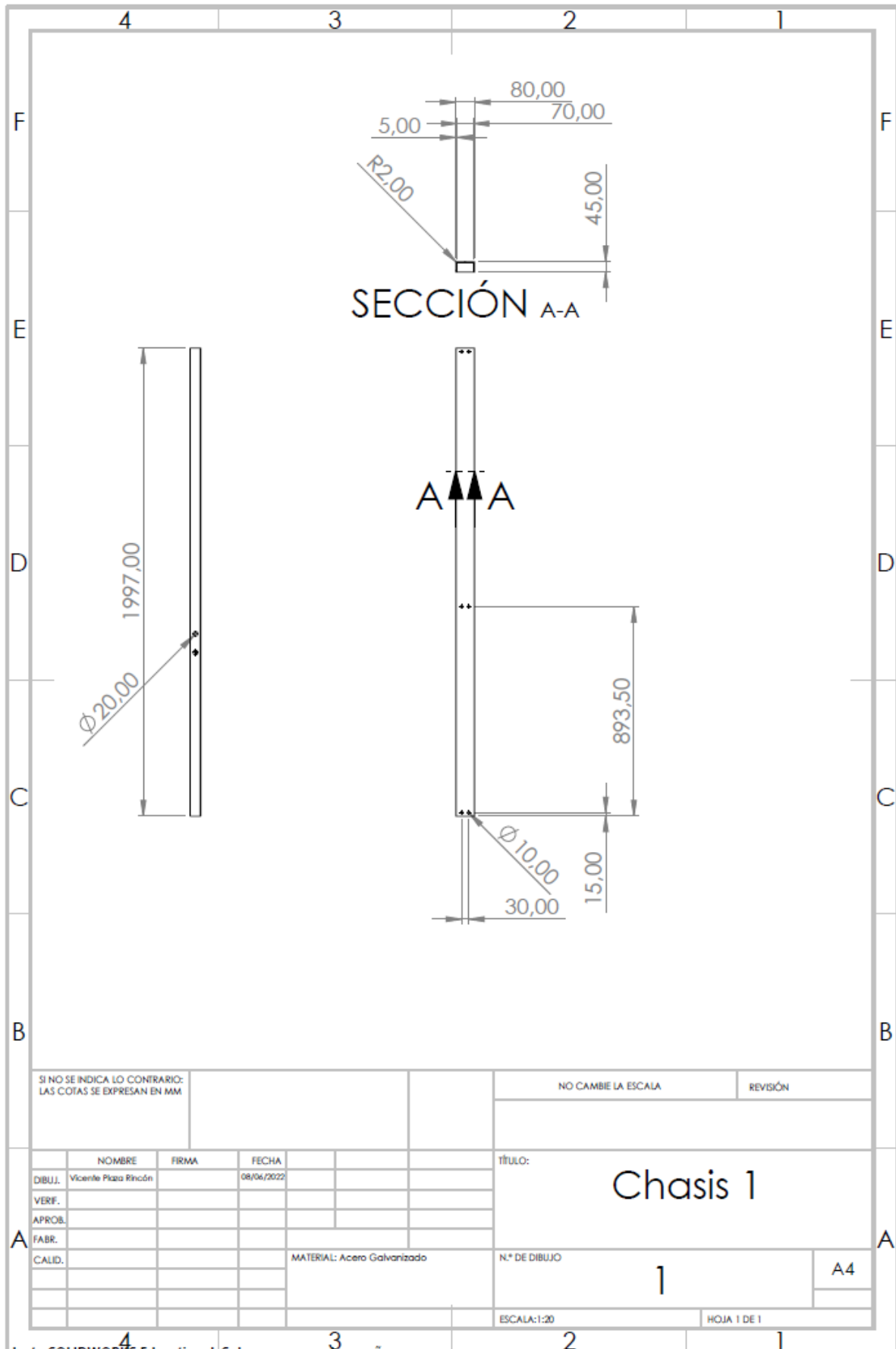


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

