

# ROOF UP

Diseño de un mecanismo de transformación para maximizar el volumen interior en vehículos vivienda

Icía Alonso Ciordia

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Trabajo Fin de Grado

2016



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES





Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del  
Producto

Diseño de un mecanismo de transformación  
para maximizar el volumen interior en vehículos  
vivienda

Autor:

Alonso Ciordia, Icíar

Tutor:

Mostaza Fernández, Roberto

Dpto. Ciencia de los materiales e Ingeniería  
Metalúrgica, Expresión gráfica en la Ingeniería,  
Ingeniería Cartográfica, Geodesia y  
Fotogrametría, Ingeniería mecánica e  
Ingeniería de los procesos de Fabricación

Valladolid, Julio de 2016.





No podría comenzar este proyecto sin antes agradecerles a todas las personas que lo han hecho posible. En primer lugar a mi familia, por animarme cada día a conseguir mis objetivos, por darme cariño en los momentos negativos y disfrutar junto a mí de los positivos. Por ser lo mejor que tengo.

A Ibon Jordan, gerente de la empresa *Campertek*, especializada en convertir los vehículos en hogares sobre ruedas, por su dedicación y paciencia; por creer en mí como Diseñadora e Ingeniera y hacer posible que este proyecto salga adelante.

Por supuesto, agradecerle a mi tutor, Roberto Mostaza Fernández, por su ayuda y por compartir conmigo sus conocimientos y experiencia.

Y por último, a todas aquellas personas anónimas y no tan anónimas que han mostrado su apoyo y entusiasmo hacia este proyecto.



# ROOF UP

El presente documento trata sobre un mecanismo diseñado para maximizar el espacio interior en vehículos vivienda. El mecanismo consta de paneles rígidos que dan al usuario una gran protección frente a adversidades climatológicas así como una mayor seguridad. Estas características ayudan a diferenciar este diseño frente al resto de productos comercializados. Está diseñado para ocupar el mínimo espacio disponible y ser lo más ligero posible. Aportando unas excepcionales cualidades y prestaciones, este mecanismo está diseñado para poder ser reparado fácilmente mediante piezas sustituibles y hacer posible su instalación en diferentes vehículos vivienda.

This paper describes a mechanism designed to maximize the interior space of campervans by lifting up the roof of these vehicles. The mechanism consists of a series of rigid panels that provides users a great protection against adverse weather conditions, as well as a larger security. These characteristics help to differentiate this product when compared to those existing today on the market. It is designed to occupy the minimal available space and to be as light as possible. Providing some exceptional qualities and benefits, this mechanism is also designed to be able to be repaired easily by mean of replaceable components. Moreover, it is possible to install it in different types of campervans.

mecanismo, plegable, ampliación, techo,  
camper



## 1. MEMORIA

### 1

---

#### **Introducción y justificación del proyecto** **3**

- 1.1 Introducción 3
- 1.2 Justificación del proyecto 4
- 1.3 Antecedentes y situación actual 4

### 2

---

#### **Alcance y objetivos del proyecto** **7**

- 2.1 Alcance del proyecto 7
- 2.2 Objetivos 9

### 3

---

#### **Normativa vigente** **11**

- 3.1 Normativa 11
- 3.2 Homologación 11

### 4

---

#### **Estado del arte** **13**

- 4.1 Productos comercializados 13

4.1.1	Tipos de caravanas con un sistema propio para aumentar el espacio interior	14
4.1.2	Sistemas de elevación del techo	16
4.2	Productos patentados	22

## 5

---

<b>Estudio previo</b>	<b>25</b>	
5.1	Elementos compositivos	25
5.1.1	Marco de refuerzo	26
5.1.2	Lona	26
5.1.3	Carcasa	26
5.2	Características y propiedades	27
5.2.1	Materiales	27
5.2.2	Funcionamiento: Mecanismo de apertura	28

## 6

---

<b>Requisitos fundamentales</b>	<b>31</b>	
6.1	Público objetivo	31
6.2	Briefing: requerimientos de diseño	32
6.2.1	Consideraciones ergonómicas	32
6.2.2	Consideraciones de resistencia	33
6.2.3	Consideraciones económicas	35
6.2.4	Consideraciones de montaje	35
6.2.5	Consideraciones ecológicas	35
6.2.6	Consideraciones estéticas	35

## 7

---

<b>Diseño conceptual y análisis funcional</b>	<b>37</b>	
7.1	Análisis funcional. Necesidades de funcionamiento	37
7.1.1	Movimiento a conseguir	37
7.1.2	Especificaciones del movimiento	38

7.1.3	Seguridad	39
-------	-----------	----

## 8

---

<b>Desarrollo y descripción del producto</b>	<b>41</b>	
8.1	Ideas previas	41
8.2	Descripción del diseño final	49
8.2.1	Proceso de diseño	50
8.2.2	Descripción del diseño	54
8.3	Descripción pormenorizada de los elementos	68
8.3.1	Sistema de elevación	68
8.3.2	Marco de refuerzo	73
8.3.3	Paneles rígidos	75
8.3.4	Carcasa	79
8.3.5	Elementos de fijación	81
8.4	Logotipo e imagen de marca	88

## 9

---

<b>Materiales</b>	<b>91</b>	
9.1	Introducción	91
9.1.1	Acero	93
9.1.2	Aluminio reciclado	94
9.1.3	Fibra de vidrio	97
9.1.4	Espuma de poliuretano	98
9.1.5	Gel coat	98
9.1.6	Textil	99
9.1.7	Caucho EPDM	100
9.1.8	Vidrio templado	101
9.1.9	Adhesivo Epoxi	101

## 10

---

<b>Procesos de fabricación</b>	<b>103</b>	
10.1	Marco de refuerzo	104

10.1.1	Soldadura por arco	104
10.1.2	Preimpregnado	104
10.2	Paneles rígidos	105
10.2.1	Laminado	105
10.2.2	Soldadura MIG	105
10.2.3	Lacado	106
10.3	Carcasa	106

## 11

---

<b>Ensamblaje</b>	<b>107</b>
11.1 Montaje	107

## 2. CÁLCULOS

### 1

---

<b>Motorreductor</b>	<b>119</b>	
1.1	Potencia necesaria del motor	119
1.2	Relación de transmisión de velocidades	123
1.2.1	Diseño preliminar	124
1.2.2	Cinemática de los engranajes	126
1.3	Diseño de los engranajes	128
1.3.1	Distancia entre centros	132
1.3.2	Cálculo de la geometría	133

### 2

---

<b>Actuador lineal</b>	<b>135</b>	
2.1	Fuerza de empuje	136



2.2	Carrera	136
-----	---------	-----

### 3

---

<b>Pletinas</b>	<b>137</b>	
3.1	Longitud de la pletina	137
3.2	Longitud de la canaleta	137

### 4

---

<b>Estudio de resistencia</b>	<b>139</b>	
4.1	Marco de refuerzo	139
	4.1.1 Resultados	139
4.2	Carcasa	142
	4.2.1 Resultados	142
4.3	Conjunto	145
	4.3.1 Resultados	145

## 3. PLANOS TÉCNICOS

### 1

---

<b>Planos técnicos</b>	<b>153</b>	
1.1	Plano de conjunto 1	155
1.2	Plano de conjunto 2	157
1.3	Panel delantero y trasero	159
1.4	Carcasa	161
1.5	Panel lateral	163
1.6	Marco de refuerzo	165

## 4. PLIEGO DE CONDICIONES

1

---

<b>Pliego general de condiciones</b>	<b>171</b>
1.1 Condiciones generales	171
1.1.1 Descripción general del proyecto	171
1.1.2 Objetivos y cláusulas generales	172
1.2 Condiciones facultativas o legales	172
1.2.1 Contrato	172
1.2.2 Subcontratista	173
1.2.3 Régimen de intervención	173
1.2.4 Propiedad industrial	173
1.3 Condiciones económicas	174
1.3.1 Compromiso del promotor	174
1.3.2 Condiciones para la empresa auxiliar	174
1.3.3 Condiciones para la empresa administradora	176
1.3.4 Condiciones para la empresa de montaje	176
1.4 Condiciones de ejecución	177
1.5 Materiales	178
1.5.1 Condiciones generales	178
1.5.2 Material suministrado por empresas externas	178
1.6 Ejecución del proyecto	179
1.6.1 Control de calidad	179
1.6.2 Suministro de materiales	179
1.6.3 Conservación, manipulación y almacenamiento	180
1.6.4 Montaje, embalaje y distribución	180
1.6.5 Cualificación de la mano de obra	180
1.7 Certificaciones	181
1.7.1 Reglamento aplicable	181
1.7.2 Datos a incluir en la declaración de conformidad para el mercado CE	186
1.8 Normativa	186
1.8.1 Dibujo	187
1.8.2 Tolerancia, ajustes y mecanizado	187
1.8.3 Seguridad	187
1.9 Garantía	188

## 5. PRESUPUESTO

1

---

<b>Presupuesto industrial</b>	<b>193</b>
1.1 Coste total de fábrica	193
1.1.1 Coste de fabricación	194
1.1.2 Gastos generales	200
1.1.3 Mano de obra indirecta	200
1.1.4 Cargas sociales	201
1.2 Beneficio industrial	202
1.3 Precio de venta en fábrica	203
1.4 Conclusiones	203

## 6. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

1

---

<b>Conclusiones y líneas futuras</b>	<b>209</b>
1.1 Conclusiones	209
1.2 Líneas futuras	210

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1

---

Bibliografía	215
--------------	-----

## 8. ANEXOS

1

---

Anexo I: Catálogo de elementos comerciales	229
--	-----

2

---

Anexo II: Detalles técnicos de materiales	259
---	-----





# 1

---

MEMORIA





---

## INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la memoria del proyecto que aquí se desarrolla, incluyendo la justificación que ha llevado a este diseño, se van a tratar todos los temas necesarios para el correcto entendimiento del ámbito en el que se trabaja y así también el porqué de lo que se diseña.

En primer lugar se estudiará el estado de la técnica sobre los productos ya existentes en el mercado. A continuación, como motivo y objeto del proyecto, se expondrán varias posibles soluciones al problema planteado, finalizando con el desarrollo detallado de una de ellas.

### 1.1 Introducción

El presente documento expone la realización del diseño de un mecanismo de transformación para maximizar el volumen interior en vehículos vivienda. Se focaliza el uso principalmente en aquellos vehículos que desean ser transformados en hogares sobre ruedas.

Este nuevo dispositivo representa múltiples beneficios, los cuales van desde la ampliación del espacio interior del habitáculo aumentando la habitabilidad, para poder sencillamente dormir, hasta una notable mejora de las condiciones ergonómicas, consiguiendo mantener un tamaño relativamente discreto del vehículo.

La innovación de este proyecto consiste en diseñar un techo elevable rígido, automático y que permita elevar la altura en partes iguales en el interior del vehículo, aportando así una mayor seguridad y confort a sus usuarios.

Este proyecto se engloba por tanto en la ergonomía<sup>1</sup> y en el ámbito de la automoción (especialmente en el campo de vehículos vivienda). Se centrará en el estudio de

---

<sup>1</sup> La ergonomía es la ciencia que estudia la relación entre los factores anatómicos, fisiológicos, psicológicos y la conducta humana y sus capacidades y limitaciones. Surgió a partir del estudio de las características de los usuarios y su relación con los productos y el entorno. El diseño ergonómico pretende desarrollar productos que satisfagan las necesidades reales y que contribuyan a una buena relación entre el usuario y el producto.

mecanismos de ampliación del espacio interior, para posteriormente elaborar un diseño que mejore la habitabilidad del vehículo.

## 1.2 Justificación del proyecto

La realización de este proyecto surge a raíz de mi experiencia personal como usuario de un vehículo vivienda con techo elevable durante la estación de verano. La escasez de variedad de este tipo de techos hace posible que solamente se puedan instalar sobre el vehículo mecanismos convertibles fabricados en lona, los cuales no ofrecen la suficiente protección contra adversidades meteorológicas, así como tampoco disponen de una elevada seguridad para el usuario.

Además, mi interés por el tema se vio incrementado gracias a la asistencia a diversas ferias de caravaning, en las que distintos expositores, tanto grandes marcas como pequeñas empresas exhibían diversos productos para camperizar furgonetas. Las aportaciones de estos especialistas a mi escasa formación sobre el funcionamiento de estos mecanismos sirvieron como base para la realización de este proyecto.

