

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



“ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE
FRIGORÍFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE
MADERA”

TRABAJO FIN DE GRADO

Abril -2023

AUTOR: Ángel Salar Meseguer

DIRECTOR/ES: Miguel Ángel Oliva Meyer

ÍNDICE

1. INTRODUCCION	1
2. MATERIAL Y MÉTODO	3
2.1. Diseño de la estructura del chasis en madera de coníferas de abeto	6
2.1.1. Requisitos portamatriculas y protecciones laterales	11
3. RESULTADOS	14
3.1. Análisis de pesos	14
3.2. Cálculo de flexión y compresión	14
3.2.1. Doble carga máxima (310.000 N)	14
3.2.2. Frenada con fuerza de 1G (9.81 N)	19
3.2.3. Bloqueo del tren trasero sin carga (46.010 N)	23
3.2.4. Bloqueo del tren trasero con carga (356.010 N)	28
3.2.5. Vuelco lateral con fuerza de 0.5G (4.905 N)	33
3.3. Estudio de ahorro de peso	38
3.4. Uniones en estructuras de madera (Argüelles, Arriaga y Martínez, 2000)	40
3.4.1. Por la forma de encuentro entre las piezas:	40
3.4.2. Por el medio de unión empleado:	42
3.4.3. Uniones tradicionales	42
3.5. Disminución de la huella de carbono (ahorro en el uso de hierro)	43
4. CONCLUSIONES	45
5. BIBLIOGRAFÍA	47
6. ANEXOS	50
6.1. Planos de Piezas	50
6.1.1. Larguero Marco Inferior	50
6.1.2. Travesaño Marco Inferior	51
6.1.3. Larguero Central Parte Inferior	52
6.1.4. Travesaño Interior Marco Inferior	53
6.1.5. Pilar Altura Lateral	54
6.1.7. Travesaño Marco Superior	56
6.1.11. Cruz Central Marco Superior	64
6.1.12. Travesaño Frontal	66
6.1.13. Pilar Frontal	67
6.1.14. Refuerzo Celosia Marco Inferior	68
6.1.15. Larguero delantero celosia Marco Inferior	69
6.1.16. Pilar Celosia Marco Inferior	70
6.1.17. Larguero Trasero Celosia Interior	71
6.4. Planos de Conjuntos de Piezas y Ensamblajes	72
6.2.1. Cruz Central Marco Inferior	72
6.4.1. Cruz Refuerzo Lateral	73
6.4.2. Cruz Central Extremos Marco Superior	74
6.4.3. Cruz Central Interior Marco Superior	75
6.4.4. Ensamblaje Marco Inferior - Montaje	76
6.2.6. Ensamblaje Marco Inferior – Lista de Materiales	76
6.2.7. Ensamblaje Marco Superior – Montaje	77
6.2.8. Ensamblaje Marco Superior – Lista de Materiales	77
6.2.9. Ensamblaje Caja Autoportante - Montaje	78
6.2.10. Ensamblaje Caja Autoportante – Lista de Materiales	78
6.2.11. Conjunto frontal	79
6.2.12. Conjunto Soldado del King Pin	80
6.2.3. Ensamblaje Tridem	81
6.3. Plano General - Chasis Autoportante	82

1. INTRODUCCION

Debido a la situación actual del transporte de mercancías por carretera, la cual ha sido propiciada por la pandemia del COVID-19 y de guerra actual entre Ucrania y Rusia, lo que ha hecho que se encarezca el precio del combustible y así muchos otros bienes y servicios, vamos a analizar y diseñar la estructura de un semirremolque rígido para camión frigorífico en madera para así mejorar el peso total de los vehículos de transporte de mercancías, disminuyendo la cantidad de acero de su estructura y en su lugar utilizar un material alternativo y mas sostenible como la madera, y así conseguir un ahorro energético disminuyendo el consumo de combustible.

La importancia del transporte se origina en el Antiguo Imperio Romano donde extendieron una amplia red de carreteras, lo que supuso en la Península además de mejorar la movilidad de los militares y ciudadanos, el desarrollo del comercio y de los servicios de transporte por tierra firme (Puente, 2011).

Remontándonos al siglo XX, el transporte de mercancías por carretera vuelve a tomar importancia, puesto que, en la segunda mitad del siglo XIX dicha modalidad queda a un lado y es el transporte ferroviario el que protagoniza la economía y la vida de los españoles. Esta vez, vuelve con una novedad: el automóvil, que ha sustituido la tracción animal por el motor de explosión, el neumático y el petróleo.

Actualmente, debido al sistema de infraestructuras del que está provisto la Península y la coordinación existente entre el mismo, hace posible un rápido y continuo avance del transporte, tanto en la distribución territorial como en los procesos de gestión. Estos rápidos avances hacen que aumente la importancia de la modalidad del transporte de mercancías por carretera, ya que las transacciones económicas no pueden llevarse a cabo hoy en día sin depender de la existencia de un flujo permanente de materias primas, productos y servicios que se desplacen entre ciudades, regiones y países, haciendo posible un mejor aprovechamiento de las ventajas comparativas de cada una de ellas (Campos y Socorro, 2010).

Pero, no es oro todo lo que reluce. Además de las ventajas económicas y sociales (mayor bienestar social), también presenta desventajas como las que se enumeran a continuación:

- Contaminación atmosférica.
- Contaminación acústica.
- Intrusión visual.
- Impactos sobre el territorio.
- Muertes y lesiones que se producen en los accidentes.
- Incremento de la huella de carbono en su fabricación

Pese a las ventajas y desventajas que podemos obtener de este sector tan potente, el cual representa un 10% del PIB español en 2021, según datos del Instituto de Comercio Exterior, podemos decir que no sólo se trata de un sector importante a nivel económico, si no que se trata además de un elemento de unión social puesto que tanto a nivel de movilidad de personas como de mercancías es un componente esencial de la naturaleza de la Unión Europea y se ha reconocido como derecho esencial de los ciudadanos.

En este estudio, nos vamos a centrar en el transporte frigorífico de la modalidad de transporte de mercancías por carretera, regulado por el **Acuerdo sobre Transporte Internacional de Mercancías Perecederas y sobre Vehículos Especiales** (ATP, de ahora en adelante).

El objetivo del mismo será estudiar y analizar los problemas de la situación actual en el Transporte Frigorífico así como las medidas de sostenibilidad del mismo que se pueden optar. Posteriormente, analizaremos y diseñaremos el chasis autoportante de un semirremolque rígido frigorífico en madera tratada, con el propósito de mejorar el peso de la estructura y así conseguir ese ahorro energético y mejorar la huella de carbono.

Para ello, lo vamos a estructurar de la siguiente manera: una breve introducción, donde explicaremos muy resumidamente la historia acerca del transporte en España así como su situación actual. En el siguiente punto, explicaremos los materiales y métodos que vamos a usar para llevar a cabo el análisis y el diseño del chasis como alternativa más sostenible a la estructura actual. Posteriormente, propondremos los resultados y discutiremos los mismos y finalmente, terminaremos el estudio con las conclusiones obtenidas.

2. MATERIAL Y MÉTODO

En primer lugar, para llevar a cabo el análisis y diseño de la estructura del semirremolque, debemos de realizar un estudio de viabilidad del chasis nuevo con respecto al chasis actual.

El objetivo de dicho estudio se basa en el diseño de un chasis autoportante para un semirremolque rígido frigorífico con material en madera de coníferas de abeto, en el cual se podrá intercambiar la caja superior.

La madera de coníferas es referida a aquella madera que no ha sido prácticamente modificada, es decir, es la madera aserrada directamente del tronco.

Posteriormente, esta madera es secada y tratada con algún producto específico (Maderea, s.a.)



Imagen 1. Madera de coníferas.

Fuente. <https://www.maderea.es/clasificacion-de-vigas-de-madera-de-coniferas/>

Para el diseño de la estructura, se dispondrá de un diseño de viga en celosía con el objetivo de aprovechar al máximo las características estructurales de la madera puesto que tiene mejores propiedades cuando la carga se distribuye de manera paralela a la dirección de las fibras y así poder repartir el esfuerzo de dicha carga a lo largo de los travesaños del chasis.

Para el diseño que se ha realizado, se ha hecho uso del programa SolidWorks, el cual consiste en un software de diseño CAD 2D y 3D, para el modelado de piezas, ensamblajes y planos.

Dispone de una gran cantidad de opciones disponibles para cubrir las necesidades en el proceso del desarrollo del producto. La gama de posibilidades que ofrece es la de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar la información del proceso de diseño.

En nuestro caso, utilizaremos las funciones de diseñar y simular un producto, con la capacidad de ser fabricable a posteriori.

Mediante la creación de diferentes piezas y uniéndose a través de un ensamblaje, se podrá tener un producto final al cual se le realizarán una serie de simulaciones a las que se llevará todo el producto a unas condiciones de estrés equitativo con su posterior uso postfabricado.

El producto, como comentado anteriormente, se basa en un chasis para un semirremolque frigorífico diseñado en madera autoportante.

El chasis se fabricará mediante vigas de madera de coníferas de abeto en celosía con diferentes configuraciones, que a su vez, soportará una estructura en forma de caja que será el compartimento aislado para el transporte de los productos finales. Teniendo en consideración que, al realizar la caja superior completamente de madera, se evitan la aparición de puentes térmicos que provocan una menor eficiencia de la misión del producto.

A continuación, se han definido algunos conceptos para su correcta comprensión:

- **Estructura autoportante:** Se trata de un conjunto de elementos que soportan las solicitaciones estáticas y dinámicas a las que está sometida la estructura, por el efecto de las cargas transportadas y por las solicitaciones transmitidas por las ruedas.
- **Viga en celosía:** Es un conjunto de elementos estructurales con un diseño de red entrecruzado.
- **Puente térmico:** Se trata de una zona puntual o lineal por donde es más fácil que se transmita el calor debido a una variación de su resistencia térmica, evitando así la función del aislante que lo envuelve y perdiendo eficiencia energética.

Ahora bien, ¿por qué hemos decidido usar madera de coníferas? Hemos decidido usar madera de coníferas para mejorar la sostenibilidad del sector del transporte, puesto que presenta unas características mecánicas acordes para el uso de este tipo de estructura y su fabricación tiene una huella de carbono inferior que si realizamos este tipo de estructura en Acero S-275 JR.

Es importante tener una huella de carbono pequeña ya que se define como la cantidad de gases totales de efecto invernadero que se han producido por las actividades cotidianas del ser humano y para reducirla se deben utilizar medios de transporte más sostenibles, entre otras cuestiones como puede ser consumir productos de proximidad y de temporada, utilizar electrodomésticos de alta eficiencia energética, etc.

El diseño del chasis debe de realizarse en viga con celosía debido a que la tensión de flexión de este tipo de material es inferior a la del acero, pero utilizando una disposición de viga en celosía tipo Pratt, Warren, Howe, reticular, en K u otro, podemos aprovechar al máximo las características de este material.

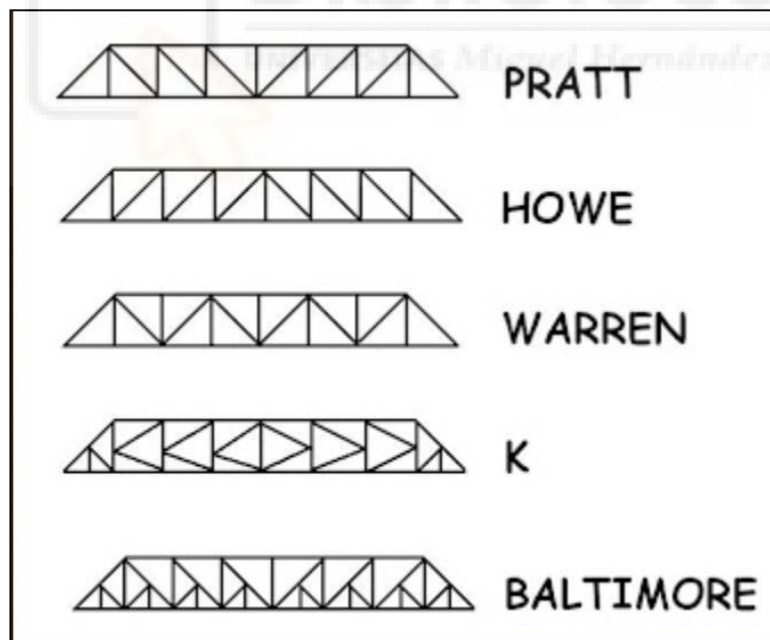


Imagen 2. Varios tipos de estructuras en celosía.

Fuente. https://twitter.com/e_goberna/status/1185814304827826176/photo/1



Imagen 3. Ejemplo de vigas de madera de coníferas en celosía.
Fuente. <https://www.nexesl.es/cubiertas/grandes-luces/vigas-en-celosia/>

2.1. Diseño de la estructura del chasis en madera de coníferas de abeto

Para comenzar a diseñar la estructura del chasis con madera de coníferas de abeto, debemos conocer sus propiedades mecánicas (Argüelles, Arriaga y Martínez, 2000) las cuales son:

- Módulo elástico: 11.7698 N/m^2
- Coeficiente de Poisson: 0.4
- Módulo cortante: 7500000 N/m^2
- Densidad de masa: 700 Kg/m^3
- Límite de tracción: 1176.798 N/m^2
- Límite de compresión: 1078.7315 N/m^2
- Límite elástico: 107873150 N/m^2
- Conductividad térmica: $0.15 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- Calor específico: $2300 \text{ J/(Kg}\cdot\text{K)}$

Para ello se ha utilizado una geometría similar a la utilizada en los chasis actuales fabricados en acero.

La geometría actual de los chasis de acero parte de una estructura rectangular, formada por dos vigas centrales metálicas de un acero de alta elasticidad en forma de I con una

sección variable a lo largo de la misma, soldadas entre sí mediante vigas rigidizadoras del tipo IPN o UPN, dependiendo del fabricante.

Al diseñar una estructura en acero, no es necesario realizar un diseño en celosía para las vigas longitudinales, por lo que aumentando el canto de la misma y recreciendo el alma de la viga, se puede conseguir una rigidez mayor con menos material.



Imagen 4. Estructura chasis de acero
Fuente. Internet

A continuación, se ensambla la caja frigorífica que se une mediante uniones atornilladas al chasis de acero. El diseño de la caja suele ser el mismo para la mayoría de fabricantes. Un marco inferior diseñado en madera con travesaños a todo lo largo. Para conseguir la altura necesaria, se utilizan perfiles rectangulares de madera con listones diagonales para arriostrar la estructura. En la parte frontal se añaden dos pilares con travesaños horizontales para un uso posterior de suportación de la máquina frigorífica. Para poder cerrar la parte superior, se añade un marco superior rectangular con travesaños rigidizadores y listones diagonales para garantizar una mayor rigidez estructural. A posteriori se le añade el aislamiento y el equipamiento necesario.



Imagen 5. Caja frigorífica
Fuente. Guillen Group

Nuestro diseño está provisto inicialmente de un marco inferior con 2 largueros principales en la zona central, cruces de San Andrés arriostrando la zona central y unos travesaños para rigidizar la zona lateral en voladizo, con unas medidas totales de 13550 mm de largo y 2600 mm de ancho.

El marco inferior y los largueros centrales se han diseñado con un perfil de madera de abeto de 120 mm de ancho y 240 mm de canto.



Imagen 6. Diseño de marco inferior y largueros centrales en vista isométrica
Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

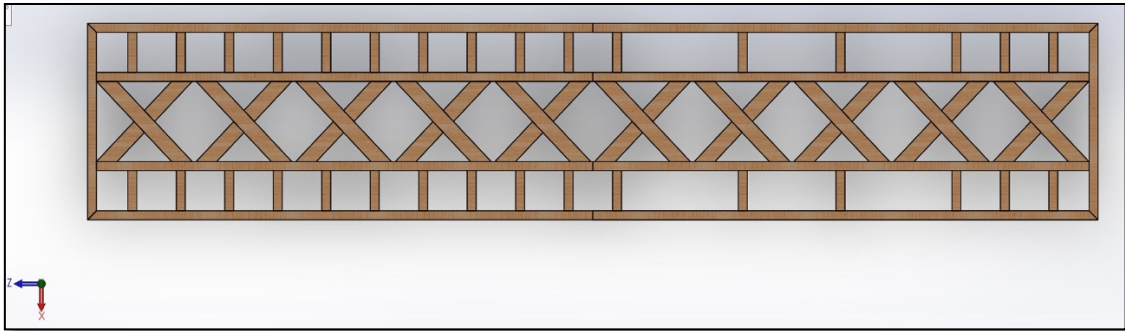


Imagen 7. Diseño de marco inferior y largueros centrales en vista en planta
Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

Respecto a los largueros centrales, se han diseñado en celosía para garantizar un canto mayor y así ganar rigidez estructural.

En la parte central de la celosía se ha dejado un hueco suficiente para el ensamblaje de los ejes de las ruedas (Tridem).

En la parte delantera no es posible el uso de celosía debido a que esta zona será usada por el kingpin del camión, es decir, el elemento de enganche que se ubica en la plataforma que va fijo a la zona delantera del semirremolque o remolque.

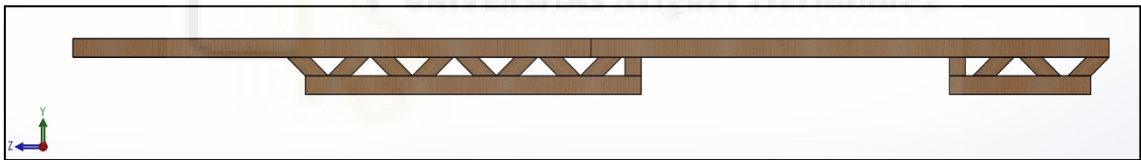


Imagen 8. Diseño de largueros centrales en vista en alzado
Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

En cuanto al marco superior, se ha diseñado con un perfil de 60 mm de ancho y 120 mm de canto, al que se le han añadido unos travesaños para rigidizar y cruces de san andrés para arriostrar.

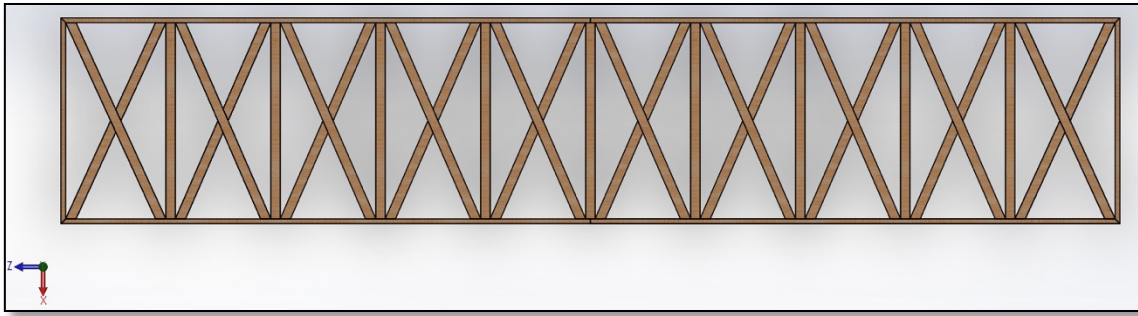


Imagen 9. Diseño de marco superior en vista en planta
Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

Para unir ambos marcos (superior e inferior), se han utilizado unos pilares de 60 mm de ancho y 120 mm de canto con una longitud total de 2650 mm y cruces de san andrés en los vanos.

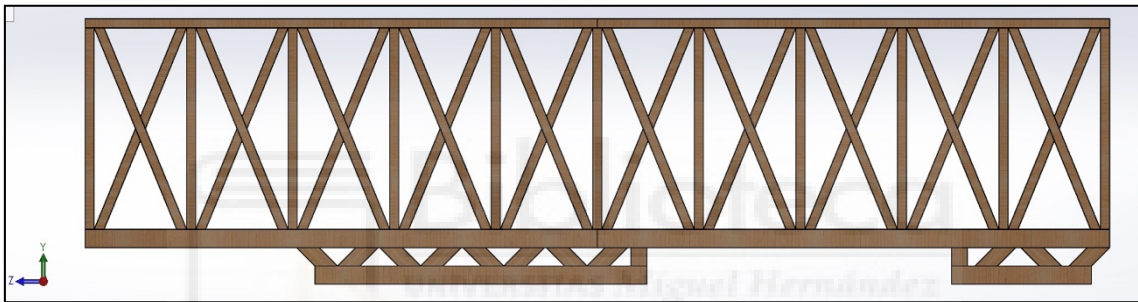


Imagen 10. Unión de marco superior e inferior en vista en alzado
Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

En la parte frontal del chasis se han dispuesto 3 travesaños horizontales de manera equidistante y rigidizados entre ellos con 2 pilares que unen ambos marcos y tienen una separación igual que los largueros centrales del marco inferior. Esta disposición está pensada para la colocación y suportación de la máquina frigorífica.

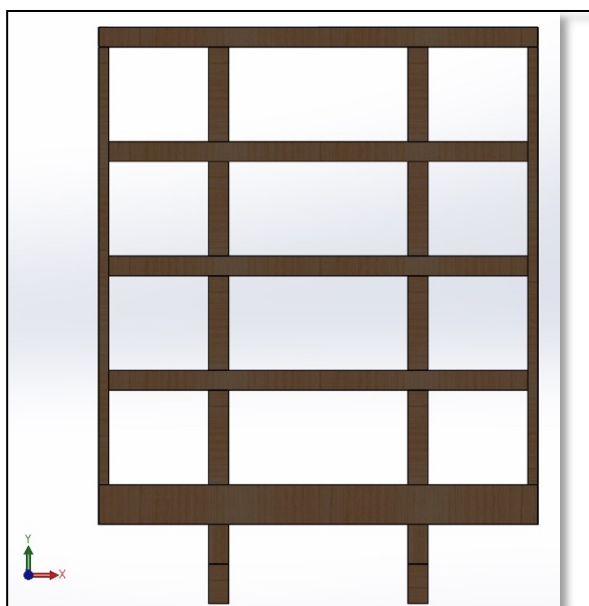


Imagen 11. Diseño de la parte frontal en vista lateral
Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

La parte trasera se debe dejar con un hueco libre de 2480 mm de ancho y 2650 mm para la colocación de las puertas y su posterior uso como acceso para la carga.

2.1.1. Requisitos portamatrículas y protecciones laterales

Actualmente, para el diseño del portamatrículas, el cual tiene que cumplir unos requisitos específicos, debemos de hacer referencia al actual Reglamento (UE) 166/2015 (Anexo V) el cual modifica al anterior Reglamento (UE) 1003/2010).

Los requisitos que tiene que cumplir, los cuales se mencionan en el anterior reglamento, son:

- Tiene que estar centrado o en el lado izquierdo (el plano medio de la matrícula nunca debe estar a la derecha del plano longitudinal medio del vehículo). Tampoco puede sobresalir por el lado izquierdo.
- Altura máxima del borde superior de la placa no debe superar los 1,2 m.
- La altura del borde inferior debe ser mayor de 0,3 m.
- En cuanto a la visibilidad, se deben ver (sin nada que tape la matrícula) en unos rangos de: ángulo de 30° hacia los laterales, 15° hacia arriba y 0° hacia abajo.
- La placa debe colocarse perpendicular al plano longitudinal del vehículo, como el lógico peor puede estar inclinada respecto a la vertical (entre -5° y 30°).

Hay más requisitos de fijación, pero si la placa se coloca sobre un porta matrículas metálico común, estos requisitos se cumplen.

En cuanto a las protecciones laterales, vienen especificadas en el Reglamento UNECE 73R1.

Los dispositivos de protección lateral (DPL) que deben ser instalados en esta ocasión son los destinados a vehículos de las categorías N2, N3, O3 y O4. (PARTE II del Reglamento nº73 de la comisión económica de las naciones unidas para europa (CEPE)).

A continuación, detallamos las categorías anteriormente mencionadas:

-Categoría N2 y N3:

- N2: Vehículos de la categoría N cuya masa máxima sea superior a 3.5 t pero no a 12t.
- N3: Vehículos de la categoría N cuya masa máxima sea superior a 12t.

-Categoría O3 y O4:

- O3: Vehículos de la categoría O cuya masa máxima sea superior a 3.5 t pero no a 12t.
- O4: Vehículos de la categoría O cuya masa máxima sea superior a 12t.

Los requisitos a tener en cuenta para dichas protecciones son:

1. El miembro o miembros y la unión o uniones de fijación longitudinal del bastidor u otras partes estructurales del vehículo son diseñados para su protección eficaz contra los usuarios de vías públicas no protegidos frente al riesgo de caer bajo los laterales del vehículo y quedar atrapados bajo las ruedas.
2. Deberá de tener una superficie lisa y continua en la medida de lo posible desde la parte delantera hasta la trasera, no modificará la anchura total del vehículo y la superficie externa de su cuerpo principal no se introducirá a más de 150 mm respecto del plano longitudinal externo del vehículo.
3. El extremo delantero tendrá la capacidad de doblarse hacia el interior del vehículo, mientras que el extremo trasero no se introducirá más de 30 mm respecto al borde exterior de los neumáticos traseros.

4. Las partes adyacentes podrán superponerse siempre que el borde de superposición mire hacia abajo y atrás, o se pueda dejar una abertura longitudinal no superior a 25 mm, siempre que la parte posterior no sobresalga por fuera de la parte anterior.
5. Será posible el uso de pernos o remaches de cabeza alomada que no disten más de 10 mm de la superficie externa.
6. Todos los bordes y esquinas de los DPL que puedan entrar en una esfera de 100 mm de diámetro deberán ser redondeados, con un radio no superior a 2.5 mm, los que sobresalgan menos de 5 mm tendrán las aristas exteriores redondeadas.
7. El DPL podrá ser constituido por uno o varios largueros horizontales , o una combinación de ambos que no disten más de 300 mm entre sí y no menos de:

a) 50 mm de alto en las categorías N2 y O3

b) 100 mm además de ser lisos para las categorías N3 y O4.

8. El borde delantero estará definido por un elemento vertical continuo que cubra toda la altura del dispositivo, las superficies exterior y anterior deberán medir un mínimo de 50 mm hacia atrás y estar plegada 100 mm hacia dentro o tener radio mínimo de 50 mm en el caso de la categoría N2 y O3, y al menos 100 mm hacia atrás y plegada 100 mm hacia adentro o un radio mínimo de 100 mm en las categorías N3 y O4.

9. El DPL será rígido, salvo ruedas de repuesto, cajas de baterías, depósitos de aire, depósitos de combustible, lámparas, reflectores o cajas de herramientas, todo estará fabricado de metal o cualquier otro material apropiado que pueda soportar un esfuerzo estático horizontal de 1 kN aplicado perpendicularmente sobre cualquier parte de su superficie externa externa por el centro de un ariete cuya cara sea circular y plana, de un diámetro de 220 mm +/- 10 mm, y si su deformación no es superior a:

a) 30 mm en los 250 mm posteriores del dispositivo, ni a

b) 150 mm en el resto del mismo.

10. El DPL podrá ser diseñado de tal manera que pueda ser posicionado en varias disposiciones en el lateral del vehículo. En tal caso, debe de existir un método garantizado de fijación en su posición ordinaria de funcionamiento que impida cualquier cambio indeseado de posición. La fuerza suministrada para cambiar la posición del DLP no puede superar los 40 daN.

3. RESULTADOS

3.1. Análisis de pesos

El diseño actual de chasis autoportante fabricado en acero de alto límite elástico tiene una M.T.M.A.= 41.000 Kg (Masa Técnica Máxima Admisible), cuyo peso total es de 9.975 Kg con todo el equipamiento.

Según la norma UNE-EN-12642 código XL, la capacidad de carga neta es de 27.000 Kg.

Con un diseño de chasis madera de conífera, el peso total se puede reducir hasta 8.357 Kg. con todo el equipamiento.

