

Trabajo Fin de Grado

Diseño y desarrollo de un monocasco en fibra de vidrio de una autocaravana integral para la empresa Caravanas Europeas

Design and development of a fiberglass monocoque for an integrated motorhome of Caravanas Europeas S.L.

Autor/es

Ion Zabalza Goya

Director/es

David Ranz Angulo
Ramón Miralbés Buil



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D^a. Ion Zabalza Goya,

con nº de DNI 73.112.256V en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
Grado, (Título del Trabajo)

Diseño y desarrollo de un monocasco en fibra de vidrio de una autocaravana
integral para la empresa Caravanas Europeas

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 23 de septiembre de 2016

Fdo: _____

Diseño y desarrollo de un monocasco en fibra de vidrio de una autocaravana integral para la empresa Caravanas Europeas

Resumen

Este Trabajo de Fin de Grado se ha realizado en colaboración con la empresa Caravanas Europeas S.L., empresa navarra que se dedica a la fabricación, alquiler y venta de autocaravanas.

El objetivo del proyecto es diseñar y desarrollar el monocasco de un nuevo concepto de autocaravana integral, utilizando composites de fibra de vidrio como material. Este concepto de autocaravana busca ocupar un nicho de mercado aún por explotar. Su compacto tamaño (5,5 metros), su aprovechado espacio (hasta 4 plazas) y su ajustado precio le hacen diferenciarse del resto.

A partir de la necesidad detectada por la empresa, se comprueba mediante un estudio de mercado la existencia real del citado nicho de mercado. A continuación se realizan análisis formales de distintos tipos de vehículos y análisis del usuario al que va dirigido el producto desde un principio. Estos análisis generan conclusiones que serán de gran utilidad para abordar las siguientes fases.

El siguiente paso es la generación de conceptos. Se divide la estructura del vehículo en partes y se proponen distintos diseños para cada una de ellas. Utilizando métodos de selección de ideas, se combinan las mejores soluciones para aplicarlas en un solo concepto. Una vez obtenido este, se desarrolla y se pone solución a los problemas que puedan surgir.

Una vez obtenido el concepto solucionado, se realizan distintas pruebas de carga. Los primeros cálculos realizados se efectúan aplicando un material aproximado a la pieza, y tras analizar los resultados, determinamos las zonas más críticas. Una vez optimizado, se consigue un producto más ligero y resistente. Quedan explicados los procesos de fabricación a aplicar en el producto.

Por último se lleva a cabo un estudio de costes del proyecto, y una representación gráfica.

Índice

Capítulo

Subcapítulo

Página

1 MEMORIA

5

1.1. Objeto 6

1.2. Alcance 6

1.3. Antecedentes 7

1.4. Normas y referencias 7

1.4.1. Disposiciones legales y
normas aplicadas 7

1.4.2. Programas de cálculo 8

1.4.3. Bibliografía 8

1.5. Requisitos de diseño 8

1.6. Análisis de soluciones 10

1.7. Resultados finales 12

1.8. Planificación 16

1.9. Orden de prioridad entre
documentos 16

1.10 Resumen del presupuesto 17

2 ANEXOS

18

2.1. Documentación de partida 19

2.2. Otros documentos 19

3 PLANOS

20

3.1.00 Monocasco autocaravana 1.00

3.1.01.01 Monocasco 1.01.01

3.1.01.02 Materiales 1.01.02

3.1.02 Capó 1.02

3.1.03 Faldón derecho 1.03

3.1.04 Faldón izquierdo 1.04

3.1.05 Parachoques trasero 1.05

4 PLIEGO DE CONDICIONES

28

4.1. Descripción de las obras, productos,
instalaciones 29

4.2. Especificaciones de los materiales
y elementos constitutivos del objeto del
proyecto 29

5 PRESUPUESTO

31

4.1. Piezas a fabricar 32

4.2. Presupuesto de ejecución material 32

6 CONCLUSIONES

33

6.1. Académicas 33

6.2. Personales 33

7 BIBLIOGRAFÍA

34

Anexos

-Dossier

1 Memoria

[5/35]

Informe: monocasco de autocaravana
Fecha: 23/11/2016

Índice

1.1. Objeto	6
1.2. Alcance	6
1.3. Antecedentes	7
1.4. Normas y referencias	7
1.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	7
1.4.2. Programas de cálculo	8
1.4.3. Bibliografía	8
1.5. Requisitos de diseño	8
1.6. Análisis de soluciones	10
1.7. Resultados finales	12
1.8. Planificación	16
1.9. Orden de prioridad entre documentos	16
1.10 Resumen del presupuesto	17

1.1 Objeto

El proyecto consiste en el diseño y desarrollo en fibra de vidrio y poliéster del monocasco de una autocaravana integral de Caravanas Europeas S.L. Se trata de una autocaravana integral que pretende ocupar un nicho de mercado aún por explotar. Se diferencia del resto por sus compactas dimensiones (5,5 metros de largo), su aprovechado habitáculo (hasta 4 plazas) y su ajustado precio. Además está constituida de un monocasco principal de materiales compuestos que además de una estética apropiada, le confiere resistencia y acabados de calidad.

El producto quedará perfectamente definido para que pueda ser fabricado en una industria especializada en el procesamiento del poliéster y posteriormente montado sobre el resto del vehículo

El resultado del proyecto es la definición total de las piezas que forman el producto mediante planos, junto con un presupuesto del coste de producción y un pliego de condiciones.

El proyecto se realiza a petición de la Universidad de Zaragoza junto con la empresa Caravanas Europeas S.L. para llevar a cabo el proyecto, cómo Trabajo Fin de Grado.

1.2. Alcance

En primer lugar se ha recogido la información ofrecida por la empresa, y se ha realizado un extenso estudio de mercado con el fin de completarla. Siguiendo en todo momento una metodología adecuada, se han planteado una serie de soluciones y se han desarrollado posteriormente. Una vez definido el producto se ha hecho hincapié en la descripción de la fabricación y la evaluación de los costes.

En el proyecto se describen detalladamente los procesos de fabricación aplicados, así como la maquinaria y el material necesario para el conjunto completo. Consta de monocasco, faldones, capó y parachoques trasero (Figura 1). También se explica la secuencia de montaje de las piezas nombradas. Documento Dossier incluido en los anexos.

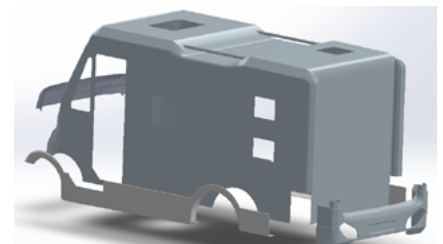


Figura 1

El monocasco principal se ha diseñado y desarrollado dando cumplimiento a solicitudes mecánicas a través de cálculos mediante elementos finitos. Para las piezas restantes, al no ser estructurales, se ha prescindido de dichos cálculos. Sin embargo, se han diseñado y desarrollado conociendo muy bien las posibilidades del material y contando con el asesoramiento de un experto en el tema.

Quedan fuera del proyecto y del presupuesto aquellas piezas comerciales que serán compradas y montadas posteriormente en el monocasco.

Este proyecto define, dimensiona las piezas a fabricar y estima el coste de fabricación del conjunto en el presupuesto para una serie de 200 monocascos de autocaravana.

La fabricación del monocasco la realizará, por decisión de Caravanas Europeas S.L., la empresa

especializada en composites Resitex S.L. Caravanas Europeas será la encargada posteriormente de adquirir el resto de componentes y ensamblar la autocaravana integral al completo.

Tanto la fabricación del monocasco como su montaje completo será realizado en Navarra (España).

1.3. Antecedentes

Previamente se ha comprobado de forma satisfactoria la existencia del nicho de mercado planteado por la empresa, mediante un extenso estudio de mercado (página 13 del documento anexo Dossier).

A continuación, se ha llevado a cabo un análisis formal de vehículos de diversos tipos (para conocer las distintas tipologías y cómo reflejan los rasgos del usuario), un análisis del usuario potencial (para conocer mejor sus necesidades) y unas pruebas formales a partir de la percepción. Con todo esto se han obtenido una serie de conclusiones que han ayudado a determinar las especificaciones de diseño del producto.

Es en este punto, donde Caravanas Europeas S.L. ha terminado de definir las condiciones y los requisitos a cumplir por el monocasco. Destacamos el dimensionamiento de la cama y la decisión del vehículo que hará de base.

La propuesta conceptual que da solución a los requerimientos establecidos por la normativa y a las especificaciones obtenidas de los análisis, se ha realizado por partes (laterales, trasera y techo). A continuación se han combinado todas las soluciones en un sólo concepto y se han ultimado detalles.

A partir de aquí, se han utilizado herramientas de Diseño para Fabricación y métodos de elementos finitos para conseguir un producto optimizado. Aplicando unos materiales iniciales aproximados y simulando unas cargas determinadas, se consigue determinar puntos críticos de la estructura y zonas donde añadir o quitar material. Y de esta forma, en una segunda prueba se obtiene un vehículo optimizado.

Resulta muy importante conocer el material con que se realiza el proyecto y sus procesos de fabricación para realizar una geometría apropiada y fabricable.

1.4. Normas y referencias

1.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

Las normas que se han aplicado al monocasco son las siguientes:

NORMA UNE 26494:2014, Vehículos de carretera. Vehículos para el transporte de personas con movilidad reducida. Capacidad igual o menor a nueve plazas, incluido el conductor.

REAL DECRETO 750/2010, por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como

de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos.

REAL DECRETO 2822/1998 de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos.

DIRECTIVA 2007/46/CE por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos.

REGLAMENTO UN-ECE R66.00, por el que se regula la homologación de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros por lo que respecta a la resistencia de su superestructura

1.4.2. Programas de cálculo

Se ha utilizado el programa SolidWorks para el desarrollo del proyecto, concretamente la extensión Simulation. Se han realizado los análisis del monocasco con elementos finitos y se ha conseguido una optimización de material.