## 1.3 Antecedentes y situación actual

Desde hace muchos años, cuando nuestros antepasados vivían de un modo nómada, ya existía la costumbre de pernoctar en carruajes. Hoy en día existen varias opciones. De modo resumido diríamos que los vehículos vivienda se dividen en autocaravanas<sup>2</sup>, campers<sup>3</sup> y furgonetas<sup>4</sup>. Las dos primeras ya vienen acondicionadas, aunque siempre se les pueden hacer mejoras. Las furgonetas, compactas y de gran volumen, pueden adaptarse con diferentes elementos para poder, por ejemplo, solo pernoctar o bien equiparlas con mobiliario, electricidad, cocina, nevera, agua y calefacción, convirtiéndose así en lo que denominamos “camper”.

Cada tipo de vehículo tiene sus pros y sus contras en lo que a habitabilidad, confort, espacio y discreción se refiere. Si bien una autocaravana es un pequeño apartamento lleno de comodidades, nos limitará a la hora de acceder a ciertos lugares. Una furgoneta compacta

---

<sup>2</sup> La autocaravana constituye un vehículo con motor propio, acondicionado para poder hacer vida en él.

<sup>3</sup> El cámper constituye una furgoneta adaptada, conservando las dimensiones exteriores de las construidas en serie.

<sup>4</sup> Una furgoneta es un vehículo automóvil de cuatro ruedas diseñada para el transporte de mercancías, con dos puertas laterales y una o dos puertas en la parte posterior.

tendrá ciertas limitaciones de habitabilidad, pero por el contrario pasará desapercibida allá donde estemos y nos permitirá acceder a los lugares más recónditos.

Hoy en día los campers o “furgonetas transformadas” de gran volumen están ganando popularidad. Sobre una carrocería de furgoneta sobre elevada podemos disponer de varias camas, agua caliente y calefacción, manteniendo todavía un tamaño relativamente discreto del vehículo.

Orientado a este mercado, se propone el diseño de un techo elevable para vehículos vivienda inspirado en sus antepasados, techos elevables de lona, pero llevando el concepto un poco más lejos, creando un hogar sobre ruedas, que permita tanto maximizar el volumen interior elevando el techo, como protegernos de las distintas adversidades meteorológicas.



---

## ALCANCE Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

Para conocer el enfoque que se le ha dado a este proyecto es necesario detallar los objetivos que se pretenden conseguir desde el primer momento. Por tanto, en este apartado se enumeran todos y cada uno de los objetivos finales por los que se trabaja.

### 2.1 Alcance del proyecto

La elaboración de este proyecto tiene como fin último la realización del diseño industrial de un techo rígido elevable adaptable a distintos vehículos vivienda. En este apartado se definirán las fronteras de proyecto, es decir, los aspectos que se abarcarán. Se enfoca a la exposición de los objetivos genéricos incluidos en la memoria, así se tratarán todos los temas necesarios para el correcto entendimiento de ámbito en el que se trabaja así como el porqué de lo que se diseña.

Para ello, se realizará un estudio previo acerca del estado de la técnica, estudiando los distintos mecanismos relacionados con la ampliación del espacio interior que actualmente se encuentran en el mercado, así como posibles patentes.

Posteriormente se llevará a cabo el diseño industrial, que irá acompañado de los planos técnicos y las especificaciones técnicas que en esta memoria van a desarrollarse. Se tratará también el tema de la fabricación y el montaje del producto.

Acompañará a la memoria y a los planos un presupuesto industrial. Se pretenderá ajustar al máximo los costos de los materiales y fabricación, aunque esto sólo se realizará de forma aproximada, puesto que mucha información de este tipo sólo está disponible para empresas. Los establecimientos de tiempos se tomarán a partir de conocimientos previos e investigaciones online, al igual que los salarios de los trabajadores.

## SOFTWARE UTILIZADO

Tanto para la ejecución del diseño como para la elaboración de la memoria y los planos, se ha utilizado gran variedad de software informático (Figura 1).



Figura 1: Software informático utilizado.

CATIA V5 R21: Modelado 3D, dimensionado, ensamblaje de conjuntos y subconjuntos, planos, imágenes en perspectiva...

AUTODESK AUTOCAD: Planos.

AUTODESK INVENTOR: Estudios de resistencia de materiales mediante el método de elementos finitos<sup>5</sup>.

CES SELECTOR: Selección de materiales.

AUTODESK 3DS MAX: Renderizado.

KEY SHOT: Renderizado.

ADOBE ILLUSTRATOR: Imágenes vectoriales y maquetación.

ADOBE PHOTOSHOP: Retoque fotográfico.

ADOBE INDESIGN: Maquetación.

MICROSOFT OFFICE WORD: Maquetación.

MICROSOFT OFFICE EXCEL: Hojas de cálculos, presupuestos.

DROPBOX: Gestión de archivos compartidos en la nube.

---

<sup>5</sup> El método de los elementos finitos es un método numérico general para la aproximación de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales muy utilizado en diversos problemas de ingeniería y física. Método pensado para ser usado en computadoras.

## 2.2 Objetivos

El desarrollo de un buen diseño lleva consigo una etapa de estudio y de análisis donde se incluyen los objetivos principales y otros secundarios, de menor importancia, pero que también influyen de forma decisiva en el resultado final. Como se ha comentado, los techos elevables ofrecen ventajas y están diseñados de forma segura para el bienestar de los usuarios.

Por tanto, en este apartado se explicarán todos y cada uno de los objetivos finales por los que se trabaja.

Para lograr el objetivo general del proyecto: diseño de un techo elevable para vehículos vivienda que permita tanto maximizar el volumen interior como protegernos de las distintas adversidades climatológicas, desglosamos la idea principal en objetivos parciales para poder alcanzar el general. No todos los objetivos son de igual importancia, pero cada uno influye de manera decisiva en la decisión de diseño final que se pretende conseguir. A continuación se especifican los objetivos de los que se está hablando en el presente apartado:

- Se abarcará el cálculo de los componentes eléctricos para poner en marcha el mecanismo. De esta forma se ofertan dos opciones:  
Motorreductor: se realizan los cálculos sobre la potencia necesaria, así como la relación de velocidades y el dimensionado de los engranajes con conforman el reductor.  
Actuador lineal: se realizan los cálculos de la potencia necesaria y la longitud de la carrera que debe poseer este para conseguir la amplitud de movimiento deseado.
- Se establecerá una descripción pormenorizada de todos los elementos que conforman el mecanismo, diferenciando entre elementos comprados y fabricados, a los cuales les acompañará su correspondiente ficha técnica.
- Se mostrará una guía básica de los materiales empleados para la fabricación del diseño industrial, adjuntando la ficha técnica de los materiales más significativos para el diseño.
- Se redactará brevemente el proceso de fabricación y montaje, con la intención de que sirva de guía para la empresa subcontratada encargada de realizarlo.
- Se adjuntarán los planos técnicos de los elementos fabricados específicos para la realización de este proyecto.
- Se establecerá un pliego de condiciones general a los proyectos técnicos.
- Se realizará un presupuesto industrial orientativo.
- No se abarcará la instalación eléctrica del mecanismo diseñado, siendo encargada de este la empresa subcontratada para su realización.

En los apartados siguientes se expone con más detalle los requerimientos de diseño óptimos para el desarrollo correcto y funcional del objetivo de este proyecto.



## NORMATIVA VIGENTE

Debemos tener en cuenta que el diseño de este producto está enfocado a vehículos vivienda. Por tanto, está pensado para que sea adquirido por grandes marcas, como por propietarios particulares de vehículos. Por tanto, el diseño deberá cumplir las siguientes normativas vigentes:

### 3.1 Normativa

#### NORMATIVA DE CIRCULACIÓN ESPAÑOLA

En especial nos acontece la reglamentación sobre seguridad vial y tráfico para autocaravanas, así como la reglamentación sobre vehículos pesados, prioritarios, especiales, de transporte y tramitación administrativa.

En ellas se determinan las medidas máximas para cada tipo de vehículo, su peso máximo, así como las distintas condiciones de circulación

#### MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS

En abril de 2015 fue publicado el último manual de reformas en vehículos, el cual puede ser consultado en la web del Ministerio de Industria. La barrera a la hora de hacer reformas en un vehículo está entre lo que es y lo que no es una reforma de importancia. En términos generales, se consideran reformas de importancia aquellas que afectan a la estructura del vehículo, a los anclajes de cinturones y asientos, al número de plazas, a las dimensiones de la carrocería y a las condiciones de seguridad en general. Hay modificaciones que pueden ser realizadas sin que sean reformas de importancia, pero cuando los cambios realizados sean reformas de importancia, habrá que tramitar los proyectos y certificados oportunos para pasar una ITV especial y que esas modificaciones queden reflejadas en la ficha técnica del vehículo.

## REAL DECRETO 2282/1998 DEL 23 DE DICIEMBRE

Es importante señalar que, para que un vehículo pueda considerarse como “vehículo vivienda” o “autocaravana”, debe contener al menos:

- Un asiento convertible en cama
- Mesa
- Un módulo de cocina
- Algún módulo de armario o similar. Esta definición viene recogida en el BOE el 26 de Enero de 1999.

### 3.2 Homologación

A la hora de realizar una estructuración camper, se deben seguir los siguientes pasos para luego no tener problemas con la homologación, en base al Real Decreto 866/2010:

- Certificado del fabricante del vehículo autorizando dicha reforma. Se debe exigir al fabricante que en dicho certificado especifique (aunque sea resumido), las partes principales de dicha reforma. Ej: vehículo vivienda incluyendo: techo elevable, asiento convertible en cama, plataformas giratorias y módulo de cocina con frigorífico. No basta con especificar solo en el certificado “vehículo vivienda”. Estos certificados se piden a través del concesionario donde se adquirió el vehículo. También puede solicitarse en otros concesionarios de la misma marca.
- El permiso de transformación no es obligatorio solicitarlo al fabricante si el proceso de legalización lo lleva una empresa dedicado a ello.
- El proyecto técnico visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales y certificado de ejecución de reforma. En él se especificará con todo detalle pesos y medidas antes y después de la transformación, así como todas las partes de la reforma realizada. Se incluirá plano pormenorizado de la misma. Este proyecto lo puede realizar cualquier ingeniero técnico industrial que esté colegiado.
- Certificado eléctrico (en caso de llevar instalación de 220 V) expedido por el electricista autorizado. En el caso de instalar un convertidor de 12V-220V sin montar ninguna instalación de toma exterior, no sería obligatorio poseer este certificado.
- Certificado de gas (en caso de llevar instalación de gas) expedido por el instalador autorizado. Cabe mencionar que al llevar una instalación de gas, como mínimo el vehículo debe llevar una rejilla de 15 x 15 cm.
- Certificado del taller que ha realizado la reforma, donde figure el nº de Registro Industrial. En este documento deben figurar todas las partes de dicha transformación.

Todos los certificados deben cumplimentarse según modelo oficial. Las copias de estos certificados pueden solicitarse en cualquier estación ITV.

## ESTADO DEL ARTE

Antes de comenzar con la parte dedicada al diseño industrial, es necesario realizar un estudio previo completo sobre los techos elevables. Gracias al estado de la técnica se puede averiguar qué existe hoy en día dentro de este ámbito y cómo se puede mejorar, además permite conocer su viabilidad y adaptabilidad. Dentro de este apartado se van a estudiar tanto los productos comercializados como patentes existentes.

### 4.1 Productos comercializados

La investigación sobre el estado del arte es fundamental antes de la realización de cualquier diseño. Nos permitirá conocer productos similares ya comercializados o patentados del ámbito en el que se trabaja, así como otros productos o inventos que, aunque no sean de la misma clase que la presente propuesta de diseño, solucionen de alguna manera los problemas planteados (competencia indirecta<sup>6</sup>).

Además, la visualización de productos similares puede servir de inspiración de cara a la realización del diseño, y puede sugerir algunos aspectos de mejora mediante el análisis y la crítica, detectando oportunidades de diferenciación con los competidores. Se puede considerar también que un análisis de mercado revelará la viabilidad del producto (en algunos casos se denomina también plan de viabilidad), determinando si el mercado está saturado (una demanda completamente satisfecha por los productos existentes) o si por el contrario existe una demanda que todavía no se ha abastecido, bien porque no existan productos que solucionen una necesidad, o porque la oferta no sea accesible al público que la requiere.