3.2. Cálculo de flexión y compresión

Para que el chasis pueda obtener la homologación tipo europea según norma 2007/46/CE, aseguramiento de la carga según norma EN-12642 código XL, Durability test, etc., necesaria para poder circular por las carreteras es necesario que cumpla con unos requisitos mínimos. Para ello se han realizado unas simulaciones de la estructura con las siguientes premisas:

3.2.1. Doble carga máxima (310.000 N)

La estructura debe soportar una carga distribuida que sea el doble de su carga máxima admisible en la base de su diseño para la cual se ha aplicado una fuerza total de 310.000 N hacia abajo sobre una lámina de espesor infinitesimal situada en la base del marco inferior de la estructura del chasis. Todo ello aplicado junto a la fuerza gravitatoria de $9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Los resultados de la simulación de “Doble carga máxima” son los siguientes:

- Tensiones de Von Mises:

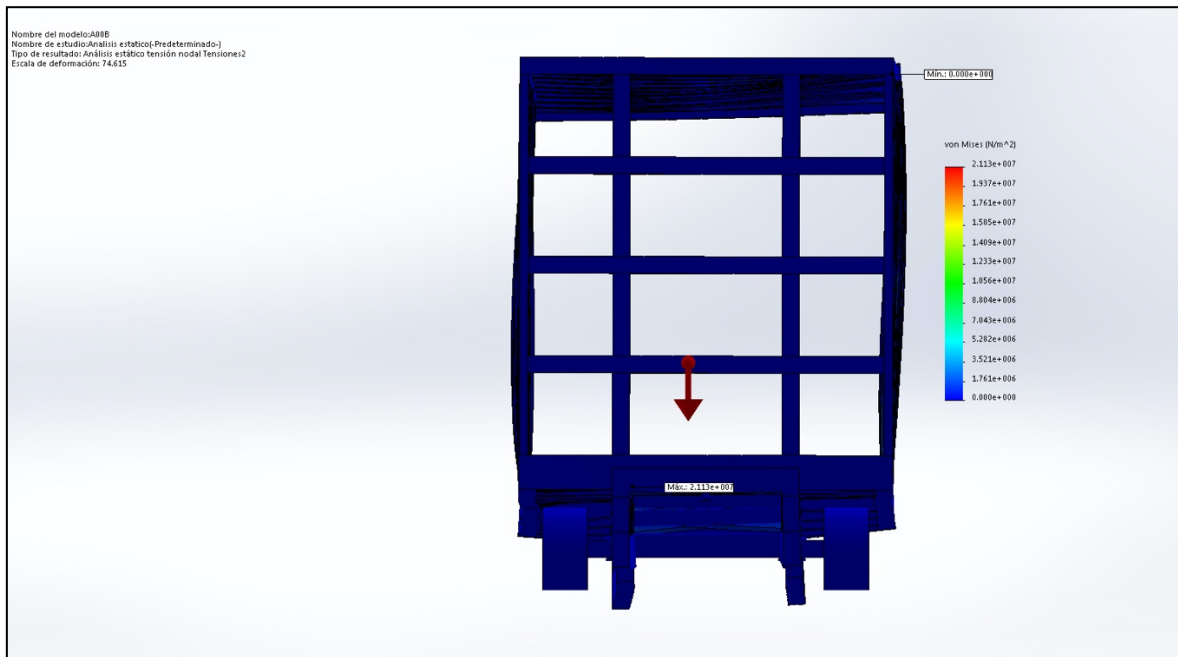


Imagen 12. Vista lateral de los resultados de las Tensiones de Von Mises de la simulación de doble carga máxima

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks



Imagen 13. Vista frontal de los resultados de las Tensiones de Von Mises de la simulación de doble carga máxima

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

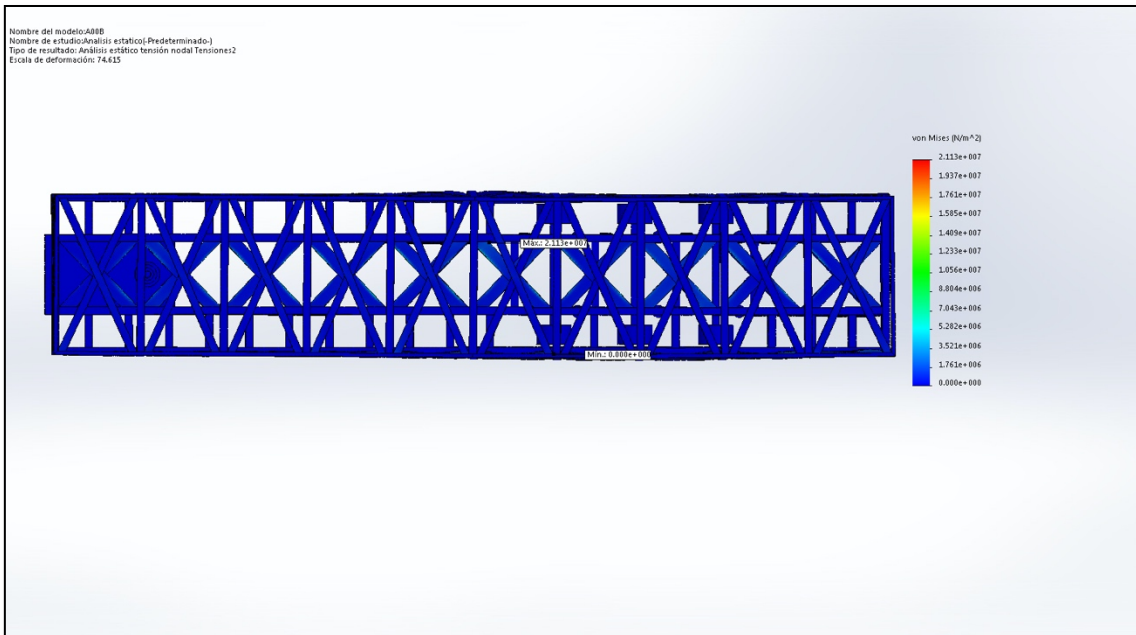


Imagen 14. Vista en planta de los resultados de las Tensiones de Von Misses de la simulación de doble carga máxima

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

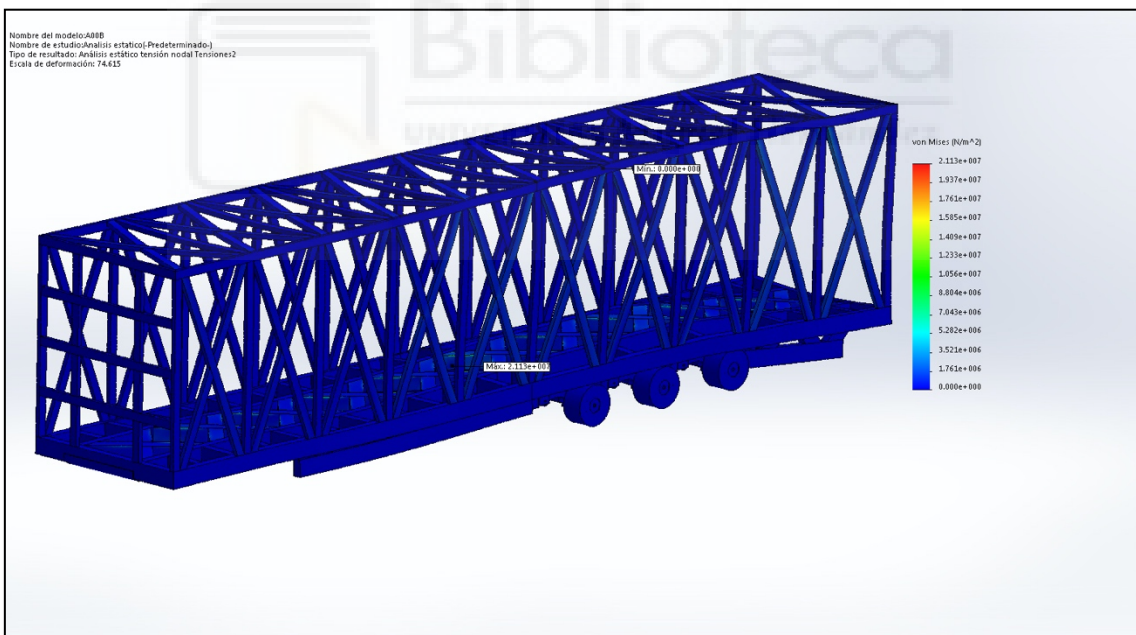


Imagen 15. Vista isométrica de los resultados de las Tensiones de Von Misses de la simulación de doble carga máxima

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

El resultado de la simulación de una carga máxima de 310.000 N muestra cómo se produce una tensión máxima de $2.113e+007$ N/m² en la parte central de la base del marco inferior.

Esta tensión tiene un grado lo suficientemente bajo para que la estructura pueda aguantar la carga aplicada y la deformación producida en la estructura por la misma.

- Desplazamientos:

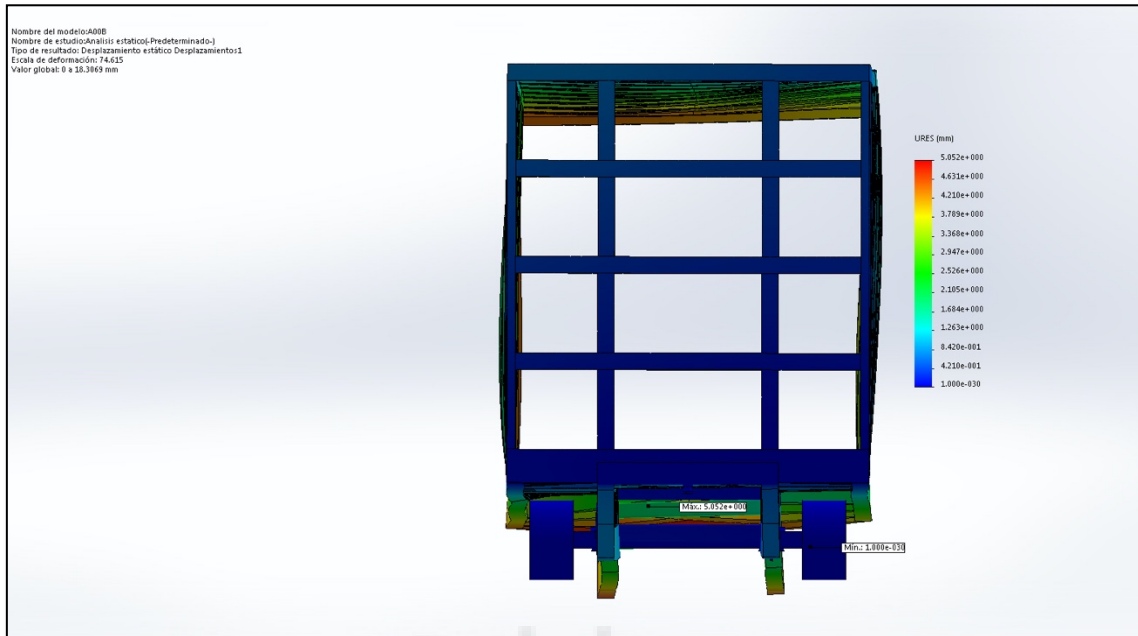


Imagen 16. Vista lateral de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de doble carga máxima

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

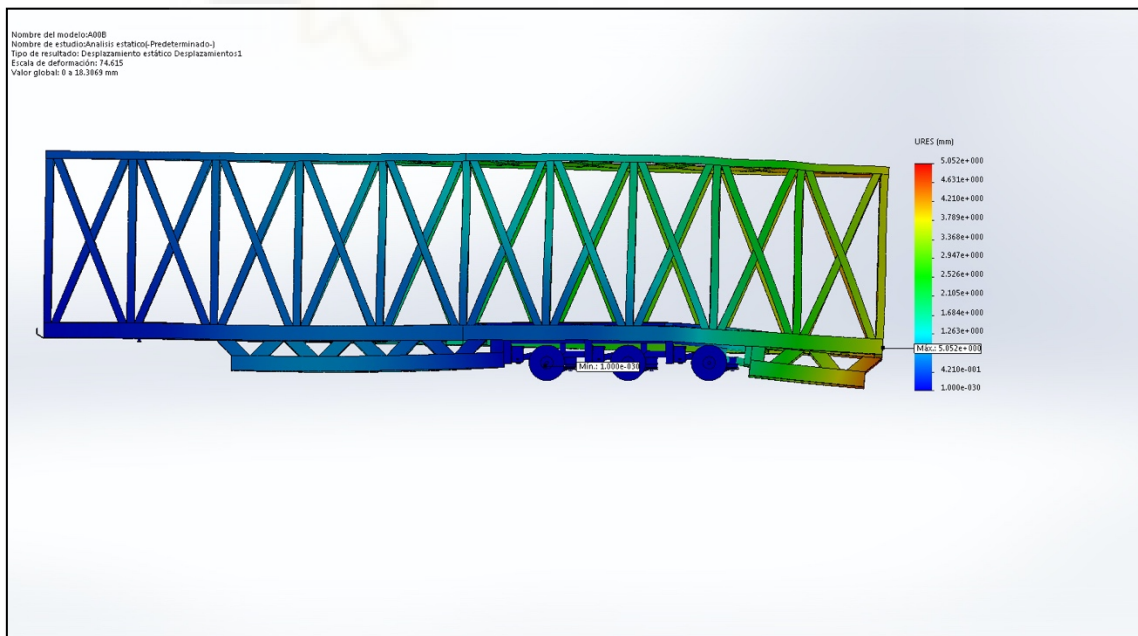


Imagen 17. Vista frontal de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de doble carga máxima

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

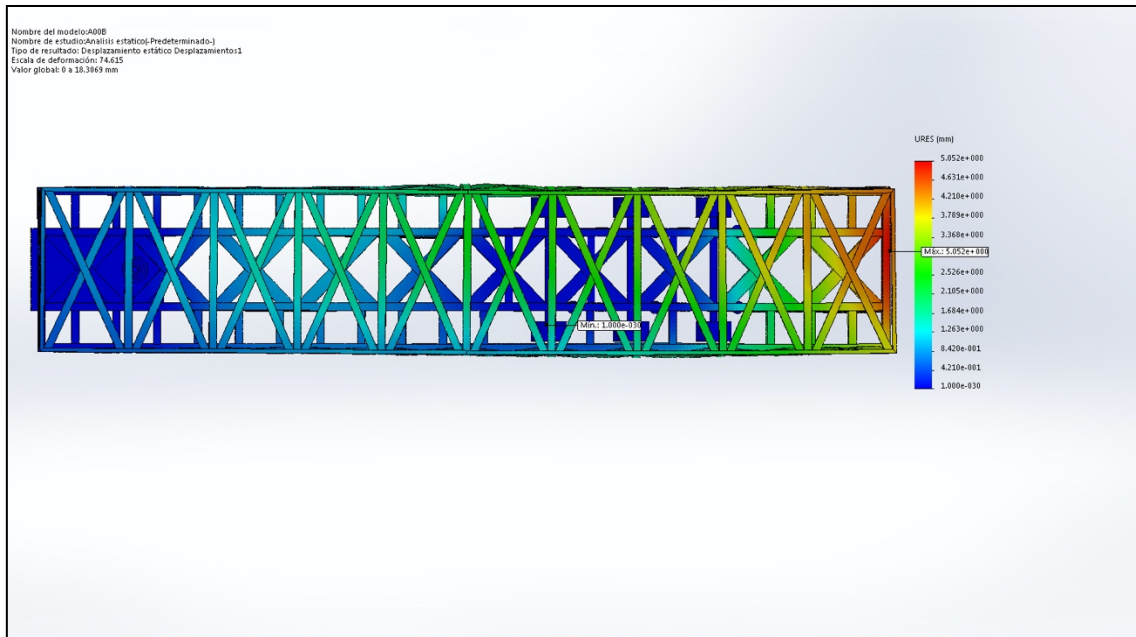


Imagen 18. Vista en planta de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de doble carga máxima

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

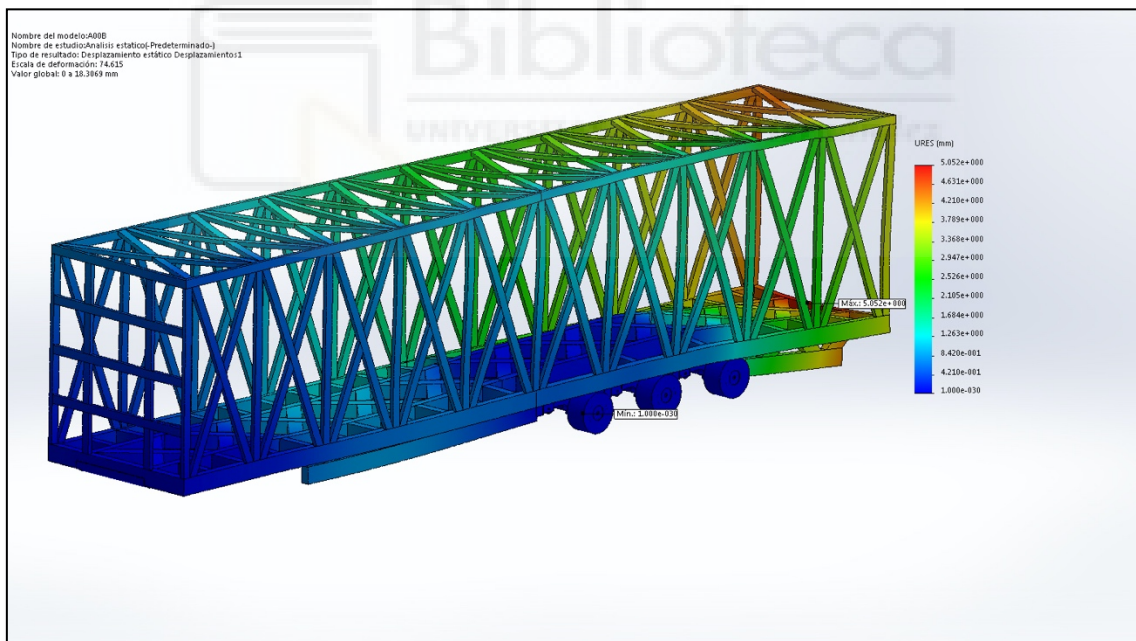


Imagen 19. Vista isométrica de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de doble carga máxima

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

El mayor desplazamiento se produce en la parte inferior trasera del chasis, con un valor máximo de 5.052 mm, este valor tiene un grado bajo de implicación debido a que el

material con el que se ha construido la estructura puede asumir deformaciones de esa magnitud con una recuperación total sin provocar deformaciones permanentes.

3.2.2. Frenada con fuerza de 1G (9.81 N)

La estructura debe soportar una fuerza aplicada similar a 1G de fuerza en frenada, para ello se ha aplicado una fuerza total de 9.81 N hacia adelante sobre una lámina de espesor infinitesimal situada en la parte frontal de la estructura del chasis. Todo ello aplicado junto a la fuerza gravitatoria de $9.81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Los resultados de la simulación de “Frenada de 1G” son los siguientes:

- Tensiones de Von Mises:



Imagen 20. Vista lateral de los resultados de las tensiones de Von Mises de la simulación de frenada con fuerza 1G

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

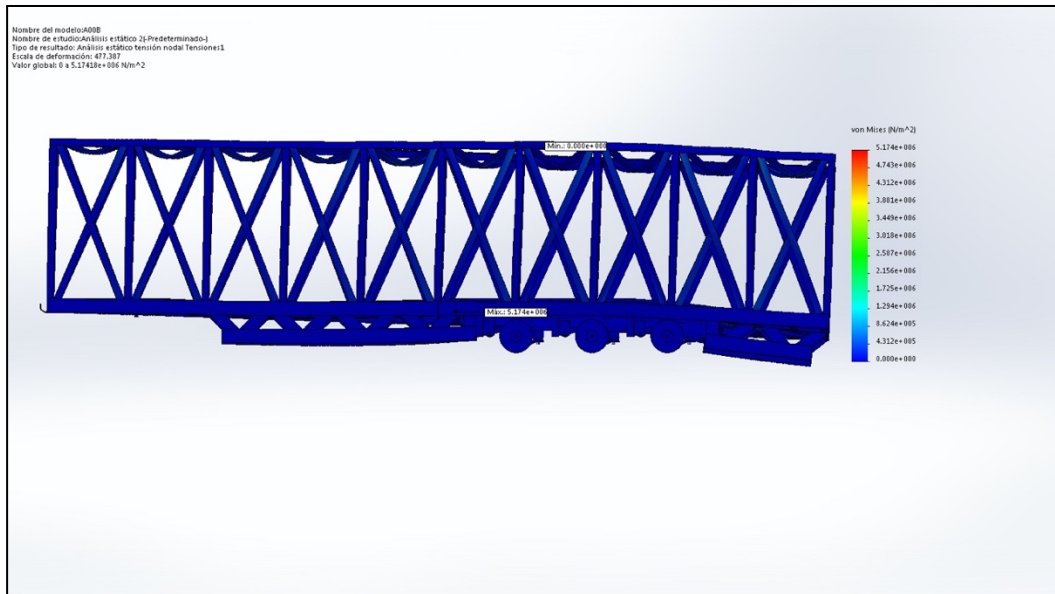


Imagen 21. Vista frontal de los resultados de las tensiones de Von Misses de la simulación de frenada con fuerza 1G

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

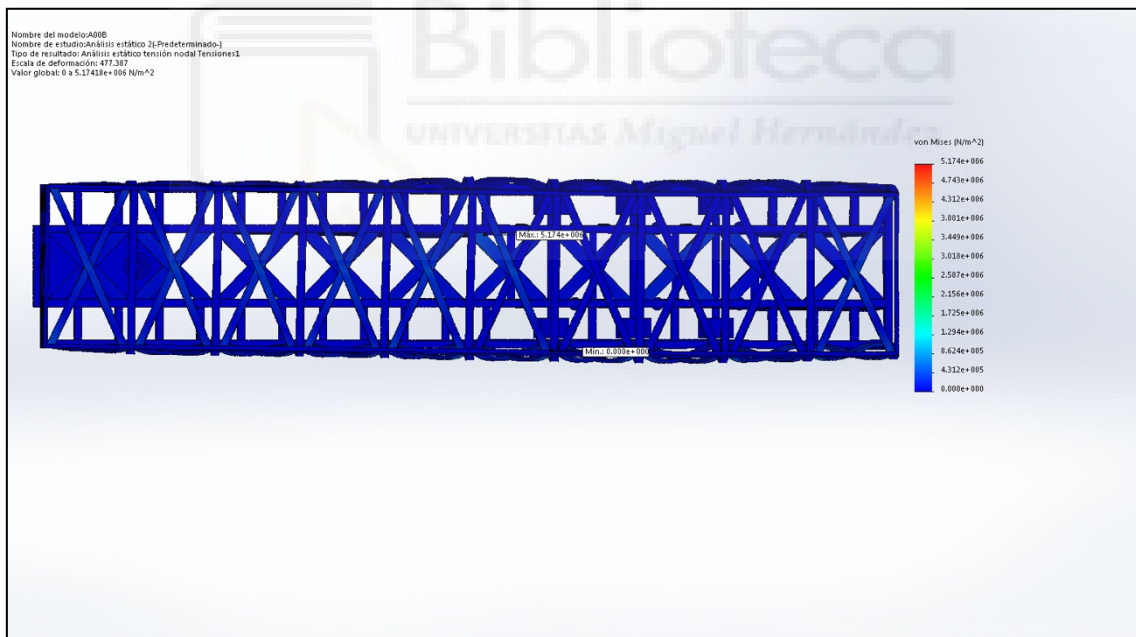


Imagen 22. Vista en planta de los resultados de las tensiones de Von Misses de la simulación de frenada con fuerza 1G

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

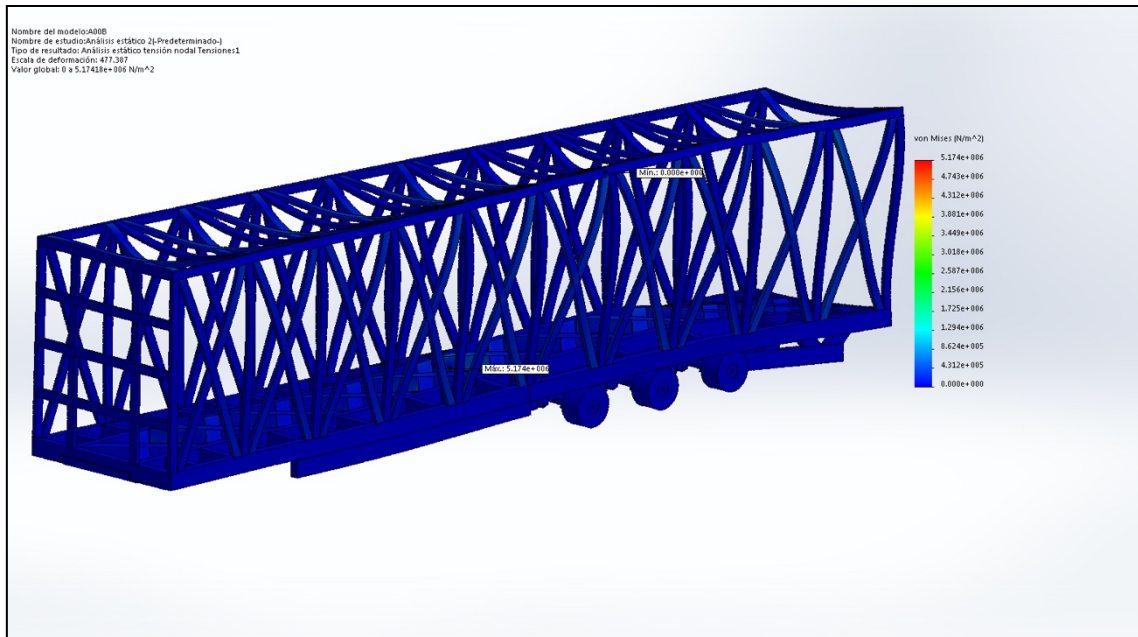


Imagen 23. Vista isométrica de los resultados de las tensiones de Von Misses de la simulación de frenada con fuerza 1G

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

El resultado de la simulación de una frenada de 1G de fuerza muestra cómo se produce una tensión máxima de $5.174e+006$ N/m² en la parte central de la base del marco inferior. Esta tensión tiene un grado lo suficientemente bajo para que la estructura pueda aguantar la fuerza aplicada y la deformación producida en la estructura por la misma.

- Desplazamientos:

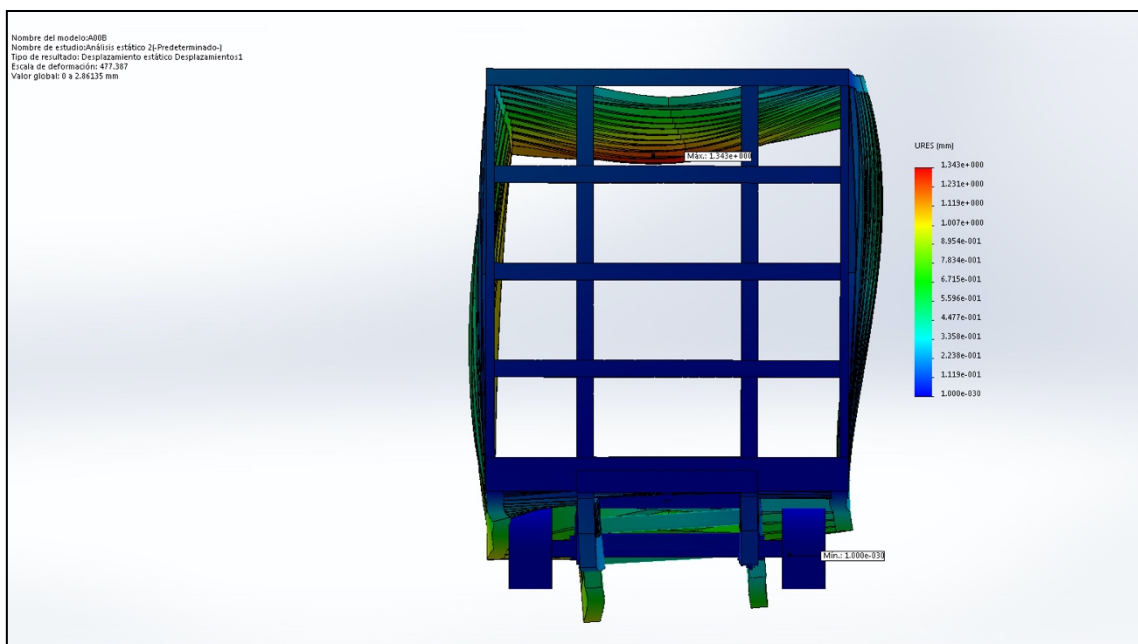


Imagen 24. Vista lateral de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de frenada con fuerza 1G

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

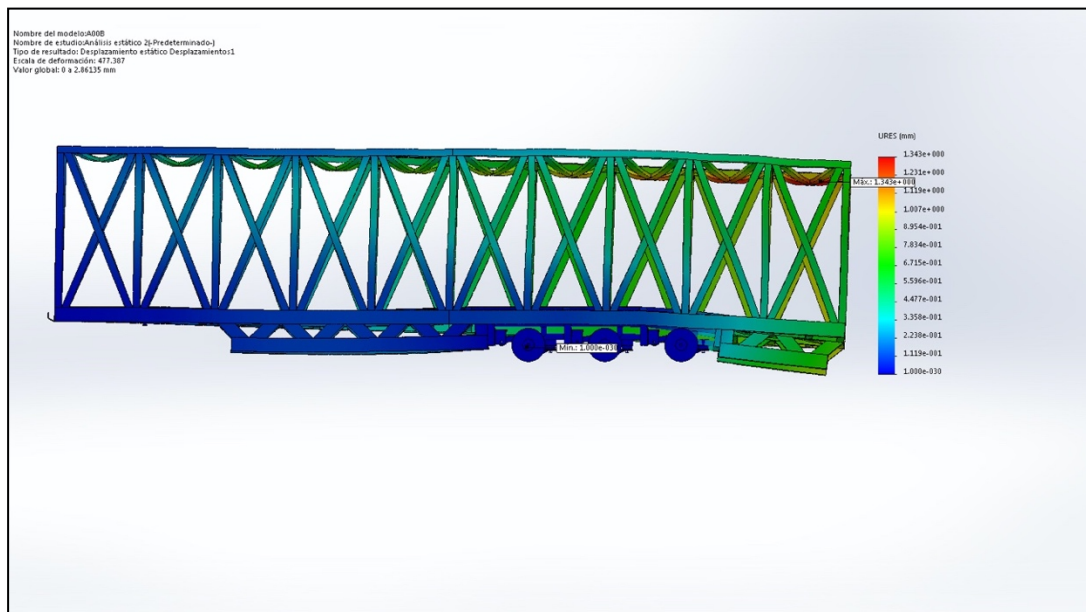


Imagen 25. Vista frontal de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de frenada con fuerza 1G

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

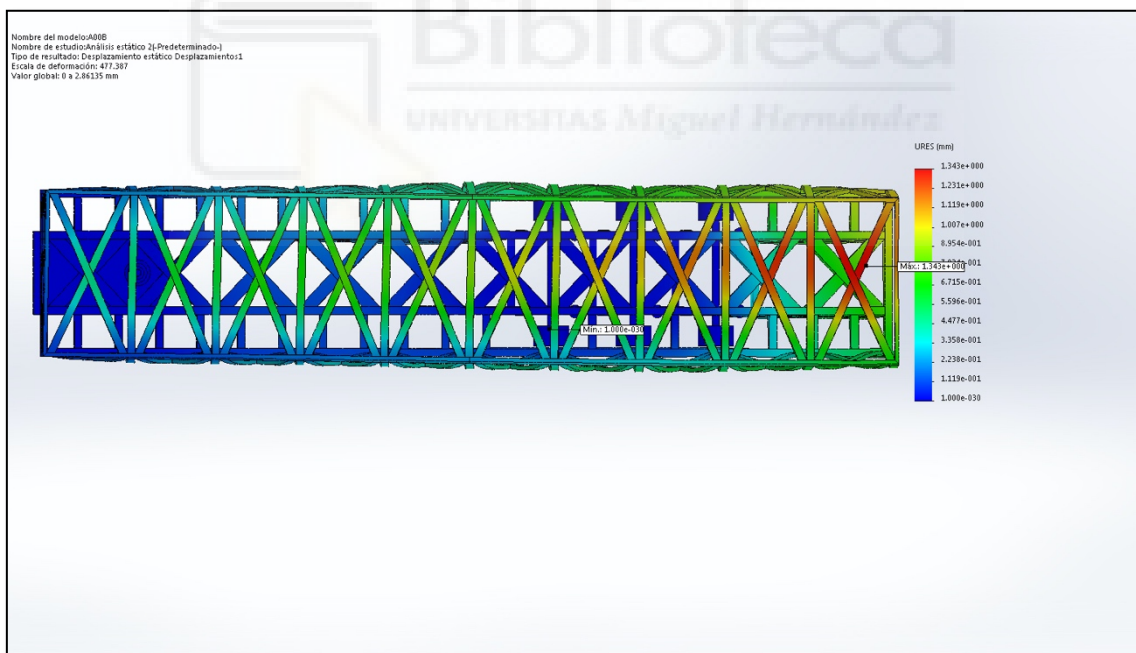


Imagen 26. Vista en planta de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de frenada con fuerza 1G

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

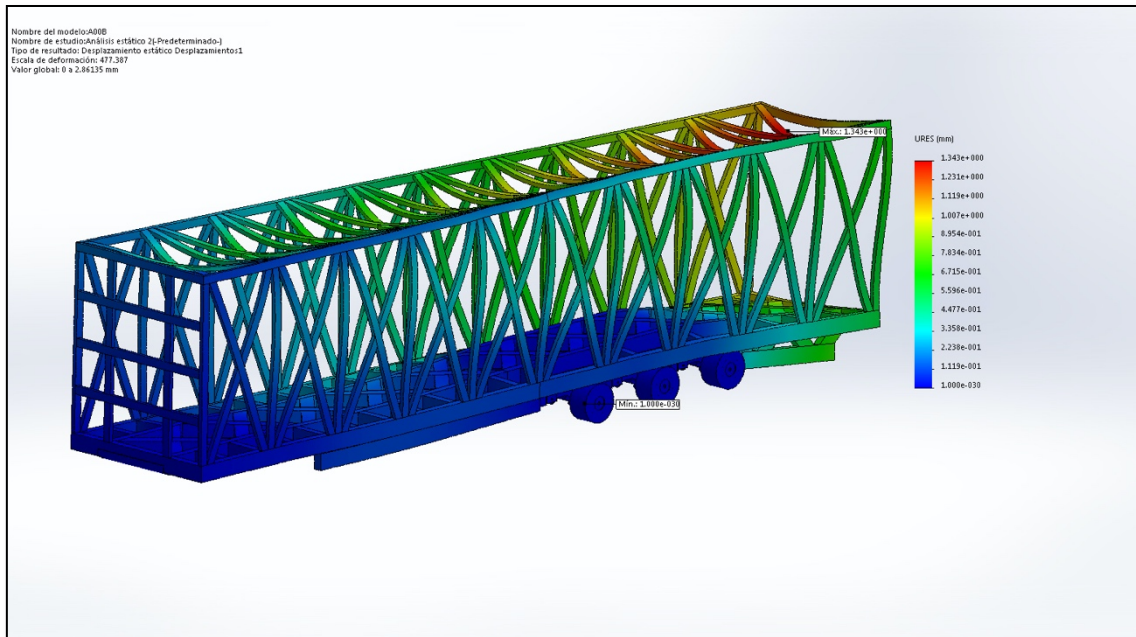


Imagen 27. Vista isométrica de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de frenada con fuerza 1G

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

El mayor desplazamiento se produce en la parte inferior trasera del chasis, con un valor máximo de 1.343 mm, este valor tiene un grado bajo de implicación debido a que el material con el que se ha construido la estructura puede asumir deformaciones de esa magnitud con una recuperación total sin provocar deformaciones permanentes.