Los resultados dan unos datos muy aproximados a los casos reales

1.4.3. Bibliografía

[1]G. W. Stuard Macey, H-Point: The fundamentals of Car Design and Packaging, Pasadena. CA: Design Studio Press, 2008.

1.5. Requisitos de diseño

1.5.1. Requisitos del proyecto

Se realizará íntegramente en material compuesto a modo de sandwich, utilizando resina de poliéster como matriz, y fibra de vidrio como refuerzo. Para el núcleo se deberá utilizar en la mayor parte una espuma cuya función sea aportar rigidez y aislar térmica y acústicamente. No debe ser menor que el aislamiento utilizado hoy día en modelos similares (poliestireno de 25 mm).

La parte principal del monocasco será fabricada en una sola pieza, pudiendo añadir posteriormente al conjunto el resto de piezas no estructurales.

Para el acabado se utilizará Gel Coat de color blanco, producto que se aplica sobre el molde y consigue unos acabados de calidad y una protección extra al desgaste.

Debe albergar y proteger a los usuarios y sus pertenencias de forma óptima. Para comprobarlo se llevarán a cabo unas simulaciones de carga mediante un programa de cálculo de elementos finitos.

La autocaravana ensamblada no debe superar los 5,50 metros de longitud total. La anchura y altura interior mínima del habitáculo será de 2 m.

Deberá incluir unas pestañas planas inferiores que permitan anclar mediante tornillos el monocasco al suelo escogido por Caravanas Europeas S.L. y a 2 puntos de la parte frontal del chasis. Será la geometría del suelo la que se adapte al monocasco y no al contrario.

La inclinación mínima de la parte frontal vendrá marcada por el inicio de la cama abatible superior (Figura 2). Además, la geometría final deberá encajar con el morro y los faros del vehículo Peugeot Expert 2016

El techo incluirá 2 barras de carga que permitan transportar bultos de hasta 60 kg.

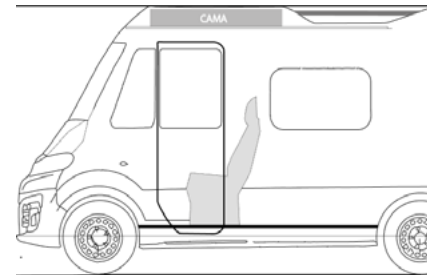


Figura 2

Los marcos de puertas y ventanas así como franjas especificadas deberán permitir el uso de tornillos para la fijación de elementos internos. En estas zonas, el núcleo deberá ser especial, ya que las espumas corrientes no son compatibles con estos elementos de fijación.

Se procurará hacer compatible con el mayor número de accesorios comerciales con el objetivo de que el precio final no aumente en exceso. Para las puertas y ventanas, los marcos del alojamiento tendrán un grosor entre 26 y 41 milímetros. Los faros traseros, serán los mismos que utiliza la propia empresa para otros modelos.

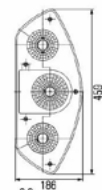


Figura 3 [1]

Se valora positivamente la reparabilidad del conjunto en caso de accidente. Una opción será utilizar piezas aparte del monocasco principal para proteger zonas susceptibles a golpes.

El peso del monocasco completo no debe superar los 300 kilogramos. La optimización del peso es un factor muy importante en este tipo de vehículos, ya que normalmente llevan bastante carga añadida.

En caso de vuelco o situación crítica, la estructura deberá mantener en la mayor medida de lo posible un habitáculo de seguridad para los pasajeros. Deberá ser compatible respecto a la normativa correspondiente. Se plantearán además casos más comunes en los que no debe sufrir desperfectos:

- Condiciones meteorológicas adversas como una fuerte caída de nieve que se acumula en el techo.
- Posibles malos usos o vandalismos, como personas subidas en el techo

En cuanto al aspecto formal, deberá ir acorde con el usuario al que va dirigido el producto. Para ello me ayudará de los análisis que haga falta.

Se intentará dotar al vehículo de una estética atemporal. El material en sí tiene una durabilidad muy alta, pero además hay que tratar de huir de la obsolescencia percibida.

La geometría final deberá potenciar rasgos propios del monocasco como son el prescindir de juntas en las uniones de las paredes. Un aspecto a incluir serán unos chaflanes en la unión entre

las paredes y el techo.

Se tratarán de evitar geometrías que disminuyan la eficiencia del coche, haciendo el frontal lo más aerodinámico posible.

Se planteará un plan de desecho del material una vez finalizada su vida útil.

1.5.2. Estudios orientados a la definición de la solución adoptada

Estudio de mercado: se investigaron los productos de tipología similar que existen actualmente para corroborar el nicho de mercado y para obtener una serie de conclusiones.

Análisis de usuario: se plantearon una serie de usuarios potenciales con el objetivo de detectar necesidades.

Análisis formal: se describiéron las características básicas de este tipo de vehículos. Por otro lado se hizo hincapié en la percepción de los usuarios respecto a los vehículos, y la capacidad de estos para transmitir valores. Este paso fue muy útil a la hora de seleccionar rasgos para incluirlos en el concepto.

Pruebas formales a partir de la percepción: Una vez determinados los valores a aplicar o evitar en el producto, se realizaron unas pruebas formales mediante bocetos sencillos, y se pidió a voluntarios que los analizaran. Los resultados fueron recopilados y resumidos de forma gráfica.

1.6. Análisis de soluciones

1.6.1. Alternativas y elección de la propuesta a desarrollar

La forma final está bastante avanzada, pero quedan por ultimar detalles y características de algunas partes del monocasco.

-El techo, finalmente se ha optado por hacerlo escalonado (Figura 4). De esta forma resuelve de forma atractiva la implementación de las barras de carga. Por otro lado permite disimular por el interior la cama abatible generando continuidad en la superficie. Genera sensación de amplitud en el habitáculo.

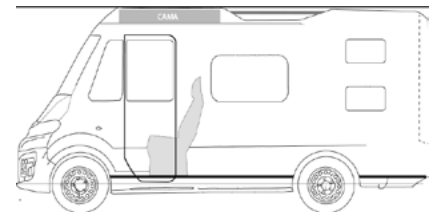


Figura 4

-Los faldones laterales se planteó la posibilidad de que fuesen parte del monocasco pero, esta idea, generaba bastantes inconvenientes. Por un lado, quedaba parte del chasis a la vista, y por otro generaba aristas afiladas en los huecos de las ruedas. Por ello, se decidió realizar unos faldones que irían sellados al monocasco y atornillados al chasis. La forma definitiva será parecida a la del boceto (Figura 5).

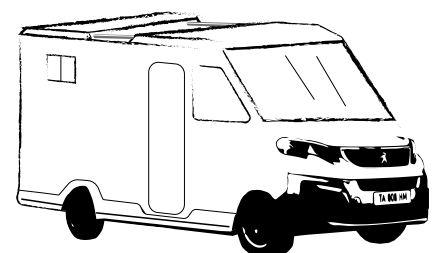


Figura 5

-El capó es otro de los elementos críticos. Dado que el frontal de la autocaravana avanza mucho más vertical, el motor queda en una posición baja (Figura 6). Para permitir el acceso al motor, el capó deberá contar con la altura y amplitud suficiente. Así, tras un análisis antropométrico se deduce que la altura del hueco deberá tener 395 milímetros y la parte superior se encontrará a 1550 milímetros del suelo.

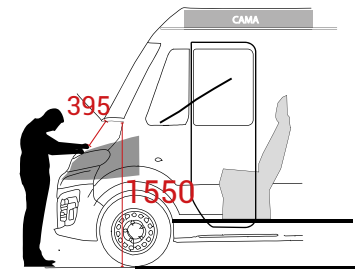


Figura 6

-Para fijar las barras al techo surgen algunas ideas iniciales pero son descartadas por el hecho de agujerear la superficie. Dado que se encuentran en el techo, cualquier agujero realizado para atornillar o empotrar, a la larga puede traer problemas de filtraciones de agua. Por ello la opción más acertada es la de incluir en el monocasco unos soportes para las barras, sobre los que se fijaran mediante adhesivo estructural (Figura 5).

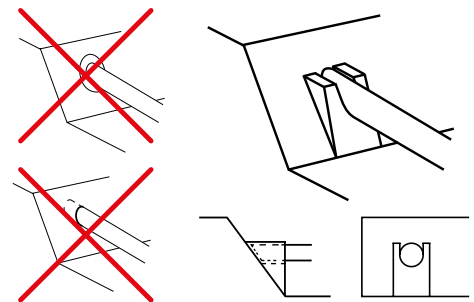


Figura 7

-Para la parte trasera, surge la duda inicial de el sistema de fabricación, si hacerla en una pieza aparte o incluirla en el propio monocasco, así que se valoran 3 opciones (Figura 7):

1. Incluida en el propio molde. La ventaja es el ahorro de tiempo material y dinero al no realizar otra pieza. Como contra, nos restringe bastante la geometría por evitar contrasalidas. El acabado inferior no puede ser redondeado, si no que acabaría recto. Por último, sería necesario realizar un alojamiento para cada faro con su correspondiente sellado posterior.

2. Los bordes laterales serían parte del monocasco, mientras que lo correspondiente al parachoques sería otra pieza que se ensamblaría al resto durante el montaje (parte coloreada). Tenemos la ventaja de poder complicar la geometría del parachoques, incorporando entrantes y redondeos. Además mejora la reparabilidad en caso de daño.

3. Tanto los bordes laterales como el parachoques constituyen una única pieza distinta del monocasco. La ventaja es que hay menos restricciones para incluir acabados complejos (hendiduras, redondeos, ...). Como contra, está la de realizar un molde aparte voluminoso y el consiguiente gasto de material.