Vamos a separar el estudio de mercado en dos enfoques distintos. Inicialmente analizaremos distintos tipos de caravanas que poseen un sistema propio para aumentar

---

<sup>6</sup> La competencia directa son todos aquellos negocios que venden un producto igual o casi igual al nuestro y que lo venden en el mismo mercado en el que estamos nosotros, es decir, buscan nuestros mismos clientes para venderles prácticamente lo mismo.

La competencia indirecta la forman todos los negocios que intervienen de forma lateral en nuestro mercado y clientes, que buscan satisfacer las mismas necesidades de forma diferente y con productos sustitutos.

el espacio interior. A continuación, nos centraremos en distintos sistemas de elevación del techo de los camper que puedan ser adaptados a distintos vehículos, haciendo un mayor hincapié en estos, pues son los que realmente nos van a servir como base para esta propuesta, así identificaremos los techos seta, elevables y rígidos.

#### 4.1.1 Tipos de caravanas con un sistema propio para aumentar el espacio interior

##### CARAVANA MARKIES



Figura 2. Markies, extended collapsible camper.

Esta caravana plegable (Figura 2), conocida como *el Markies*, fue diseñada por Eduard Bohtlingk. Sus sorprendentes lados plegables permiten triplicar el espacio interior, creando dos nuevas habitaciones cuando se encuentran desplegados. Esta caravana es ideal para aquellos que aman la vida al aire libre, pero prefieren dormir en una cama

cómoda y tener los servicios a mano, pues presenta un interior acogedor y confortable. Uno de los laterales presenta un toldo transparente, que puede retirarse, y permite observar el exterior sin ser expuesto a los elementos. El otro lateral presenta un toldo opaco para darle a la caravana una mayor privacidad.

## OPERA POP UP CAMPER



Figura 3. Opera pop up camper.

Esta caravana (Figura 3) diseñada por Andrew Liszewski y anunciada como una *“Suite de diseño móvil”* en lugar de una *“caravana pop-up”*, genera un ambiente donde el espacio deja de ser fijo para convertirse en itinerante y temporal para ofrecer, casi siempre, una experiencia irrepetible. Opera ofrece muchos lujos y comodidades que generalmente no se asocian con la acampada. Opera va dirigida a aquellas personas que buscan un buen equipo de *“casa de verano”* que, literalmente, se puede establecer en cualquier lugar. Se trata de una casa rodante que da la libertad de ir o quedarse en el lugar deseado, mientras se disfruta de actividades al aire libre. Ofrece un paquete de vacaciones móvil que combina tienda y alojamiento, óptimo para el viaje, comodidad y confort, sin olvidar el aspecto moderno. La caravana está equipada con una cocina, cuarto de baño, dos camas, una cubierta y espacio suficiente de almacenamiento.

## 4.1.1 Sistemas de elevación del techo

### TECHO SETA

Los techos seta (Figura 4) son cubiertas planas que se levantan paralelas a la superficie del techo base y permiten a una persona situarse de pie solamente en el centro del vehículo.

Cuando éste se encuentra cerrado, no genera una variación significativa de la altura exterior del vehículo, pues solamente añade unos pocos centímetros, marcando la altura mínima las bisagras de elevación del techo. Esto significa que la altura total del vehículo, generalmente, se mantendrá por debajo de los dos metros, una consideración muy importante a tener en cuenta tanto por el tema de las homologaciones, como por el acceso a aparcamientos y garajes.

Por el contrario, cuando estas cubiertas se encuentran elevadas, alcanzan una altura tal que permiten aumentar tanto el espacio vital como el espacio de almacenamiento.

- La forma del techo, referido al perfil de los bordes inferiores, es recta para que se le pueda adaptar la curva del techo de chapa de la furgoneta que lo reciba, ya que cada una tiene su propia curvatura.
- El diseño de este tipo de techos está dotado de un mecanismo para conseguir una aerodinámica óptima.
- La tela de la tienda es de alta calidad y está hecha de algodón transpirable, proporcionando así una adecuada ventilación.
- En la zona de la lona, la mayoría de estos techos poseen ventanas en la parte delantera o trasera, y los laterales están equipados con doble cremallera y mosquiteras en las ventanas, de las cuales, al menos una suele ser de un plástico claro, la cual también se puede abrir por medio de una cremallera.

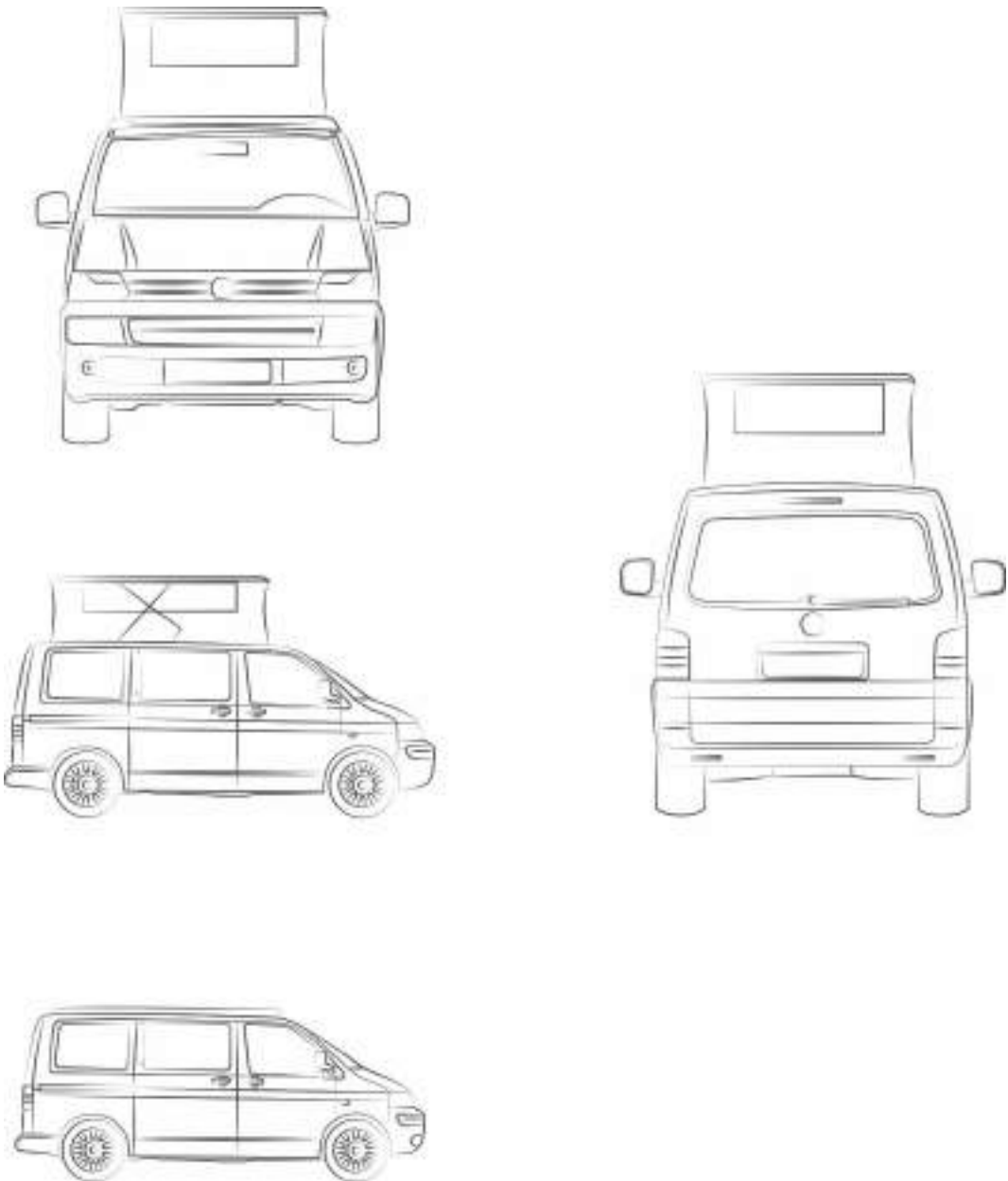


Figura 4. Bocetos ilustrativos techo seta.

## TECHO ELEVABLE

Los techos elevables (Figura 5) son cubiertas planas que pueden ser levantadas en ángulo y ofrecen mayor espacio al campista, ocupando aproximadamente 2/3 de la azotea.

Cuando estos se encuentran cerrados, no generan una variación significativa de la altura exterior del vehículo, pues solamente añaden unos pocos centímetros. Esto significa que la altura total del vehículo, generalmente, se mantendrá por debajo de los dos metros, una consideración muy importante a tener en cuenta tanto por el tema de las homologaciones como por el aparcamiento y garajes.

Por el contrario, cuando estos techos se encuentran abiertos, alcanzan una altura tal que permiten sentarse sobre la cama techo con total libertad de espacio, pues la apertura máxima proporciona significativamente más espacio para el cuerpo y permite una posición para dormir que se debe adoptar orientando la cabeza hacia la parte más alta. Si la cama techo no se encuentra en uso, el techo elevable puede ser plegado muy fácilmente.

- Ofrecen la posibilidad de incorporar una cama adicional.
- El diseño de este tipo de techos está dotado de un mecanismo para conseguir una aerodinámica óptima.
- La tela de la tienda es de alta calidad y está hecha de lona. Esta zona posee varias ventanas en la parte más alta y los laterales están equipados con doble cremallera y mosquiteros en las ventanas, de las cuales, al menos una suele ser de un plástico claro la cual también se puede abrir por medio de una cremallera, proporcionando así una adecuada ventilación.
- En el caso de instalar una cama, se accederá a esta desde el interior del vehículo mediante una apertura situada en el techo, la cual se cerrará con un panel deslizante.
- En la mayoría de las cubiertas, se encuentra un cuero artificial que oculta la tela de la tienda cuando el techo está cerrado.
- La cubierta del techo es plana y no se encuentran nervios externos, lo que permite colocar placas solares sin apenas restricciones.



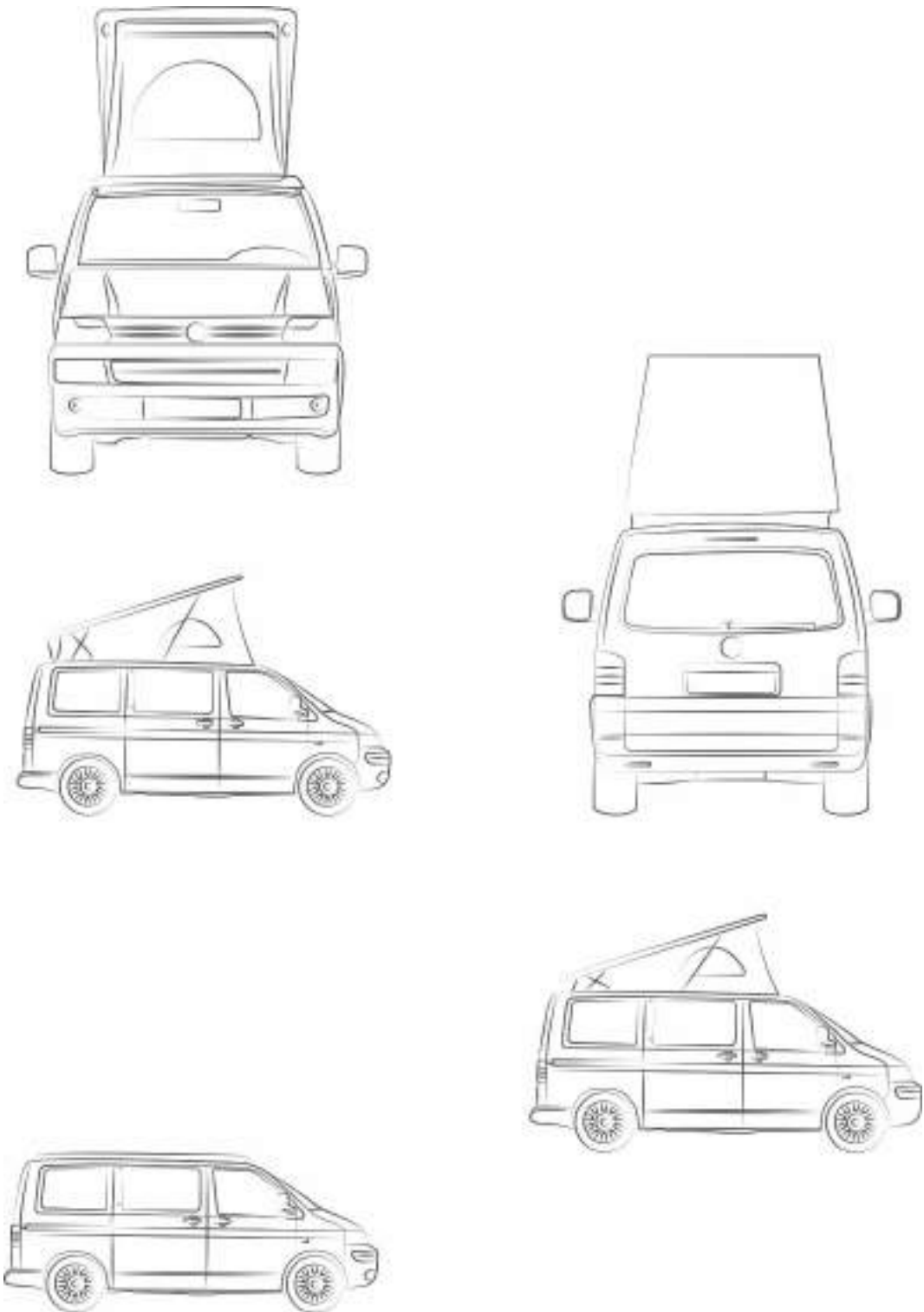


Figura 5. Bocetos ilustrativos techo elevable.