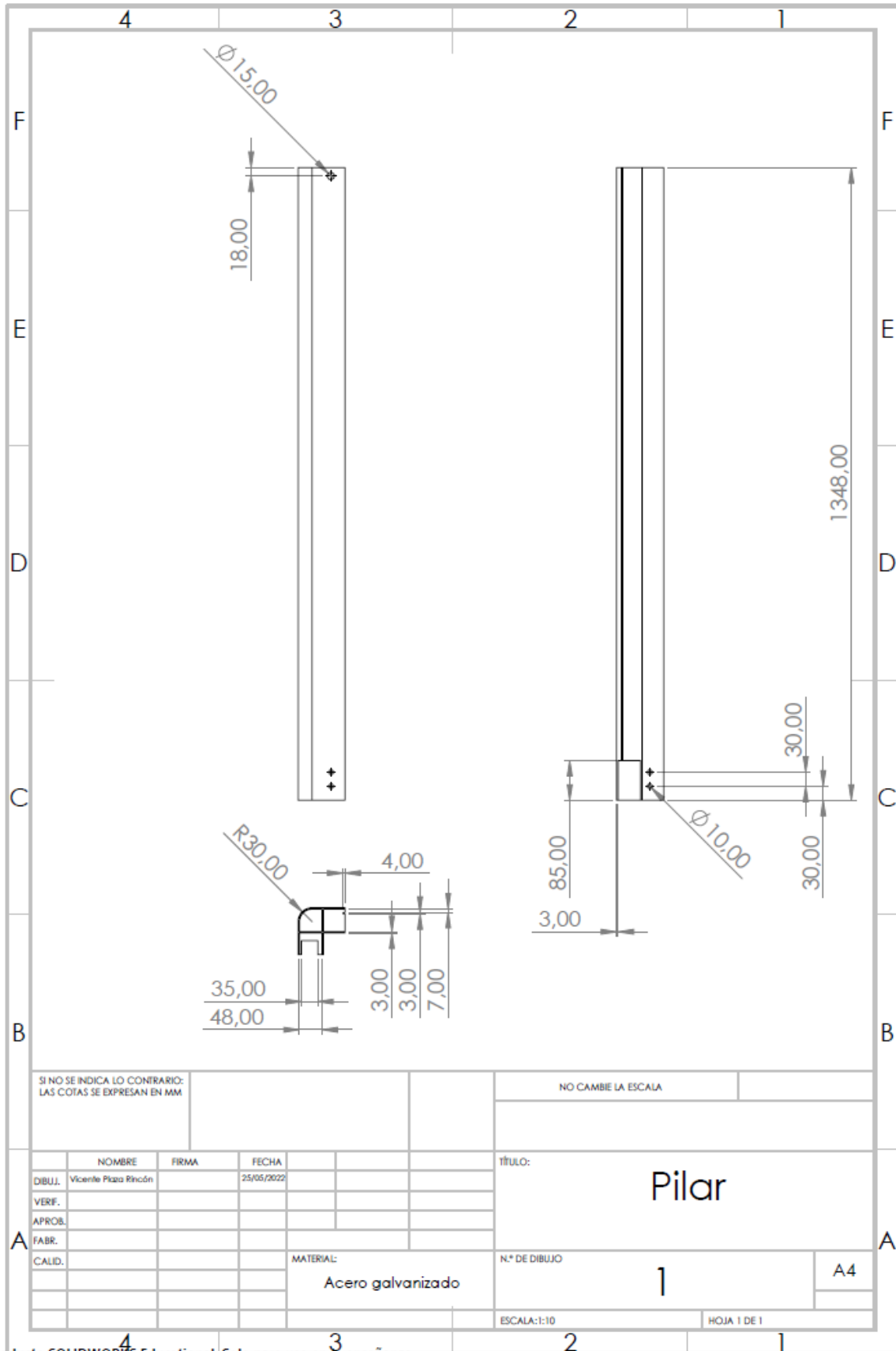
- Chasis



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