3.2.3. Bloqueo del tren trasero sin carga (46.010 N)

La estructura debe soportar un bloqueo de las ruedas de los ejes traseros sin carga, aplicando una fuerza similar al peso total del chasis, para ello se ha aplicado una fuerza total de 46.010 N hacia atrás sobre las 6 ruedas. Todo ello aplicado junto a la fuerza gravitatoria de $9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Para la realización de esta simulación y suponiendo una hipótesis tal que el coeficiente de adherencia de las ruedas sea el máximo posible que aplique la fuerza mencionada al tren trasero.

Los resultados de la simulación de “Bloqueo del tren trasero sin carga” son los siguientes:

- Tensiones de Von Misses:

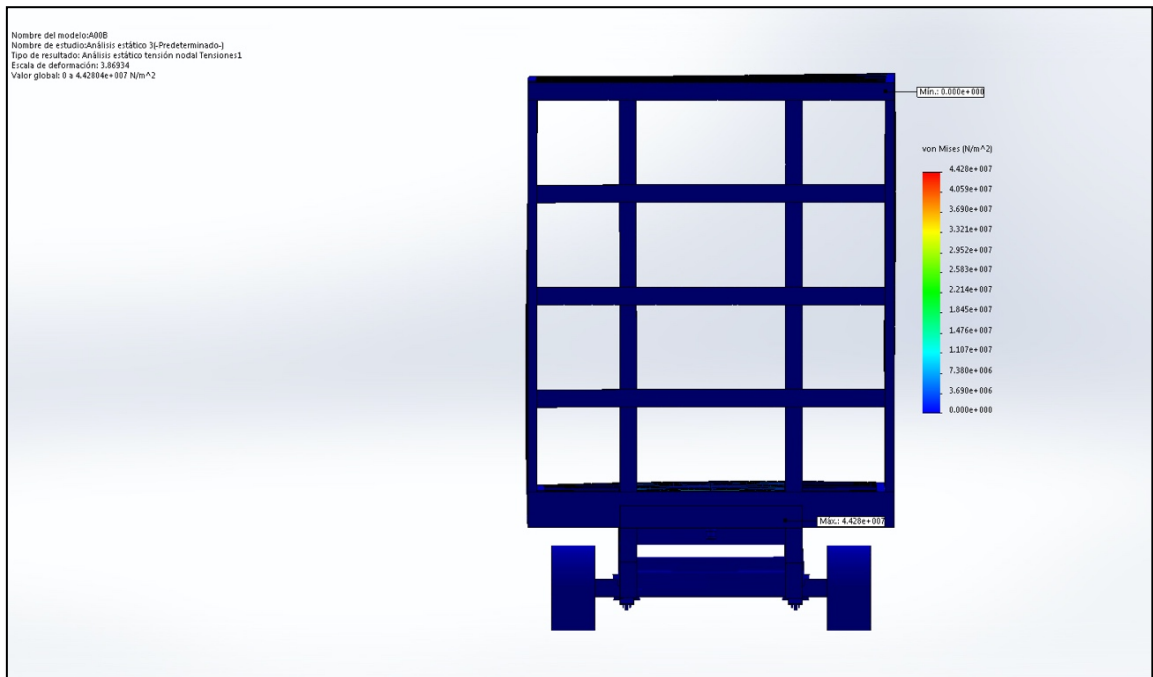


Imagen 28. Vista lateral de los resultados de las tensiones de Von Misses de la simulación de bloqueo del tren trasero sin carga

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

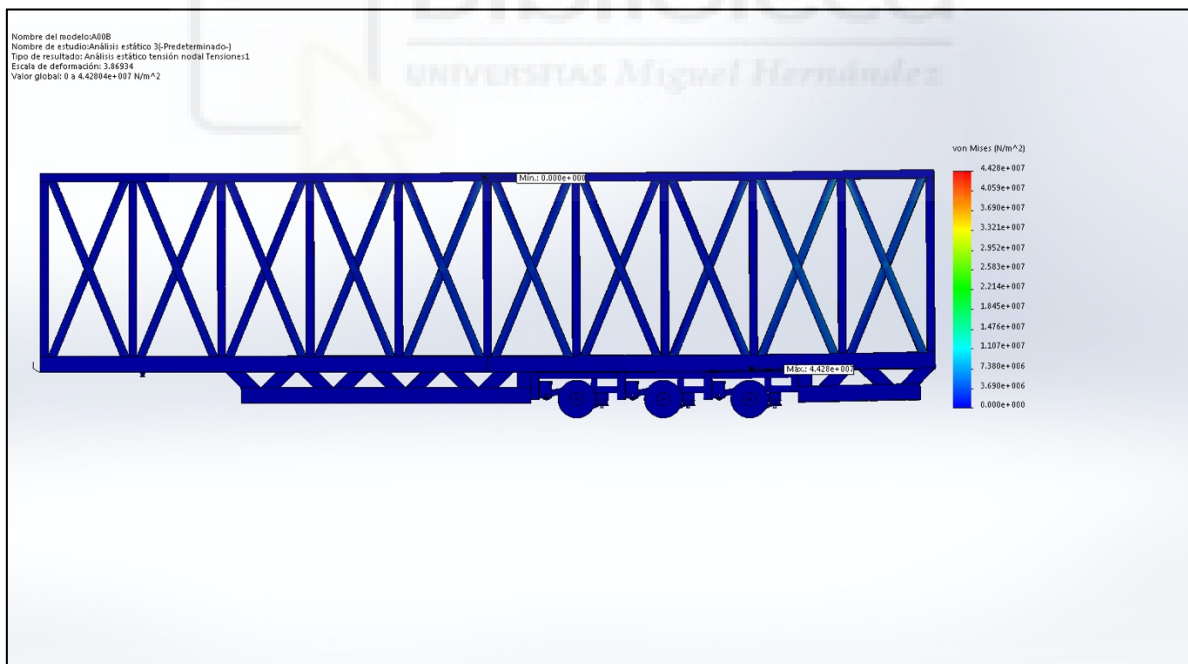


Imagen 29. Vista frontal de los resultados de las tensiones de Von Misses de la simulación de bloqueo del tren trasero sin carga

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

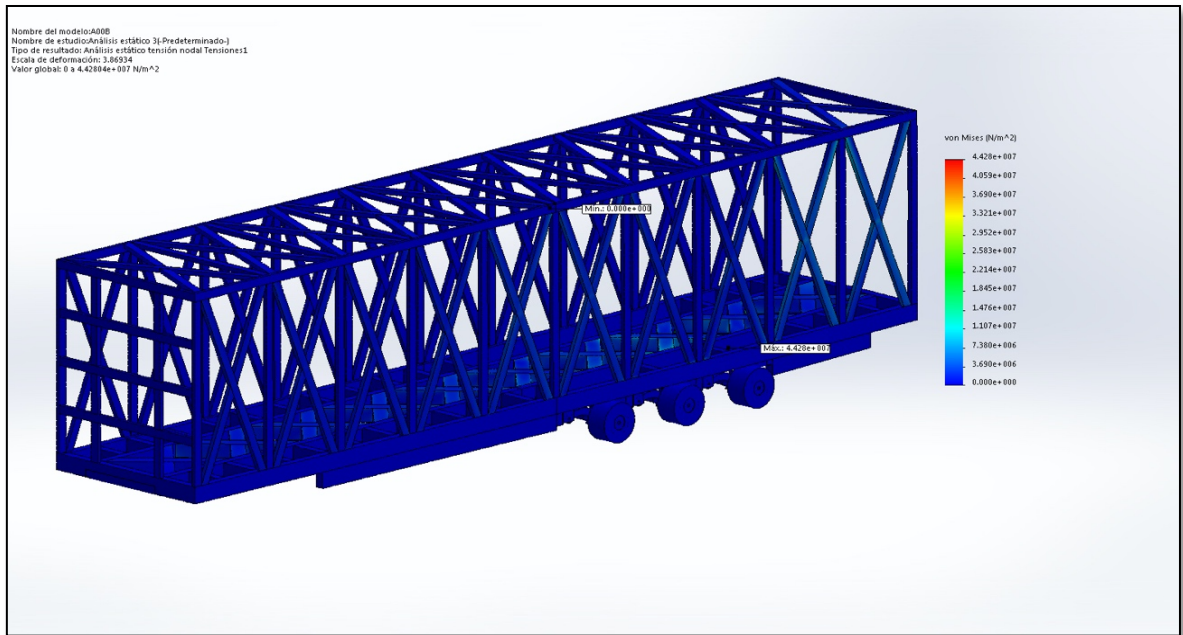


Imagen 30. Vista isométrica de los resultados de las tensiones de Von Misses de la simulación de bloqueo del tren trasero sin carga

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

El resultado de la simulación de un bloqueo del tren trasero sin carga muestra cómo se produce una tensión máxima de $4.428e+007$ N/m² en la parte central de la base del marco inferior.

Esta tensión tiene un grado lo suficientemente bajo para que la estructura pueda aguantar la fuerza aplicada y la deformación producida en la estructura por la misma.

- Desplazamientos

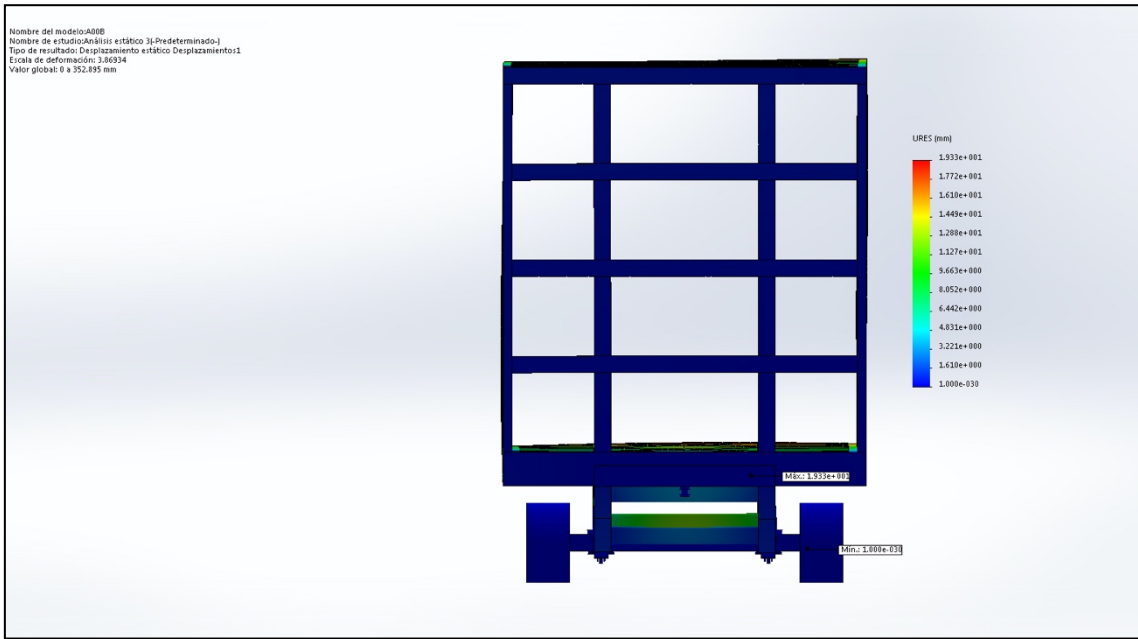


Imagen 31. Vista lateral de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de bloqueo del tren trasero sin carga

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

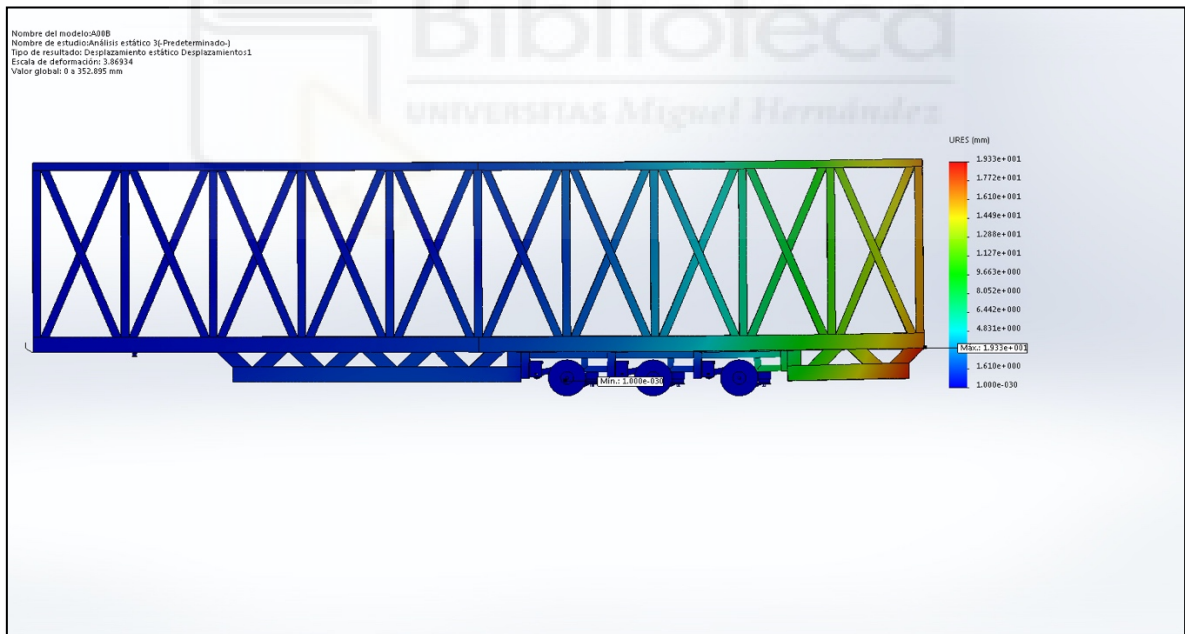


Imagen 32. Vista frontal de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de bloqueo del tren trasero sin carga

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

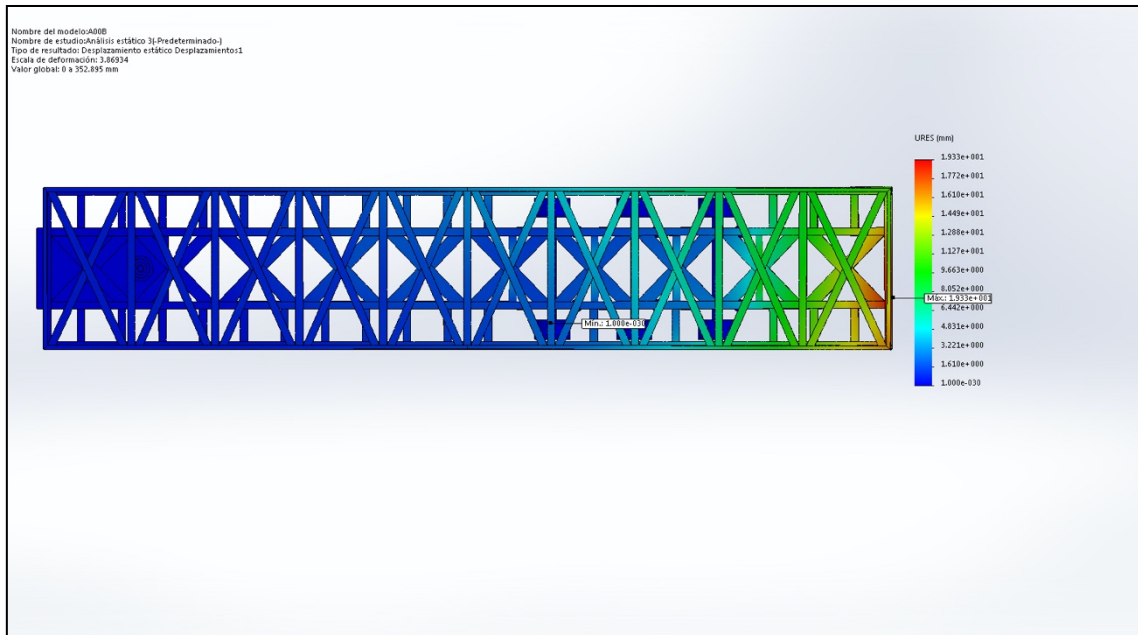


Imagen 33. Vista en planta de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de bloqueo del tren trasero sin carga

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

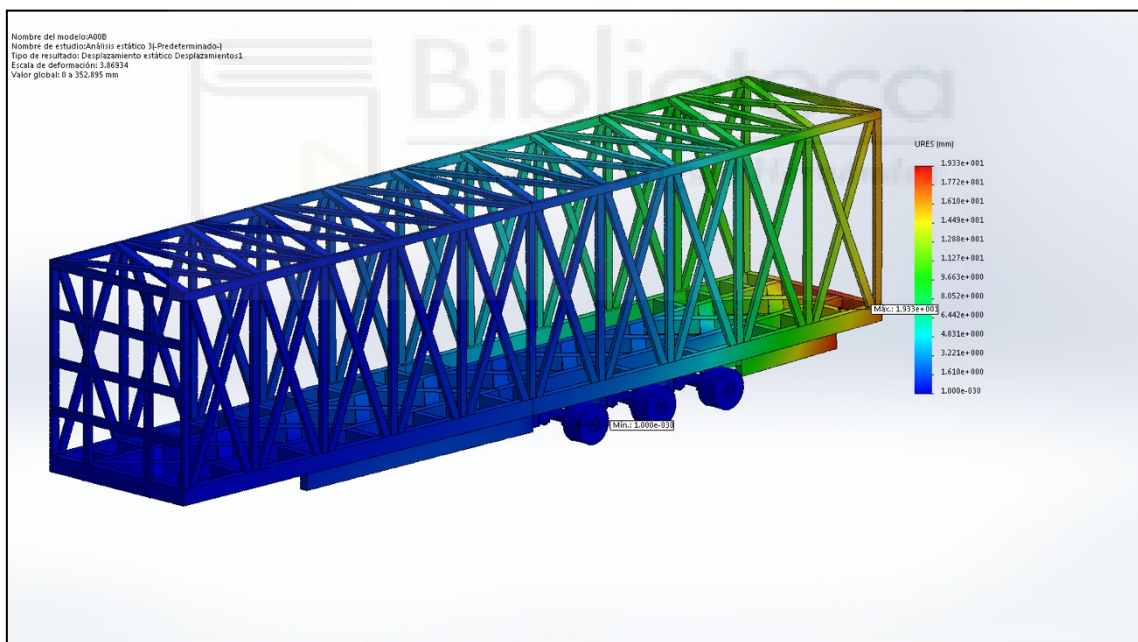


Imagen 34. Vista isométrica de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de bloqueo del tren trasero sin carga

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

El mayor desplazamiento se produce en la parte inferior trasera del chasis, con un valor máximo de $1.933e+001$ mm. Este valor tiene un grado bajo de implicación debido a que el material con el que se ha construido la estructura puede asumir deformaciones de esa magnitud con una recuperación total sin provocar deformaciones permanentes.

3.2.4. Bloqueo del tren trasero con carga (356.010 N)

La estructura debe soportar un bloqueo de las ruedas de los ejes traseros con carga, aplicando una fuerza similar al peso total del chasis más la carga máxima admisible. Para ello, se ha aplicado una fuerza total de 356.010 N hacia atrás sobre las 6 ruedas. Todo ello aplicado junto a la fuerza gravitatoria de $9.81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Para la realización de esta simulación y suponiendo una hipótesis tal que el coeficiente de adherencia de las ruedas sea el máximo posible que aplique la fuerza mencionada al tren trasero.

- Tensiones de Von Mises

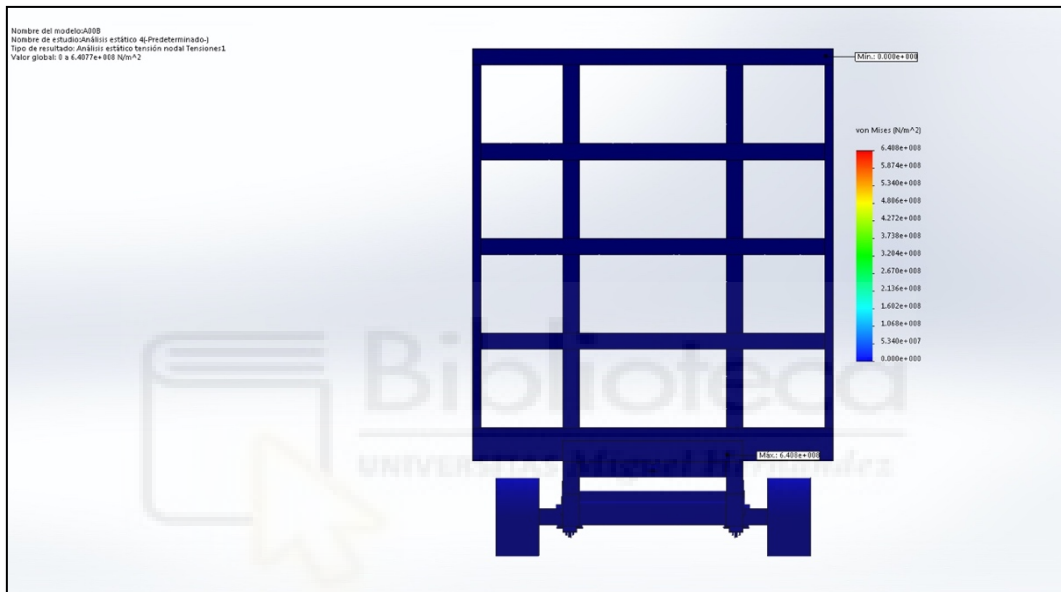


Imagen 35. Vista frontal de los resultados de las tensiones de Von Mises de la simulación de bloqueo del tren trasero con carga

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

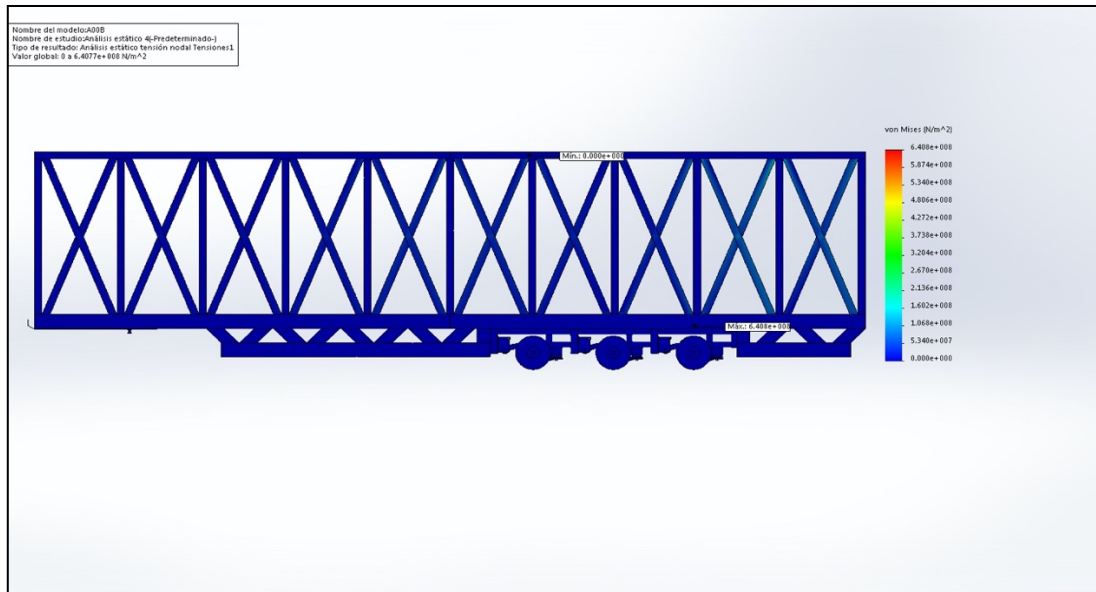


Imagen 36. Vista lateral de los resultados de las tensiones de Von Misses de la simulación de bloqueo del tren trasero con carga

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

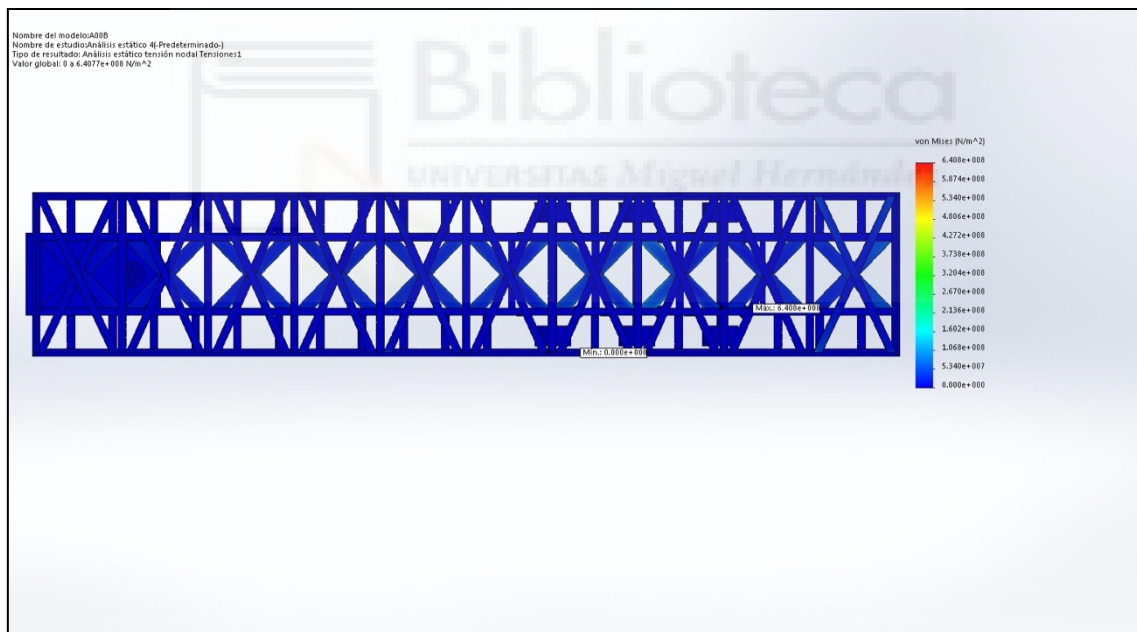


Imagen 37. Vista en planta de los resultados de las tensiones de Von Misses de la simulación de bloqueo del tren trasero con carga

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

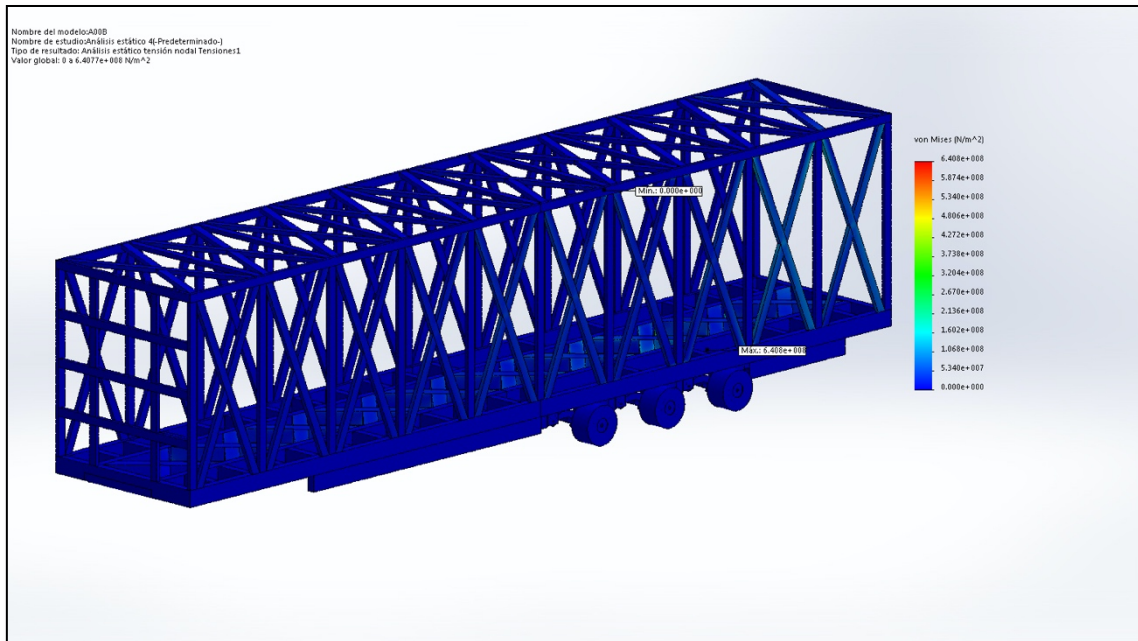


Imagen 38. Vista isométrica de los resultados de las tensiones de Von Misses de la simulación de bloqueo del tren trasero con carga
Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

El resultado de la simulación de un bloqueo del tren trasero sin carga muestra cómo se produce una tensión máxima de $6.408e+008$ N/m² en la parte central de la base del marco inferior.

Esta tensión tiene un grado lo suficientemente bajo para que la estructura pueda aguantar la fuerza aplicada y la deformación producida en la estructura por la misma.