## TECHO ALTO RÍGIDO

Estos techos altos rígidos (Figura 6) ofrecen una solución permanente para ampliar el volumen habitable. Se caracterizan por sus generosas proporciones y su diseño atractivo, que combina armoniosamente con el vehículo modelo base. Se trata de una carcasa de plástico de fibra de vidrio sólida con paneles de aislamiento integrados, que ofrece espacio de almacenamiento adicional y espacio vital, haciéndolo ideal para viajar en todas las temporadas, pues estos techos se mantienen calientes y acogedores, incluso en invierno.

La carcasa se adapta perfectamente a la forma aerodinámica del vehículo base, ofreciendo un excelente ajuste y perfecto acabado de la superficie, quedando en el interior una superficie limpia, lisa y fácil de limpiar de una manera sencilla y cómoda. Este tipo de techos posee ventanas integradas para una ventilación adicional.

Frente a otros tipos de techos, poseen un excelente coeficiente de resistencia, el cual se demuestra mediante pruebas de túnel de viento.

Para colocar este tipo de techos, es necesario realizar un corte en el techo del vehículo, pero esto reduce la robustez del cuerpo. Por esta razón, debemos colocar refuerzos para el recorte del techo que son esenciales. Ante esto, dos posibles soluciones están disponibles:

- La primera opción es la de reforzar la cubierta del techo con pilares integrados.
- La segunda opción es utilizar un bastidor de refuerzo para el recorte del techo. Esta opción es particularmente buena cuando, por ejemplo, la cama se encuentra montada en el techo durante la conversión del vehículo.

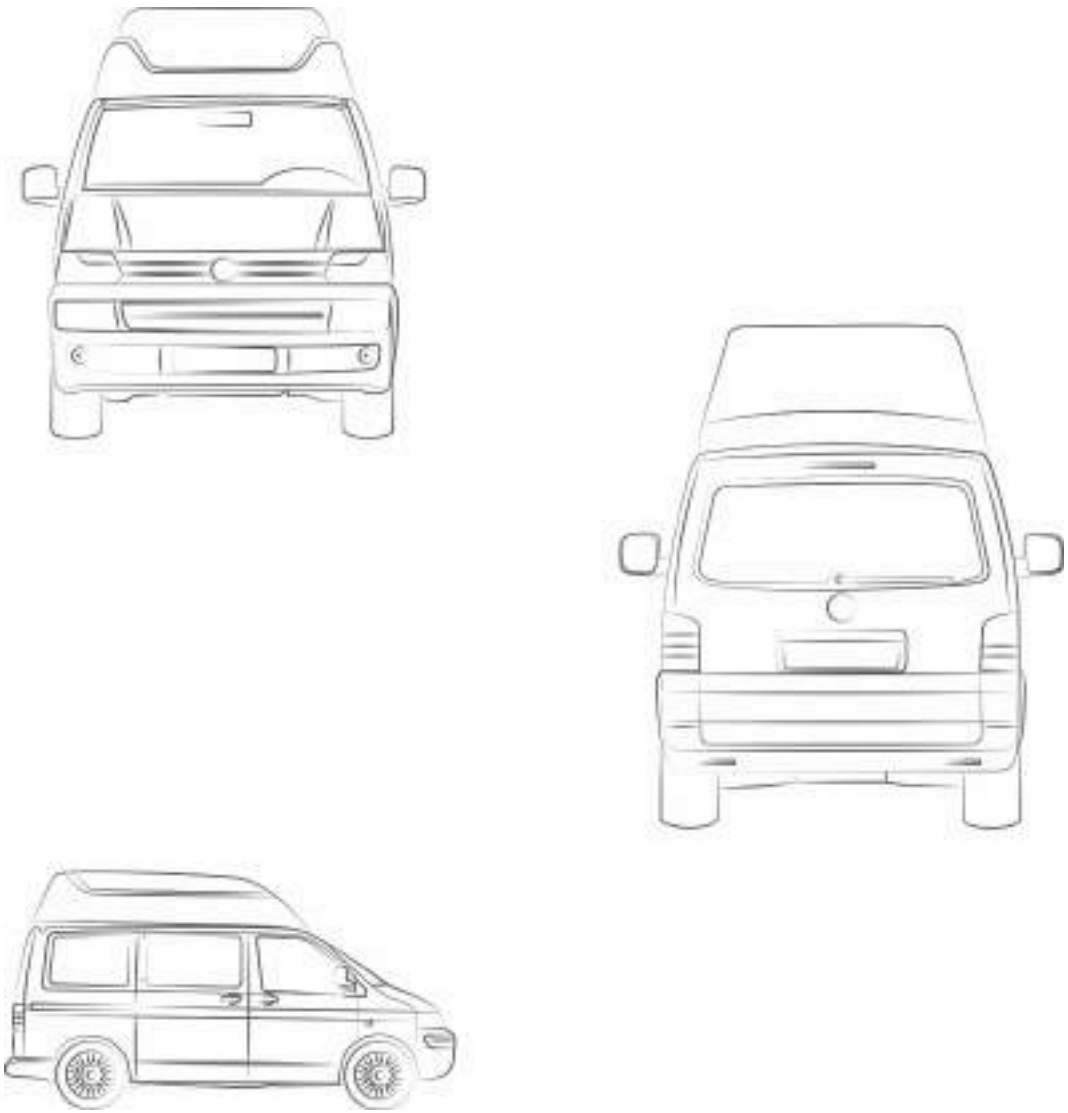


Figura 6. Bocetos ilustrativos techo rígido.

## 4.2 Productos patentados

Hay una serie de productos que a pesar de no estar comercializados, están registrados en la WIPO, *la World International Patent Organization*, Organización mundial internacional de patentes que se han de tener en cuenta a la hora de diseñar un nuevo producto, ya que en caso de coincidir en diseño, poseen propietarios intelectuales sin los cuales no podría comercializarse el producto.

Gracias a la herramienta Patentscope se pueden consultar las colecciones nacionales e internacionales de patentes, y gracias a ella se han obtenido los siguientes resultados que podrían ser interesantes a la hora de diseñar nuestro mecanismo.

### DISPOSITIVO DESPLEGADOR PARA TECHOS ELEVABLES DE VEHÍCULOS

Número y fecha de solicitud: UO289063 (19.06.1984).

Número y fecha de publicación: ES0289063 U (16.04.1986).

Descripción: Fijado por un canto al bastidor del techo, en el lado contrario se encuentra la apertura del techo, la cual, al accionar el dispositivo desplegador, el techo se abre basculando entorno a un eje. El desplegador es accionado mediante un volante de maniobra (Figura 7).

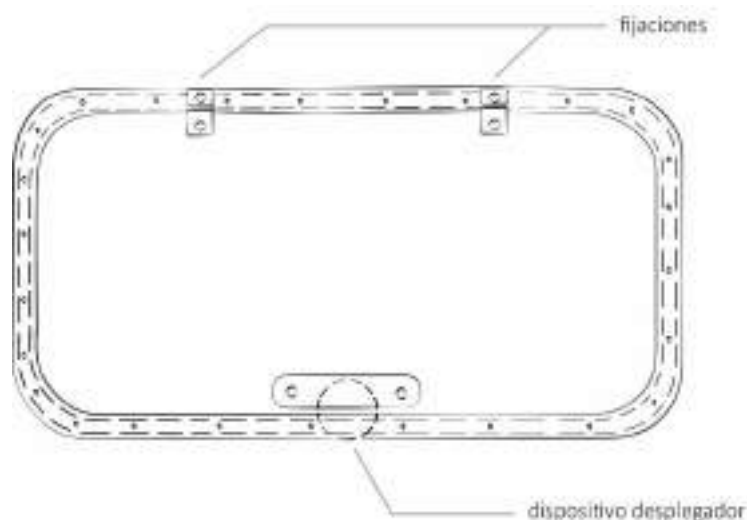


Figura 7. Dispositivo despegador.

## TECHO ELEVABLE CORREDIZO PARA VEHÍCULOS AUTOMÓVILES

Número y fecha de solicitud: P9000639 (05.03.1990).

Número y fecha de publicación: ES2020647 A6 (16.08.1991).

Descripción: Techo elevable con muy pequeña altura constructiva, en el que correderas sujetas a lo largo de los bordes laterales de la tapa unen los elementos de deslizamiento. Estos elementos están dispuestos para ser guiados sobre el mismo carril. Los movimientos de la tapa se consiguen mediante el accionamiento de un elemento situado en la zona posterior (Figura 8).



Figura 8. Techo elevable corredizo.

## TECHO CORREDIZO SOBREPUESTO PARA VEHÍCULOS

Número y fecha de solicitud: E93100248 (09.01.1993).

Número y fecha de publicación: ES2086785 T3 (01.07.1996).

Descripción: Un techo corredizo sobrepuesto o un techo corredizo levadizo sobrepuesto para vehículos, consta de una cubierta deslizante por encima de la superficie del techo rígido, desplazable sobre carriles guía laterales, la cual está rodeada, por la parte delantera y lateral, por un marco exterior. El marco exterior está constituido por una sola pieza que protege las guías y las partes funcionales de la construcción del techo contra la suciedad.



---

## ESTUDIO PREVIO

Antes de llegar al diseño de nuestro mecanismo, es necesario analizar los techos ya existentes, los cuales se estudiaron en el apartado anterior “Estado del arte”. Una vez realizado el estudio de mercado, se va a pasar a analizar los distintos elementos básicos de los que se componen estos techos, así como los materiales de los que están fabricados y el mecanismo de apertura de los mismos.

### 5.1 Elementos compositivos

En este apartado se explicarán brevemente los elementos que componen un techo modificable en altura para vehículos vivienda en términos genéricos y su función dentro de los mismos. La mayoría de elementos que los componen son comunes y básicos para su funcionamiento, posicionamiento, seguridad en el uso, montaje y fijación.

Para llevar cabo este estudio, nos hemos centrado en los elementos compositivos generales, así como en el mecanismo de apertura, de los techos elevables y los techos seta, pues estos serán los que realmente sirvan de inspiración para la realización de este diseño.

Los siguientes apartados se centrarán en el estudio de los tres elementos componentes básicos comunes a los techos elevables y los techos seta (marco de refuerzo, lona y carcasa), así se analizará tanto la función de cada componente dentro del conjunto como los materiales de los que están fabricados.

### 5.1.1 Marco de refuerzo

Se trata de un premarco, el cual se coloca pegado y remachado sobre el agujero del techo de chapa previamente conseguido. Este marco compensa la rigidez que se le ha restado a la estructura del vehículo al cortar el techo de origen, y sobre este irá colocado el techo elevable (Figura 9).



Figura 9. Marco de refuerzo.

### 5.1.2 Lona

Se trata de una lona hidrófuga la cual se ajusta al vehículo vivienda mediante unas guías de plástico y se coloca atornillada, así mismo, algunos techos tienen un mecanismo de plegado que tiran de la tela de la tienda hacia el interior cuando la cubierta del techo está cerrada. Estas lonas poseen varias ventanas que proporcionan una adecuada ventilación al habitáculo. Las ventanas laterales disponen de unas practicables mosquiteras (Figura 10).