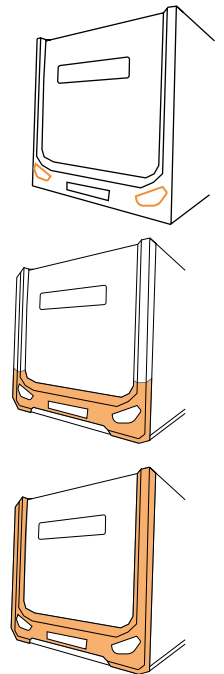


Figura 7

Tras debatir pros y contras la solución elegida es la 2, ya que aporta libertad geométrica sin excesivo gasto de material. Se fijará al conjunto con adhesivo estructural y con tornillos a los faldones. Los alojamientos de los faros están diseñados para el modelo que usan actualmente en otros vehículos (Figura 8). Estos 3 últimos apartados se encuentran desarrollados en las páginas 83-86 del documento Dossier anexo al proyecto.

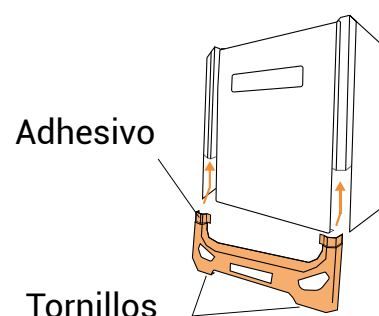


Figura 8

1.6.2. Conformidad con la norma UNE 26494:2014

El producto ha sido diseñado cumpliendo la norma UNE 26494:2014, que hace referencia a vehículos de carretera. Vehículos para el transporte de personas con movilidad reducida. Capacidad igual o menor a nueve plazas, incluido el conductor.

1.7. Resultados finales

El producto final consta de un monocasco principal que hace de estructura, de un capó y de 3 piezas que estilizan y protegen el contorno inferior (parachoques trasero y faldones izquierdo y derecho). Estos elementos se encuentran representados en los planos adjuntos al proyecto. Se trata de un producto de muy buena calidad, diseñado para cumplir con las exigencias de los usuarios, parejas o familias con 2 hijos pequeños amantes de los viajes en autocaravana

Constituye la carrocería (a excepción del morro) de la autocaravana integral de Caravanas Europeas S.L. Se trata de una autocaravana que por sus compactas dimensiones, su aprovechado espacio y su reducido precio, busca ocupar un nicho en el mercado aun por explotar (Figuras 9-12).



Figura 9



Figura 10



Figura 11



Figura 12

El monocasco se fija en las pestañas mediante tornillos a un suelo aislante que a su vez está fijado al chasis de el vehículo Peugeot Expert (Figura 13). Tiene dos pestañas en la parte delantera que también se fijan a la parte del morro. A continuación se colocan los faldones atornillándolos al chasis y por último el parachoques trasero. El proceso de montaje así como el equipamiento restante lo realizará el personal de Caravanas Europeas. Secuencia gráfica completa en la página 122 del documento Dossier anexo al proyecto.

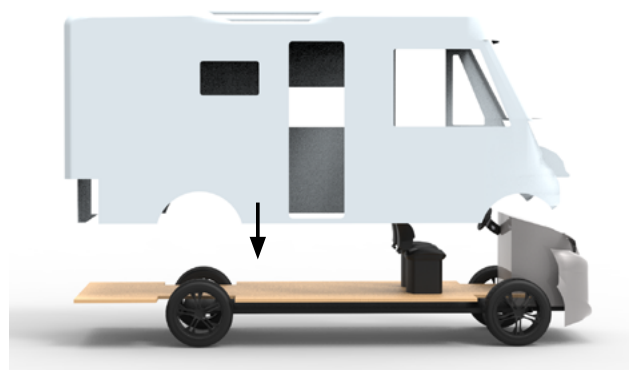


Figura 13

Su forma final ha estado muy ligada durante todo su desarrollo a los sistemas de fabricación disponibles.

Una vez obtenida la geometría final, se han realizado una serie de cálculos y simulaciones de elementos finitos para determinar el material a utilizar:

- Caso de carga superior: La simulación consiste en colocar una carga de 100 kilogramos sobre las barras del techo. Dado que las barras son de acero, los datos más importantes a obtener son la tensión de Von Mises y el desplazamiento máximo.

- Caso de nieve sobre el techo: Se simula una carga de nieve sobre el techo del vehículo y para ello se escoge una presión de 2000 N/m². prestaremos atención al desplazamiento y al criterio de Tsai-Wu, que mide el coeficiente de seguridad de materiales compuestos.

- Caso de vuelco: Para simularlo, se coloca una carga sobre el techo equivalente a dos veces el peso total del vehiculo, en este caso 70.000 N. Será importante que no se hunda lo suficiente como para aplastar al pasajero.

- Caso de vandalismo: Se pone la situación de 2 personas de 150 kilogramos subidas sobre una zona del techo. La estructura deberá resistir sin sufrir daños de rotura.

- Caso de caída de objeto: Se calcula el equivalente a la caída de una piedra de 3 kilogramos desde un puente en n forma de carga ppuntual de 300 N. El objetivo es que no consiga penetrar en el interior del monocasco.

En este apartado pondré como ejemplo el caso de vuelco ya que es el más crítico. Para ver los cálculos completos ver la página 87 del documento Dossier incluido en los anexos.

Para estas primeras pruebas, el material elegido para el monocasco es el mismo en todas las zonas salvo en las pestañas inferiores, donde se prescindirá del núcleo. El sandwich de composites escogido consta de 1 capa de MAT 300 y 2 capas de tejido biaxial de 600 g/m² a cada lado, con un núcleo de PVC de 15 mm de grosor con una densidad de 60 kg/m³ (Figura 14). De primeras, puede parecer un poco exagerado pero el objetivo de este primer cálculo es determinar los puntos más críticos y las zonas más resistentes. La masa total del monocasco se sitúa en 229,2 kg.

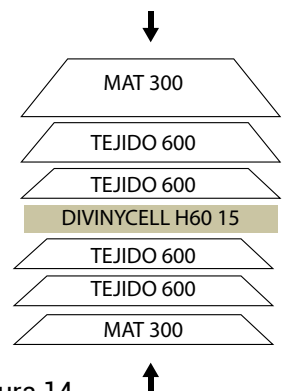


Figura 14

La prueba de vuelco dió como resultado (Figura 15):

Desplazamiento máximo: 251 mm

Criterio de Tsai-Wu: 7,63

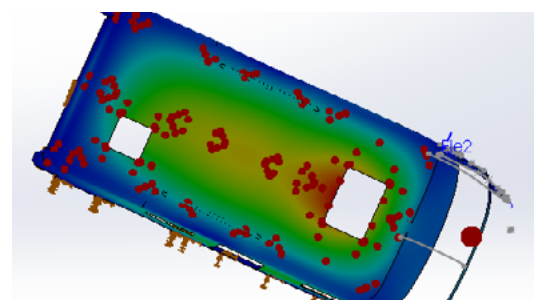


Figura 15

Dentro de lo que cabe, los resultados no son tan críticos como lo esperado pero aun así el desplazamiento máximo conviene reducirlo algo más y desviarlo a otra zona. En cuanto al factor de seguridad, ya he nombrado que para los materiales compuestos se utiliza el criterio de Tsai-Wu. Para tener cierta fiabilidad, el producto debe tener 2 o más. En este caso, 7,63, es un dato bastante bueno pero mejorable.

Una vez realizadas pruebas, queda de manifiesto que las zonas más críticas son las columnas delanteras y la zona del techo que se haya sobre los pasajeros. Con el objetivo de disminuir la masa y reforzar esas zonas se plantea la siguiente distribución de material (Figura 16).

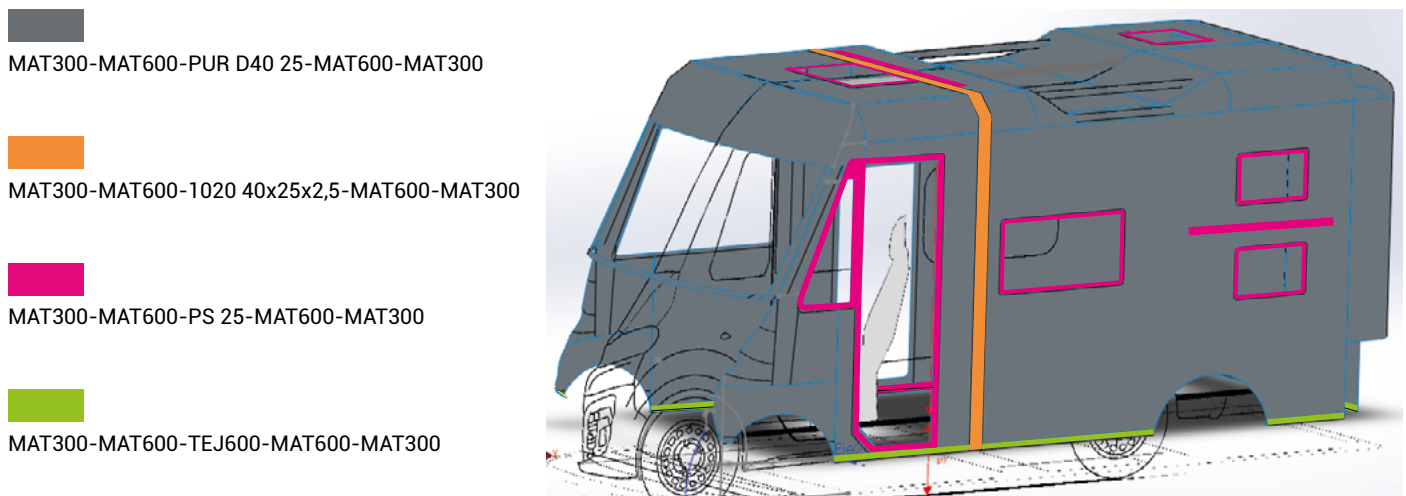


Figura 16

Los cambios más destacables son:

Instalar un arco de seguridad de acero de en la zona de los pasajeros

Sustitución de PVC de 15 mm por PUR de 25 mm de 40kg/m³

Nuevo sandwich: MAT300-MAT600-PUR D40 25-MAT600-MAT300

Núcleo de tereftalato de polietileno (PET) de 150kg/m³ y 25 mm de espesor en los marcos de puertas y ventanas.