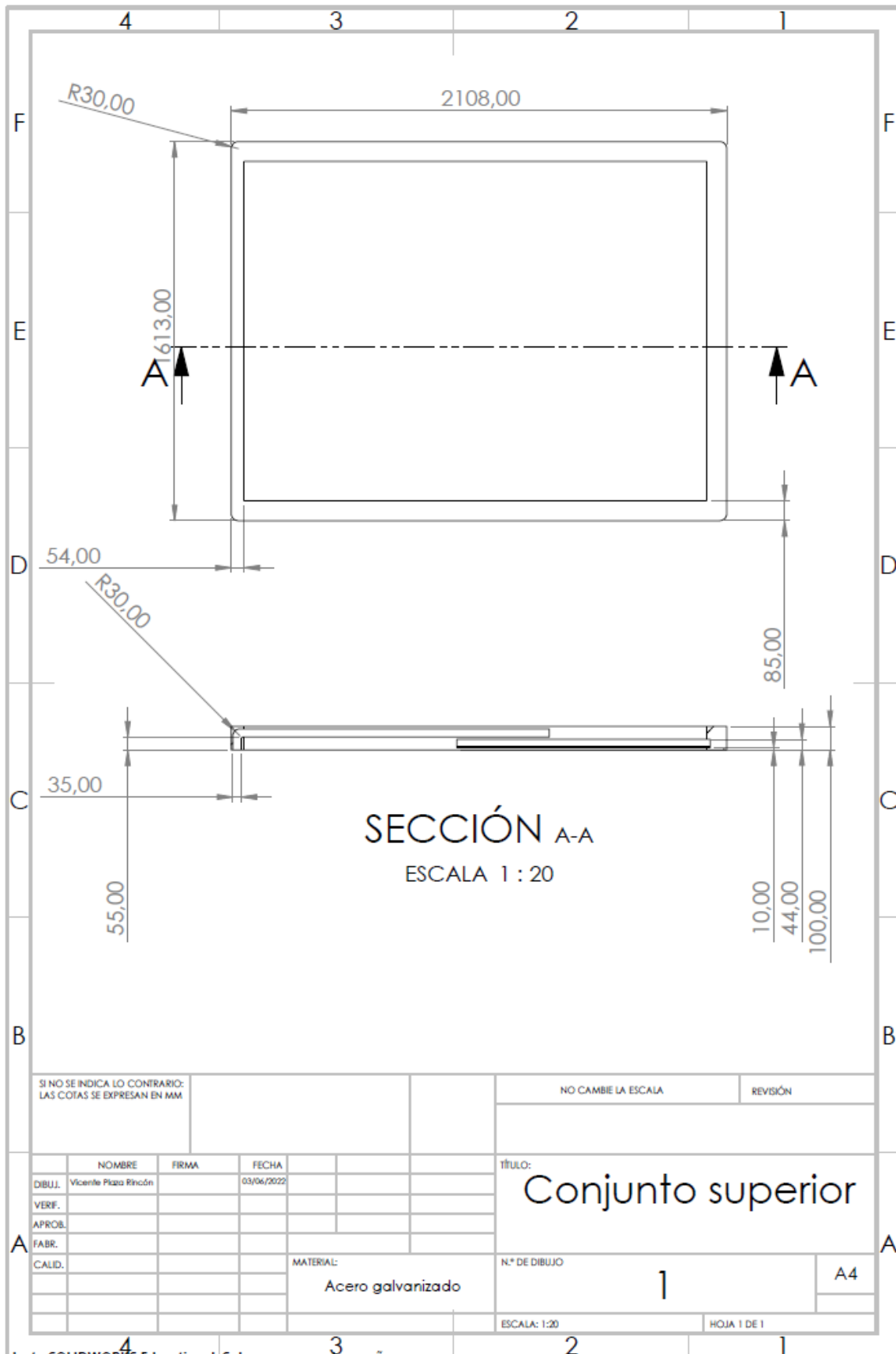


- Pilares

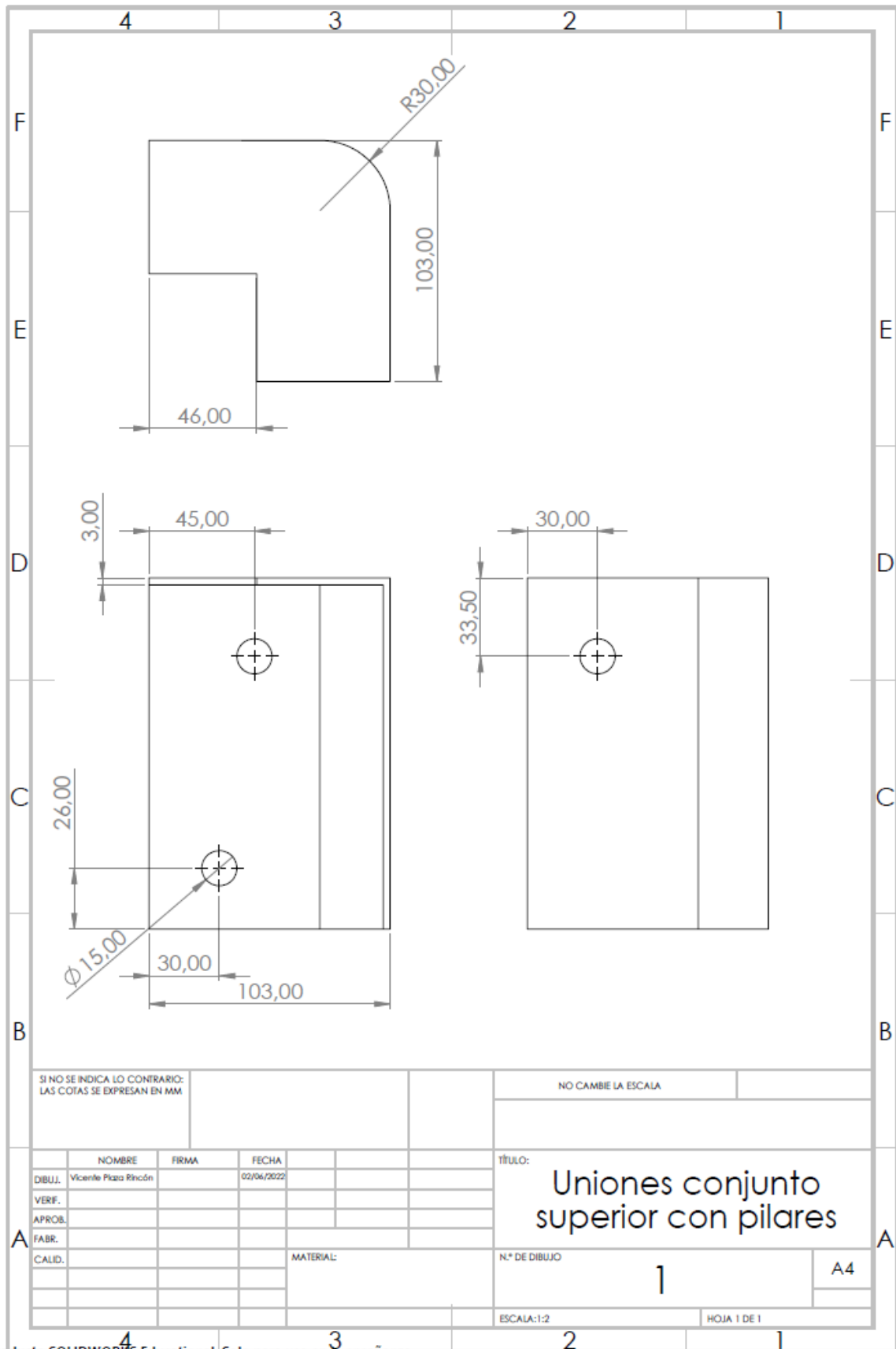