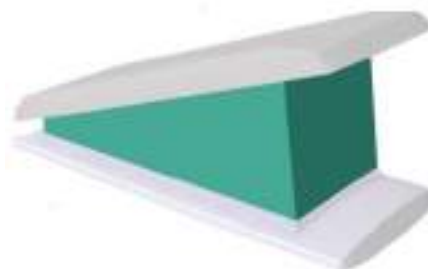


Figura 10. Lona.

### 5.1.3 Carcasa

La carcasa constituiría la propia cubierta del techo una vez modificado el vehículo base. Para asegurarnos de que esta quede en la posición correcta, debemos alinearla con el borde superior de la moldura de goteo. Su superficie está diseñada para canalizar el flujo de agua y ésta puede ser acanalada o no, en cuyo caso resulta ideal para instalar células solares (Figura 11).



Figura 11. Carcasa.



## 5.2 Características y propiedades

En este punto del proyecto se van a tratar temas que influyen en los diseños de los distintos techos para campers, como son los materiales. Además se hará un breve comentario sobre el funcionamiento de los mismos para conocer con mayor exactitud el objeto de estudio.

### 5.2.1 Materiales

Este apartado se centra en los materiales empleados para la fabricación de este tipo de techos. Se tratará este aspecto y se especificarán los materiales que comparten la mayoría de ellos. Lo que aquí se describa puede servir de guía a la hora de elegir los materiales para el diseño definitivo del mecanismo de este proyecto, a los que se hace referencia en el apartado 9. *Materiales*. Se hablará de los materiales según los elementos que se han especificado en el apartado anterior.

#### MARCO DE REFUERZO

Estos marcos de refuerzo se fabrican en fibra de vidrio integrada reforzados con listones de madera. La fibra de vidrio ofrece muy buena resistencia para este tipo de productos, que deben ser seguros tanto en su posicionamiento como en su resistencia de aguante de todos los demás componentes que integran el diseño. Este material es resistente a los agentes atmosféricos y hace uso de una longevidad ilimitada. Con una resistencia en relación con el tema de tracción entre 400 y 500 N/mm, la fibra de vidrio se convierte en un material apto para este tipo de aplicaciones por su peso y dureza para el aguante de las fuerzas a las que se verá sometido durante su uso.

#### LONA

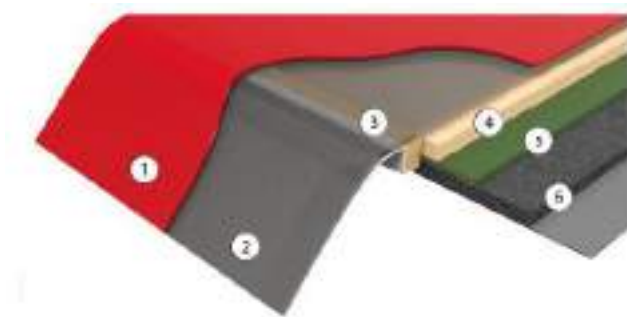
Tanto la lona del techo elevable como la del techo seta son de alta calidad y están fabricadas en algodón 100%, impermeable y transpirable. La mayoría de estas lonas poseen varias ventanas en la parte más alta y en los laterales para mejorar la ventilación y evitar así la condensación. Los laterales están equipados con doble cremallera y mosquiteros en las ventanas, de las cuales, al menos una suele ser de una lámina flexible de material PVC, se trata de un plástico claro y altamente resistente que deja pasar la luz, iluminando así el habitáculo interior.

## CARCASA

Se trata de una construcción duradera y sólida. La carcasa está fabricada de múltiples capas con refuerzos que llega a aguantar una carga de aproximadamente 30 Kg/m<sup>2</sup>.

El material que generalmente se emplea para la fabricación de este elemento es el laminado de fibra de vidrio reforzado con resina de poliéster. Las propiedades de la fibra de vidrio ya fueron mencionadas anteriormente, por otra parte, la resina de poliéster funciona como adhesivo, además es resistente al agua y a los rayos UV.

Más específicamente, estas carcasas están compuestas por las siguientes capas de materiales (Figura 12):



- 1) Gelcoat<sup>7</sup>.
- 2) Fibra de vidrio.
- 3) Panel de aislamiento.
- 4) Material de refuerzo.
- 5) Plástico reforzado con fibra de vidrio.
- 6) Revestimiento interior.

Figura 12. Materiales de la carcasa.

### 5.2.2 Funcionamiento: Mecanismo de apertura

Hasta ahora se han nombrado los componentes básicos que constituyen los diferentes techos para aumentar el espacio interior en los campers, e incluso se ha dejado ver cuál es su función dentro de este producto. A continuación se explicará brevemente el funcionamiento y las transmisiones de movimiento básicas que se llevan a cabo en los mecanismos de los techos tanto elevables como setas.

El funcionamiento de este tipo de techos se puede resumir en el movimiento de elevación de la carcasa con respecto a la cubierta del vehículo base. Esta elevación, en el caso de los

---

<sup>7</sup> El gelcoat es un material creado para conferir un acabado de alta calidad en la superficie visible de un material compuesto reforzado con fibra.

techos elevables se realiza en ángulo con respecto a la cubierta base, mientras que en los techos seta se efectúa paralelamente.

El estudio de este mecanismo de apertura manual se va a realizar conjuntamente para ambos techos, pues están compuestos por los mismos elementos básicos que son relevantes para el estudio.

La instalación de este tipo de techos generalmente requiere modificar el chasis del vehículo para obtener el suficiente espacio.

En los vehículos que sobrepasan los 140 Km/h, tanto la forma del techo como la estructura definen una insuficiencia de la aerodinámica, por lo que no es recomendable instalarlos en este tipo de vehículos.

El mecanismo de elevación del techo está unido a la cubierta del vehículo base y lleva a cabo la elevación hidráulica de la carcasa. Tanto su diseño como la construcción deben tener en cuenta las necesidades de realizar este cambio a una velocidad adecuada.

El movimiento de apertura del techo se consigue gracias al accionamiento manual. Dos amortiguadores de aire<sup>8</sup> (Figura 13), colocados cada uno a un lateral del techo, permiten mantenerlo fijado en dicha posición. Cabe mencionar que cuanto más peso deban elevar, se necesitarán resortes de mayor presión.

Para conseguir estabilizar el movimiento del techo, se colocan en su parte trasera dos bisagras en tijera (Figura 14) de acero inoxidable. Estas bisagras se unen por medio de pernos de acero inoxidable en el extremo posterior.

Ambos techos se situarán en su posición más baja debido a su propio peso:

- Peso techo elevable: aproximadamente 60 Kg.
- Peso techo seta: aproximadamente 42 Kg.



Figura 13. Amortiguador de aire.



Figura 14: Bisagra en tijera.

---

<sup>8</sup> Un amortiguador es un elemento usado más comúnmente como contrapeso para levantar o bajar puertas. Un amortiguador de gas está compuesto de un vástago que se desliza dentro y fuera de un tubo con presión interna.

Actualmente, se ha desarrollado un sistema único capaz de levantar el techo de forma automática, estamos hablando de los levantadores de aire (Figura 15).

Este nuevo sistema es capaz de adaptarse a los distintos modelos de techos. Su funcionamiento se basa en llenar unas bolsas con aire comprimido, las cuales harán que se eleve el panel del techo hasta alcanzar la altura deseada.



Figura 15. Levantadores de aire.

---

## REQUISITOS FUNDAMENTALES

Este apartado podría considerarse una conclusión de todo el estudio expuesto anteriormente; además fijará las bases de diseño que se va a realizar posteriormente. En primer lugar se describirá el público objetivo. A continuación se detallará el *Briefing* del producto, donde se describen los requisitos fundamentales del mismo.

### 6.1 Público objetivo

Como se ha especificado, el objetivo principal es el diseño de un techo elevable para vehículos vivienda pudiendo así maximizar el espacio interior. Se plantea un diseño adaptable a todos los vehículos vivienda, pero a lo largo de este proyecto solamente se va a estudiar en la VW T1. De esta forma, la instalación del mecanismo podrá ser analizada más profundamente al desarrollarse sobre un único vehículo, aunque esto no impide la instalación sobre otros campers.

Se orienta a ambos sexos y a personas de todas las nacionalidades a las que les gusta viajar, aunque el diseño se realizará teniendo en cuenta las restricciones impuestas en España.

Está pensado para ser un diseño de uso habitual y apto para situaciones extremas, que cada particular pueda adquirir para instalarlo sobre su propio coche y realizar viajes de larga duración con mayor comodidad, pero también para su uso por grandes marcas, las cuales puedan adaptar el vehículo vivienda y sacarlo al mercado con características innovadoras. Esto nos lleva a un público objetivo muy amplio. Respecto al rango de edades, nos centramos en personas mayores de edad con vehículo propio o grandes y pequeñas empresas dedicadas a la automoción. Por tanto, no estableceremos un máximo de edad para la utilización de este diseño. Sin embargo, sí que debemos fijar una edad mínima; como mencionamos anteriormente, personas mayores de edad podrán adquirir el producto, debido a que se necesita un vehículo y en España no está permitido que personas menores de 18 años puedan conducir.

## 6.2 Briefing: requerimientos de diseño

Es requisito indispensable que cualquier mecanismo de ampliación del espacio interior mejore la habitabilidad, así como ser lo suficientemente robusto para proteger el interior de condiciones meteorológicas y mantener la seguridad del usuario.

Las investigaciones han permitido obtener requisitos más genéricos y globales que influyen en el diseño, desde los materiales o la ergonomía del producto hasta la adaptabilidad. A continuación se redactan los requisitos del diseño, por orden de importancia. Durante el diseño industrial se considerarán todos ellos, pero debemos tener en cuenta que no siempre todos los requisitos son compatibles, por lo que tendremos que priorizar.

### 6.2.1 Consideraciones ergonómicas

Este apartado se ha enfocado hacia la descripción de las premisas ergonómicas que influyen en el diseño, sobre todo en cuanto a dimensiones y materiales se refiere, de cara a un uso óptimo y eficaz del diseño del producto. Todo buen diseño debe estar pensado de forma que respete el bienestar de las personas y lo mejore en la medida de lo posible.

Aquí se engloban las necesidades ergonómicas que a continuación se detallan:

- Como principal consideración ergonómica, se trata de hacer un sistema compatible con una segunda cama situada en el techo que cuente con somier y colchón.
- Un techo elevable dará una nueva dimensión al vehículo, por lo que una consideración ergonómica recae en el espacio interior del habitáculo y la reducción al máximo de la sensación de que estamos en un sitio ajustado, así como en la libertad de movimientos del usuario, consiguiendo un buen dominio de su entorno. Esta ampliación del espacio permitiría estar de pie en el interior del vehículo y moverse cómodamente por todo el habitáculo, así como disponer de un espacio amplio en la parte superior en el que colocar una segunda cama o bien poder ser utilizado como zona de almacenaje (Figura 16).

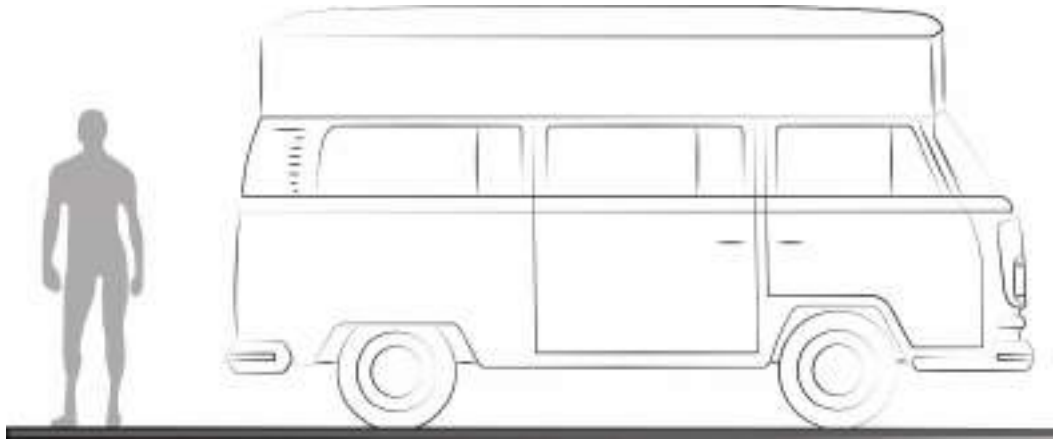


Figura 16. Esquema de las consideraciones ergonómicas del producto.