Realizando las mismas pruebas anteriores con el nuevo material obtenemos resultados muy satisfactorios. En el caso de vuelco (Figura 17):

Desplazamiento máximo: 142 mm

Criterio de Tsai-Wu: 13,77

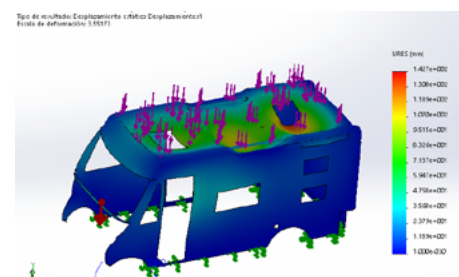


Figura 17

Criterio de Tsai-Wu ha ascendido a 13,77 una cifra muy positiva.

Con esta nueva elección la masa se sitúa en 186 kg, es decir, se ha conseguido una reducción de 20%. Dado que el grosor del núcleo ha sido aumentado de 15 a 25 mm por temas de aislamiento térmico, se ha pasado a utilizar poliuretano por temas económicos y se ha reducido su densidad de 60 a 40 kg/m³. Al aumentar el espesor, se genera mayor momento de inercia y por tanto aumenta la rigidez. El arco de acero ha cumplido con su objetivo principal y el desplazamiento máximo, además de reducirse, se ha desplazado a una zona menos crítica.

El núcleo de PET introducido en zonas determinadas por la empresa, permite atornillar sobre la propia pared elementos internos así como la sujeción de las puertas y ventanas. Otra de las grandes propiedades de este material es su resistencia a la humedad.

El material escogido será el definitivo, dado que no se puede reducir ni el número de capas de fibra (se quedaría muy débil) ni disminuir el espesor del núcleo (por temas de aislamiento)

Tras valorar las distintas opciones de fabricación, se ha optado por infusión con bolsa de vacío para el monocasco y laminación manual para faldones, capó y parachoques trasero. Ambos procesos quedan detallados en el apartado 3.4 del documento anexo Dossier (página 103). La laminación resulta simple mientras que el proceso de infusión ha requerido soluciones concretas para la pieza. :

La geometría final del monocasco genera alguna contrasalida inevitable en la parte frontal. Por ello se plantea la utilización de un molde desmontable (Figura 18). Durante el infusionado ambas partes están unidas pero para desmoldear, se retira previamente el molde de la parte frontal (1) y a continuación la pieza terminada perpendicular al suelo (2).

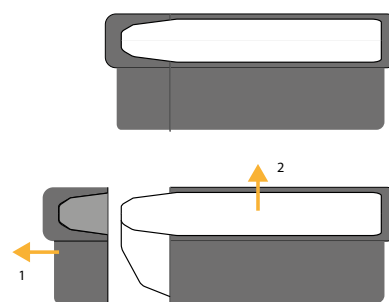


Figura 18

En cuanto a las pestañas inferiores, no se pueden realizar directamente con el molde porque generan contrasalidas. La solución consiste en atornillar una tabla plana en el borde del molde contra la que irá la fibra de vidrio apoyada. A continuación infundiremos sellando la bolsa de vacío con la tabla en el interior (Figura 19). Dejamos curar y desmoldeamos retirando las tablas previamente.

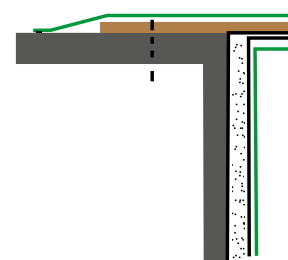


Figura 19

El grosor del marco de ventanas y puertas debe oscilar entre 26-41 milímetros, y no puede quedar ninguna parte del núcleo a la vista. Por ello se opta por unos postizos con teflon que se colocan antes de enfibrar en la zona deseada. A continuación se colocan las capas cubriendo los contornos de estos. A la hora de desmoldear se retiran primero los postizos y después el resto (Figura 20)

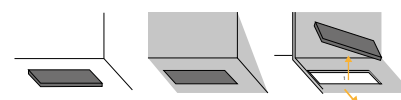


Figura 20

Dado que finalmente el monocasco se realiza por infusión es necesario sustituir el MAT 600 por tejido biaxial del mismo gramaje, debido a que no transmite bien la resina. Esto no varía los cálculos realizados anteriormente, ya que el tejido biaxial tiene incluso mejores propiedades que el MAT de su mismo gramaje.

1.8. Planificación

En este diagrama muestro la planificación inicial del proyecto (Figura 21). En resumen, ha resultado bastante acertada con el transcurso del proyecto.

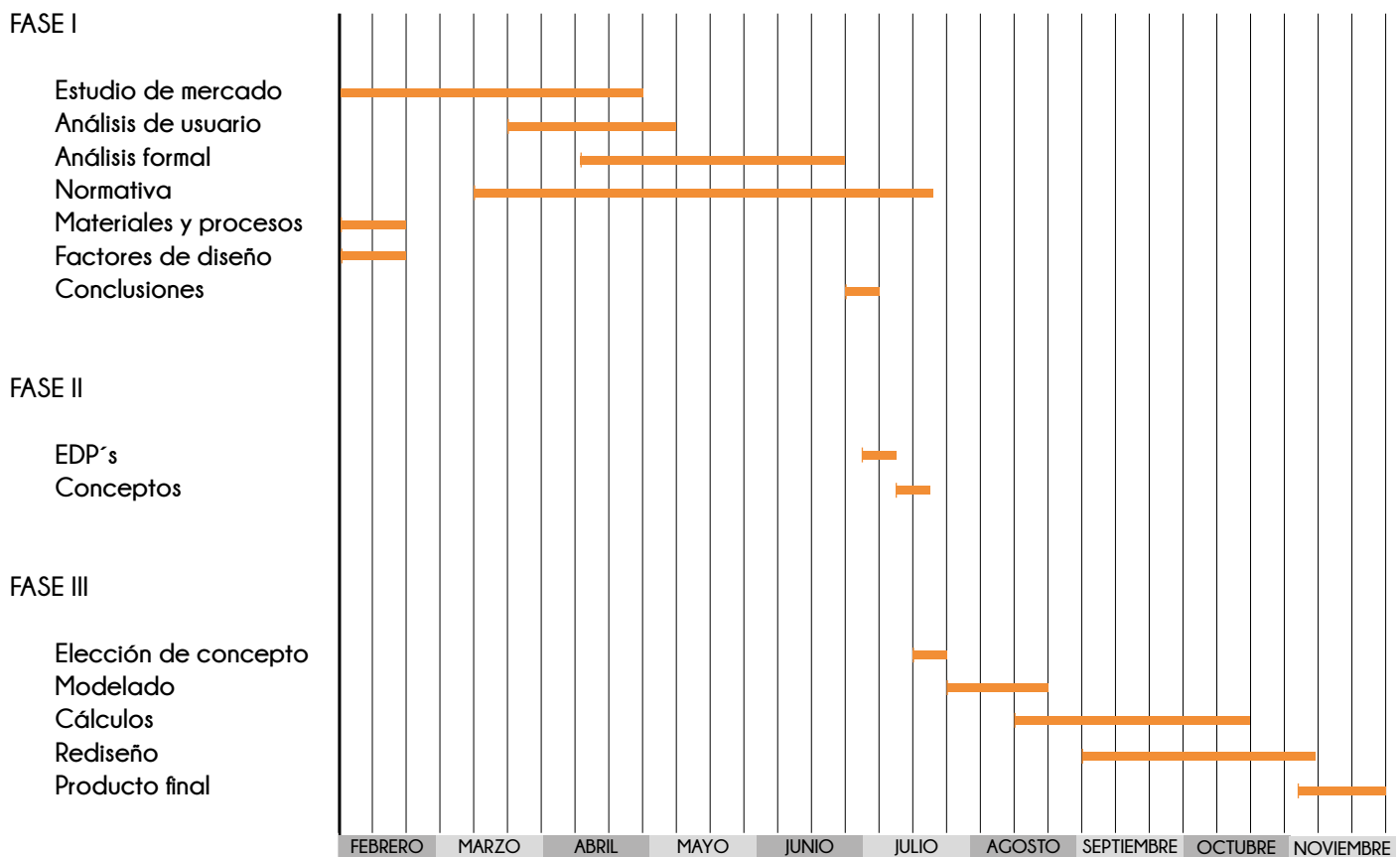


Figura 21

1.9. Orden de prioridad entre los documentos

Debido a que no se ha establecido un orden de prioridad de los documentos básicos del Trabajo Fin de Grado, el orden de prioridad es el estipulado por la norma UNE 157001:2014, el cual es:

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria

1.10. Resumen del presupuesto

En este apartado se contempla el resumen del coste final del proyecto, para una información más ampliada de dicha cuantía, revisar el apartado **5. Presupuesto, página**. En este se ha incluido un 15% de beneficio industrial debido a que la fabricación la lleva a cabo una empresa externa.

El presupuesto total de ejecución material para la fabricación de una unidad asciende a 2253,68 € (DOS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS).

En Zaragoza, a día 20 de Noviembre de 2016, con validez hasta el día 20 de Junio de 2017.

Firmado:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ion Zabalza', enclosed within a light gray rectangular box.

Ion Zabalza Goya

2 Anexos

[18/35]
Informe: monocasco de autocaravana
Fecha: 23/11/2016

Índice

2.1. Documentación de partida	19
2.2. Otros documentos	19

2.1 Documentación de partida

Este proyecto parte de los requisitos establecidos por la empresa Caravanas Europeas S.L. que se encuentran descritos en las páginas 8-11 del documento Dossier, adjuntado como anexo.

2.2 Otros documentos

El documento Dossier va incluido en los anexos. Aquí se encuentra el dossier del diseño y desarrollo en fibra de vidrio del monocasco de una autocaravana integral con fases de investigación, propuestas de conceptos, desarrollos, renders finales y otras informaciones.