- Desplazamientos

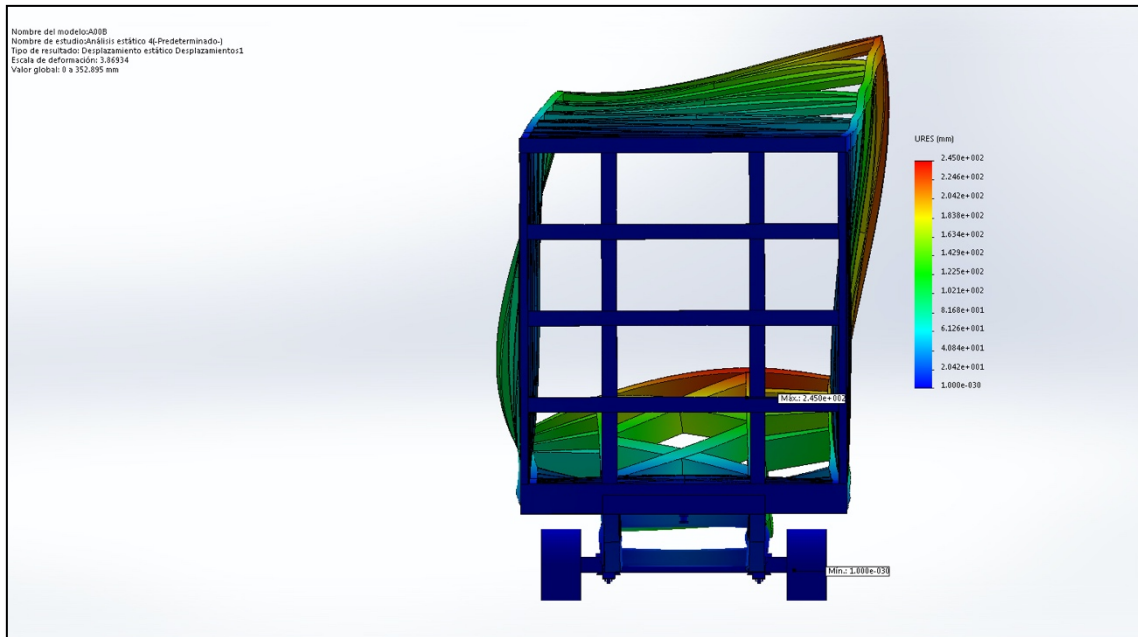


Imagen 39. Vista frontal de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de bloqueo del tren trasero con carga

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

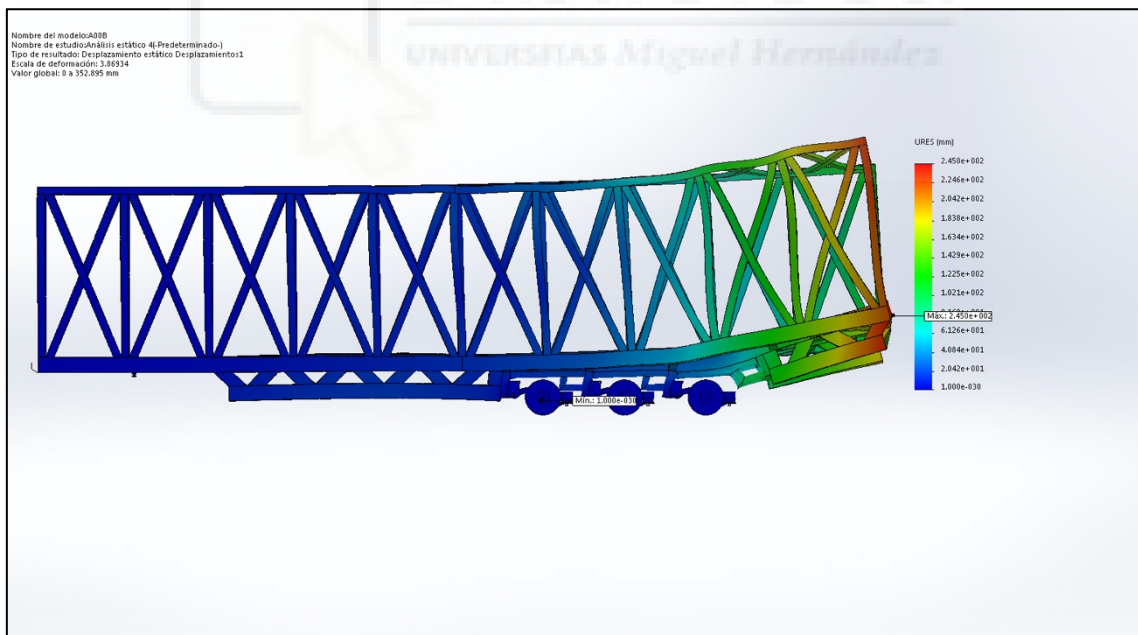


Imagen 40. Vista lateral de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de bloqueo del tren trasero con carga

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

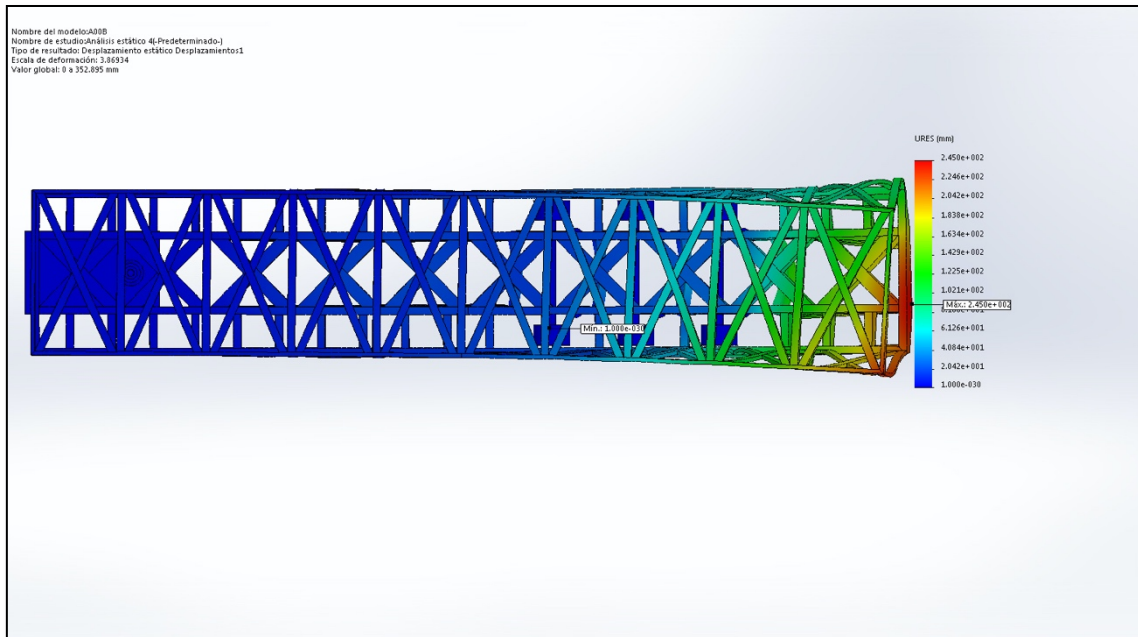


Imagen 41. Vista en planta de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de bloqueo del tren trasero con carga
Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

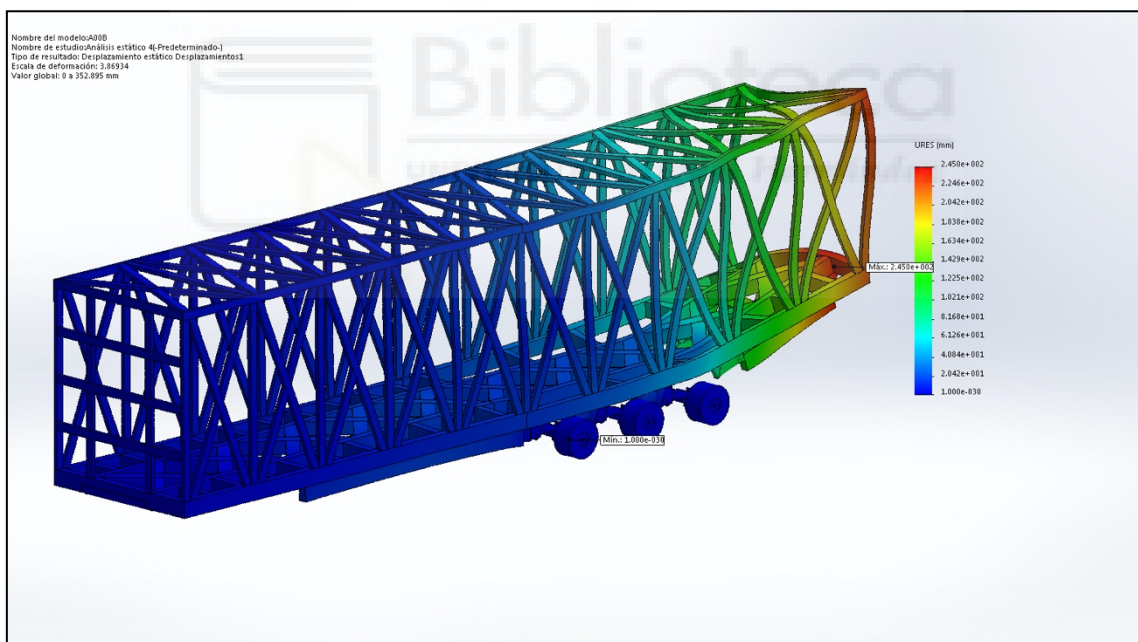


Imagen 42. Vista isométrica de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de bloqueo del tren trasero con carga
Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

El mayor desplazamiento se produce en la parte inferior trasera del chasis, con un valor máximo de $2.450e+002$ mm, el cual tiene un grado bajo de implicación debido a que el material con el que se ha construido la estructura puede asumir deformaciones de esa magnitud con una recuperación total sin provocar deformaciones permanentes.

3.2.5. Vuelco lateral con fuerza de 0.5G (4.905 N)

La estructura debe soportar una fuerza lateral de 0.5G. Para ello, se ha aplicado una fuerza distribuida total de 4.905 N hacia un lateral sobre una lámina de espesor infinitesimal situada en uno de los laterales de la estructura. Todo ello aplicado junto a la fuerza gravitatoria de $9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Los resultados de la simulación de “Vuelco lateral con fuerza de 0.5G” son los siguientes:

- Tensiones de Von Mises:

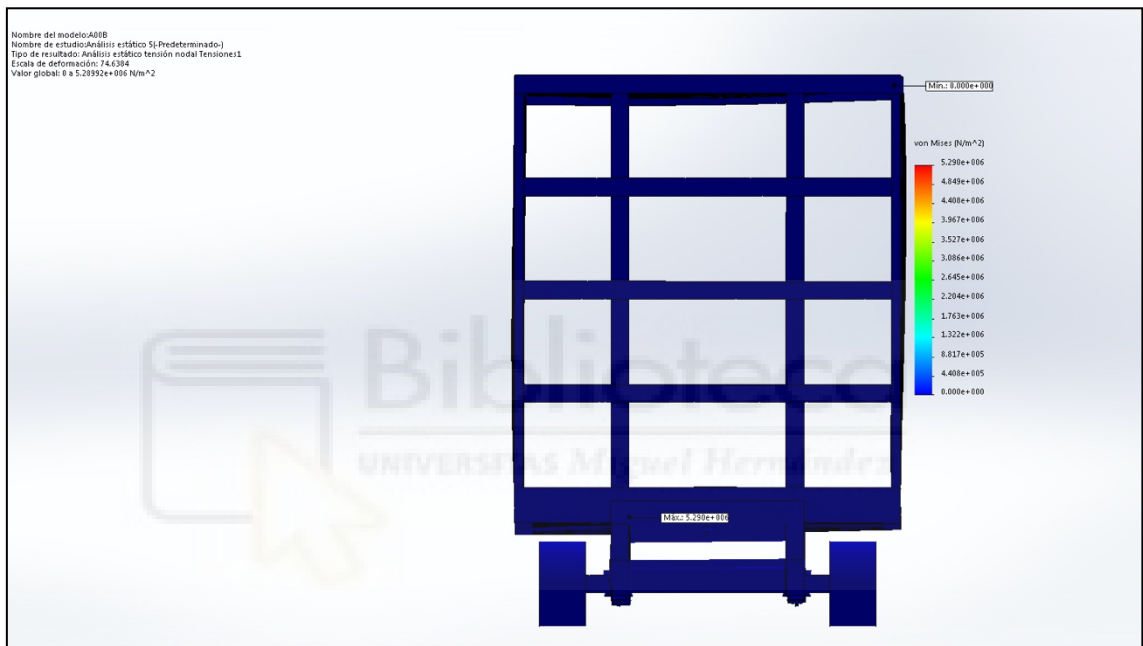


Imagen 43. Vista frontal de los resultados de las tensiones de Von Mises de la simulación de vuelco lateral con fuerza de 0.5G

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

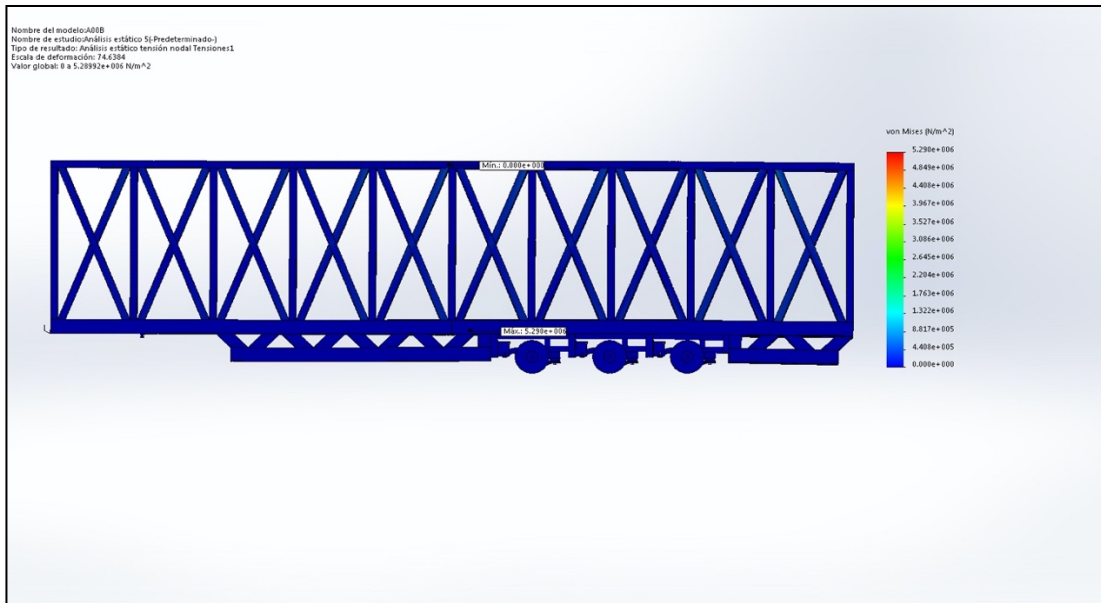


Imagen 44. Vista lateral de los resultados de las tensiones de Von Misses de la simulación de vuelco lateral con fuerza de 0.5G

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

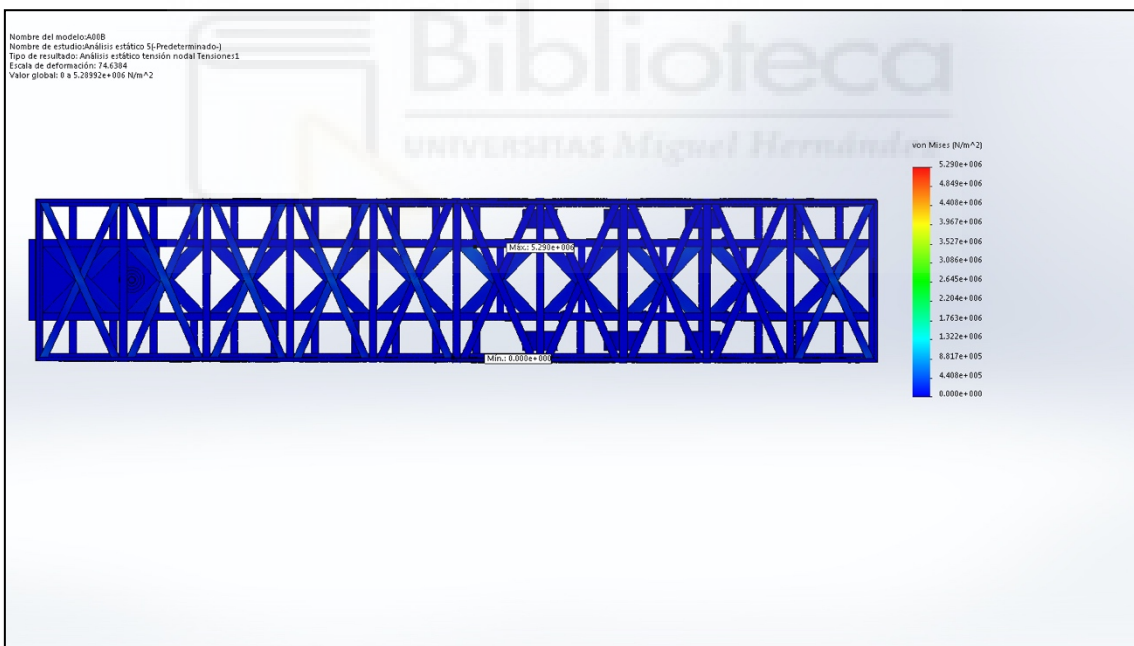


Imagen 45. Vista en planta de los resultados de las tensiones de Von Misses de la simulación de vuelco lateral con fuerza de 0.5G

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

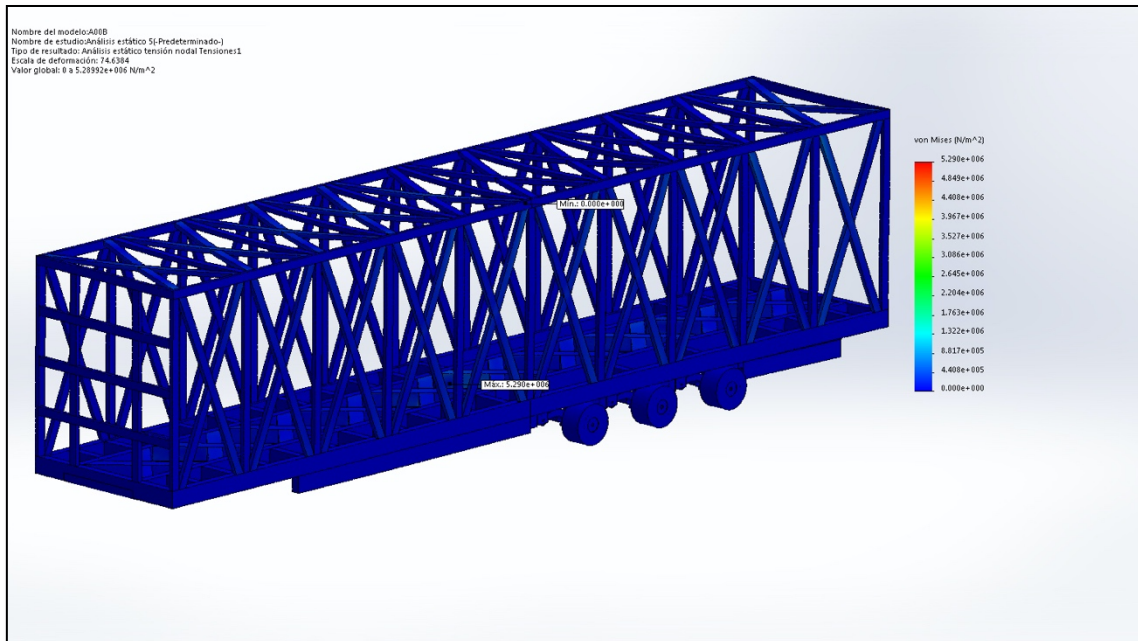


Imagen 46. Vista isométrica de los resultados de las tensiones de Von Misses de la simulación de vuelco lateral con fuerza de 0.5G
Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

El resultado de la simulación de un vuelco lateral muestra cómo se produce una tensión máxima de $5.290e+006$ N/m² en la parte central de la base del marco inferior. Esta tensión tiene un grado lo suficientemente bajo para que la estructura pueda aguantar la fuerza aplicada y la deformación producida en la estructura por la misma.

- Desplazamientos:

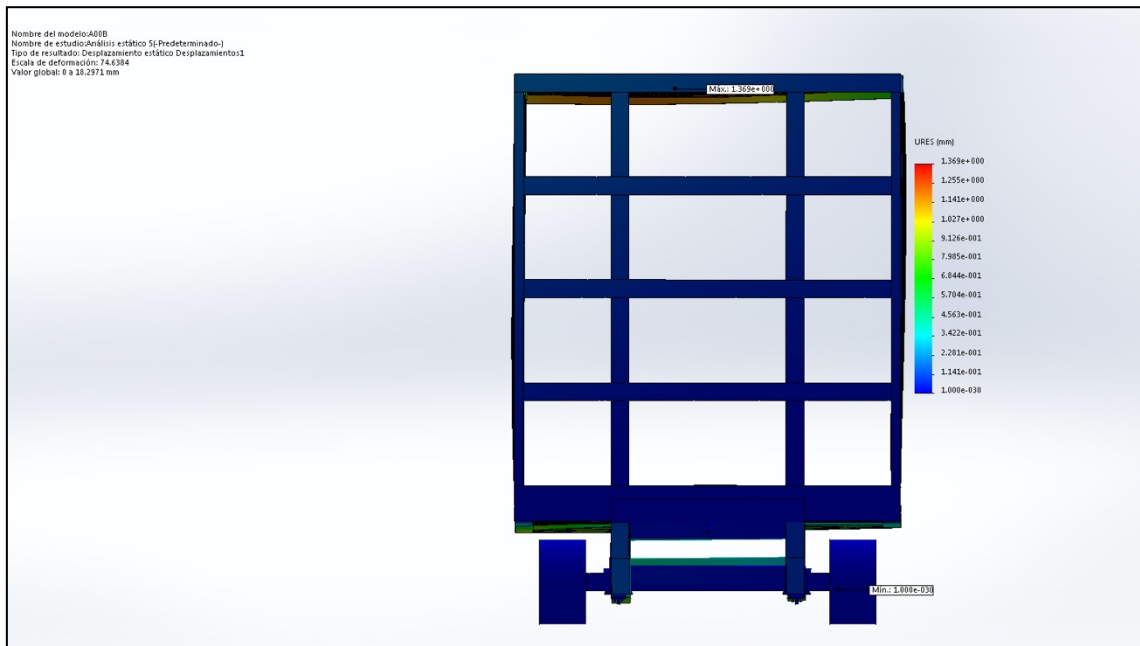


Imagen 48. Vista frontal de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de vuelco lateral con fuerza de 0.5G

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

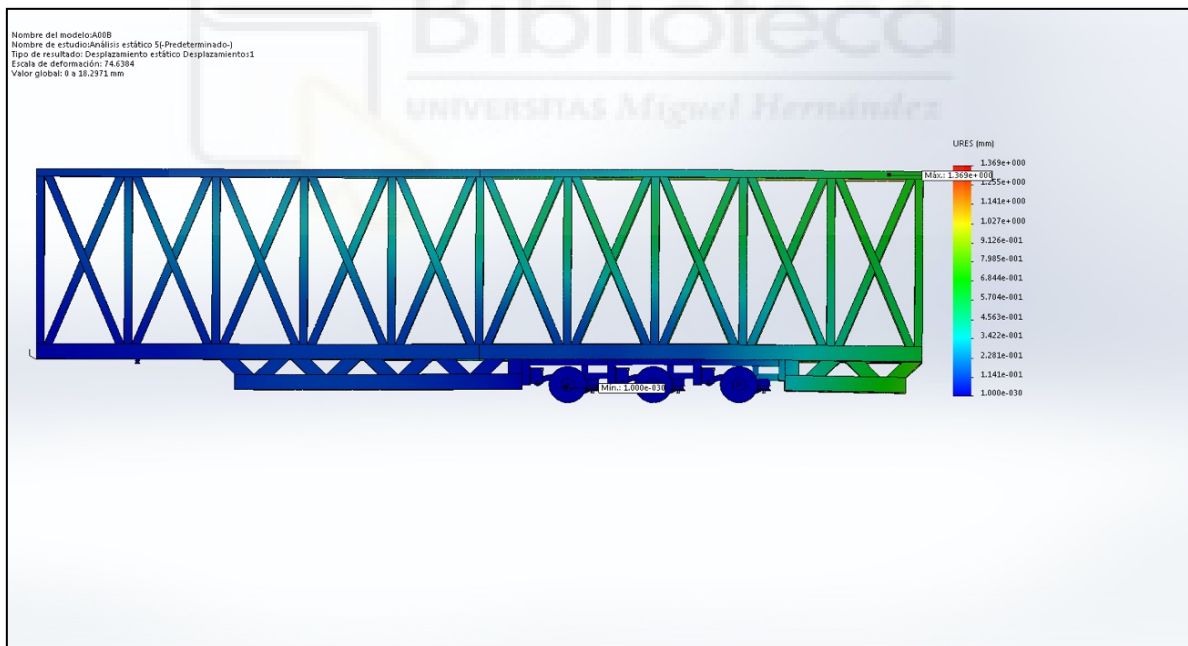


Imagen 49. Vista lateral de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de vuelco lateral con fuerza de 0.5G

Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

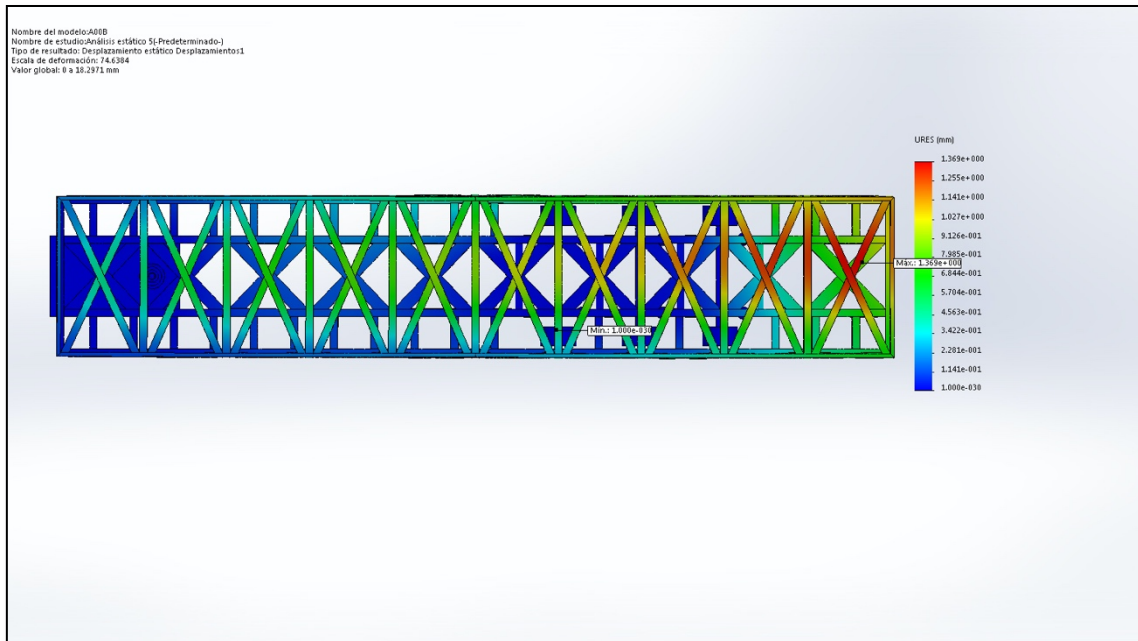


Imagen 50. Vista en planta de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de vuelco lateral con fuerza de 0.5G
Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

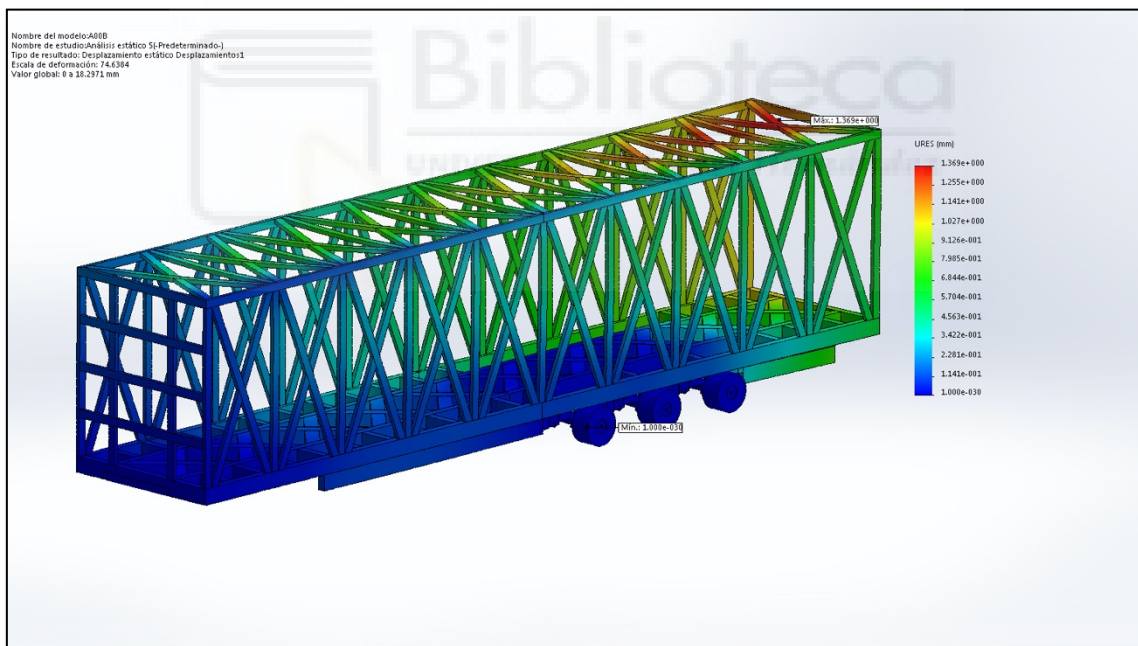


Imagen 51. Vista isométrica de los resultados de los desplazamientos unitarios de la simulación de vuelco lateral con fuerza de 0.5G
Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

El mayor desplazamiento se produce en la parte superior trasera del chasis, con un valor máximo de 1.369 mm, este valor tiene un grado bajo de implicación debido a que el material con el que se ha construido la estructura puede asumir deformaciones de esa magnitud con una recuperación total sin provocar deformaciones permanentes.

3.3. Estudio de ahorro de peso

Uno de los intereses de este estudio es analizar el ahorro de peso al diseñar el chasis en un material que no sea acero, en este caso, como hemos mencionado anteriormente el material usado es madera de abeto.

Esto, directamente influye en el consumo de combustible. A mayor peso, mayor consumo de combustible.

Según el Observatorio de costes de transporte de mercancías por carretera del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (2022), el consumo medio de combustible de un vehículo frigorífico es de 35 litros por cada 100 kilómetros (Tabla 1).

Características técnicas:		
Vehículo frigorífico articulado		
Potencia:	455 CV	335 kW
Masa Máxima Autorizada:	40.000 kg	
Carga útil:	24.000 kg	
Número de ejes:	5	
Número de neumáticos:	12	6 tractor (2 direccionales y 4 motrices) 6 semirremolque
Características de explotación:		
Recorridos en carga superiores a 200 km		
Kilometraje anual:	120.000 km anuales	
Recorrido anual en carga:	80,0 %	96.000 km anuales
Recorrido anual en vacío:	20,0 %	24.000 km anuales
Días trabajados al año:	225 días al año	
Horas trabajadas al año:	1.800 horas anuales	
Consumo medio:	35,0 litros/100 km	
Consumo medio aparato de frío:	4,0 litros/hora	2.000 horas

Tabla 1. Características técnicas y de explotación de un vehículo frigorífico articulado.

Fuente. Observatorio de costes de transporte de mercancías por carretera del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (2022)

Con una masa máxima autorizada de 40 toneladas, y una carga útil de 24 toneladas, el chasis de acero pesaría 9'975 toneladas con todo el equipamiento.

Del mismo modo, el chasis de madera de abeto, en este caso, pesaría 8'357 toneladas. Por lo que, hemos conseguido reducir 1'438 toneladas.

Este dato tiene un impacto positivo en la reducción de combustible (Tabla 2), y por consiguiente, una mejora en la emisión de gases de efecto invernadero.

Chasis	Peso (Tn)	Consumo (l/100 km)
Acero	9,975	35
Madera abeto	8,357	29,32

Tabla 2. Consumo de combustible de chasis de acero y madera de abeto.

Fuente. Elaboración propia.

En la siguiente tabla (Tabla 3), podemos observar la emisión de CO₂ por cada litro de gasolina o gasóleo consumido a los 100 km, sabiendo que en un vehículo diésel, por cada litro de gasóleo que se consume a los 100 km, se emiten del orden de unos 26,1 g/km de CO₂. Sin embargo, en un vehículo de gasolina, por cada litro de gasolina que se consume a los 100 km, se emiten del orden de unos 23 g/km de CO₂ (Motorpasion, 2012).

Chasis	Consumo (l/100 km)	Gasolina	Gasóleo	Tasa de Variación	
		Emisiones CO ₂ (g/100 km)	Emisiones CO ₂ (g/ 100 km)	Gasolina	Gasóleo
Acero	35	805	913,5		
Madera abeto	29,32	674,425	765,33	-16%	-16%

Tabla 3. Emisiones correspondientes por consumo de gasolina o gasóleo y tasa de variación en las emisiones de chasis de madera de abeto.

Fuente. Elaboración propia.

Como conclusión a este apartado, podríamos decir que las emisiones de CO₂ correspondientes al consumo tanto si es gasolina o gasóleo, el chasis de madera de abeto consigue una reducción del 16% de dichas emisiones



3.4. Uniones en estructuras de madera (Argüelles, Arriaga y Martínez, 2000)

En general, las estructuras de madera son construidas con elementos unidos entre sí. Las uniones son los principales elementos que sufren esfuerzos en una estructura ya que pueden generar posibles puntos débiles que es necesario estudiar en detalle, el fallo por agotamiento de la estructura se puede presentar en la misma por falta de resistencia en ellas. Existen diferentes tipos de uniones que se clasifican mediante diversos criterios:

3.4.1. Por la forma de encuentro entre las piezas:

Se denomina **empalme** cuando los elementos o piezas se unen por sus testas. En cuanto a los diferentes tipos, encontramos:

- Empalmes entre piezas traccionadas.
- Empalme de llave, empalme en rayo de Júpiter y empalme a media madera con cola de milano.