- Como se mencionó anteriormente, para dar al usuario una mayor protección frente a condiciones meteorológicas adversas, trabajaremos con materiales rígidos. Al emplear este tipo de materiales frente a otros (la lona, por ejemplo), también otorgamos al usuario de una mayor seguridad, pues éstos no se rompen ni se rasgan tan fácilmente. Debemos trabajar con materiales rígidos y lo más ligeros posibles.
- Al tratarse de un techo elevado en horizontal, será necesario dotarle de una claraboya, extractor... para que no se acumule excesiva humedad y ventilar así el interior del habitáculo.
- Este dispositivo debe tener un fácil manejo. Todo tipo de fijación<sup>9</sup> y puesta en marcha y parada<sup>10</sup> deberán ser intuitivos; es decir, cualquier usuario entenderá sin necesidad de emplear un manual de instrucciones su funcionamiento para llevar a cabo el correcto uso del mismo

## 6.2.2 Consideraciones de resistencia

La segunda consideración a tener en cuenta, es la que se refiere a la resistencia del producto. Se trata de realizar un diseño que debe ser seguro en muchos aspectos. Se necesita resistencia en cuanto a la elevación del techo. Además se necesita que sea seguro y admita el peso de al menos dos adultos (200 Kg aproximadamente) en la cama adicional, así como que sea capaz de soportar sobre la carcasa (cubierta del vehículo) un mínimo de 30 Kg/m<sup>2</sup>.

---

<sup>9</sup> Por fijación se entiende el correcto posicionamiento del techo.

<sup>10</sup> Por puesta en marcha y parada se entiende la activación del dispositivo para el comienzo y el final del funcionamiento.

Aquí aplicaremos el principio de ponerse en la situación más desfavorable de uso del producto, o lo que es lo mismo, que el dispositivo pueda soportar, aunque sea ocasionalmente.

Por tanto, y como conclusión, este sistema deberá soportar el peso de al menos dos personas; que poniéndonos en el caso más desfavorable, hablamos del peso de dos personas de estatura alta y peso elevado. Así se sitúa el peso por persona en 95-100 Kg, obteniendo un peso total de 190-200 Kg aproximadamente. En este caso, fijamos el rango atendiendo al peso de los hombres puesto que pesan, por lo general, más que las mujeres (Tabla 1).

La tabla siguiente atiende a la relación estatura-peso para personas con estabilidad física y sana.

COMPLEJÓN	HOMBRE						MUJER					
	DÉBIL		MEDIA		FUERTE		DÉBIL		MEDIA		FUERTE	
ALTURA	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.
1,50	45,0	50,2	48,4	55,4	50,6	56,2	45,0	47,2	46,1	50,6	47,2	52,9
1,52	46,2	51,5	49,7	56,9	52,0	57,8	46,2	48,5	47,4	52,0	48,5	54,3
1,54	47,4	52,9	51,0	58,4	53,4	59,3	47,4	49,8	48,6	53,4	49,8	55,7
1,56	48,7	54,3	52,3	59,9	54,8	60,8	48,7	51,1	49,9	54,8	51,1	57,2
1,58	49,9	55,7	53,7	61,5	56,2	62,4	49,9	52,4	51,2	56,2	52,4	58,7
1,60	51,2	57,1	55,0	63,0	57,6	64,0	51,2	53,8	52,5	57,6	53,8	60,2
1,62	52,5	58,5	56,4	64,6	59,0	65,6	52,5	55,1	53,8	59,0	55,1	61,7
1,64	53,8	60,0	57,8	66,2	60,5	67,2	53,8	56,5	55,1	60,5	56,5	63,2
1,66	55,1	61,4	59,2	67,8	62,0	68,9	55,1	57,9	56,5	62,0	57,9	64,8
1,68	56,4	62,9	60,7	69,5	63,5	70,6	56,1	59,3	57,9	63,5	59,3	66,3
1,70	57,8	64,4	62,1	71,2	65,0	72,3	57,8	60,7	59,2	65,0	60,7	67,9
1,72	59,2	66,6	63,5	72,8	66,6	74,0	59,2	62,1	60,6	66,6	62,1	69,5
1,74	60,6	67,5	65,1	74,5	68,1	75,7	60,6	63,3	62,1	68,1	63,6	71,1
1,76	62,0	69,1	66,6	76,3	69,7	77,4	62,0	65,0	63,5	69,7	65,0	72,8
1,78	63,4	70,7	68,1	78,0	71,3	79,2	63,1	66,5	65,0	71,3	66,5	74,5
1,80	64,8	72,3	69,7	79,8	72,9	81,0	61,8	68,0	66,4	72,9	68,0	76,1
1,82	66,2	73,9	71,2	81,6	74,5	82,8	66,2	69,6	67,9	74,5	69,6	77,8
1,84	67,7	75,5	72,8	83,4	76,2	81,6	67,7	71,1	69,1	76,2	71,1	79,6
1,86	69,2	77,1	74,4	85,2	77,8	86,5	69,2	72,7	70,9	77,8	72,7	81,3
1,88	70,7	78,8	76,0	87,0	79,5	88,4	70,7	74,2	72,5	79,5	74,2	83,1
1,90	72,2	80,5	77,6	88,9	81,2	90,3	72,2	75,8	74,0	81,2	75,8	84,8
1,92	73,7	82,2	79,3	90,8	82,9	92,2	73,7	77,4	75,6	82,9	77,4	86,6
1,94	75,3	83,9	80,9	92,7	84,7	94,1	75,3	79,0	77,2	84,7	79,0	88,4

Tabla 1. Relación estatura-peso de la población española según distribución por sexos, con estabilidad física y sana. 2015.

Además, en este mecanismo también deberán estudiarse las cargas máximas capaces de soportar en la zona exterior cuando este se encuentre tanto abierto como cerrado. Es decir, el dispositivo tendrá que permanecer montado sin posibilidad de vacile de caída.



### 6.2.3 Consideraciones económicas

Uno de los problemas más significativos de los actuales techos para maximizar el espacio es el elevado coste de los mismos, tanto por la adquisición del producto como por su instalación. Este es un factor clave para que éste producto sea competitivo.

### 6.2.4 Consideraciones de montaje

Esta solicitud es de vital importancia, pues debido al alto coste que supone una instalación realizada por un profesional, el diseño deberá ser lo suficientemente sencillo para que un usuario pueda ser capaz de montarlo por sí mismo, sin necesidad de emplear herramientas complejas.

### 6.2.5 Consideraciones ecológicas

En este punto del proyecto se trata el tema del Ecodiseño. El Ecodiseño es una parte del diseño que se encarga de crear respeto hacia el medio ambiente en todas las etapas de diseño, desde la idea primera hasta su fabricación, distribución y reciclaje en el mercado. Está íntimamente ligado al Diseño Sostenible, puesto que ambas ramas apuestan fuertemente por el respeto hacia el medio ambiente mediante el uso de materiales reciclados y/o reciclables, la reducción de piezas en los diseños o la reducción de residuos en la fabricación de los productos, entre otros aspectos. Si un diseño de producto mantiene las directrices del Ecodiseño, entonces ganará un valor añadido al de su funcionalidad y estética, lo que permitirá competir con otros productos existentes en el mercado.

Por las razones expuestas, el diseño del dispositivo que se trata en el presente proyecto deberá basarse en el Ecodiseño en la medida de lo posible. Sobre todo, se tendrá en cuenta a la hora de elegir los materiales reciclados y/o reciclables, al optimizar el número de componentes y al elegir los procesos de fabricación y transporte de cara a la reducción de residuos y el respeto al medio ambiente.

### 6.2.6 Consideraciones estéticas

Este apartado se ha enfocado hacia la descripción de las premisas estéticas en el diseño. Parte muy importante de cualquier diseño innovador que se introduzca en el mercado; es

decir, además de ser funcional, debe cumplir una serie de requisitos que lo mejoren, siendo éstos: buena apariencia, sencillez compositiva y atracción visual, entre otros.

Es importante conocer el ámbito en el que se desarrolla este proyecto. Al tratarse de un diseño enfocado a vehículos vivienda, hay que conseguir que el público objetivo se sienta cómodo en su uso. Con esto, se pretende crear un dispositivo funcional ante todo, pero que respete la sencillez en su composición de elementos y tenga, por tanto, armonía en su diseño.

Estas cuestiones, aunque puedan parecer superfluas en su exposición, añaden mucho prestigio y valor a los diseños.

---

## DISEÑO CONCEPTUAL Y ANÁLISIS FUNCIONAL

En este apartado se abordarán temas relacionados con la concepción de la idea de diseño y su funcionalidad. El siguiente subapartado *7.1 Análisis funcional. Necesidades de funcionamiento* establece las condiciones que se deben respetar en el diseño para asegurar el bienestar del usuario, y además garantiza su correcto funcionamiento. Por ello, es imprescindible la labor del análisis funcional que aquí se presenta.

### 7.1 Análisis funcional. Necesidades de funcionamiento

En este apartado se han especificado las necesidades básicas de funcionamiento del mecanismo objeto de diseño. Se presentan estas mediante dibujos técnicos, imágenes y bocetos, gracias a los cuales podemos entender con mayor exactitud los objetivos a cumplir. En apartados posteriores a este se mostrará cómo se ha conseguido establecer un buen diseño que aporte una solución a los problemas específicos aquí planteados.

Nos referimos a las “necesidades de funcionamiento” como requerimientos físicos y técnicos que se pretenden alcanzar, englobando desde la fijación de la altura y la velocidad de movimiento hasta la propia seguridad y comodidad para efectuar esta transición.

#### 7.1.1 Movimiento a conseguir

Existen muchos tipos de movimientos que se pueden realizar para elevar el panel del techo de vehículos vivienda, pero en este proyecto solo tiene cabida uno. A continuación se especificará el movimiento que se pretende conseguir y que se ha considerado oportuno para desarrollar este mecanismo, ya que se trata de una aportación sobre los ya existentes.

El movimiento que se pretende llevar a cabo es el siguiente; se trata de elevar el panel del techo paralelamente respecto del techo del vehículo base (Figura 17).



Figura 17. Movimiento del techo elevable.

Como se puede observar, este movimiento es muy sencillo. Al elevarse la carcasa paralela al techo del vehículo base, obtenemos la mejor solución para aumentar el espacio interior del habitáculo, pues siempre existirá la misma altura entre los distintos puntos de la carcasa respecto del suelo, dando así al usuario una mayor libertad de movimientos.

## 7.1.2 Especificaciones del movimiento

### RANGO DE ALTURAS

Este mecanismo permite alcanzar una altura determinada, en la que todos los componentes del mismo se encuentren en su correcta posición, por ello no permitirá ser fijado en alturas intermedias. Es necesario establecer la altura alcanzada por la carcasa que permita generar el máximo beneficio en cuanto a la ampliación del espacio interior del vehículo vivienda y la libertad de movimientos del usuario, sin que esto nos cause problemas con las homologaciones ni con el aparcamiento en parkings con restricción de altura.

Manteniendo siempre la imagen del vehículo compacto y permitiéndonos acceder a parkings con restricción de altura (2.1 m), el vehículo vivienda no deberá sobrepasar los 2 m. cuando éste se encuentre recogido (Figura 18).

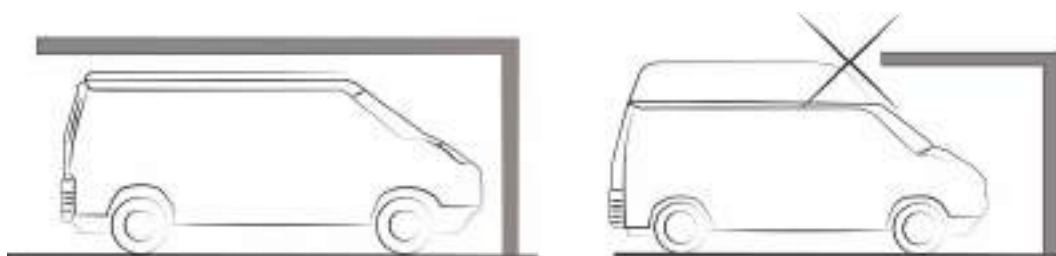


Figura 18. Restricción de altura.

Sin embargo, cuando el techo se encuentre desplegado, este debe alcanzar una altura tal que una persona de estatura promedio (1.78 m.) pueda situarse cómodamente de pie en el interior del habitáculo, también debemos tener en cuenta que el centro de gravedad del vehículo vivienda no quede demasiado elevado para evitar el riesgo de vuelco ante una ráfaga de viento lateral o cualquier situación adversa.