3 Planos

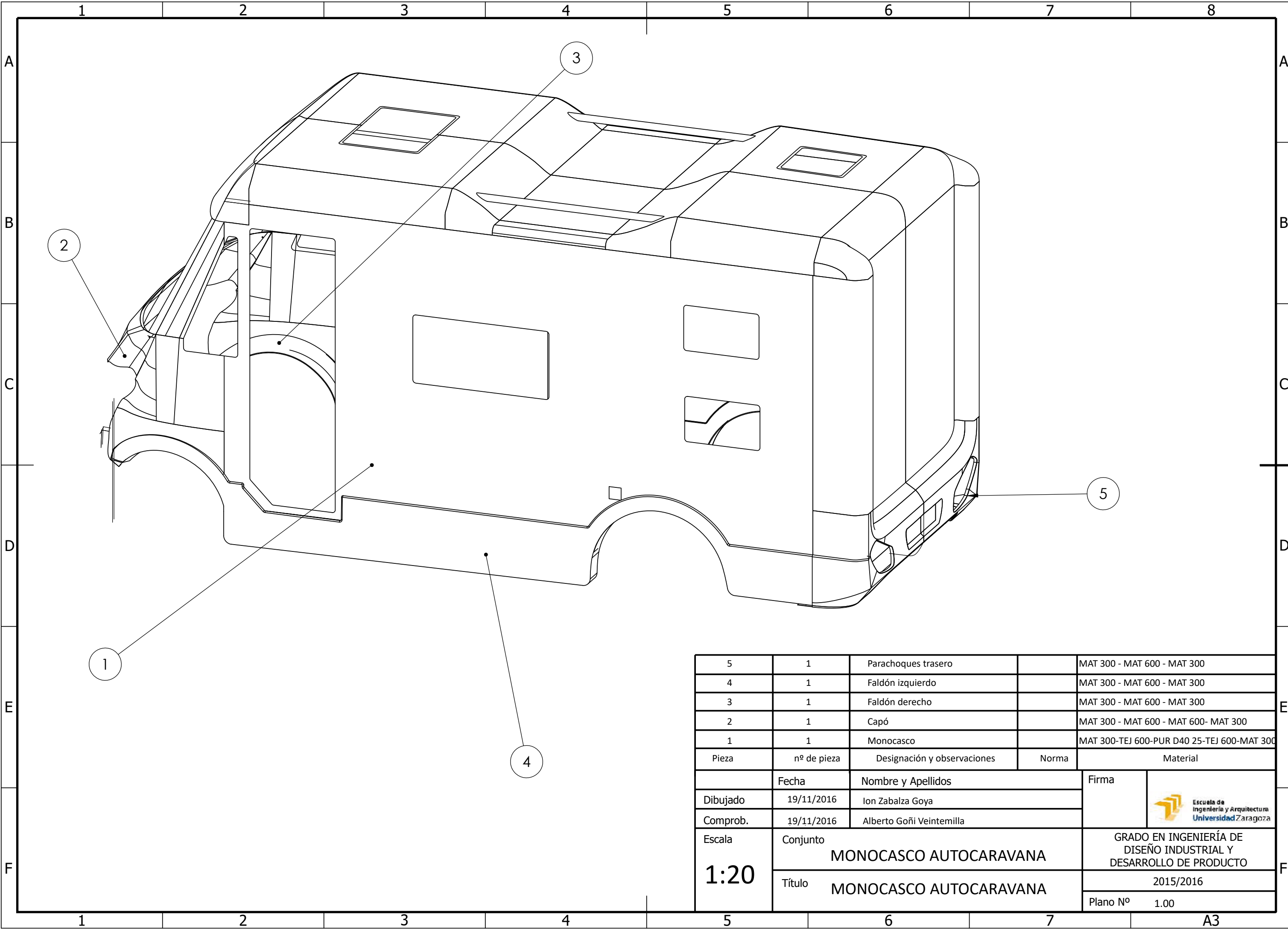
[20/35]