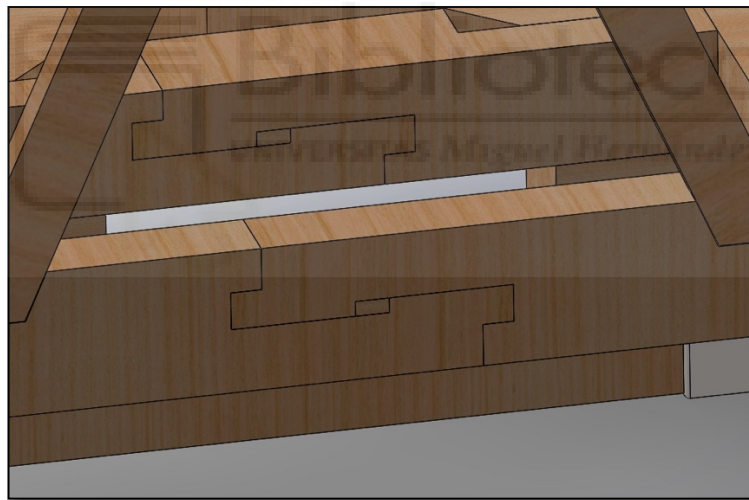


Imagen 52. Marco Inferior mediante empalme de llave.
Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

- Empalmes entre vigas sobre apoyos.
- Empalmes entre piezas comprimidas:
Caja y espiga, caja y espiga lateral, caja en cruz, a media madera, a media madera y doble ángulo.

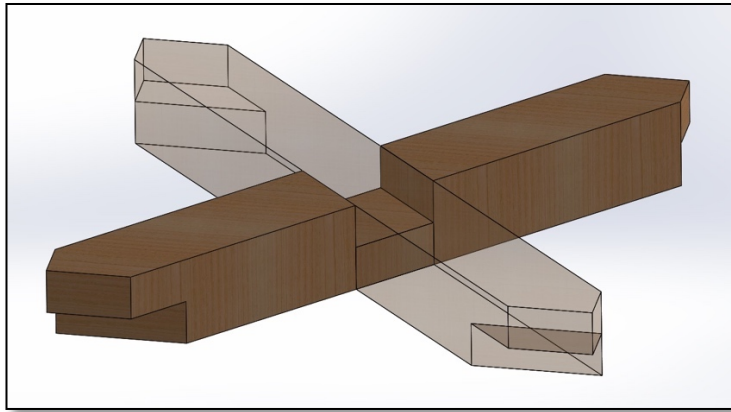


Imagen 53. Cruz Central Marco Inferior mediante media madera
Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

Llamamos **ensamble** cuando se cortan las piezas formando un ángulo determinado.

Encontramos los siguientes tipos:

a. Ensamblajes a compresión:

- Ensamble de caja y espiga (espiga recto y espiga oblicuo).

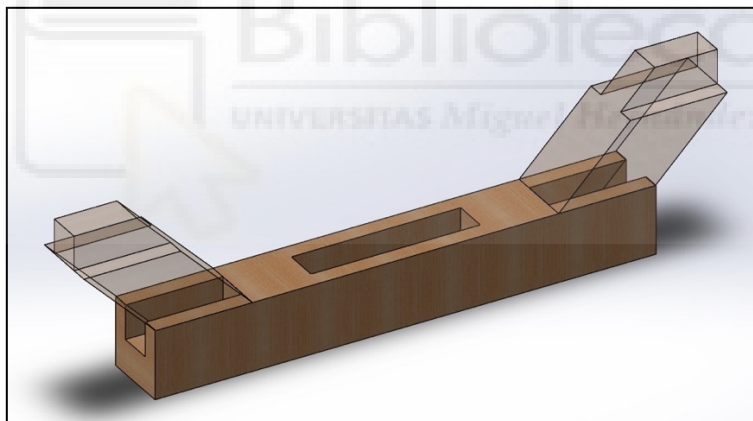


Imagen 54. Cercha Marco Inferior mediante caja y espiga oblicuo
Fuente. Elaboración propia mediante el programa SolidWorks

- Ensamble de barbilla y rebaje (con barbilla, con doble barbilla, con barbilla y pieza auxiliar, con barbilla y pieza auxiliar oblicua, ensamble pendolón-pares y ensamble pendolón-tornapuntas).
 - Ensamble de caja y espiga con barbilla (espiga con barbilla, espiga con doble barbilla, barbilla en tenedor y barbilla y espiga triangular).
- b. Ensamblajes sometidos a tracción:*
- Ensamble mediante rebaje en las piezas (ensamble entallado y ensamble entallado oblicuo).

- Ensamble mediante pernos (ensambles a tracción mediante pernos y ensamble a tracción con conectores).
- Ensamble en cola de milano (ensambles de cola de milano a media madera y ensamble de cola de milano pasante).
- Ensamble de cuelgue de tirante.

Finalmente, llamamos **acoplamiento** cuando se realiza una superposición de las piezas por sus caras. Los distintos tipos son:

- Llaves de madera o dentados.
- Afianzados con bridas.

3.4.2. Por el medio de unión empleado:

Las **uniones tradicionales** son aquellas en las que es necesario realizar un trabajo de carpintería (esperas, rebajes, caja y espiga, etc.), las **uniones mecánicas** utilizan elementos para la transmisión de los esfuerzos, tales como herrajes (conectores, clavos, tirafondos, pernos, etc.) y **uniones encoladas** donde el principal elemento de unión es un adhesivo que permite la transmisión de los esfuerzos.

3.4.3. Uniones tradicionales

En este tipo de unión, los elementos metálicos añadidos tienen la misión de asegurar la unión sin deslizamiento o descolocación, así los esfuerzos transmitidos en ella de una pieza a otra, generalmente suelen ser esfuerzos axiales mediante compresiones o esfuerzos tangenciales.

Los tipos de uniones tradicionales más comúnmente usados se clasifican mediante su forma de encuentro y la sollicitación que transmiten.

Para garantizar que las uniones transmitan los esfuerzos correctamente, las uniones anteriormente comentadas se complementan de uniones con elementos de fijación de tipo clavija (clavos, tirafondos, pernos, pasadores y grapas) y/o uniones con conectores y placas clavo (conector de anillo, de placa, dentado y de madera).

3.5. Disminución de la huella de carbono (ahorro en el uso de hierro)

Actualmente, se le da mucha importancia a la sostenibilidad del medio ambiente. Como hemos mencionado anteriormente, el sector transporte tiene diversas ventajas pero también presenta desventajas entre la que se encuentra la emisión de gases contaminantes (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2022).

Según el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2022), en 2020, “*el sector con más peso en el global de las emisiones es el transporte (27 %), seguido de las actividades industriales (20,8 %), la agricultura y ganadería en conjunto (14 %), la generación de electricidad (11,8 %), el consumo de combustibles en los sectores residencial, comercial e institucional (9,2 %), y los residuos (4,8 %). Por gases, el CO₂ supone un 77,7 % de las emisiones totales de GEI, seguido del metano (13,7 %).*”

Ese año se notó una disminución del 19% de las emisiones en el sector transporte respecto a 2019, lo que pudo venir propiciado por la pandemia sufrida por COVID-19 y la paralización que hubo debido a la cuarentena impuesta por el gobierno donde no podía circular nadie a excepción de los servicios esenciales como es el transporte de mercancías por carretera.

La fuente principal de los gases de efecto invernadero de este sector se debe al consumo de combustibles fósiles: gasolina, gasóleo, gas natural y gases licuados del petróleo.

En la siguiente tabla (Tabla 4), podemos observar las emisiones de diferentes gases de efecto invernadero, siendo el dióxido de carbono el mayor contaminante.

	1990	2005	2015	2019	2020
CO ₂	50.429	92.419	78.688	83.748	69.116
CH ₄	15,91	8,53	3,98	4,37	3,52
N ₂ O	1,56	2,88	2,74	3,09	2,60

Tabla 4. Emisiones por gas de la categoría de transporte por carretera
Fuente. Ministerio para la Transición Económica y Reto Demográfico (2022)

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas y es el principal causante del efecto invernadero debido a las actividades realizadas por el ser humano. El CO₂ está presente de forma natural en la atmósfera como parte del ciclo de carbono de la Tierra. La existencia y

actividades del ser humano sobre el planeta implica que se esté alterando el ciclo del carbono, incrementando el dióxido de carbono en la atmósfera como alterando la capacidad de los disipadores naturales, tales como bosques, que eliminan el CO₂ de la atmósfera e influye en el almacenamiento de la tierra que puede almacenar carbono. Actualmente las emisiones de CO₂ surgen de varias fuentes naturales y de las emisiones relacionadas con el ser humano, que son las principales causantes del incremento del CO₂ en la atmósfera desde la época de la revolución industrial.

En Marzo de 2022 entró en vigor el Real Decreto-Ley 3/2022 de 1 de Marzo, que fija las medidas para la mejora de la sostenibilidad del transporte de mercancías por carretera y del funcionamiento de cadena logística.

Las medidas tomadas han sido motivadas a diversos factores entre los que encontramos: pandemia COVID-19 y la cantidad de empresas de reducido tamaño, ya que la gran mayoría (más del 53%) tienen un solo vehículo pesado y esto agrava las dificultades a la hora de adaptarse a cualquier escenario desfavorable.

Entre las medidas adoptadas, encontramos las que mejoran la eficiencia del sector, las cuales tratan determinados aspectos de normativa de masas y dimensiones:

- Simplificar requisitos burocráticos de cara al uso de “megatrailers” y “duotrailers”.
- Ampliar para determinados tipos muy tasados de transporte con necesidades especiales la altura máxima permitida a 4,5 metros.
- Aumentar los ámbitos en los que se pueda utilizar las 44 Tn, también con un enfoque muy específico.

Sin embargo, aunque las medidas adoptadas son un paso más hacia la sostenibilidad del sector, la posibilidad de ofrecer un transporte sostenible de mercancías es todavía uno de los mayores retos a los que se enfrenta el sector del transporte, donde se debería de usar combustible (biocarburantes líquidos y gaseosos, electricidad proveniente de fuentes renovables, hidrógeno, combustibles sintéticos de origen renovable y otras fuentes minoritarias) (OTLE, 2021) y motores de combustión más ecológicos .

4. CONCLUSIONES

Una vez realizada la investigación para cumplir los objetivos propuestos de este Trabajo Fin de Grado, los cuales, como hemos mencionado anteriormente son analizar los problemas de la situación actual del transporte frigorífico y las medidas de sostenibilidad que se pueden optar y diseñar un chasis autoportante de un semirremolque rígido frigorífico en madera tratada para así mejorar el peso de la estructura y conseguir el ahorro energético, y a la larga disminuir la huella de carbono.

Entre los problemas a destacar son: la contaminación atmosférica, la contaminación acústica, intrusión visual, impactos sobre el territorio, y el incremento de la huella de carbono.

Se ha realizado el diseño del chasis autoportante para el semirremolque rígido frigorífico con madera de coníferas de abeto con viga en celosía para así aprovechar al máximo las características estructurales de la madera mediante el programa SolidWorks.

El objetivo de este chasis es soportar una estructura en forma de caja que será el compartimento aislado para el transporte de los productos finales con un menor impacto en el medioambiente.

Para su diseño debemos conocer las propiedades mecánicas de la madera de coníferas (Argüelles, Arriaga y Martínez, 2000) de abeto así como los requisitos que deben cumplir el portamatrículas y las protecciones laterales (Reglamento (UE) 166/2015 (Anexo V).

Una vez conocido esto, se han realizado varios análisis.

En primer lugar, se ha realizado un análisis de pesos, donde hemos estudiado el peso total de la estructura de acero actual y nuestro diseño. En el caso de la estructura de acero, el peso total es de 9.975 kilogramos, mientras que en nuestro diseño logramos reducir hasta los 8.357 kilogramos, lo que tendrá una repercusión final en la huella de carbono.

En segundo lugar, hemos realizado el cálculo de flexión y compresión, para que así se pueda obtener la homologación oportuna.

Para ello, se han estudiado varias simulaciones donde se ha experimentado una doble carga máxima, es decir, la estructura debe soportar una carga distribuida que sea el doble de su carga máxima admisible y donde el resultado según Tensiones de Von Mises nos muestra que la tensión soportada tiene un grado suficientemente bajo como para que la estructura aguante la carga aplicada y los desplazamientos indican que el mayor desplazamiento se produce en la parte inferior trasera del chasis pero el material con la

que se ha construido la estructura puede asumir deformaciones que tengan una recuperación total de la estructura.

La siguiente simulación estudiada es la frenada con fuerza de 1G, es decir, 9.81N. Los resultados obtenidos según las Tensiones de Von Mises ha sido también un grado lo suficientemente bajo para que la estructura aguante la fuerza aplicada y la deformación producida. En el caso de los desplazamientos, se ha producido también en la parte inferior trasera del chasis con un grado bajo, de igual modo que en la simulación anterior.

La tercera simulación ha sido que, la estructura debe soportar un bloqueo de las ruedas de los ejes traseros sin carga, soportando una fuerza de 46.010N hacia atrás sobre las 6 ruedas. Las Tensiones de Von Mises y los desplazamientos muestran unos resultados similares a las anteriores simulaciones.

La penúltima simulación ha sido realizar el caso contrario, es decir, bloqueo de los ejes traseros pero en este caso, con carga. Los resultados han mostrado lo mismo que en las demás simulaciones.

Finalmente, la estructura debe soportar una fuerza lateral de 0.5G.

Como conclusión de todos los resultados obtenidos, ha sido que la estructura aguantaría las deformaciones y las tensiones generadas por las diversas fuerzas aplicadas en las distintas simulaciones que se han analizado.

Una vez realizadas las simulaciones oportunas, se ha estudiado cómo afecta el ahorro de peso del chasis de madera.

Un ahorro en el peso, influye directamente en el consumo de combustible. Según el Observatorio de costes de transporte de mercancías por carretera, indica que el consumo medio de combustible de un vehículo frigorífico es de 35 l/100 km. Esto también va asociado a una emisión concreta de gases de efecto invernadero, que con una reducción del peso, el consumo de combustible se reduciría y por consiguiente, los gases de efecto invernadero también.

Con nuestro chasis en madera de coníferas conseguimos una reducción de, aproximadamente, 6 litros. Esto se traduce en una reducción de las emisiones de dióxido de carbono del 16%.

Como conclusión final, podríamos decir que nuestro diseño de chasis autoportante en madera de coníferas de abeto, consigue al reducir peso, una mejora en la sostenibilidad ambiental puesto que se reduce la huella de carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero. Del mismo modo, tendría un efecto positivo para las empresas, puesto que los costes serían menores al tener menos consumo de combustible.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Acuerdo sobre Transporte Internacional de Mercancías Perecederas y sobre Vehículos Especiales (2013). <https://www.boe.es/boe/dias/2013/11/15/pdfs/BOE-A-2013-11936.pdf>
- [2] Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (Actualizado 14 Junio 2022). Emisiones de dióxido de carbono [https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-dioxido-de-carbono#:~:text=El%20di%C3%B3xido%20de%20carbono%20\(CO,de%20efecto%20invernadero%20en%20EE.](https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-dioxido-de-carbono#:~:text=El%20di%C3%B3xido%20de%20carbono%20(CO,de%20efecto%20invernadero%20en%20EE.)
- [3] Argüelles, R.; Arriaga, F. y Martínez, J.J. (2000). Estructuras de Madera, diseño y cálculo. Aitim.
- [4] Berrone, P., Ricart, J. E., & Brito, E. (2022). La movilidad presente y futura en Europa. *Papeles de Economía Española*, (171), 76-176.
- [5] Campos Méndez, J., & Socorro Quevedo, M. (2010). El transporte en la sociedad del siglo XXI: política de transporte europea y española.
- [6] Cantero Lozano, D. (2022). *Arquitectura Baja en Carbono. Proyectar y Construir en Madera* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- [7] Coto-Quirós, A., Farah-Quirós, J. N., Solano-Marín, K., Méndez-Hidalgo, S., Monge-Camacho, F., & Rodríguez-Solera, S. (2022). Impacto del COVID-19 sobre los costos en la cadena de abastecimiento en los sectores alimenticio, salud, educación, retail y textil. *Revista Tecnología en Marcha*, ág-247. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/6193/5968
- [8] DE RUS, G. I. N. É. S. (2022). La nueva política de transporte.
- [9] Frax, E., & Madrazo, S. (2001). El transporte por carretera. *Transportes, Servicios y Comunicaciones*, 1, 31-53. https://tstrevista.com/tstpdf/tst_01/dossier1.pdf
- [10] Herranz Ioncán, A. (2005). La reducción de los costes de transporte en España (1800-1936). *Cuadernos económicos del ICE*, 2005, num. 70, p. 183-203

- [11] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2022). Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI)
- [12] Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (2022). Observatorio de costes del transporte de mercancías
- [13] Manzanera Benito, G. (2019). Aplicación de Dinámica de Sistemas para el estudio del reparto modal en el transporte
- [14] Martín Martínez, M. (2015). *Situación del sector transporte en España. Análisis y propuesta de mejora de la empresa Transportes Wifredo Martin* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- [15] Muñiz, S., Mosquera, E., & Corral, A. (2022). Construcción de una vivienda de madera con el sistema UBUILD. *Informes de la Construcción*, 74(565), e428-e428. <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/6118/7571>
- [16] Norma 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (2007). Marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos. <https://www.boe.es/doue/2007/263/L00001-00160.pdf>
- [17] Puente, M. G. (2011). *Breve historia administrativa del transporte por carretera*. Lulu. com.
- [18] Reglamento (UE) 166/2015 (Anexo V) (2015). <https://www.boe.es/doue/2015/028/L00003-00039.pdf>
- [19] Reglamento no 73 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE). <https://www.boe.es/doue/2004/095/L00056-00066.pdf>
- [20] Reglamento (UE) No 1003/2010 de la comisión (2010). <https://www.boe.es/doue/2010/291/L00022-00030.pdf>

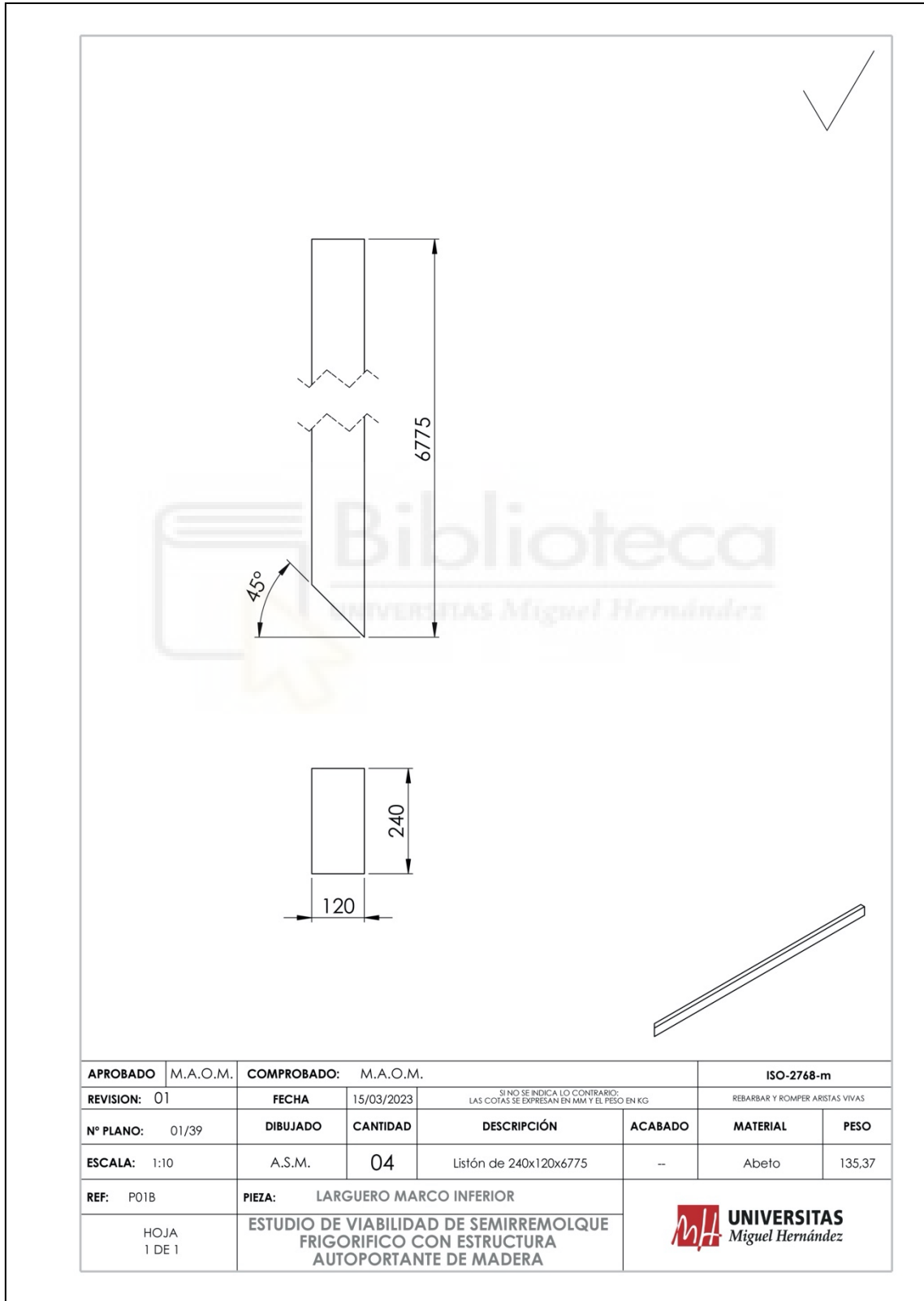
[21] Serrano, F. T. (1990). El transporte de mercancías por carretera en España según la III encuesta nacional. *Estudios geográficos*, 51(198), 115-137



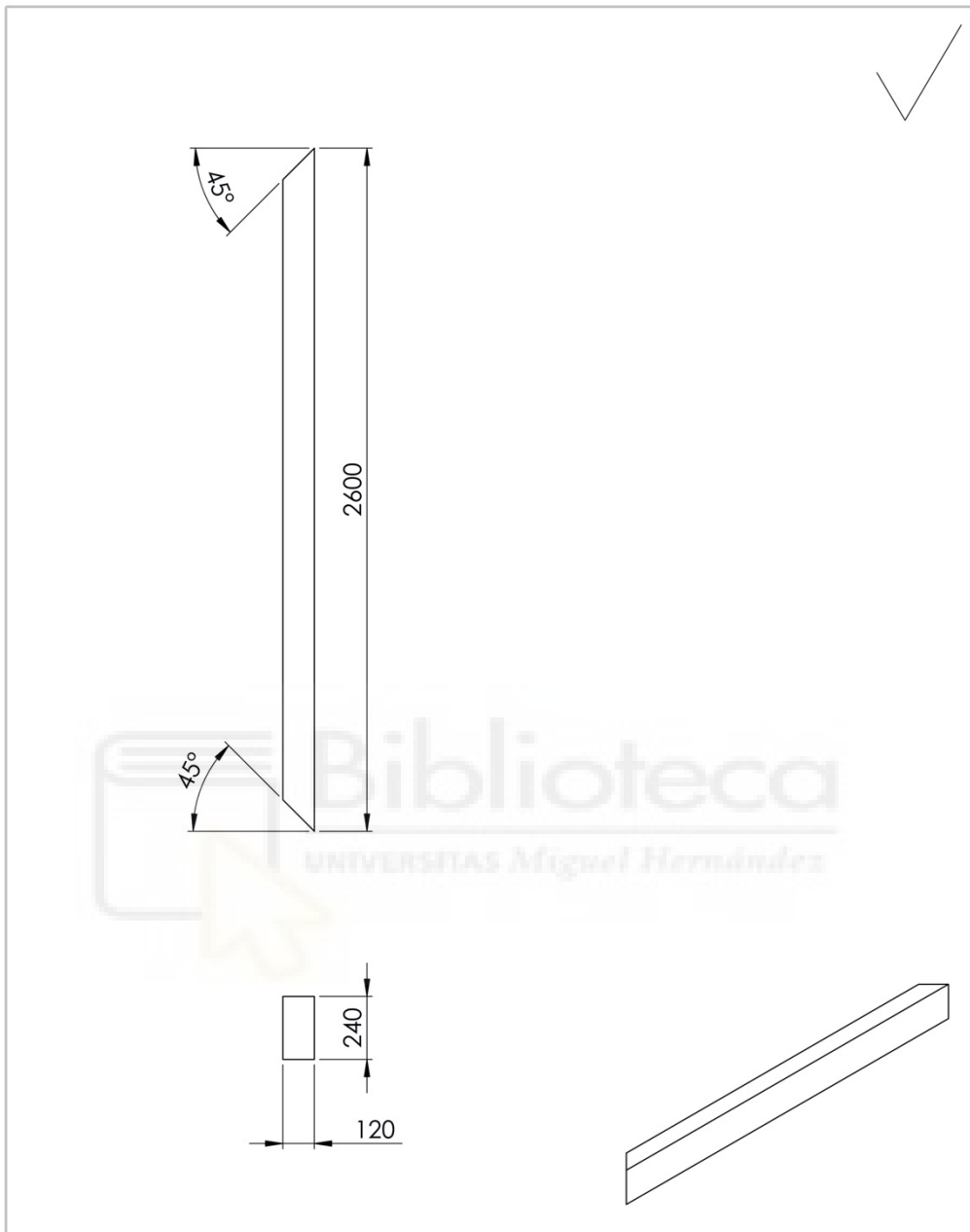
6. ANEXOS

6.1. Planos de Piezas

6.1.1. Larguero Marco Inferior

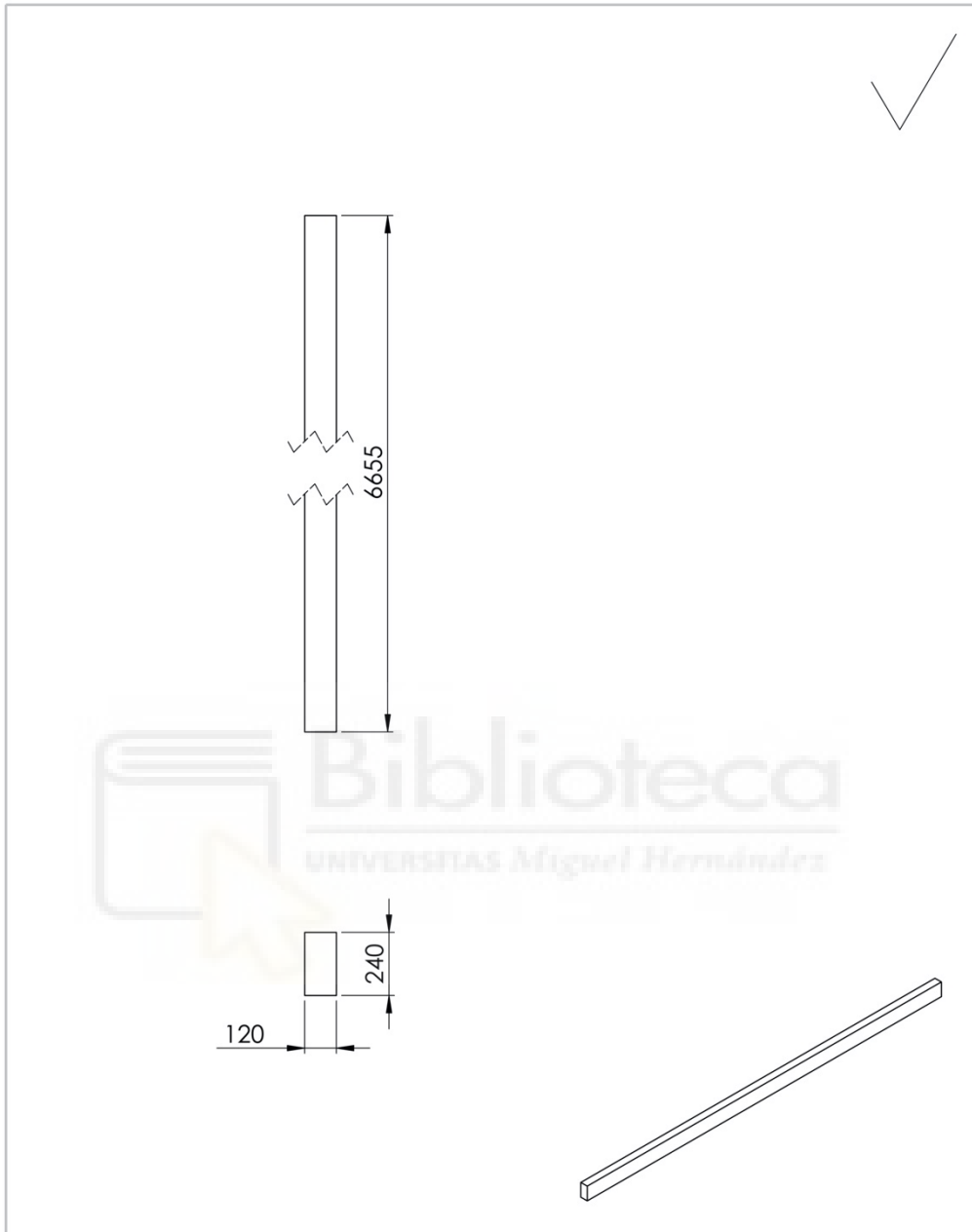


6.1.2. Travesaño Marco Inferior



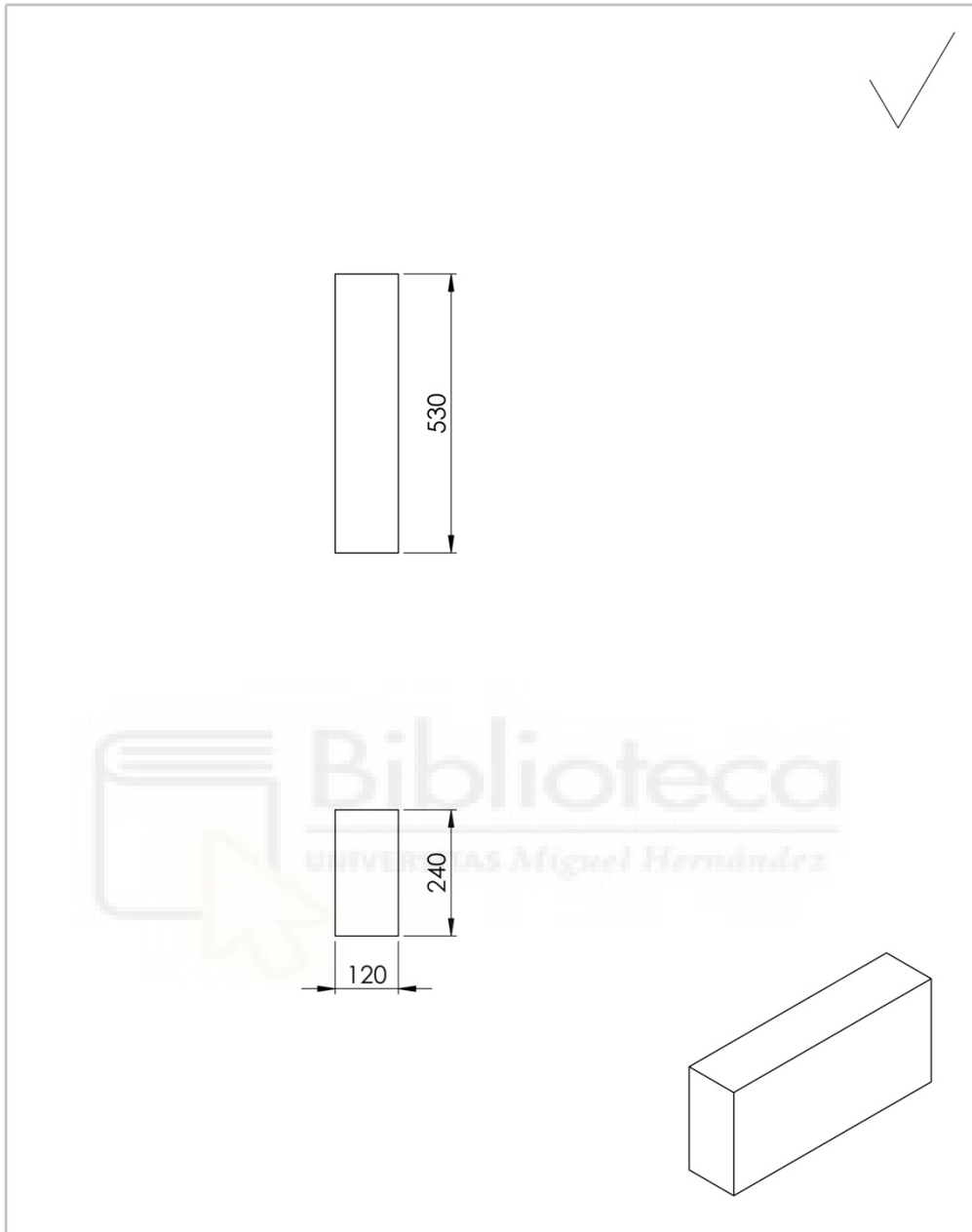
APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	15/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	02/39	DIBUJADO		DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:20	A.S.M.	02	Listón de 240x120x2600	--	Abeto	50,00
REF:	P02B	PIEZA: TRAVESAÑO MARCO INFERIOR					
	HOJA 1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