## FIJACIÓN DE LA ALTURA

Es necesario incluir algún mecanismo que asegure la fijación de la altura, permitiendo así bloquear el techo a una única posición previamente establecida. Además, tanto la transición como el bloqueo de la misma es necesario que se puedan realizar de forma suave y continuada, sin efectuar saltos.

## VELOCIDAD DEL MOVIMIENTO

En cuanto a la velocidad del movimiento esta tiene que ser reducida. No podemos incluir una elevación del techo a alta velocidad debido a que podemos tener objetos instalados en la parte superior de la carcasa y estos pueden desprenderse. Se trata de conseguir un movimiento delicado y lento que no fuerce la transición. Además la velocidad deberá ser constante para que el movimiento sea suave y no se produzcan cambios bruscos de posición.

Por tanto, con esto se establece una velocidad que consiga realizar un recorrido, considerándose como recorrido el movimiento de subida y de baja, de 5 segundos/metro aproximadamente.

### 7.1.3 Seguridad

En cuanto a seguridad se refiere, se hace una división entre seguridad del usuario y seguridad del mecanismo:

## SEGURIDAD DEL USUARIO

Al tratarse de un mecanismo que se desarrolla en un vehículo vivienda, es necesario asegurar su comodidad de uso. Por ello, se debe prestar especial atención a aquellas zonas donde exista riesgo de que el usuario se quede atrapado durante el funcionamiento del

mecanismo, así como de cualquier tela u objeto que se pueda encontrar tanto el en interior como exterior del habitáculo.

## SEGURIDAD DEL MECANISMO

Los mecanismos que se utilicen para conseguir la transición del panel del techo, así como de los laterales, tendrán que ser seguros y encontrarse bien sujetos al resto de la estructura que conforma el dispositivo en su conjunto. Para que sean seguros bastará con fijar los elementos que lo formen entre sí y al vehículo base y permitir su uso sin peligro de daño para la persona que lo manipule para su ajuste. Es necesario facilitar su uso respecto a los techos elevables manuales, por lo que este diseño constará de un motor para conseguir una apertura automática. Será necesario mantener la velocidad constante y reducida que se comentaba líneas más arriba.

De este apartado se puede concluir que será necesario conseguir un movimiento de la carcasa paralelo al techo del vehículo base suave, continuo y seguro para las personas que lo manejan. A partir de aquí, se plantearán propuestas de diseño, entendidas como conceptuales, que serán analizadas y gracias a las cuales se podrá lograr un único diseño que ofrezca soluciones de manera conjunta para todos estos objetivos que aquí se han especificado.

---

## DESARROLLO Y DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Esta es la sección del proyecto donde se van a tratar todos los temas en relación al diseño que se propone del mecanismo. Por tanto, se abordarán temas desde el diseño en su conjunto, los materiales y los procesos de fabricación que implica hasta su concordancia con los objetivos fijados previamente. Es aquí donde se podrán conocer todas las especificaciones definitivas ligadas al diseño para que funcione como se pretende y donde se explica cómo se ha conseguido. Además, se cuenta con el resto de apartados de análisis y estudio, que también ayudan a este desarrollo definitivo de la idea.

Tomando siempre como punto de partida los requerimientos del Briefing, el producto ha ido evolucionando a lo largo de toda la fase de diseño. Se han evaluado varias propuestas hasta dar con la que más se adapta a las necesidades. En este apartado se mostrarán las ideas de partida y la progresión del diseño, y una vez presentado el diseño definitivo se detallarán sus componentes y se justificará cada decisión tomada.

### 8.1 Ideas previas

Para comenzar con el diseño, se ha realizado un ejercicio de creatividad con el fin de obtener algunas ideas que puedan inspirar el diseño final. Para ello se han concebido las mínimas restricciones posibles. Las diversas soluciones que aquí se presentan están diseñadas para poder adaptarse a distintos modelos de vehículos vivienda. Estas propuestas han servido para conseguir un mejor diseño final que atienda a todas y cada una de las especificaciones necesarias para su correcto funcionamiento.

A continuación, se explican las premisas básicas que se han considerado oportunas e importantes para el diseño del mecanismo de transformación para maximizar el espacio interior en vehículos vivienda. En primer lugar, deberá contener una fijación que asegure la estabilidad del techo sin provocar una caída inoportuna del mismo. Además, el mecanismo deberá asegurar la impermeabilidad de sus juntas para mantener el interior del habitáculo estanco y agradable ante situaciones climatológicas adversas. Por último,

el dispositivo deberá llevar un fácil montaje, intuitivo y sencillo de manera que cualquier persona pueda realizarlo sin necesidad de contratar un servicio adicional de instalación, y siempre que cuente con las herramientas necesarias.

Se presentan algunas imágenes de las primeras ideas para el diseño del mecanismo junto a una breve explicación de cada una (ventajas y desventajas encontradas), para un mayor entendimiento. Esta fase de diseño conceptual es muy importante dentro de cualquier diseño de producto ya que nos permite captar las características beneficiosas de cada idea para en un paso siguiente del proceso englobarlas todas, o al menos la gran mayoría, dentro de un mismo diseño.

Estas ideas son la base del pensamiento creativo llevado a cabo hasta lograr concluir el diseño. La mayor parte de detalles no cumplen con las especificaciones requeridas, por lo que han sido desechadas.

Posteriormente, y teniendo en cuenta todos los requerimientos de Briefing por orden de prioridad, se ha tratado de dar forma al producto. Los primeros pasos se han dado con papel y lápiz, trazando bocetos, aunque realmente no se ha definido completamente el aspecto formal hasta su implementación en sistemas de diseño asistidos por ordenador.

Como condición primaria de cara al diseño de concepto se ha establecido un mecanismo eléctrico, para mayor comodidad del usuario. Por tanto, desde el primer momento se ha desechado la opción de realizar un mecanismo manual, abogando por éste sistema mucho más cómodo para el usuario.

## PROPUESTA N° 1

En la propuesta número 1 (Figura 19), basándose en el techo alto rígido, se propone un techo intercambiable por el propio usuario. Se puede observar una gran desventaja que hace que sea descartada de primera mano.

Esta propuesta contará de un techo rígido bajo, sin aportar un espacio extra en el interior del camper, el cual se puede intercambiar por un techo alto rígido cuando se necesite disponer de dicho espacio. El techo que no se esté utilizando se podría guardar cómodamente en el propio garaje elevándolo y sujetándolo mediante poleas en el techo del garaje.

La principal ventaja a destacar es que este diseño permite viajar con menos peso en caso de necesitar el techo bajo rígido, lo que implica que ahorremos carburante en nuestros viajes y contribuyamos en el medio ambiente.

El inconveniente que se observa es que con este diseño tendremos problemas a la hora de fijar el techo asegurándonos de que todas las juntas de unión quedan perfectamente colocadas para asegurar la estanqueidad del habitáculo. También a tener en cuenta, si



este cambio lo tiene que realizar el propio usuario puede llegar a resultar aparatoso o incluso imposible. Además, el tener que montar el techo antes de salir de viaje hace que no podamos seguir planes improvisados.



Figura 19. Propuesta nº 1.

## PROPUESTA N° 2

En la propuesta número 2 (Figura 20) se puede observar otro mecanismo de ampliación del espacio interior que suple las desventajas de la propuesta mencionada anteriormente.

Se trata de un mecanismo de transformación automático inspirado en el techo seta. Este sistema consta de dos carriles en los laterales delantero y trasero mediante los cuales se deslizan los paneles planos que constituyen las paredes laterales del techo para alcanzar la posición deseada. De esta forma, también logramos que el vehículo alcance una altura mínima cuando el techo no se encuentre en uso, sin romper con su estética.

Como principal ventaja a destacar, se trata de un mecanismo automático, un requisito indispensable a tener en cuenta debido al elevado peso que puede llegar a alcanzar el techo. Este sistema está constituido por paredes laterales rígidas y continuas, por lo que la cantidad de juntas entre los elementos componentes es mínima, evitando así tener mayores filtraciones de agua y poseer una mejor estanqueidad del habitáculo interior.

Como desventajas a destacar, este sistema solamente permite elevar el techo la mitad del ancho del camper, lo que puede llegar a resultar una altura insuficiente para poder dormir cómodamente sin llegar a sentir sensación de agobio. Además, este diseño plantea problemas a la hora de introducir una segunda cama, pues al poseer las guías en la parte

inferior, estas pueden quedar enganchadas con las sábanas de la cama o cualquier otro elemento cuando el mecanismo se encuentra en funcionamiento.



Figura 20. Propuesta nº 2.

Analizando más detalladamente esta propuesta, en la Figura 21 se pueden observar las siguientes ventajas e inconvenientes:

### Ventajas

La principal ventaja es el aprovechamiento del espacio interior, pues al recoger los paneles laterales, estos quedan montados en una única altura que corresponde al grosor del panel. De todas las propuestas, este sería el diseño que menor altura añade al exterior del vehículo.

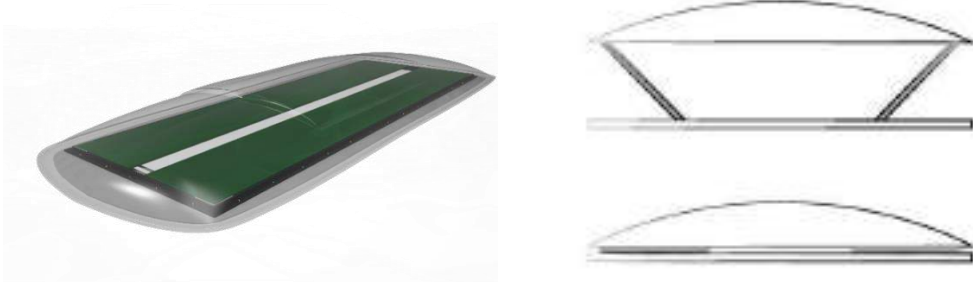


Figura 21. Ventajas e inconvenientes.

## Inconvenientes

Sin embargo y como inconvenientes; están los siguientes:

En el diseño de este mecanismo, la cara de los paneles largos que se encontraba en contacto con la intemperie se recoge hacia el interior del vehículo, por lo que toda la suciedad que pudiera haber acumulado, así como el agua de lluvia, se introduce en el interior del habitáculo.

Este mecanismo no permite elevar el techo más de la mitad del ancho de la furgoneta, pudiendo llegar a crear sensación de agobio y claustrofobia en el caso de instalar una segunda cama, pues la altura extra conseguida se encontraría en torno a 50 cm, siendo ésta demasiado escasa.

Por otra parte, al encontrarse las correderas por las que deslizan dichos paneles en la parte inferior (Figura 22), existe la posibilidad de que cuando el mecanismo se ponga en funcionamiento, si tenemos instalada una segunda cama, éste quede enganchado con las sábanas o cualquier elemento que se encuentre sobre la cama.

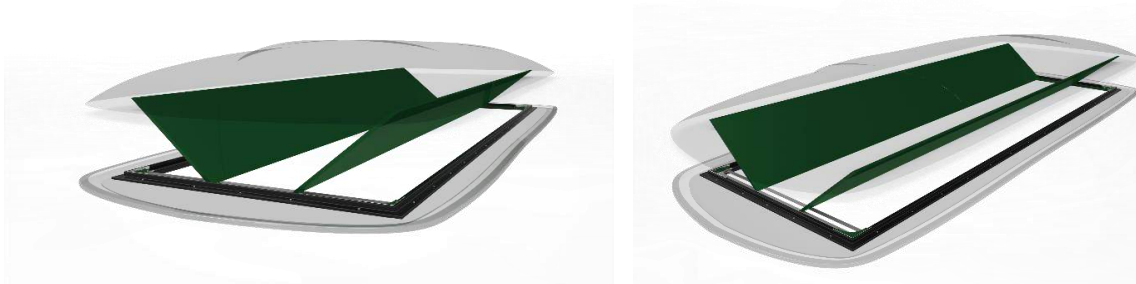


Figura 22. Ventajas e inconvenientes.

Para resolver estos inconvenientes, se plantea montar las correderas en la parte superior del techo (Figura 23). El inconveniente que ahora se presenta es el de la estabilidad de la carcasa, pues determina el peso que se puede cargar sobre esta, llevándolo al mínimo. Al encontrarse los laterales del techo en voladizo, toda la tensión de la carga recae sobre el centro de la carcasa en vez de estar repartida por toda la superficie (Figura 24).