Informe: monocasco de autocaravana

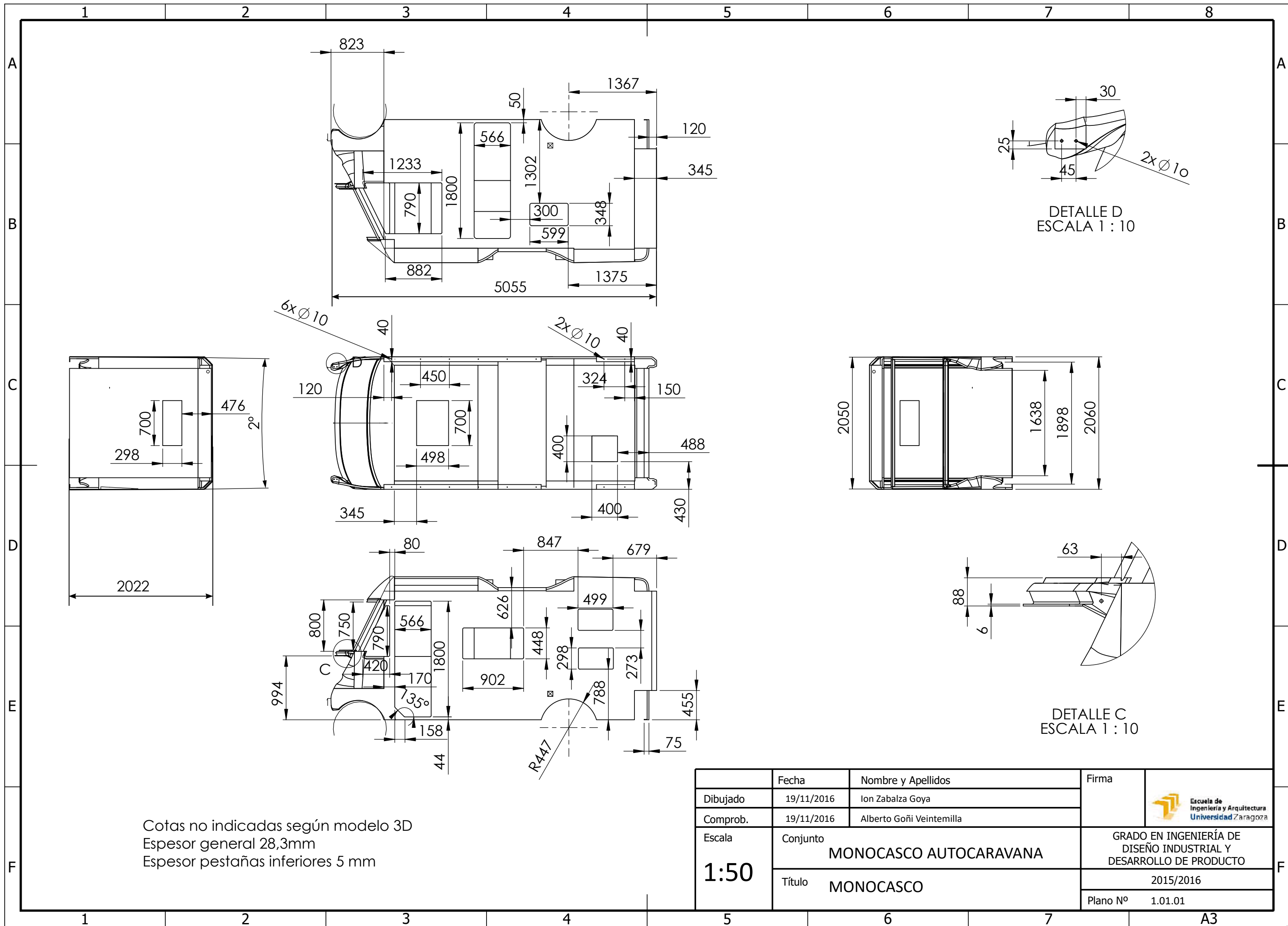
Fecha: 23/11/2016


Índice

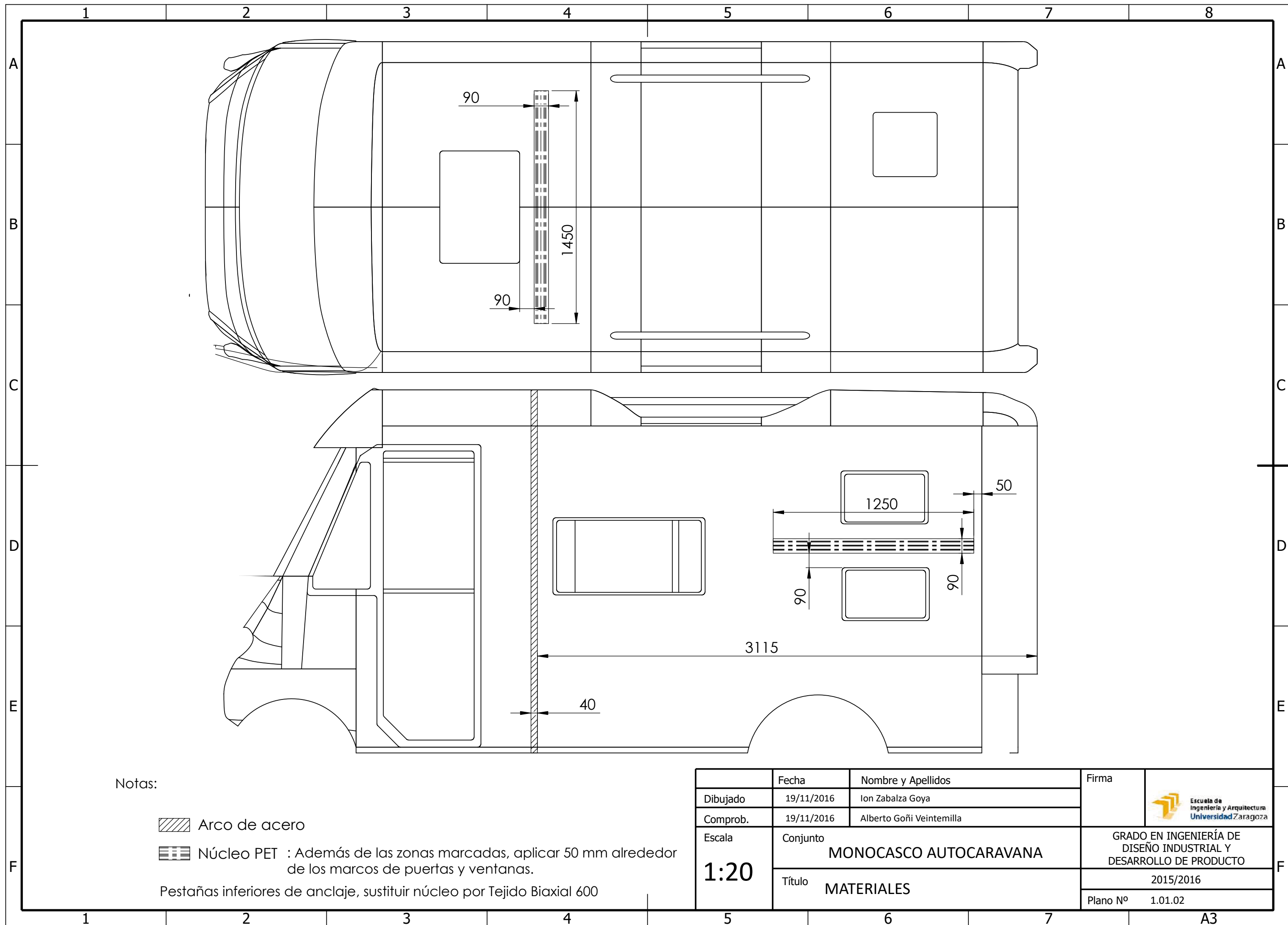
3.1.00	Monocasco autocaravana	1.00
3.1.01.01	Monocasco	1.01.01
3.1.01.02	Materiales	1.01.02
3.1.02	Capó	1.02
3.1.03	Faldón derecho	1.03
3.1.04	Faldón izquierdo	1.04
3.1.05	Parachoques trasero	1.05

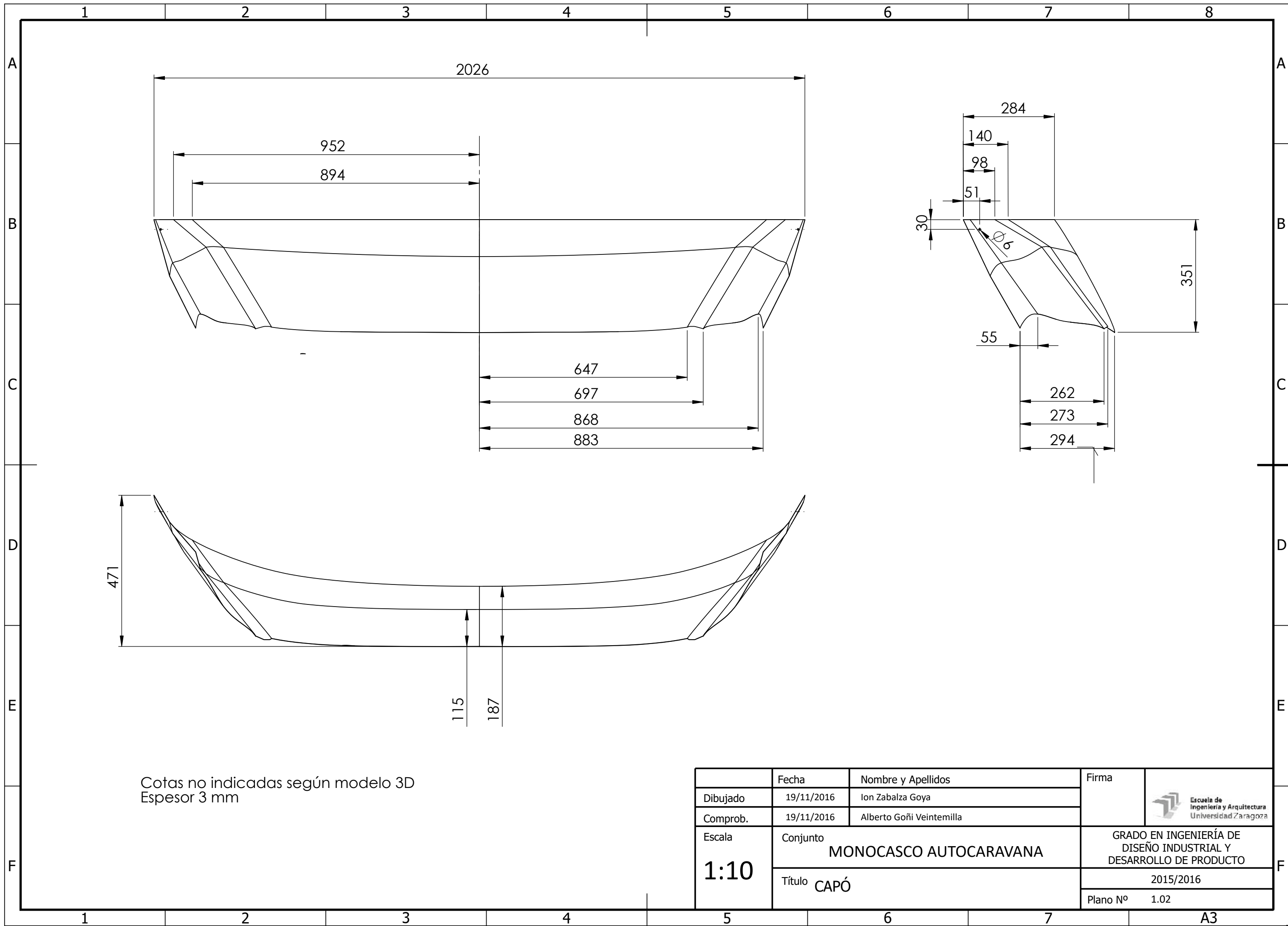


5	1	Parachoques trasero		MAT 300 - MAT 600 - MAT 300	
4	1	Faldón izquierdo		MAT 300 - MAT 600 - MAT 300	
3	1	Faldón derecho		MAT 300 - MAT 600 - MAT 300	
2	1	Capó		MAT 300 - MAT 600 - MAT 600- MAT 300	
1	1	Monocasco		MAT 300-TEJ 600-PUR D40 25-TEJ 600-MAT 300	
Pieza	nº de pieza	Designación y observaciones	Norma	Material	
	Fecha	Nombre y Apellidos		Firma	
Dibujado	19/11/2016	Ion Zabalza Goya			
Comprob.	19/11/2016	Alberto Goñi Veintemilla			
Escala 1:20	Conjunto MONOCASCO AUTOCARAVANA			GRADO EN INGENIERÍA DE DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	
	Título MONOCASCO AUTOCARAVANA			2015/2016	
				Plano Nº	1.00




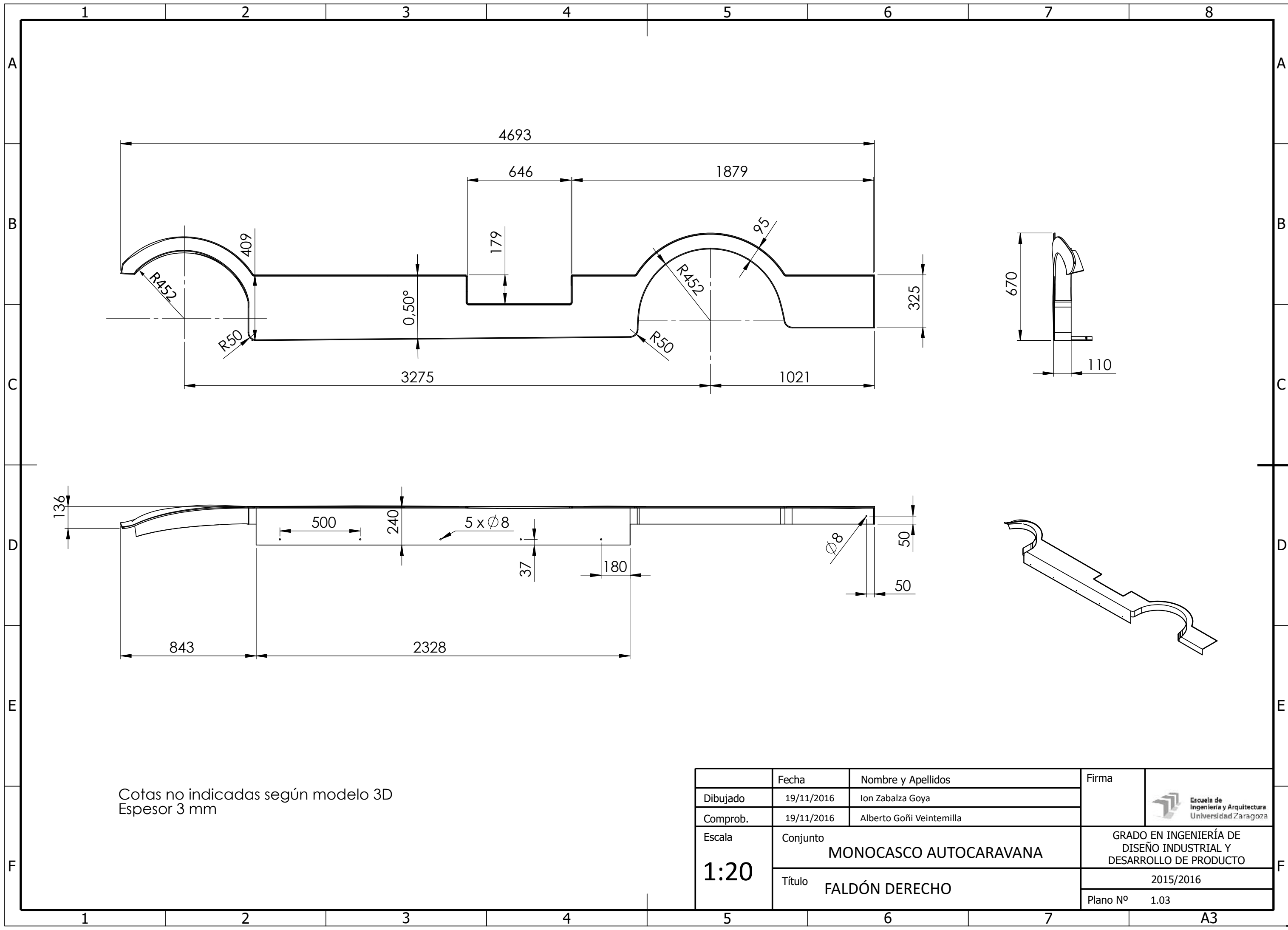
	Fecha	Nombre y Apellidos	Firma	
Dibujado	19/11/2016	Ion Zabalza Goya		
Comprob.	19/11/2016	Alberto Goñi Veintemilla		
Escala	Conjunto		GRADO EN INGENIERÍA DE DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	
1:50	Título		2015/2016	
	MONOCASCO		Plano Nº 1.01.01	