6.1.3. Larguero Central Parte Inferior



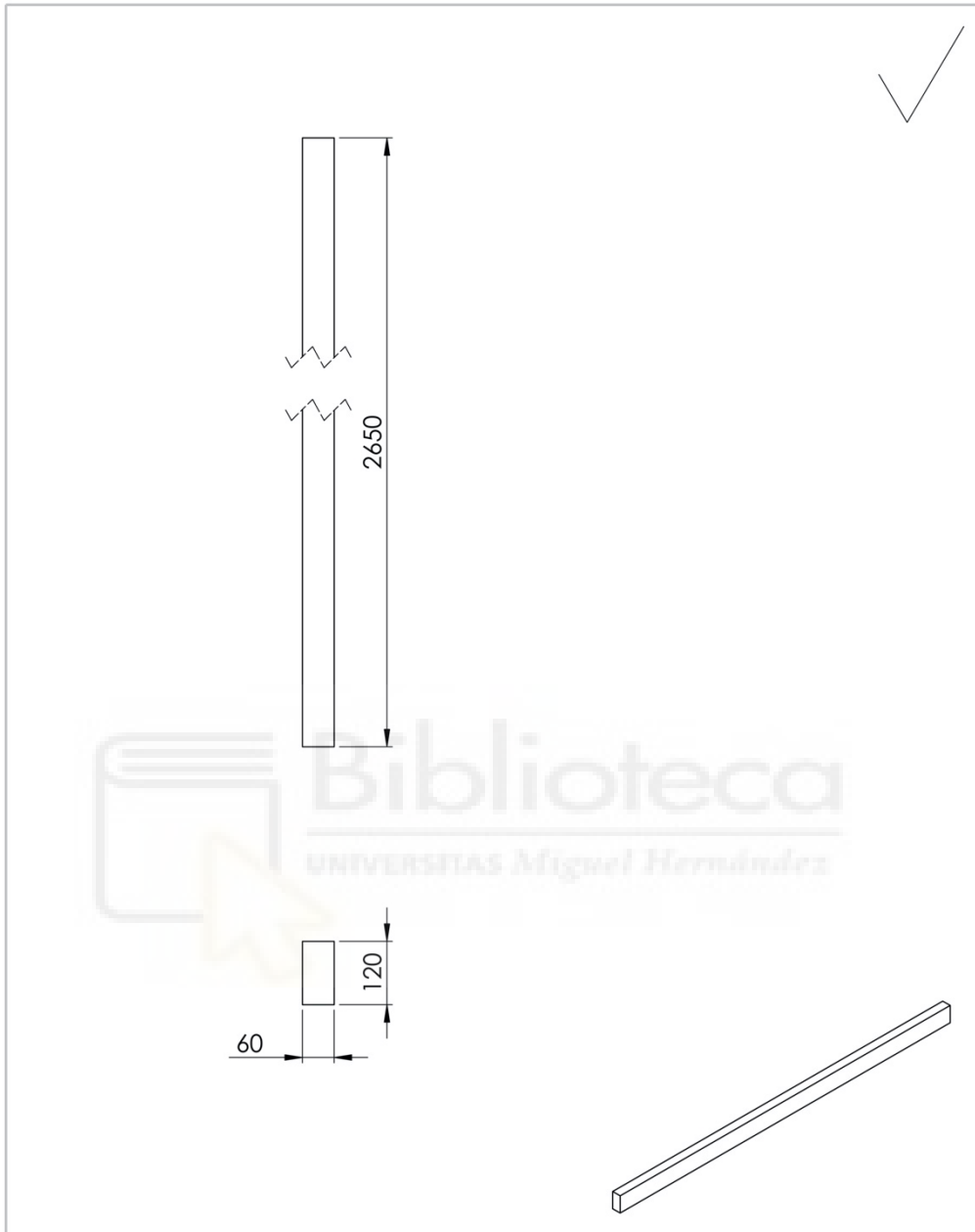
APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	15/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	03/39	DIBUJADO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:20	A.S.M.	04	Listón de 240x120x6655	--	Abeto	134,164
REF:	P03B	PIEZA: LARGUERO CENTRAL MARCO INFERIOR			 UNIVERSITAS Miguel Hernández		
HOJA	1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

6.1.4. Travesaño Interior Marco Inferior



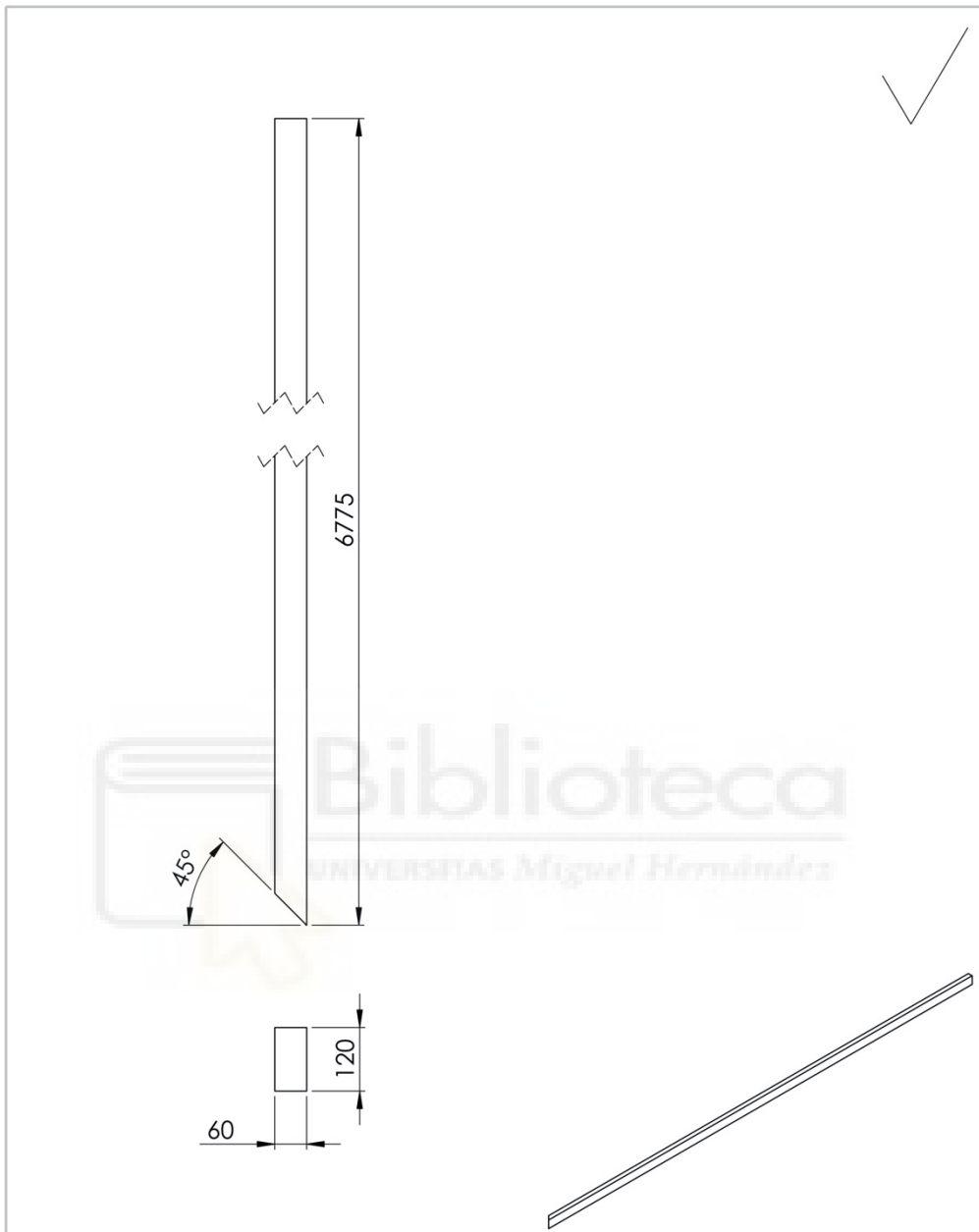
APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	15/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	04/39	DIBUJADO		DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:10	A.S.M.	32	Listón de 240x120x530	--	Abeto	10,685
REF:	P04B	PIEZA: TRAVESAÑO INTERIOR MARCO INFERIOR			 UNIVERSITAS Miguel Hernández		
	HOJA 1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

6.1.5. Pilar Altura Lateral



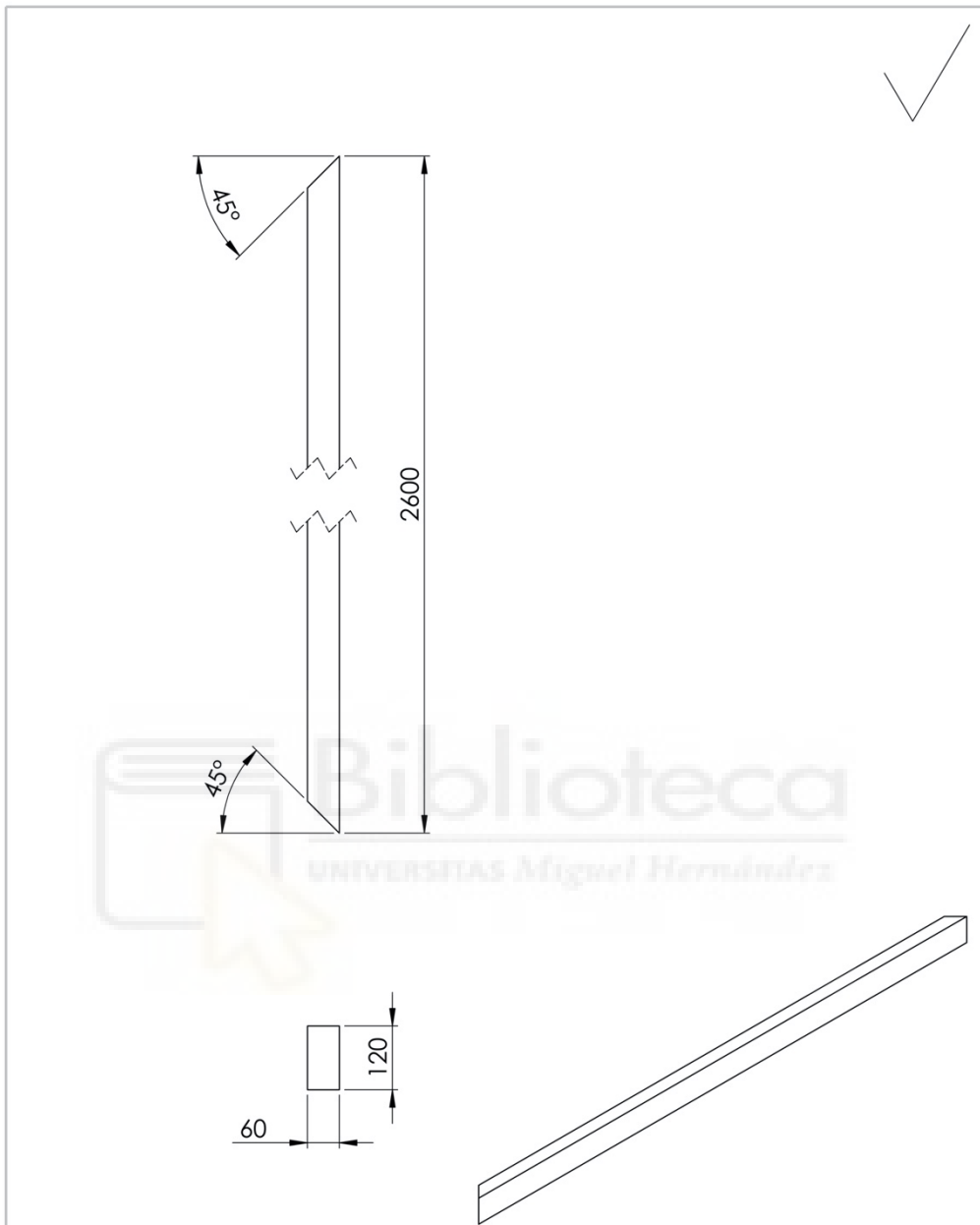
APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	15/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	05/39	DIBUJADO		DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:10	A.S.M.	22	Listón de 120x60x2650	--	Abeto	13,356
REF:	PO5B	PIEZA: PILAR ALTURA LATERAL					
HOJA	1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

6.1.6. Larguero Marco Superior

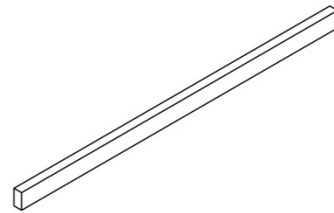
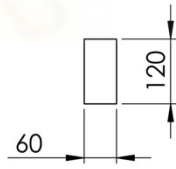
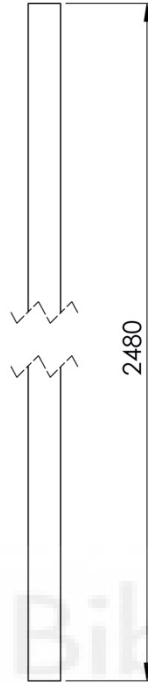


APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	15/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	06/39	DIBUJADO		DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:10	A.S.M.	04	Listón de 120x60x6775	--	Abeto	33,99
REF:	P06B	PIEZA: LARGUERO MARCO SUPERIOR			 UNIVERSITAS Miguel Hernández		
	HOJA 1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

6.1.7. Travesaño Marco Superior

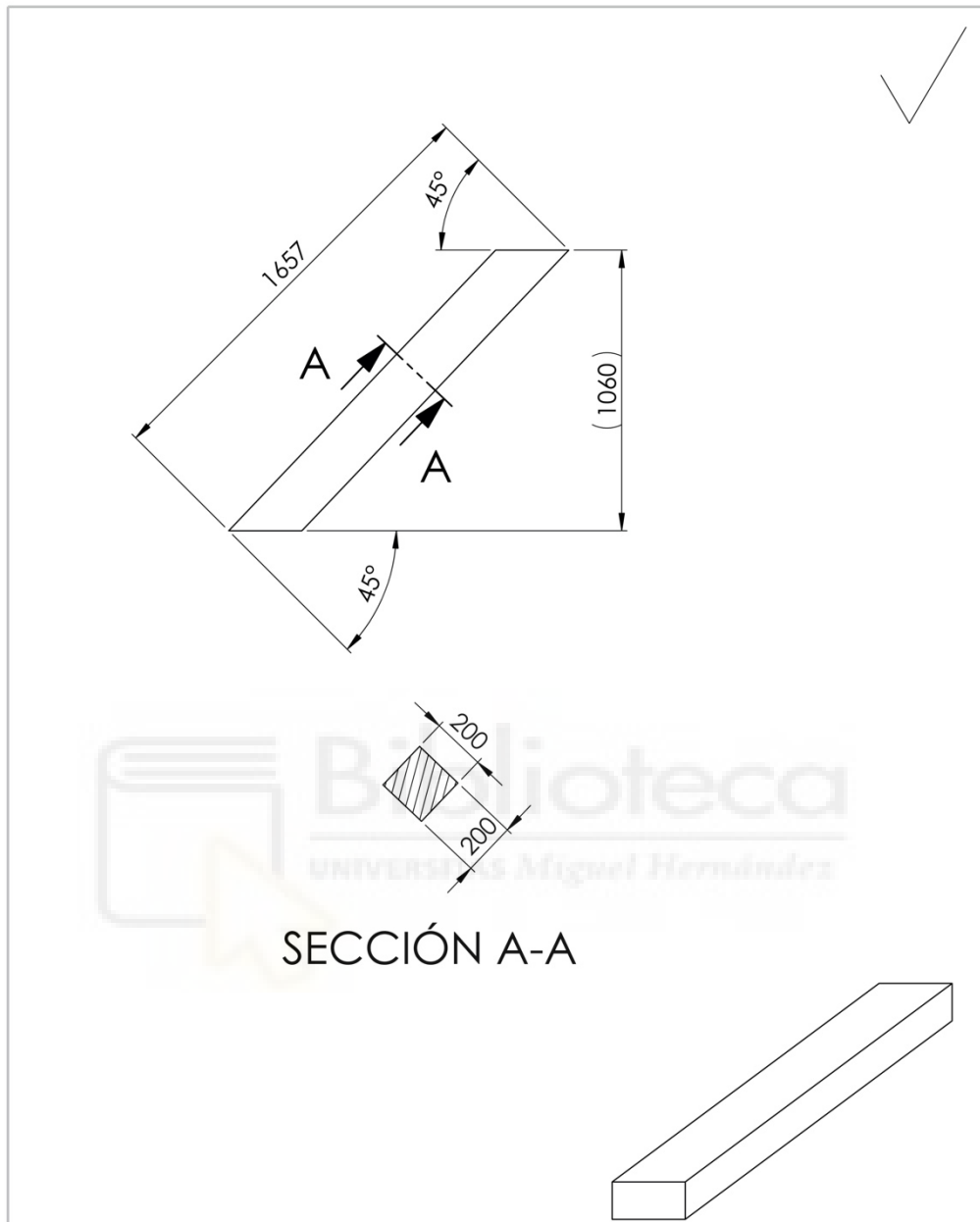


APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	15/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	07/39	DIBUJADO		DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:10	A.S.M.	02	Listón de 120x60x2600	--	Abeto	12,80
REF:	P07B	PIEZA: TRAVESAÑO MARCO SUPERIOR			 UNIVERSITAS Miguel Hernández		
	HOJA 1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					



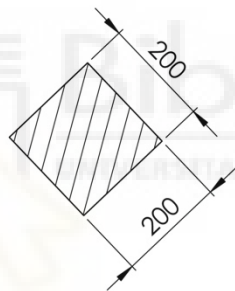
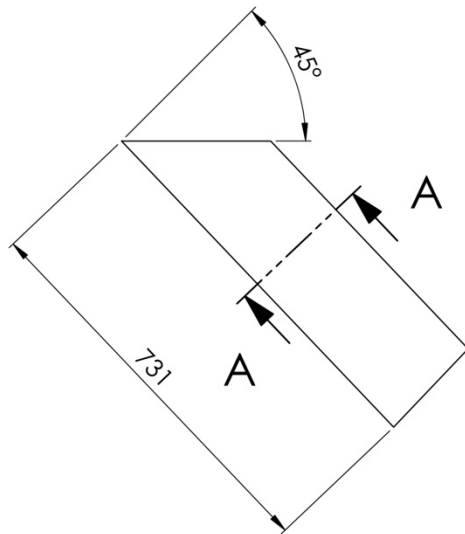
APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	15/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	08/39	DIBUJADO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:10	A.S.M.	09	Listón de 120x60x2480	--	Abeto	12,50
REF:	P08B	PIEZA: TRAVESAÑO INTERIOR MARCO SUPERIOR					
HOJA 1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA						

6.1.8. Cruz Central Marco Inferior

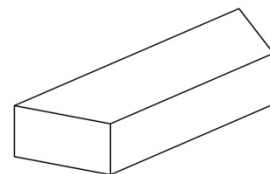


SECCIÓN A-A

APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	21/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	09/39	DIBUJADO		DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:20	A.S.M.	10	Listón de 200x200x1657	--	Abeto	40,94
REF:	P09B	PIEZA: CRUZ CENTRAL MARCO INFERIOR			 UNIVERSITAS Miguel Hernández		
	HOJA 1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

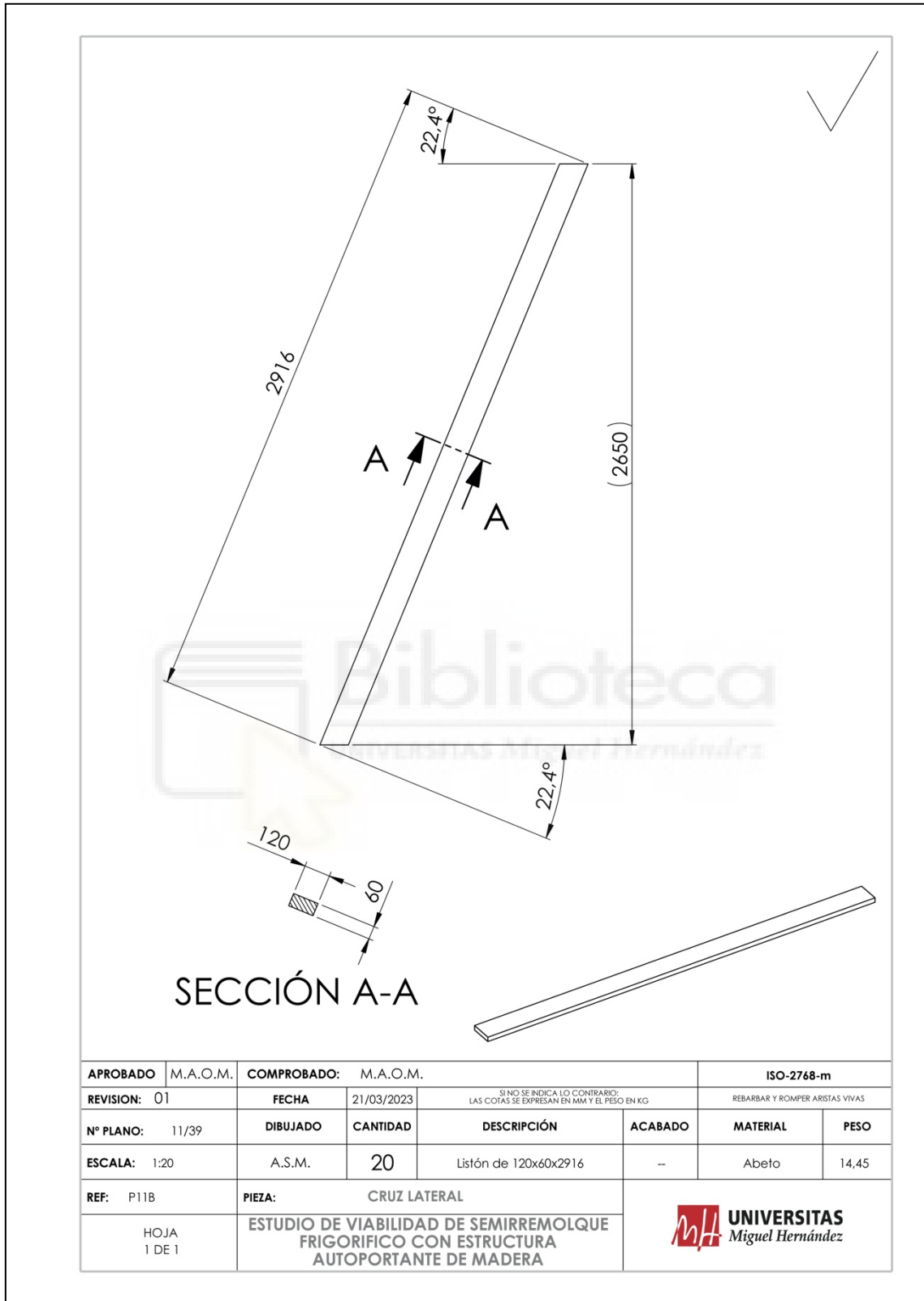



SECCIÓN A-A

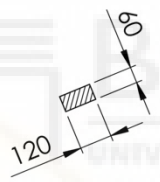
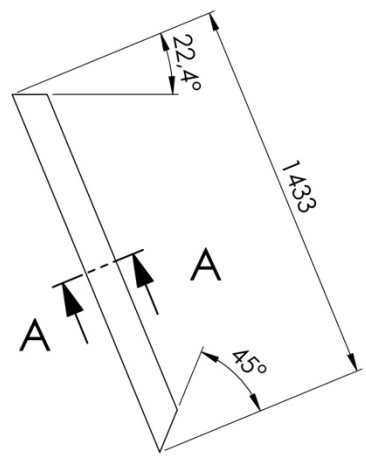


APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	21/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	10/39	DIBUJADO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:10	A.S.M.	20	Listón de 200x200x731	--	Abeto	35,33
REF:	P10B	PIEZA: CRUZ CENTRAL MARCO INFERIOR			 UNIVERSITAS Miguel Hernández		
	HOJA 1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

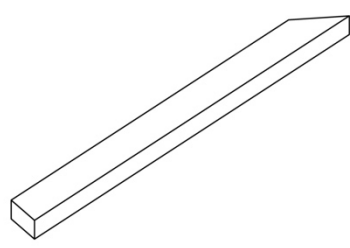
6.1.9. Cruz Lateral



APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	21/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	11/39	DIBUJADO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:20	A.S.M.	20	Listón de 120x60x2916	--	Abeto	14,45
REF:	P11B	PIEZA: CRUZ LATERAL			 UNIVERSITAS Miguel Hernández		
HOJA 1 DE 1		ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

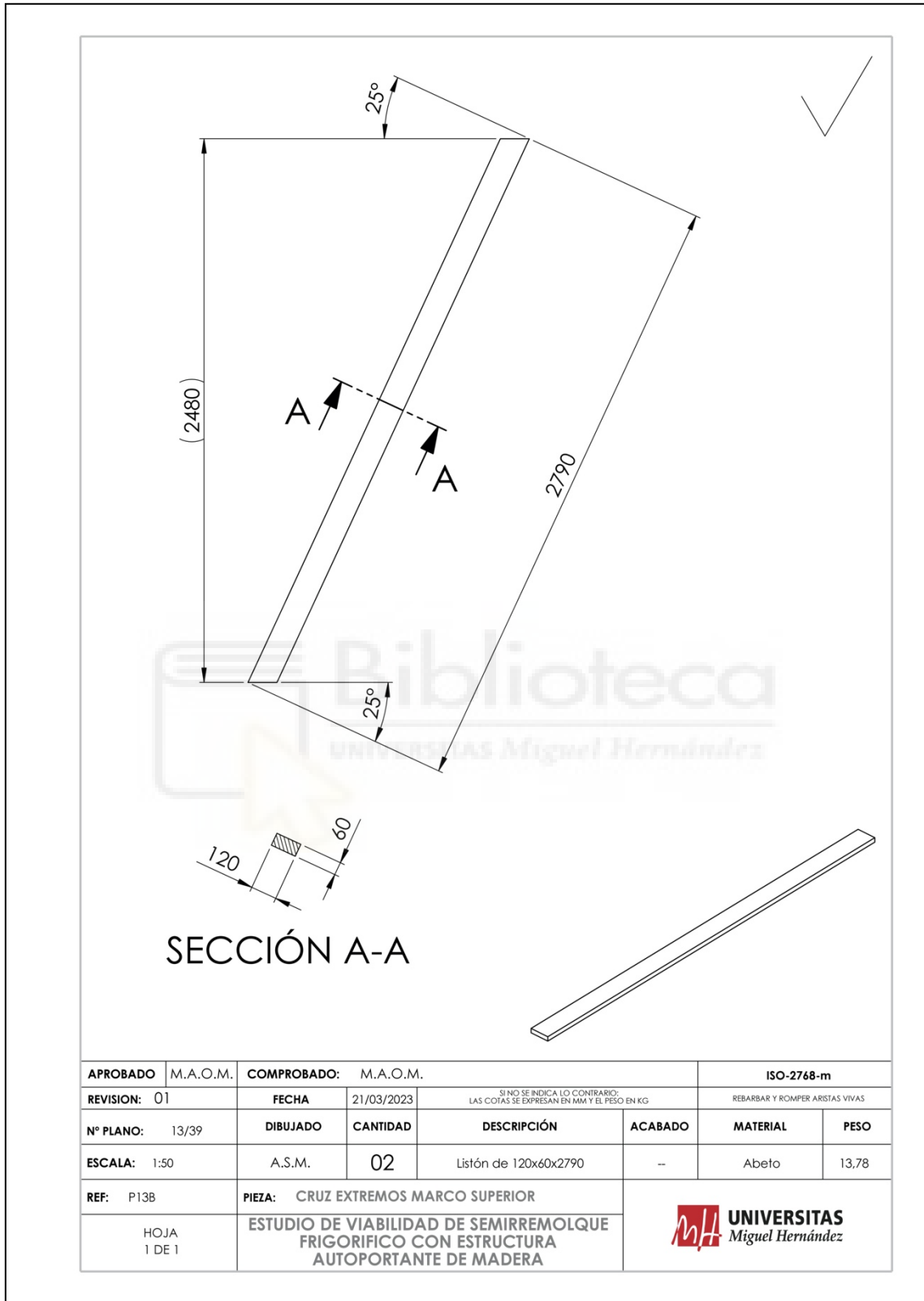


SECCIÓN A-A

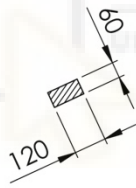
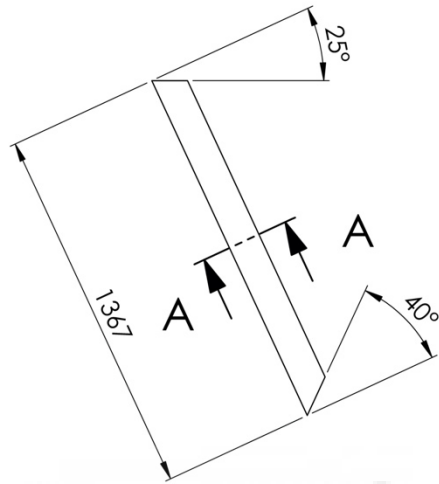


APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	21/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	12/39	DIBUJADO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:20	A.S.M.	40	Listón de 120x60x1433	--	Abeto	13.59
REF:	P12B	PIEZA: CRUZ LATERAL					
HOJA 1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA						

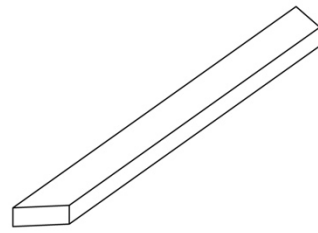
6.1.10. Cruz extremos Marco Superior



APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	21/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	13/39	DIBUJADO		DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:50	A.S.M.	02	Listón de 120x60x2790	--	Abeto	13,78
REF:	P13B	PIEZA: CRUZ EXTREMOS MARCO SUPERIOR			 UNIVERSITAS Miguel Hernández		
	HOJA 1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