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

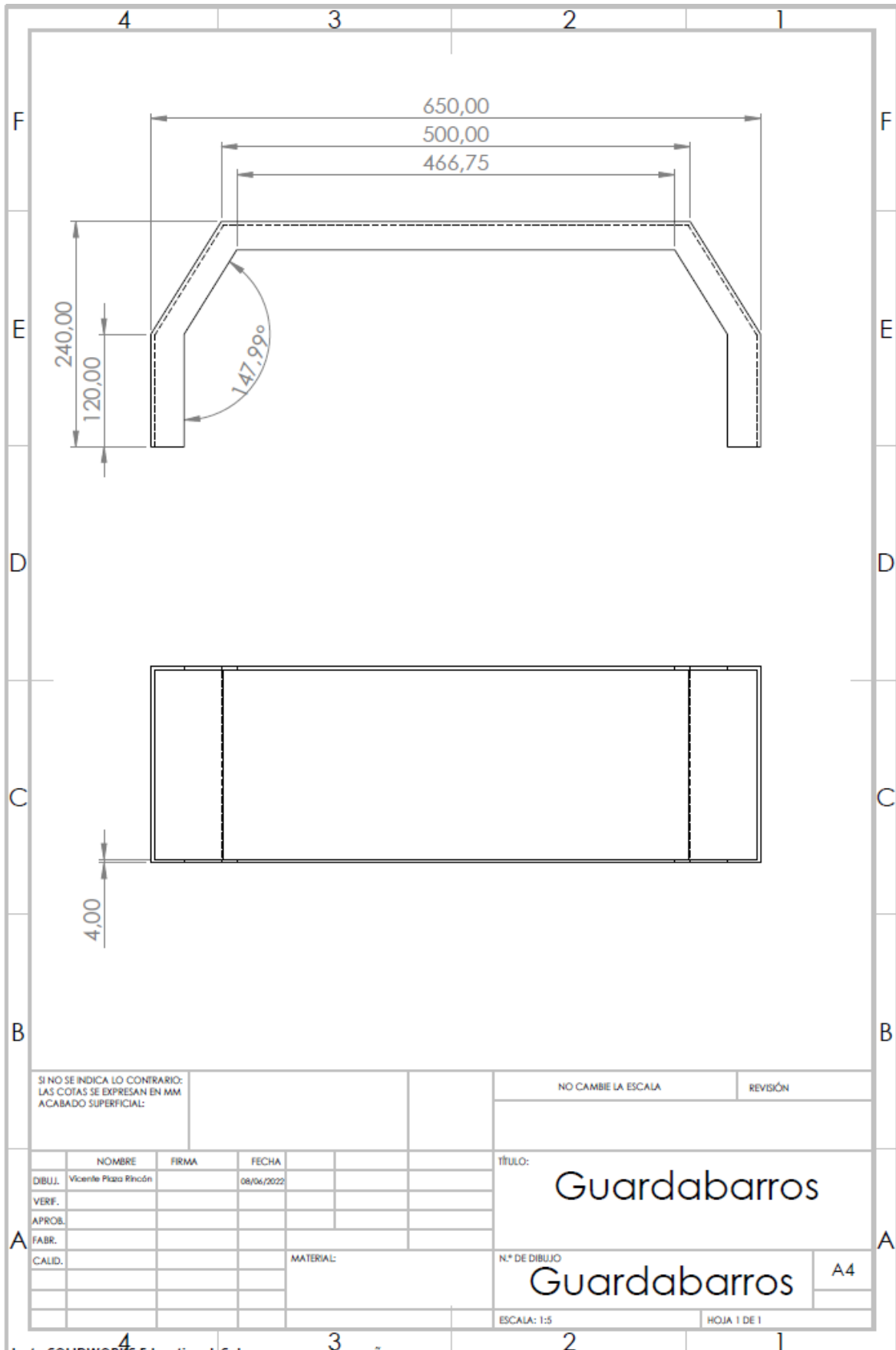
- Conjunto superior



- Uniones conjunto superior con pilares



• Guardabarros



- Distribución remolque