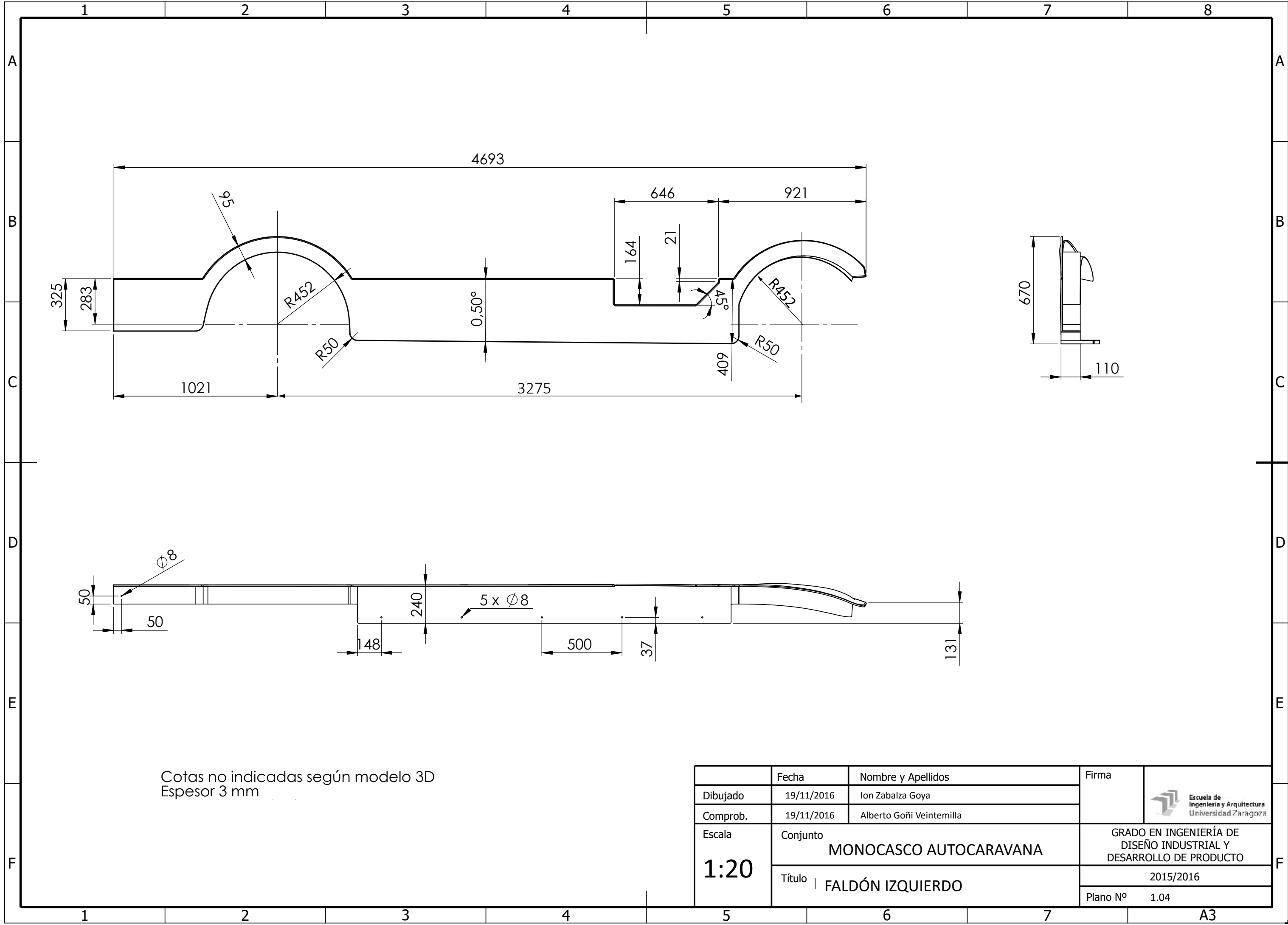





Cotas no indicadas según modelo 3D
Espesor 3 mm

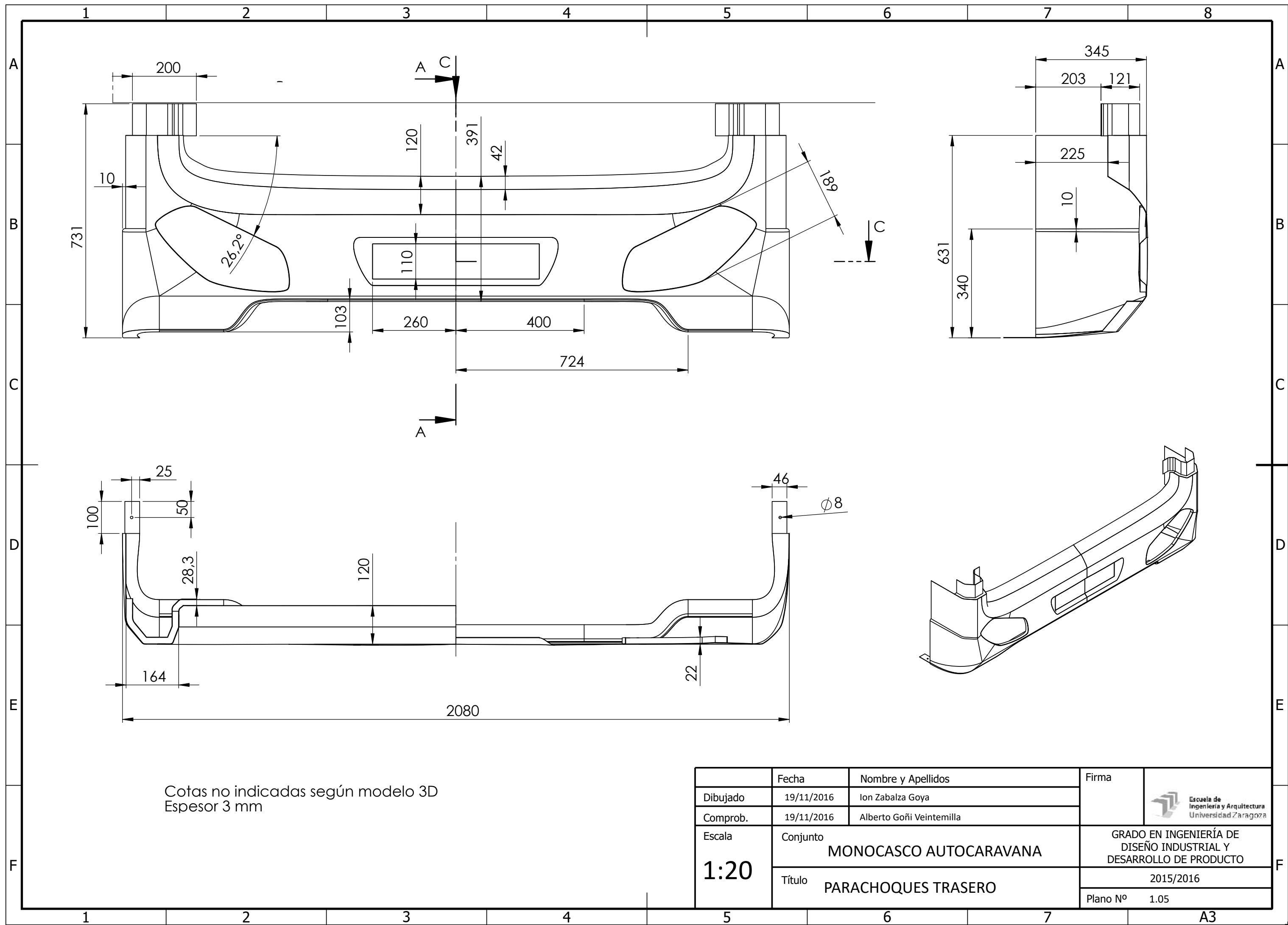
	Fecha	Nombre y Apellidos	Firma	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	19/11/2016	Ion Zabalza Goya		
Comprob.	19/11/2016	Alberto Goñi Veintemilla		
Escala	Conjunto		GRADO EN INGENIERÍA DE DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	
1:10	MONOCASCO AUTOCARAVANA			
	Título CAPÓ		2015/2016	
			Plano Nº 1.02	





Cotas no indicadas según modelo 3D
Espesor 3 mm

	Fecha	Nombre y Apellidos	Firma	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	19/11/2016	Ion Zabalza Goya		
Comprob.	19/11/2016	Alberto Goñi Veintemilla		
Escala	Conjunto		GRADO EN INGENIERÍA DE DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	
1:20	MONOCASCO AUTOCARAVANA			
	Título	FALDÓN IZQUIERDO	2015/2016	
			Plano Nº	1.04



Cotas no indicadas según modelo 3D
Espesor 3 mm

	Fecha	Nombre y Apellidos	Firma	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	19/11/2016	Ion Zabalza Goya		
Comprob.	19/11/2016	Alberto Goñi Veintemilla		
Escala	Conjunto		GRADO EN INGENIERÍA DE DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO	
1:20	MONOCASCO AUTOCARAVANA			
	Título	PARACHOQUES TRASERO	2015/2016	
			Plano Nº	1.05

4 Pliego de condiciones

[28/35]

Informe: monocasco de autocaravana

Fecha: 23/11/2016

Índice

4.1.Descripción de las obras, productos, instalaciones o servicios	29
4.2 Especificaciones de los materiales y elementos constitutivos del objeto del Proyecto.	29
4.3.Reglamentación y la normativa aplicable.	30

4.1 Descripción de las obras, productos, instalaciones o servicios

El proyecto consiste en el diseño y desarrollo en fibra de vidrio y poliéster del monocasco de una autocaravana integral de la empresa Caravanas Europeas S.L.. Se trata de una autocaravana integral que pretende ocupar un nicho de mercado aún por explotar. Se diferencia del resto por sus compactas dimensiones (5,5 metros de largo), su aprovechado habitáculo (hasta 4 plazas) y su ajustado precio. Además está constituida de un monocasco principal de materiales compuestos que además de una estética apropiada, le confiere resistencia y acabados de calidad.