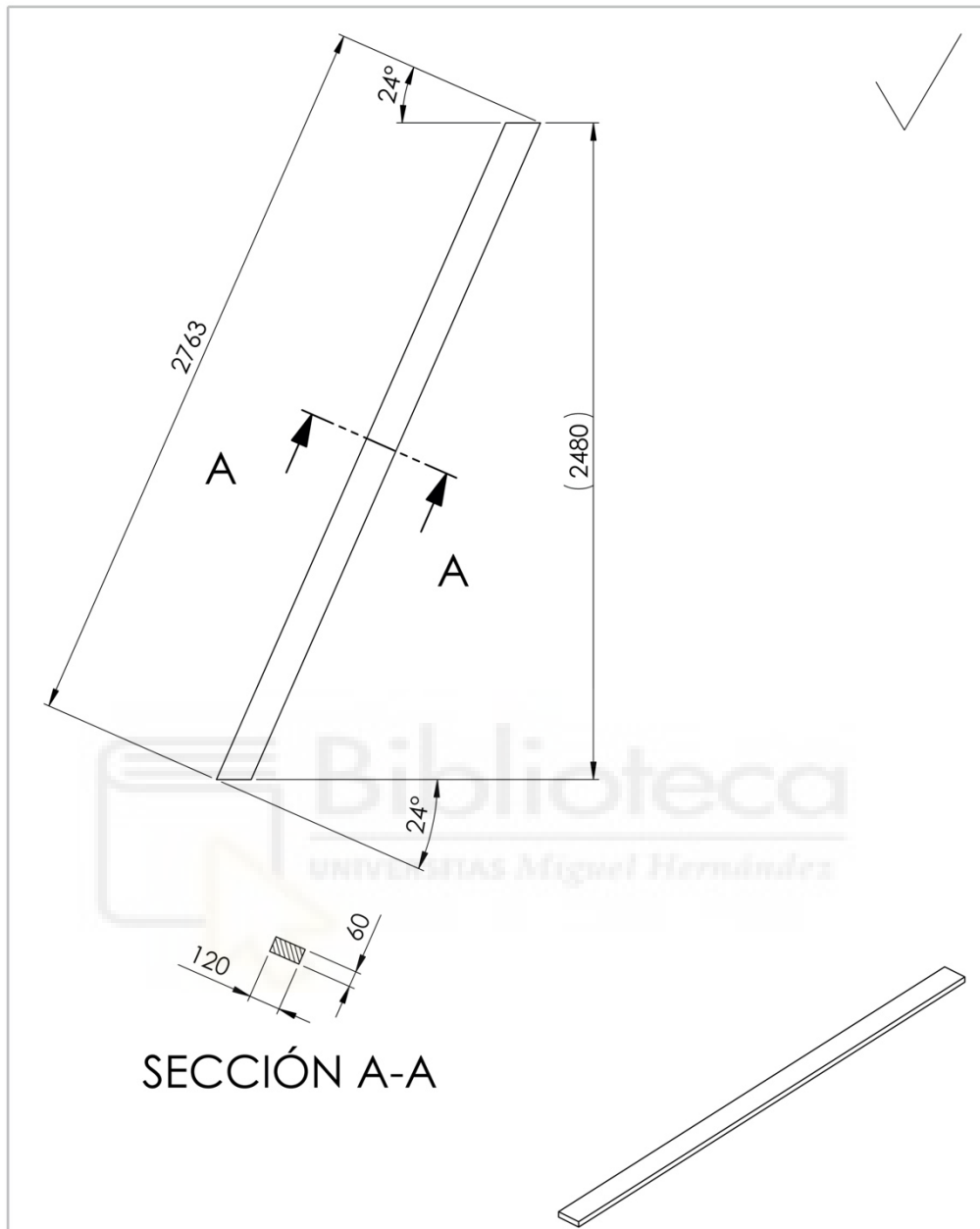


SECCIÓN A-A

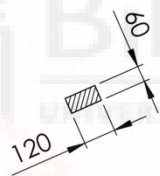
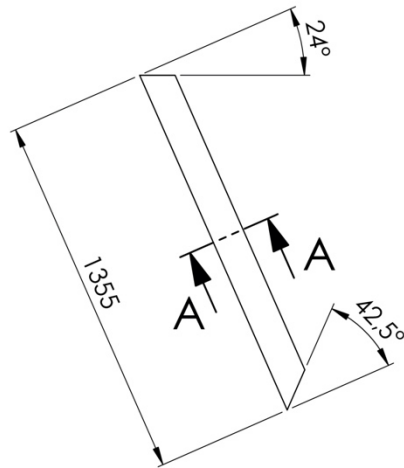


APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	ISO-2768-m			
REVISION:	01	FECHA	21/03/2023	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG			
Nº PLANO:	14/39	DIBUJADO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:20	A.S.M.	04	Listón de 120x60x1367	--	Abeto	12,99
REF:	P14B	PIEZA: CRUZ EXTREMOS MARCO SUPERIOR					
HOJA	1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

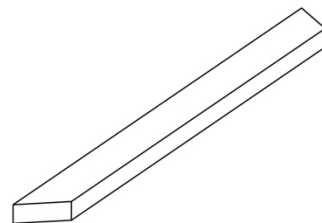
6.1.11. Cruz Central Marco Superior



APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	21/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	15/39	DIBUJADO		DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:20	A.S.M.	08	Listón de 120x60x2763	--	Abeto	13,66
REF:	P15B	PIEZA: CRUZ CENTRAL MARCO SUPERIOR					
	HOJA 1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					



SECCIÓN A-A



APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	21/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	16/39	DIBUJADO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:20	A.S.M.	16	Listón de 120x60x1355	--	Abeto	12,84
REF:	P16B	PIEZA: CRUZ CENTRAL MARCO SUPERIOR			 UNIVERSITAS Miguel Hernández		
HOJA	1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

6.1.12. Travesaño Frontal

✓

2480

60

120

Biblioteca
UNIVERSITATIS Miguel Hernández

APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.				ISO-2768-m
REVISION:	01	FECHA	15/03/2023	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Nº PLANO:	17/39	DIBUJADO		DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:10	A.S.M.	03	Listón de 120x60x2480	--	Abeto	12,50
REF:	P17B	PIEZA: TRAVESAÑO FRONTAL				UNIVERSITATIS Miguel Hernández	
	HOJA 1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

6.1.13. Pilar Frontal

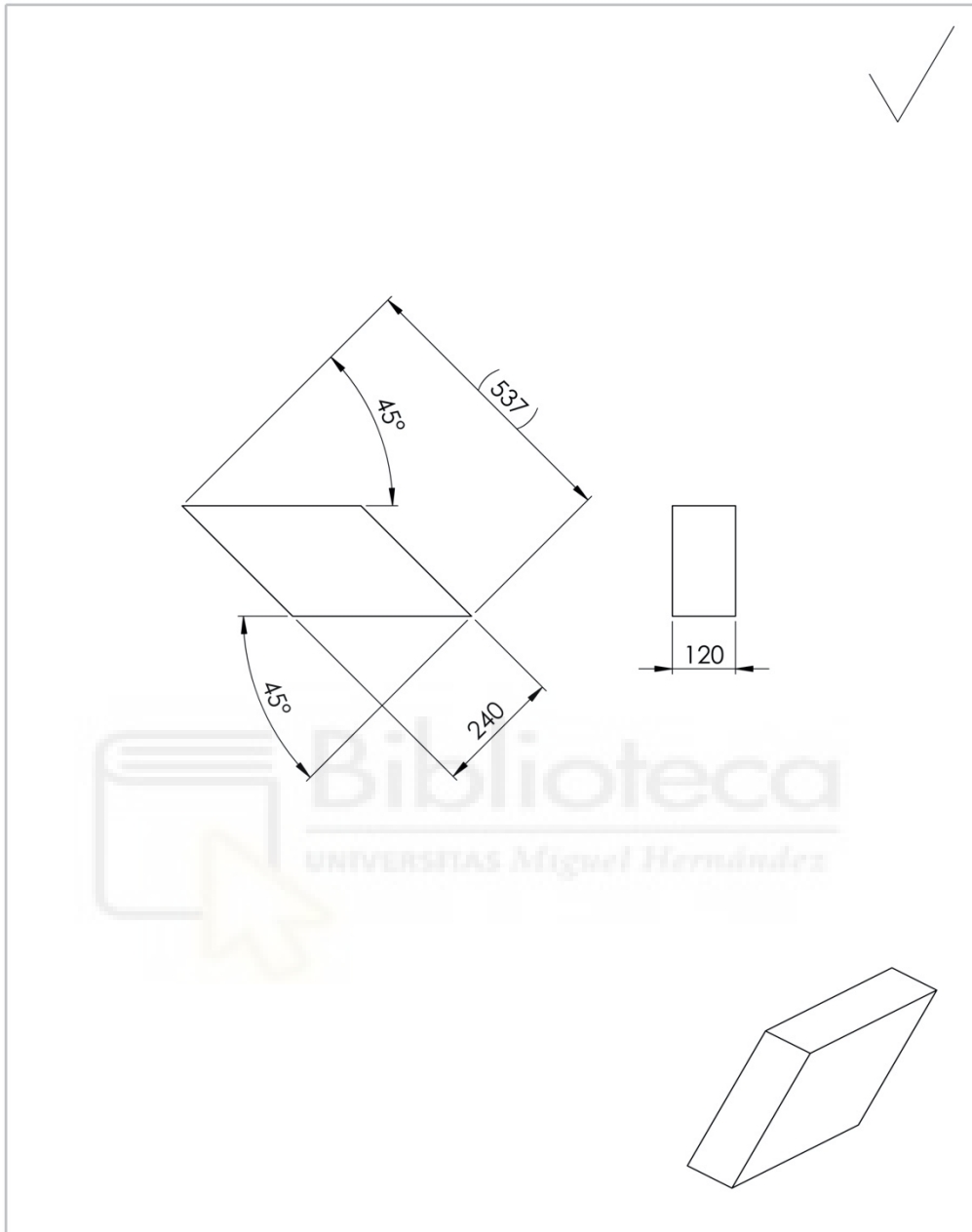
✓

572.50

60 120

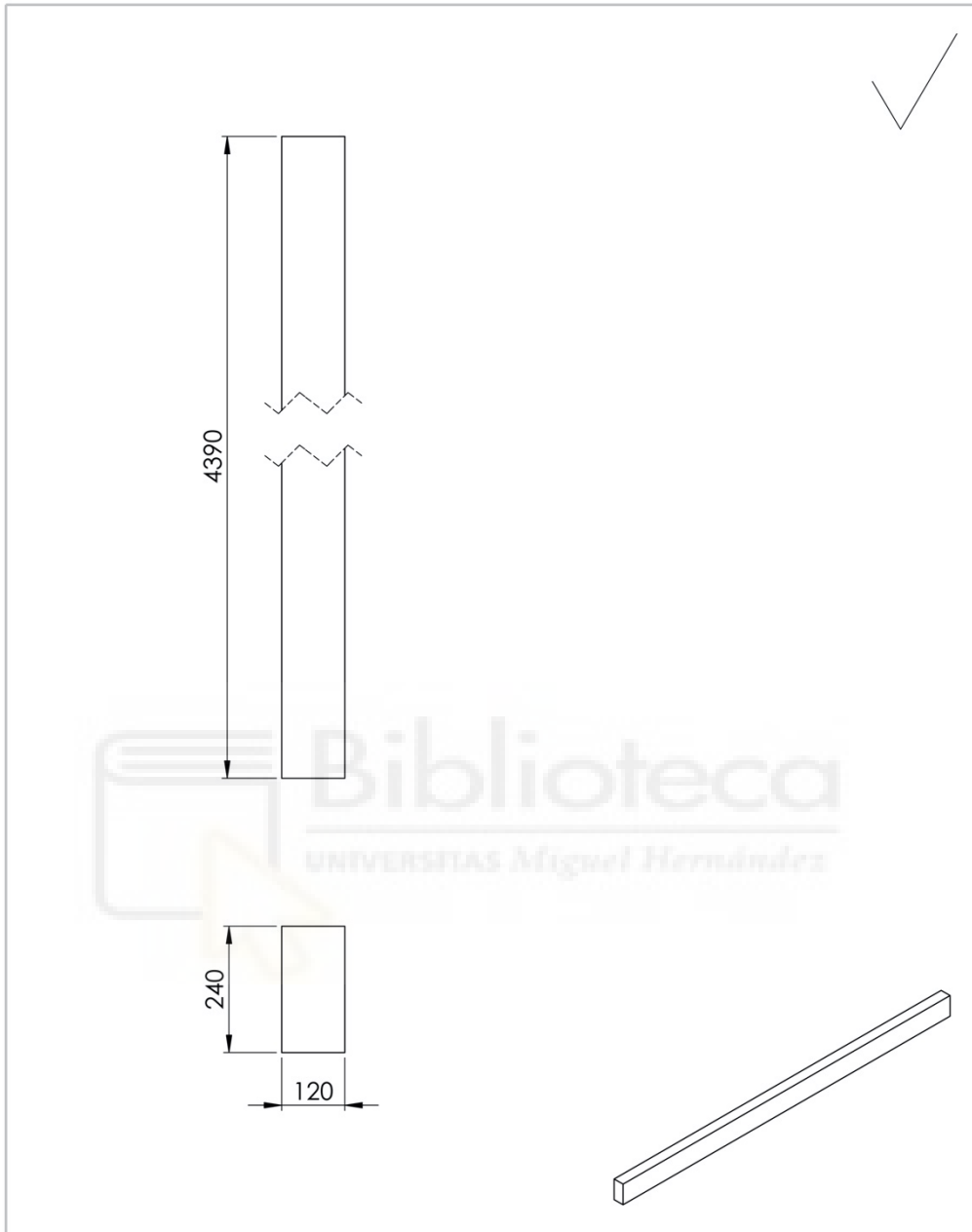
APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.			ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	15/03/2023	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Nº PLANO:	17/39	DIBUJADO		DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:10	A.S.M.	08	Listón de 120x60x572,5	--	Abeto	2,89
REF:	P18B	PIEZA: PILAR FRONTAL				UNIVERSITAS Miguel Hernández	
	HOJA 1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					


6.1.14. Refuerzo Celosia Marco Inferior



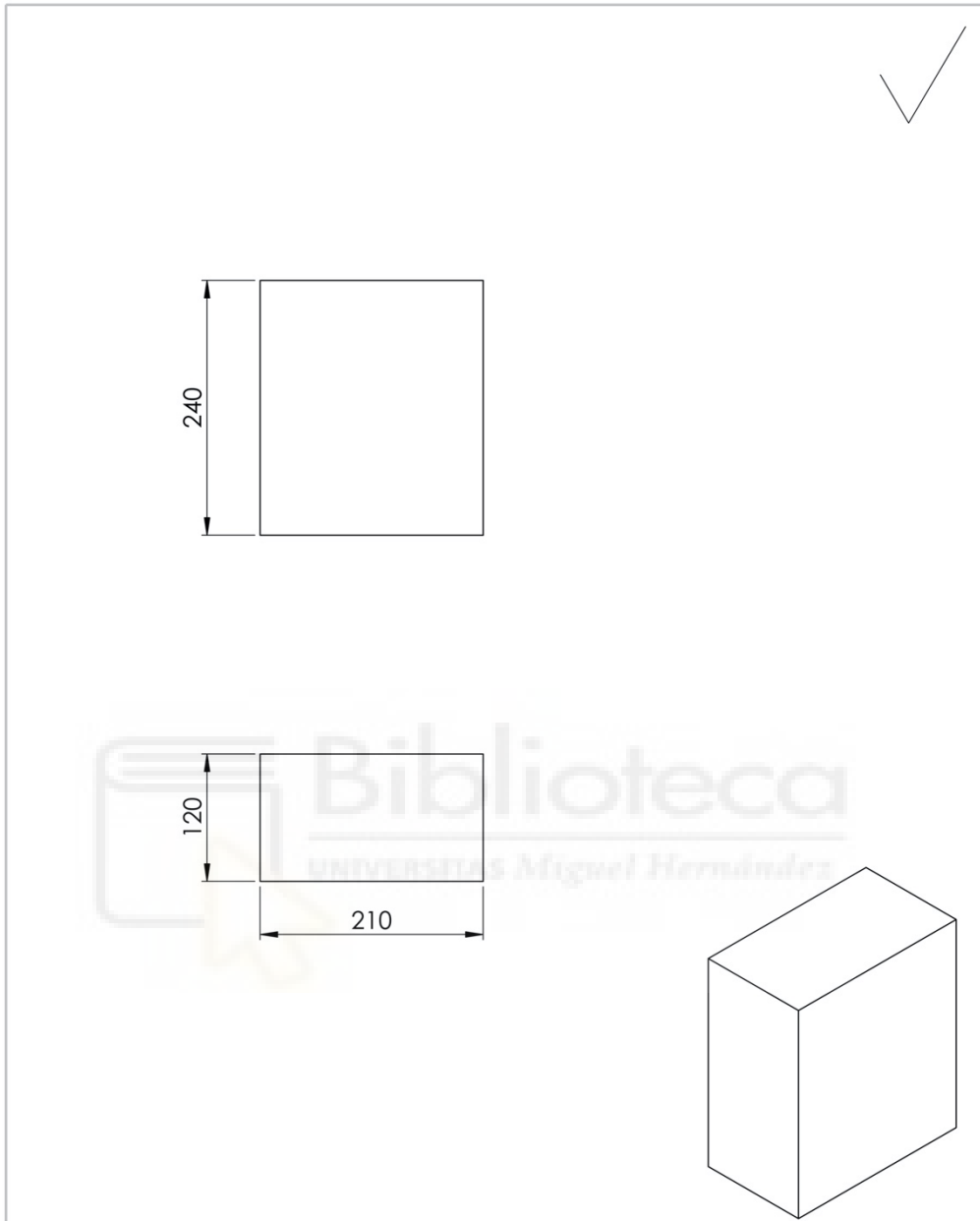
APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	15/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	19/39	DIBUJADO		DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:10	A.S.M.	22	Listón de 240x120x537	--	Abeto	5,99
REF:	P19B	PIEZA: REFUERZO CELOSIA MARCO INFERIOR			 UNIVERSITAS Miguel Hernández		
	HOJA 1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

6.1.15. Larguero delantero celosía Marco Inferior



APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	15/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	20/39	DIBUJADO		DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:10	A.S.M.	02	Listón de 240x120x4390	--	Abeto	88,50
REF:	P20B	PIEZA: LARGUERO DELANTERO CELOSIA MARCO INFERIOR			 UNIVERSITAS Miguel Hernández		
	HOJA 1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

6.1.16. Pilar Celosia Marco Inferior



APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	15/03/2023	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
Nº PLANO:	21/39	DIBUJADO		DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:5	A.S.M.	04	Listón de 240x120x210	--	Abeto	4,23
REF:	P21B	PIEZA: PILAR CELOSIA MARCO INFERIOR			 UNIVERSITAS Miguel Hernández		
	HOJA 1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

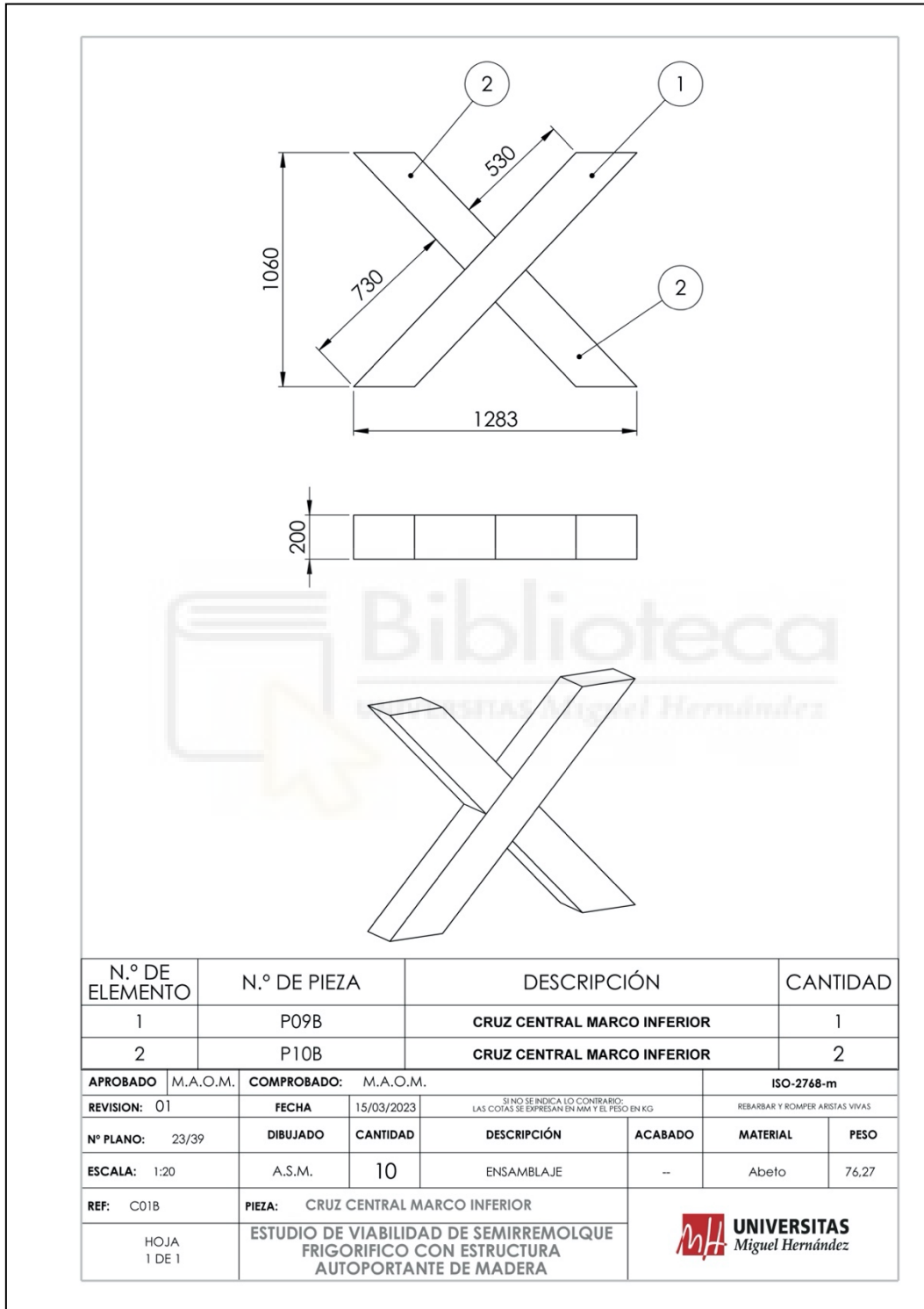
6.1.17. Larguero Trasero Celosia Interior

✓

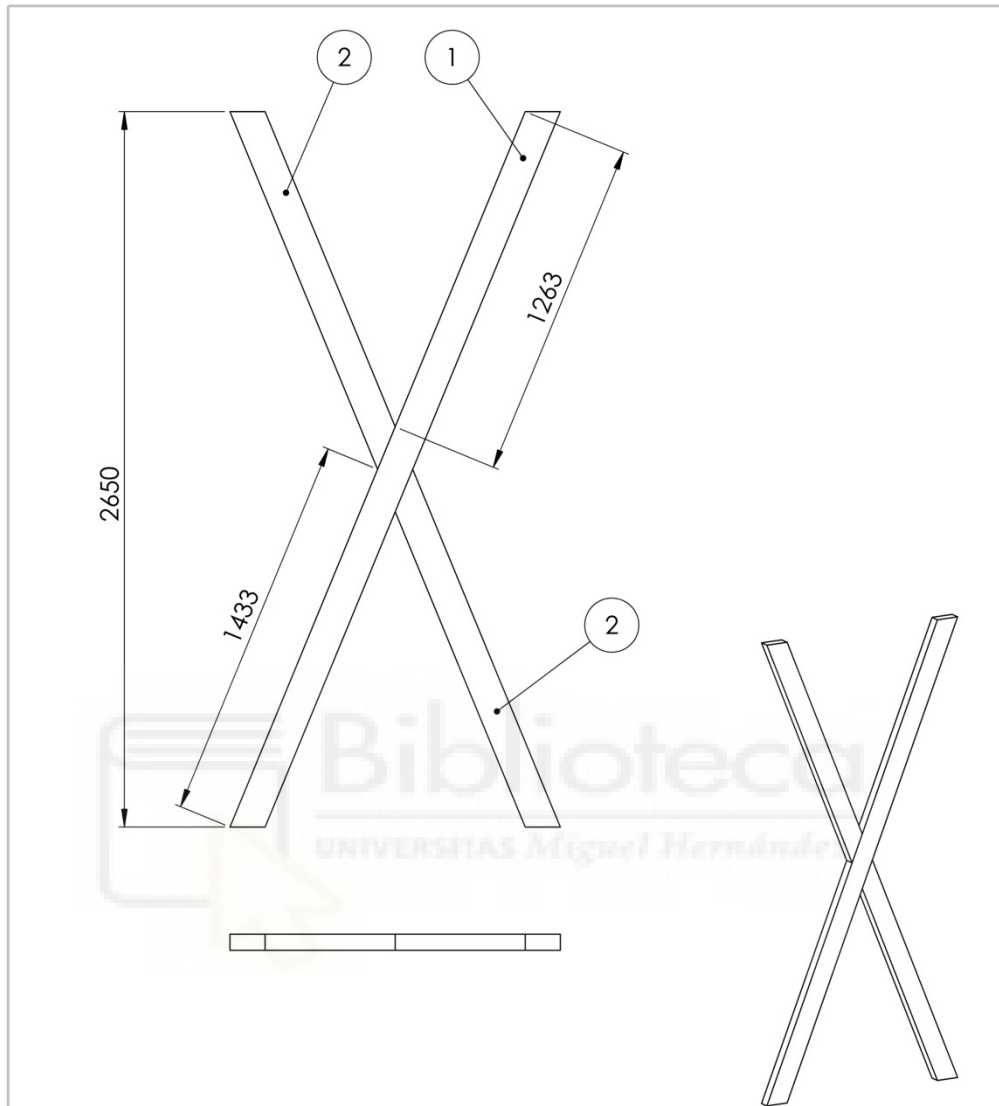
APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.			ISO-2768-m	
REVISION:	01	FECHA	15/03/2023	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	
Nº PLANO:	22/39	DIBUJADO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:10	A.S.M.	02	Listón de 240x120x1850	--	Abeto	37,30
REF:	P22B	PIEZA: LARGUERO TRASERO CELOSIA MARCO INFERIOR				UNIVERSITAS Miguel Hernández	
HOJA	1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

6.4. Planos de Conjuntos de Piezas y Ensamblajes


6.2.1. Cruz Central Marco Inferior



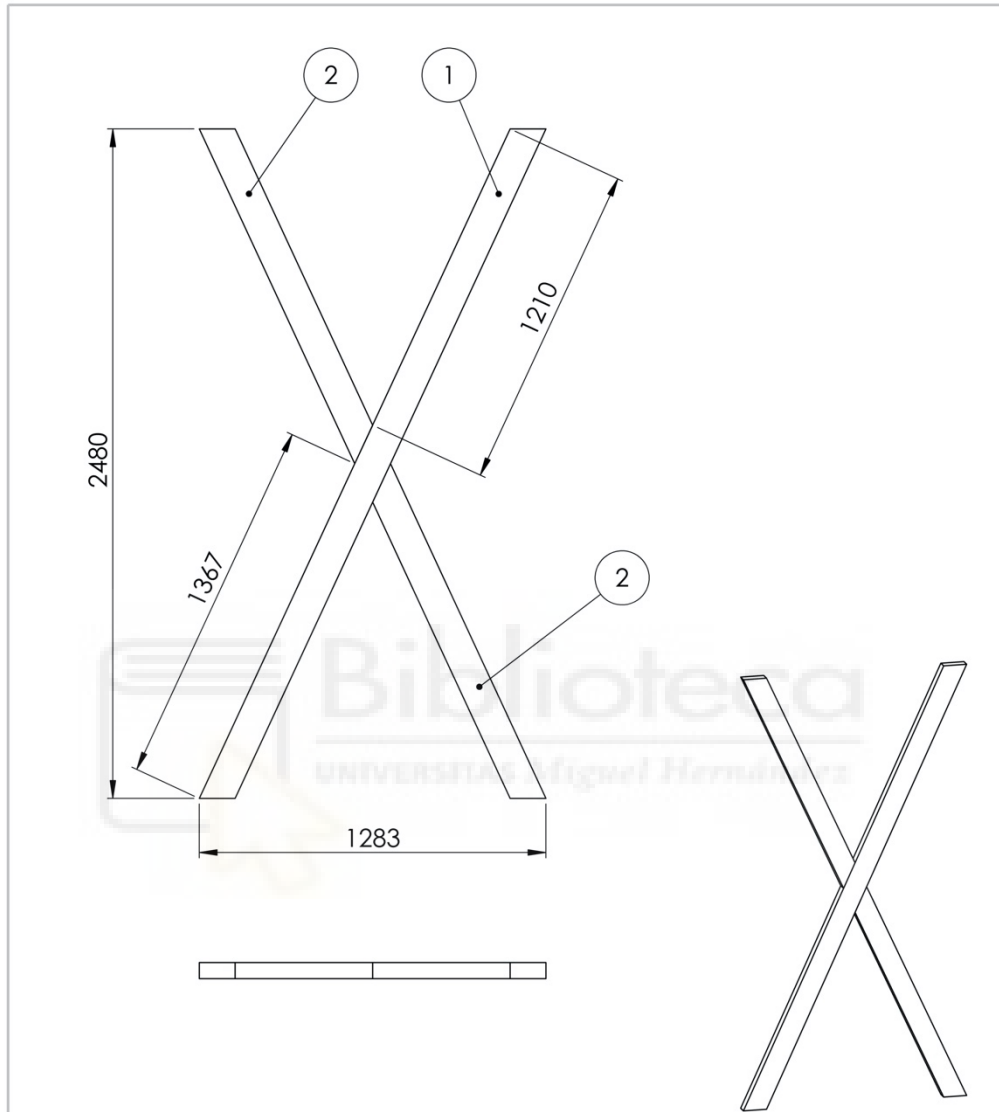
6.4.1. Cruz Refuerzo Lateral




N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	P11B	CRUZ LATERAL	1
2	P12B	CRUZ LATERAL	2

APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	ISO-2768-m				
REVISION:	01	FECHA	15/03/2023	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		
Nº PLANO:	24/39	DIBUJADO		CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:20	A.S.M.		20	ENSAMBLAJE	--	Abeto	28,04
REF:	C02B	PIEZA: CRUZ REFUERZO LATERAL						
HOJA 1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA							

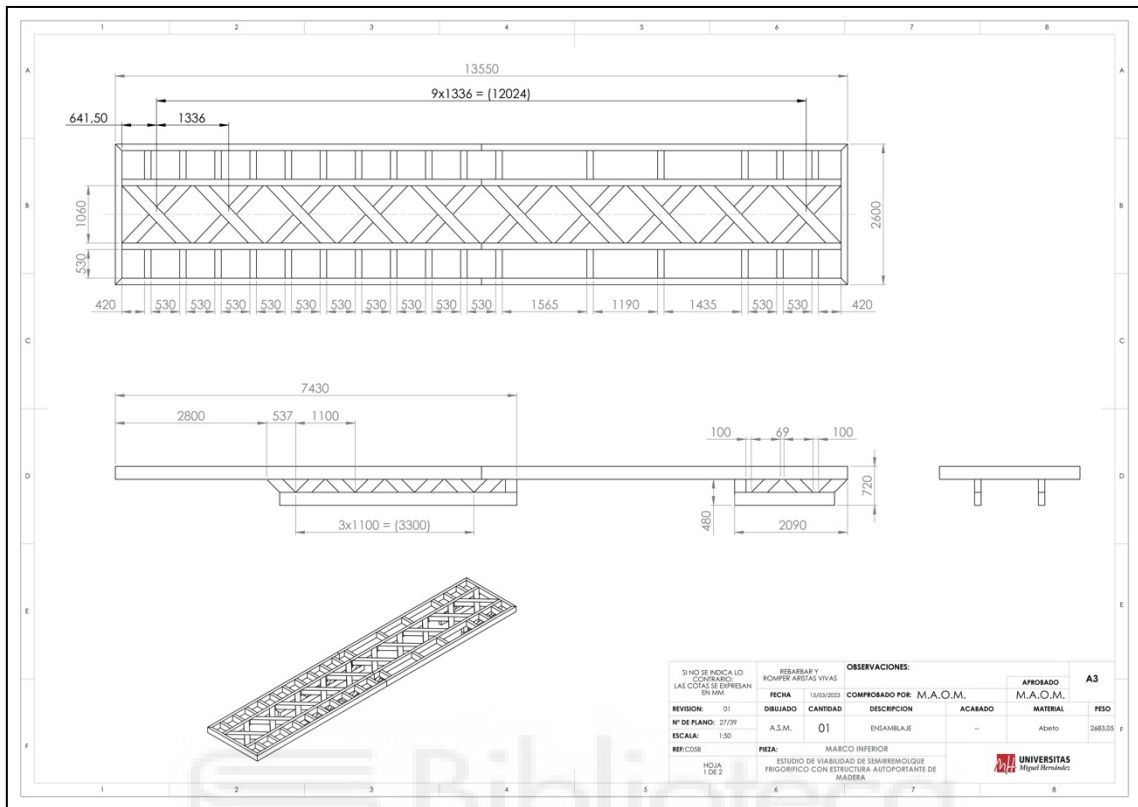
6.4.2. Cruz Central Extremos Marco Superior



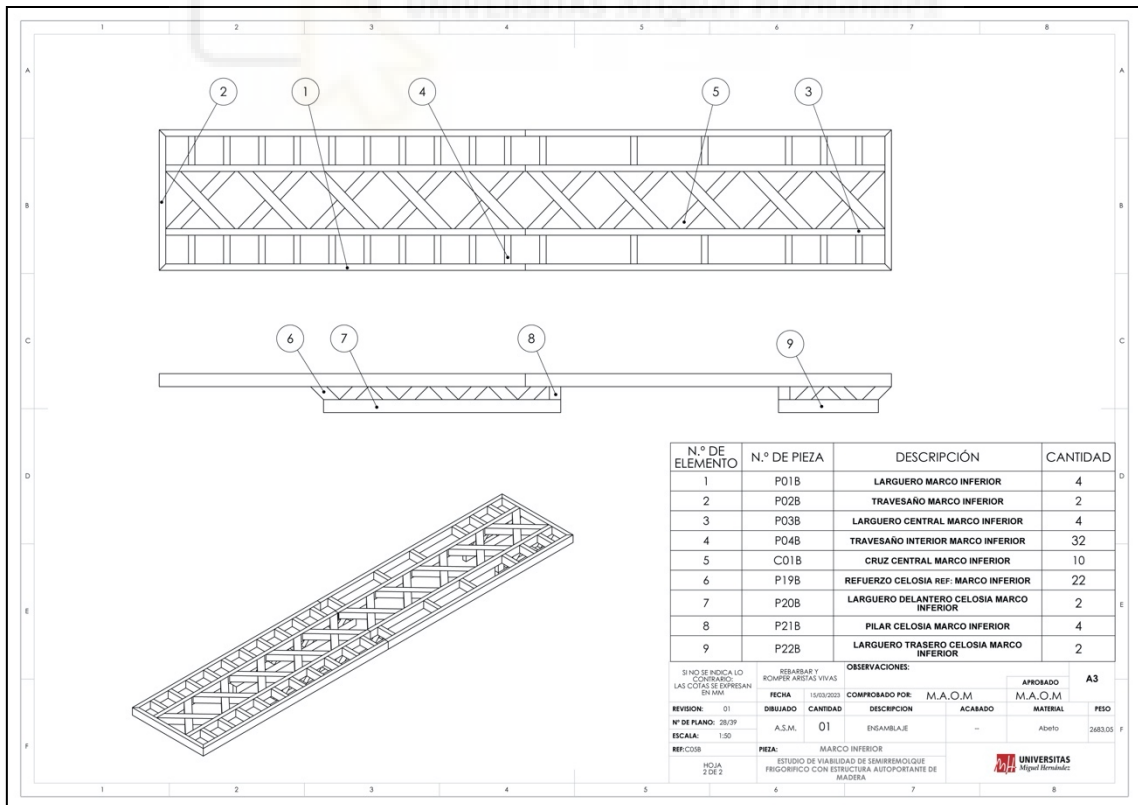
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	P13B	CRUZ EXTREMOS MARCO SUPERIOR	1
2	P14B	CRUZ EXTREMOS MARCO SUPERIOR	2

APROBADO	M.A.O.M.	COMPROBADO:	M.A.O.M.	ISO-2768-m			
REVISION:	01	FECHA	15/03/2023	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM Y EL PESO EN KG			
Nº PLANO:	25/39	DIBUJADO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ACABADO	MATERIAL	PESO
ESCALA:	1:20	A.S.M.	02	ENSAMBLAJE	--	Abeto	26,77
REF:	C03B	PIEZA:	CRUZ CENTRAL EXTREMOS MARCO SUPERIOR		 UNIVERSITAT Miguel Hernández		
HOJA	1 DE 1	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SEMIRREMOLQUE FRIGORIFICO CON ESTRUCTURA AUTOPORTANTE DE MADERA					

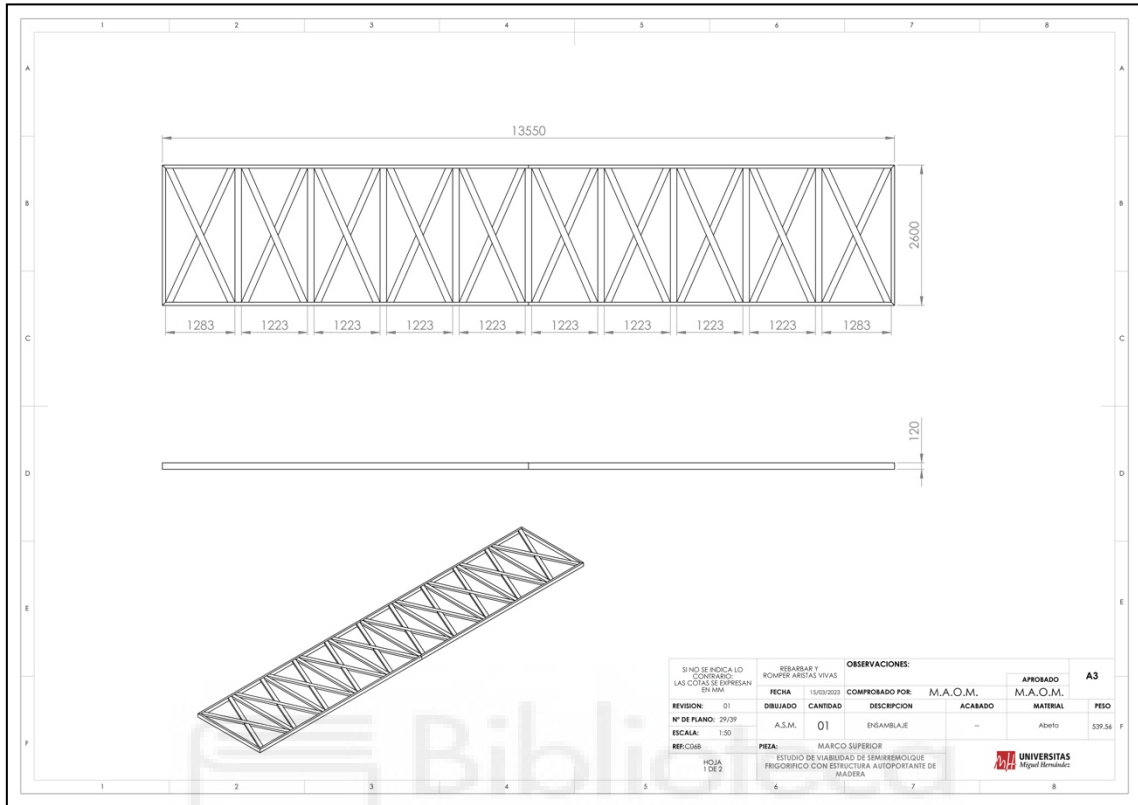
6.4.4. Ensamblaje Marco Inferior - Montaje



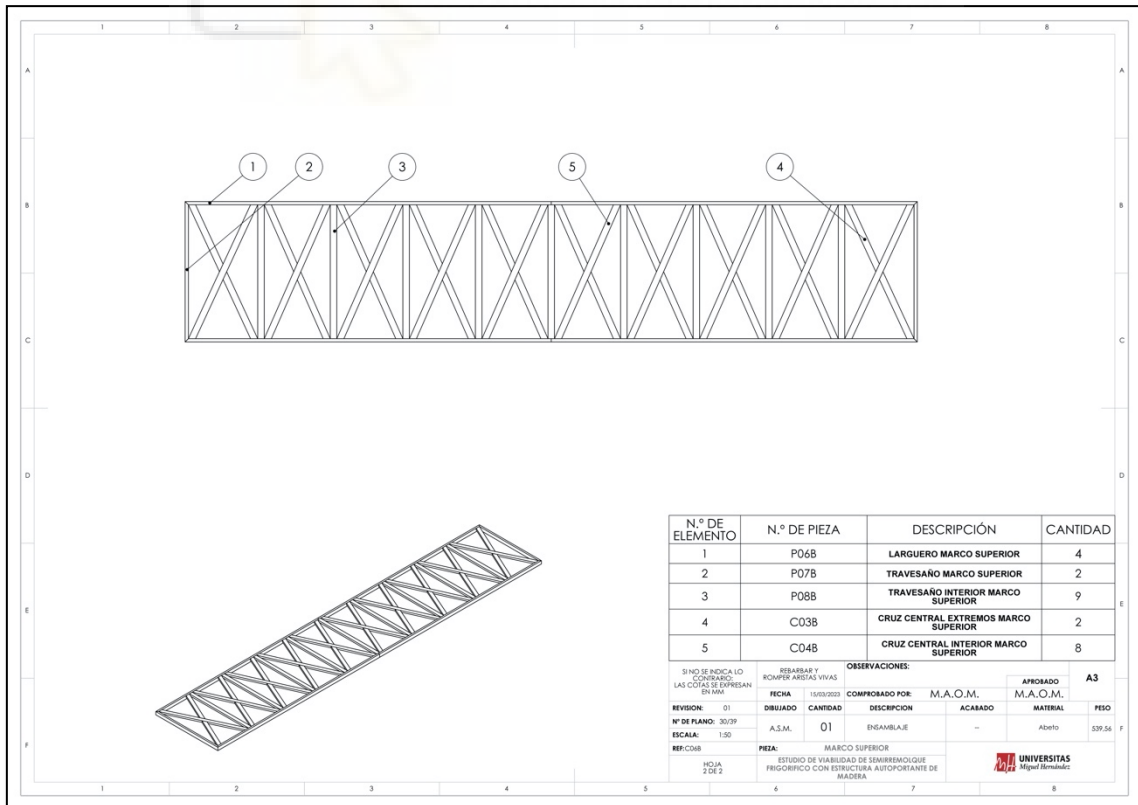
6.2.6. Ensamblaje Marco Inferior – Lista de Materiales



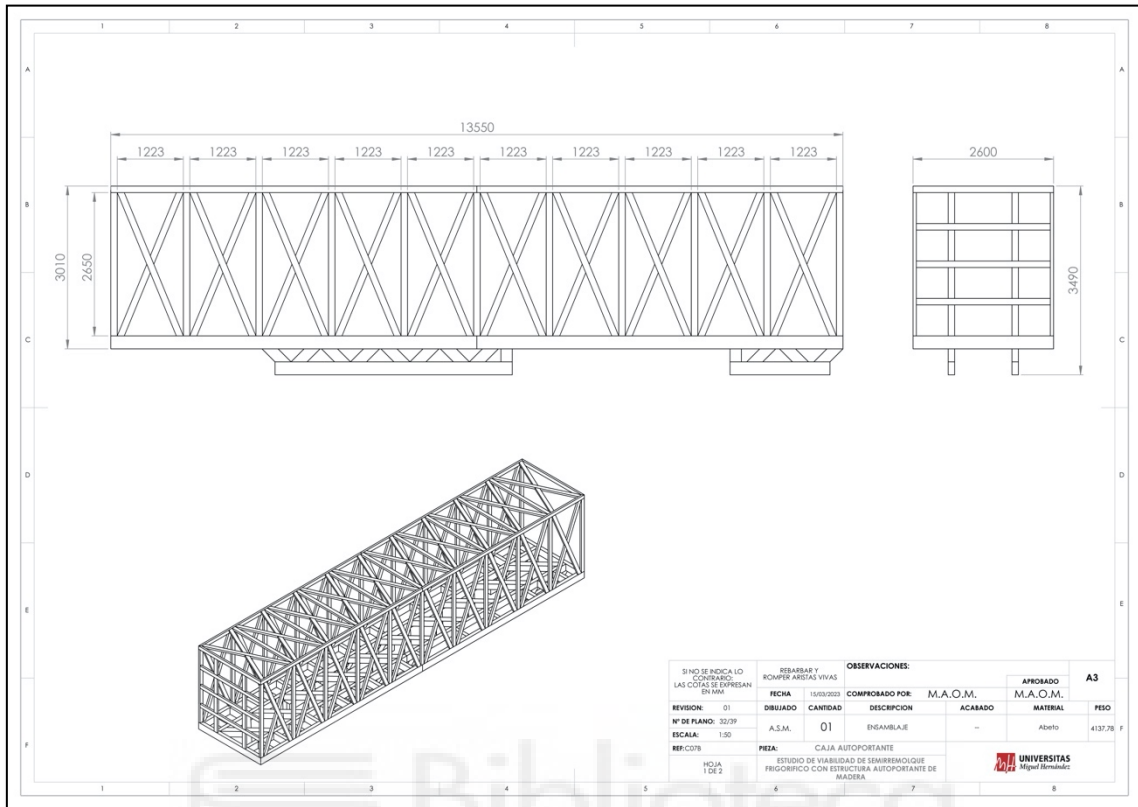
6.2.7. Ensamblaje Marco Superior – Montaje



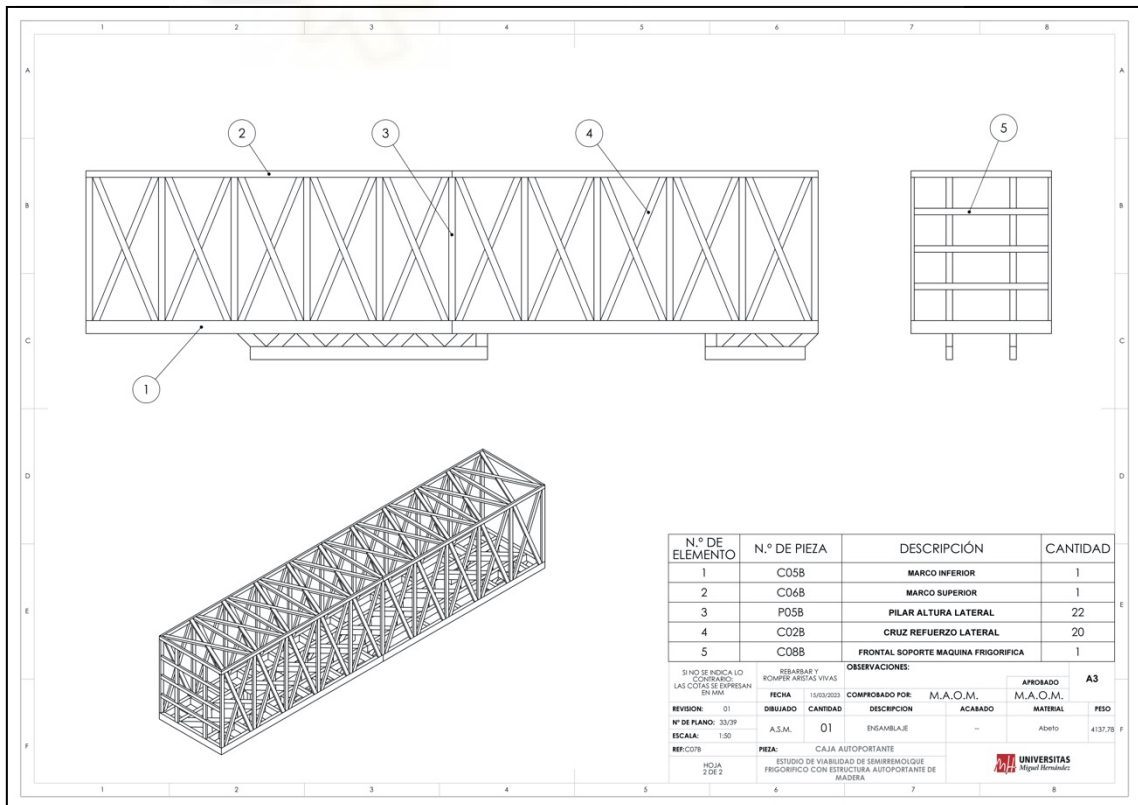
6.2.8. Ensamblaje Marco Superior – Lista de Materiales



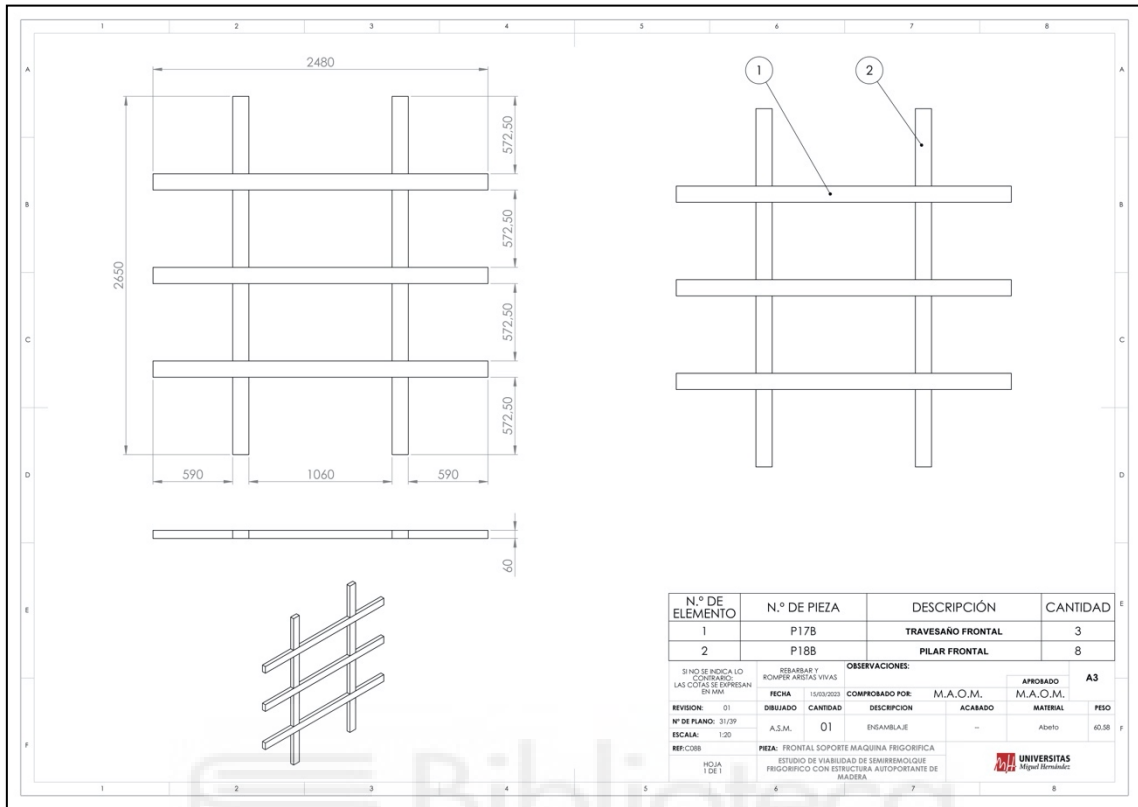
6.2.9. Ensamblaje Caja Autoportante - Montaje



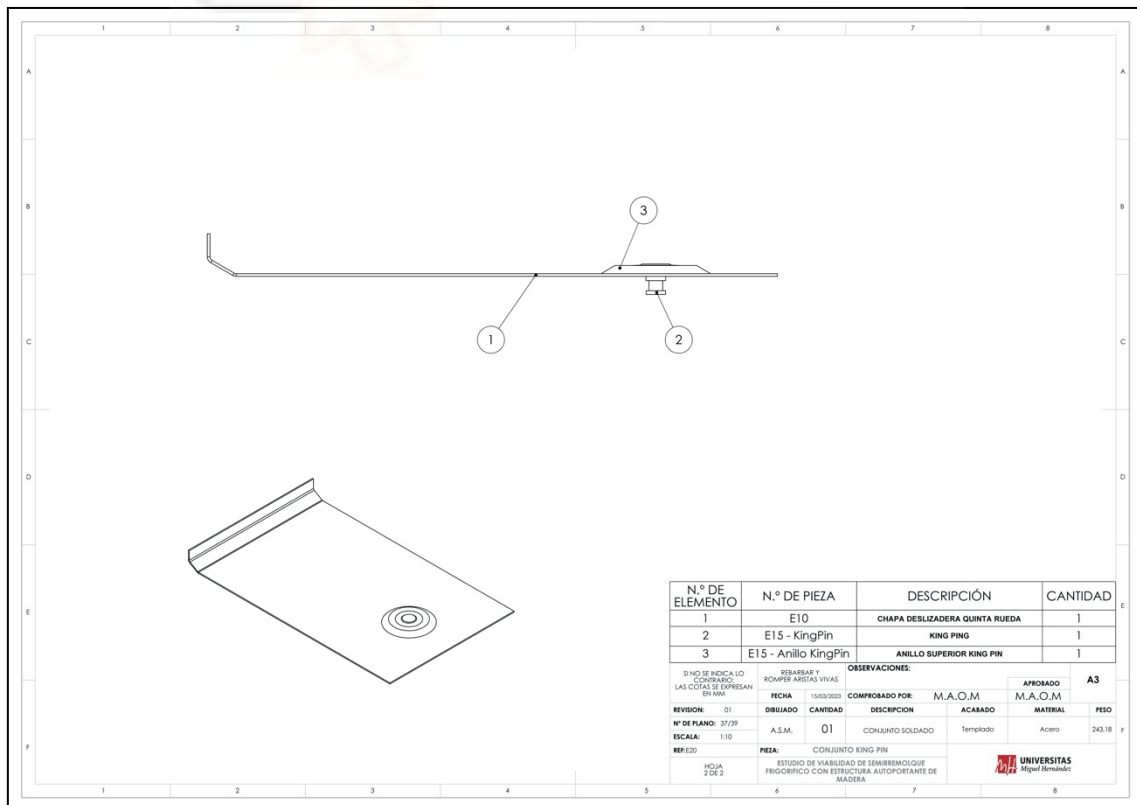
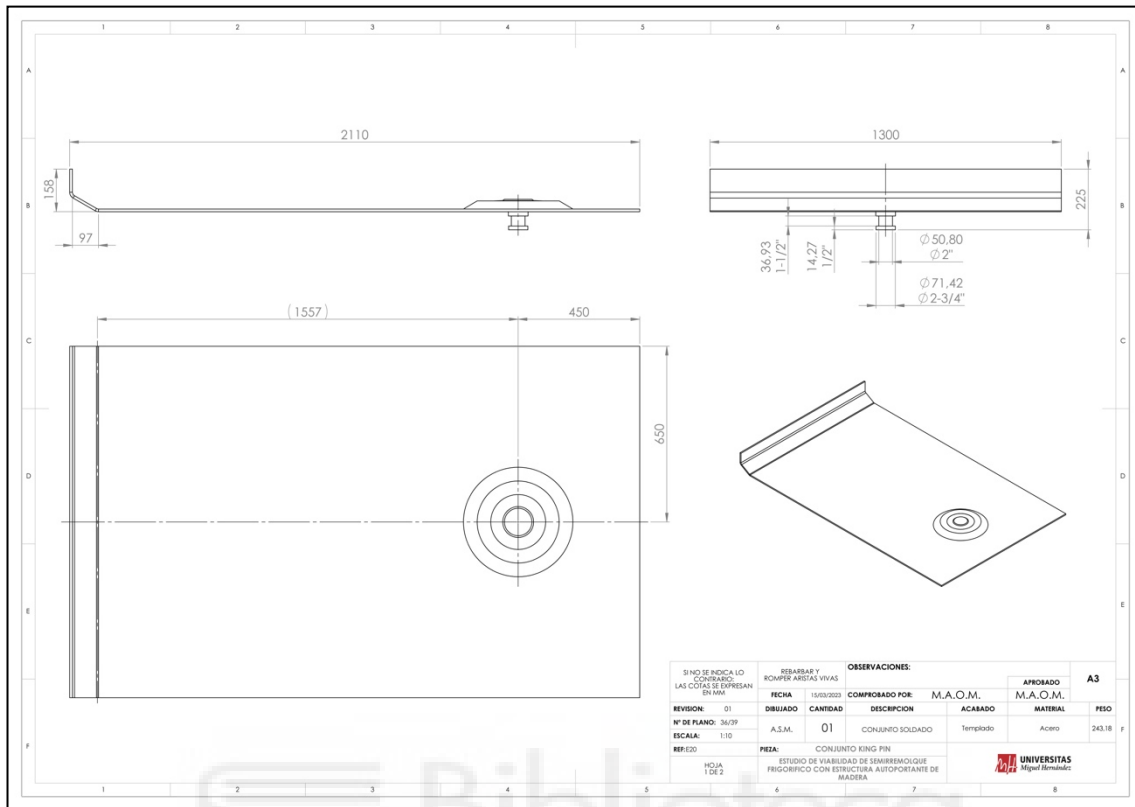
6.2.10. Ensamblaje Caja Autoportante – Lista de Materiales



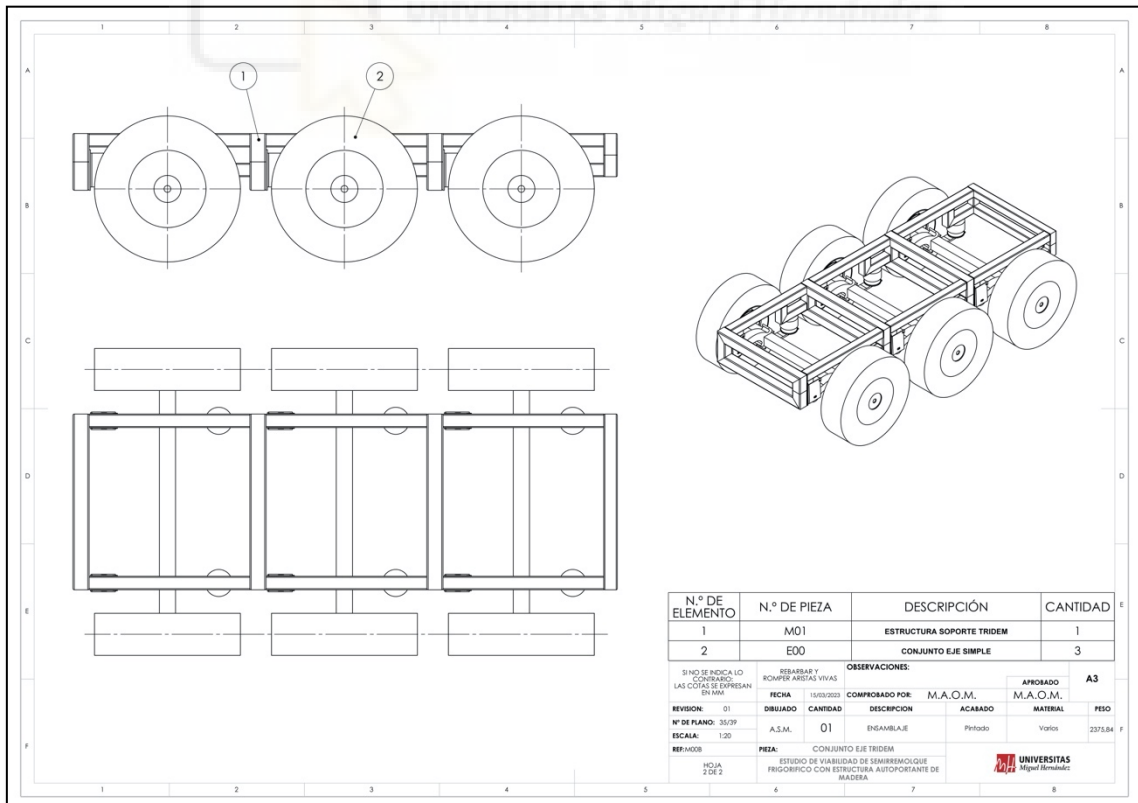
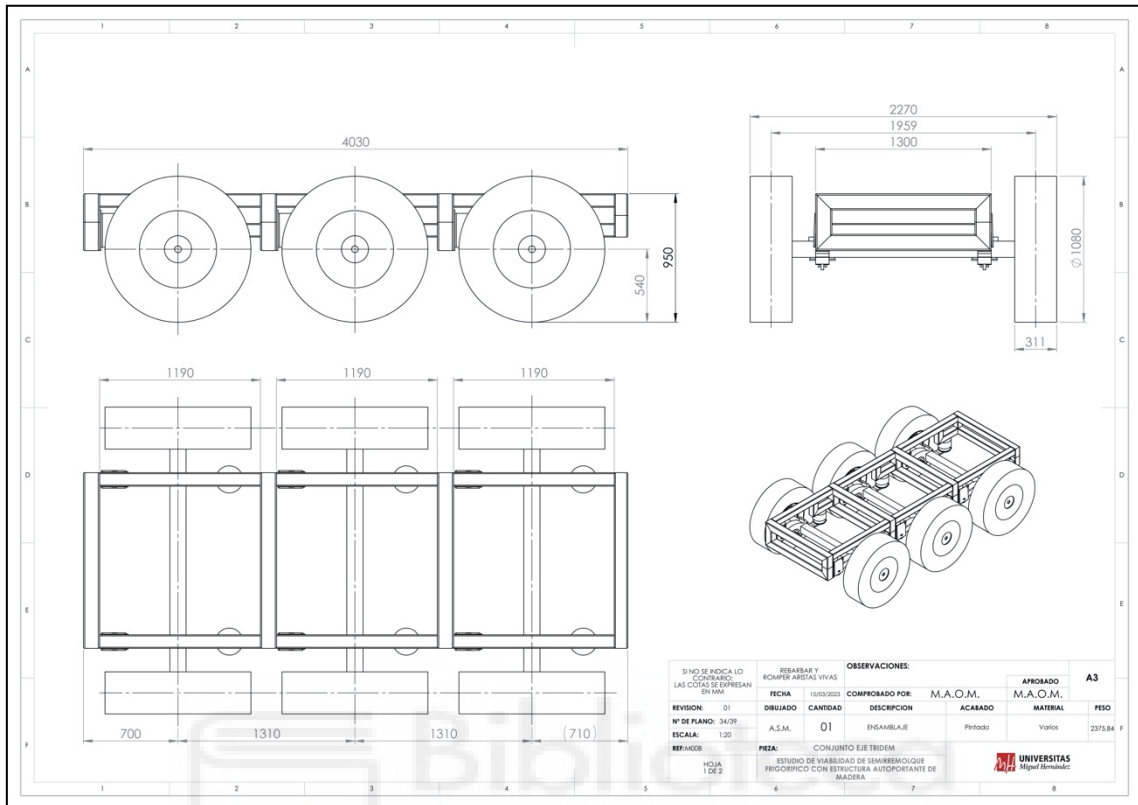
6.2.11. Conjunto frontal



6.2.12. Conjunto Soldado del King Pin



6.2.3. Ensamblaje Tridem



6.3. Plano General - Chasis Autoportante