Se fijará con tornillos a través de unas pestañas inferiores sobre el suelo, a su vez anclado al chasis del vehículo Peugeot Expert. Del exterior de este vehículo se mantendrán el morro y los faros.

4.2 Especificaciones de los materiales y elementos constitutivos del objeto del Proyecto.

-Fibra de vidrio

Las fibras de vidrio son buenos aislantes térmicos debido a su alto índice de área superficial en relación al peso. Sin embargo, un área superficial incrementada la hace mucho más vulnerable al ataque químico. Dado que se encuentra combinada con resina de poliéster, queda protegida frente a la corrosión. Los bloques de fibra de vidrio atrapan aire entre ellos, haciendo que la fibra de vidrio sea un buen aislante térmico, con conductividad térmica del orden de $0,05 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

Tipo de Fibra	Tensión de rotura (MPa)	Esfuerzo de Compresión (MPa)	Densidad (g/cm ³)	Dilatación térmica $\mu\text{m}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$	T de ablandamiento ($^\circ\text{C}$)	Precio dólar/kg
Vidrio clase E	3445	1080	2,58	5,4	846	~2
Vidrio clase S-2	4890	1600	2,46	2,9	1056	~20

-PUR

El poliuretano es un perfecto aislante térmico y además aporta rigidez al composite. Ofrece una conductividad térmica del orden de $0,024 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Puede perder propiedades en contacto con la humedad, pero dado que va a estar cubierto por todas las zonas se soluciona este problema.

-PET

Su alta densidad ($150\text{kg}/\text{m}^3$) permite la fijación de tornillos. El comportamiento a la fatiga es otro parámetro importante. El ensayo dinámico de curvatura de 4 puntos muestra el alto nivel de fatiga extremadamente bueno de la espuma PET con el 80% de la máxima carga de cortadura estática. Es resistente hasta un millón de ciclos sin ningún fallo

4 Pliego de condiciones

[30/35]
Informe: monocasco de autocaravana
Fecha: 23/11/2016

-Acero AISI 1020

Responde bien al trabajo en frío y al tratamiento térmico de cementación. La soldabilidad es adecuada. Por su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para elementos de maquinaria. Cumple la norma ASTM A108. Sus propiedades son:

Dureza 111 HB
Esfuerzo de fluencia 205 MPa (29700 PSI)
Esfuerzo máximo 380 MPa (55100 PSI)
Elongación 25%
Reducción de área 50%
Módulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI)
Maquinabilidad 72% (AISI 1212 = 100%)
Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)

4.4 Reglamentación y la normativa aplicable.

En el dossier, aunque no es obligatorio, se tiene muy en cuenta el cuidado del medio ambiente. Por ello, en la página 11 del documento anexo Dossier, se nombra en las especificaciones de diseño para aplicarlo en los posteriores conceptos. En el producto final se busca la forma de reciclar el el composite utilizado, una vez finalizada su vida útil (página 125 del documento anexo Dossier).

5 Presupuesto

[31/35]
Informe: monocasco de autocaravana
Fecha: 23/11/2016

Índice

5.1.Piezas a fabricar	32
5.2 Presupuesto de ejecución material	32

5 Presupuesto

[32/35]

Informe: monocasco de autocaravana

Fecha: 23/11/2016

5.1 Piezas a fabricar

Dado que la fabricación del producto se encarga a otra empresa, va incluida en los precios la mano de obra. El desglose más extenso de los costes se encuentra en el documento Dossier anexo al proyecto, en la página

Código	Plano	Descripción	Unidades	Cantidad	Precio Ud.	Importe
1.01	1.01	Monocasco	ud	1	1528,35	1528,35
1.02	1.02	Capó	ud	1	100,81	100,81
1.03	1.03	Faldón derecho	ud	1	140,07	140,07
1.04	1.04	Faldón izquierdo	ud	1	140,07	140,07
1.05	1.05	Parachoques tr.	ud	1	112,18	112,18
Total piezas a fabricar						2021,48

5.2 Presupuesto de ejecución material

Total presupuesto de ejecución material 2021,48

El presupuesto total de ejecución material para la fabricación de una unidad asciende a 2253,68 € (DOS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS).

En Zaragoza, a día 20 de Noviembre de 2016, con validez hasta el día 20 de Junio de 2017.

Firmado:



Ion Zabalza Goya

6.1. Académicas

Este último trabajo ha sido el resumen de todo lo aprendido en los cuatro años como ingeniera de diseño. Ha sido el momento de poner en práctica todos los conocimientos adquiridos.

El hecho de tener la oportunidad de realizar un proyecto real y de poder participar junto a una empresa me ha permitido tener una primera toma de contacto de lo que será mi vida laboral como diseñador. Encarar un proyecto de estas magnitudes, me ha servido para potenciar mi nivel de exigencia personal y académica. Al realizar el proyecto sólo, he aprendido a valorar también los beneficios de trabajar en equipo: reparto de tareas, puestas de ideas en común, contraste de opiniones, ...

6.2. Personales

El hecho de realizar un proyecto durante un período de tiempo más largo del que estoy acostumbrado me ha hecho valorar el trabajo diario y la organización del tiempo. He aprendido a valorar el trabajo continuo y perseverante, tanto el mío propio como el del resto de personas que me han rodeado a lo largo del proyecto.

He comprobado que sacar un proyecto adelante es una tarea que requiere de mucho empeño, y todas las personas que lo rodean son muy importantes.

Ha sido un acercamiento bastante amplio a los composites, de los que sin duda, seguiré informándome. Ha quedado en evidencia que, para diseñar cualquier producto, hay que conocer muy bien el material sobre el que se trabaja.

Quiero agradecer a mis dos directores Ramón Miralbes y David Ranz, a las empresas Caravanas Europeas S.L. y Poléster Resitex así como a mi entorno cercano, su papel para que el proyecto haya podido ser realizado.

7 Bibliografía

[34/35]

Informe: monocasco de autocaravana
Fecha: 23/11/2016

Fuentes consultadas:

Estudio de mercado

<http://laautocaravana.webcampista.com/integral.html>

<http://www.acnomadas.com/mantenimiento/item/939-aluminio-vs-fibra-de-vidrio-en-caravanas-y-autocaravanas.html>

<http://www.campersenaire.com/#!proyecto-monocasco/nyy9n>

<http://www.autobild.es/reportajes/%C2%BFes-el-coche-el-espejo-del-alma>

<https://psicologiaymente.net/neurociencias/pareidolia-caras>

<http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%201020.pdf>

Desarrollo

<http://www.aenor.es/aenor/normas/ediciones/fichae.asp?codigo=8592#.WDYX3PnhDIU>

<http://www.formosotech.com/home/esp%C3%B1ol/reciclado-y-reutilizaci%C3%B3n-de-composites/>

<http://www.interempresas.net/Reciclaje/Articulos/105966-Aprovechamiento-integral-de-los-composites-fuera-de-uso.html>

<http://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/ley-de-reforma-de-vehiculos-agiliza-tus-tramites>

https://grabcad.com/library?page=1&time=all_time&sort=recent&query=CAR%20SEAT

<http://lantor.com/lantor-soric/>

<http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/19103-La-nueva-espuma-PET-para-aplicaciones-de-nucleos.html>

<http://www.caravanaseuropeas.net/v2/donde.asp>

<http://www.campersenaire.com/?lightbox=dataItem-ipgmoa741>

<https://www.youtube.com/watch?v=OS5Zyv6ChIE>

<http://resitex.com/>

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.es/2011/07/materiales-compuestos.html>

7 Bibliografía

[35/35]

Informe: monocasco de autocaravana

Fecha: 23/11/2016

<http://www.poliuretanos.com/productos/planchas/pur-d35.html>

<http://www.tiendaonlineplastiform.es/fibras-de-vidrio-y-de-carbono/22-tejido-roving.html>

<http://www.feroca.com/es/10-fibras-de-vidrio-y-tejidos-de-refuerzo>

[https://carros.cybo.com/BR/boa-vista-\(roraima\)/caravanas,-casas-remolques-y-casas-rodantes/?p=9](https://carros.cybo.com/BR/boa-vista-(roraima)/caravanas,-casas-remolques-y-casas-rodantes/?p=9)

[1]http://www.caravan-components.co.uk/epages/BT2955.sf/en_GB/?ObjectPath=/Shops/BT2955/Products/EL625H

Modelos 3D utilizados

https://grabcad.com/library/peugeot-logo-1/details?folder_id=839345

https://grabcad.com/library?page=1&time=all_time&sort=recent&query=CAR%20SEAT

Fabricación

RESITEX S.L.