Figura 23. Ventajas e inconvenientes.



Figura 24. Zona crítica.

### PROPUESTA N° 3

Por último, se presenta la propuesta número 3 (Figura 25), en la cual se puede observar la ampliación del espacio interior del habitáculo mediante un mecanismo de transformación. Siguiendo el mecanismo que emplea la lona de los techo elevables, se propone el diseño transformable que se muestra a continuación.

Solventando las desventajas de la anterior propuesta, se desarrolla un techo rígido transformable automáticamente, así evitamos que el usuario tenga que montarlo manualmente cada vez que quiera realizar un viaje. Este diseño consta de paredes rígidas. El techo se eleva en horizontal, y al levantarlo se extienden unos paneles, quedando las cuatro paredes superiores verticales, ayudadas por el mecanismo de elevación. Este mecanismo consta de bisagras en las paredes laterales, las cuales le permiten plegarse hacia el interior en dos niveles. Por otra parte, al estar formado por paneles rígidos y no por lona, evitaríamos los problemas de que estos puedan ser rasgados, así como una mayor protección frente a adversidades meteorológicas. Otra ventaja de emplear paneles rígidos, es que de esta forma evitamos que la lona pueda ser enganchada y/o rasgada por las propias bisagras que constituyen el mecanismo.

El principal inconveniente que se observa es que al encontrarse las bisagras en la zona media de las paredes, ganamos cierta altura exterior en el vehículo a la hora de guardar este mecanismo, y debemos tener especial cuidado en que la altura máxima del vehículo no sobrepase los 2 m.



Figura 25. Propuesta nº 3.

Analizando más detalladamente esta propuesta, se pueden observar las siguientes ventajas e inconvenientes:

### Ventajas

Resolviendo todos los problemas mencionados, este diseño permite mantener la cara de los paneles que se encontraban en contacto con la intemperie hacia el exterior (Figura 26), además, al encontrarse las bisagras en la zona media de los paneles, podemos situar una segunda cama con la seguridad de que el mecanismo no se quedará enganchado con ningún elemento extraño.

De esta misma forma, este diseño permite alcanzar una mayor altura del techo, llegando a obtener una altura extra de aproximadamente 1m. teniendo siempre en cuenta que el centro de gravedad del vehículo no se sitúe demasiado elevado para evitar que pueda llegar a volcar debido a una ráfaga de viento que incida sobre la superficie lateral del mismo.



Figura 26. Ventajas y desventajas.

## Inconvenientes

El principal inconveniente es el aprovechamiento del espacio interior cuando el mecanismo se encuentra recogido, pues al poseer los paneles laterales una bisagra intermedia, cuando estos se doblan para recogerse, quedan montados en dos alturas, ocupando así el doble de espacio que el mostrado en el ejemplo anterior (Figura 27).

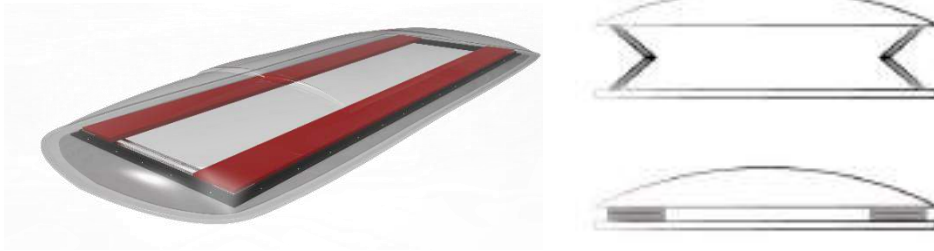


Figura 27. Ventajas y desventajas.

Una vez analizado el mecanismo de los laterales largos, pasamos a estudiar el movimiento de los laterales cortos. En este caso vamos a estudiar ambas propuestas en conjunto:

La pared anterior y posterior pueden ser de una sola pieza o de dos, si es de una sola pieza el mecanismo se entorpece más, pero da más solidez al conjunto, además ocuparán menos espacio, permitiéndonos así reducir el espesor del arco de refuerzo que va colocado sobre el techo del vehículo y sobre el cual se construirá el mecanismo.

Estos paneles pueden ir fijados en la parte superior del techo o en la inferior. Si van fijados en la parte superior, se presenta el siguiente inconveniente (Figura 28):

- Contamos con más peso a levantar (techo + panel frontal + panel trasero + paneles laterales).



Figura 28. Paneles fijados en la parte superior.

Si los paneles van fijados en el parte inferior (Figura 29), primero se levanta el techo junto con los laterales y después el frontal y el trasero, anclándolos en la parte superior. El problema que se presenta es el siguiente:

- Si diseñamos un mecanismo manual, cuando el techo se encuentre bajado, no podemos acceder al sistema de elevación y anclaje, pues este se encontraría en la zona de la cabina tapado por el panel delantero.

Este problema se soluciona realizando el diseño de un mecanismo automático.

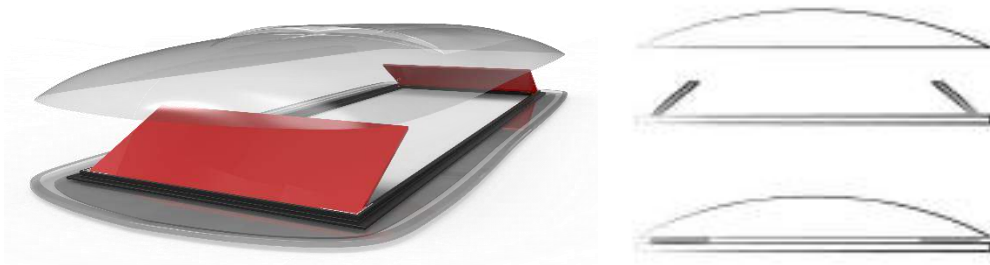


Figura 29. Paneles fijados en la parte inferior.

## 8.2 Descripción del diseño final

En este apartado se va a hacer cuenta del desarrollo de la idea y las fases que se han llevado a cabo hasta su concepto final. Todo diseño comienza con una idea, en este caso la de añadir nuevos beneficios a los techos elevables actuales. Mediante la incorporación de paneles rígidos, conseguimos ofrecerle al usuario una mayor protección tanto frente a adversidades meteorológicas como a seguridad. A continuación se han realizado estudios sobre la viabilidad y la eficiencia del mecanismo.

Una vez determinada la aceptación de la idea para su desarrollo, comienza el estudio de mercado donde se conocen, en este caso, la gran mayoría de techos adaptables a vehículos vivienda para maximizar el volumen interior. Es necesario en este punto donde comienza el diseño concreto del producto establecer un vehículo sobre el que trabajar, que como se lleva mencionando a lo largo de todo el proyecto, se trata de la VW T1. De esta forma, tendremos una base para el desarrollo del diseño propuesto, sin olvidar unas líneas futuras en las que se desarrollarían, por supuesto, mejoras sobre el diseño industrial presentado en este proyecto.

## 8.2.1 Proceso de diseño

### ESTRUCTURA

El grueso del proyecto está formado por el mecanismo de elevación del techo. En primer lugar, antes de comenzar con el propio diseño, debemos tener en cuenta las dimensiones de las que disponemos tanto en largo, ancho como alto para realizarlo, pues estas medidas están sometidas a restricciones y el saber aprovechar de la mejor forma el espacio disponible será lo que le de notoriedad al diseño. Por tanto, es imprescindible conocer las dimensiones del vehículo sobre el que vamos a trabajar para asegurar el montaje del mismo, siendo un objetivo contar con la mayor superficie libre. Sin embargo, a la hora de universalizar el diseño, no siempre vamos a contar con las mismas dimensiones base, por lo que a partir de ahí, se generará un mecanismo que admita diferentes dimensiones. Este proyecto se centra en adaptar el mecanismo en la VW T1 (Figura 30).

Todo vehículo motor está compuesto por dos grandes conjuntos de piezas, la carrocería y el chasis. La carrocería está definida por el destino específico para el cual ha sido diseñado y construido el vehículo. En cada caso debe ofrecer el espacio, la seguridad y el confort suficiente para ser utilizado dentro de las regulaciones y normas establecidas en cada país o región. Por otra parte, el chasis es lo que se denomina la parte estructural del vehículo, es el elemento fundamental que da fortaleza y estabilidad. Consiste en una estructura interna que sostiene y aporta rigidez y forma al vehículo en su construcción y uso. Este consta de un armazón que integra entre sí y sujeta tanto los componentes mecánicos, como el grupo motorpropulsor y la suspensión de las ruedas, incluyendo la carrocería.

A la hora de cortar el techo, tenemos como obligación respetar los vierteaguas, pues es aquí donde va soldado por puntos el techo al refuerzo interior, formando la estructura que sujeta la furgoneta. Así mismo es donde van anclados los herrajes y donde se anclaría el sistema de elevación. Para poder alcanzar todos los requerimientos expuestos anteriormente, debemos cortar el techo original lo más cerca posible al borde superior de la moldura de goteo en todo su perímetro, esto significa que debemos eliminar los dos travesaños superiores que se aprecian en la imagen (Figura 31), modificando así el chasis del vehículo. A la hora de modificar el chasis, debemos introducir refuerzos en zonas adecuadas para no condicionar la estabilidad del vehículo (Figura 32). Así, al quitar los dos travesaños superiores debemos aportar un mayor refuerzo a los pilares para que la estructura soporte sin ningún problema el peso del techo. Una vez quitados estos dos arcos estructurales, y teniendo en cuenta que el vehículo transformado no debe superar una altura exterior superior a 2 m. nos queda un espacio disponible de 3024x1084x300mm en el cual podremos instalar nuestro diseño (Figura 33).



Cabe mencionar que la transformación del chasis de la VW T1 es un proyecto que actualmente se encuentra realizado y comercializado, por lo tanto, este proyecto parte de esa base, no siendo necesario de esta forma recalculer toda la estructura del vehículo base.

En las siguientes imágenes se muestra un breve estudio sobre los refuerzos añadidos para conseguir una estructura estable al quitar los dos travesaños del techo, así como el espacio libre del que disponemos para instalar el mecanismo elevable sin que el vehículo vivienda supere la altura de 2 m. La transformación aquí realizada sobre la estructura es una idea para saber de lo que se habla, pue no es competencia de este proyecto realizar dicho estudio.



Figura 30. VW T1.

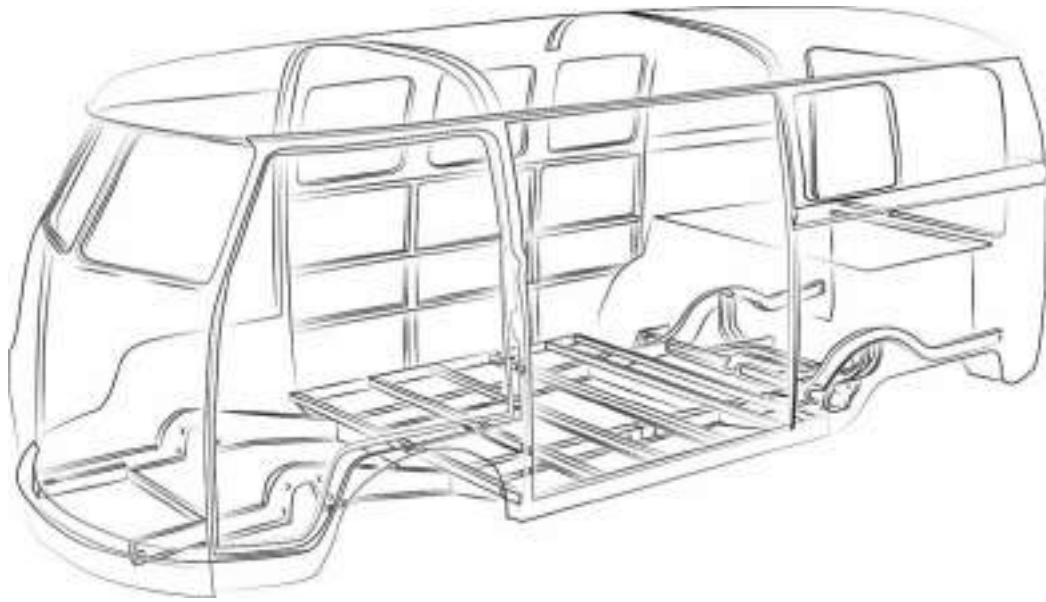


Figura 31. Chasis VW T1.

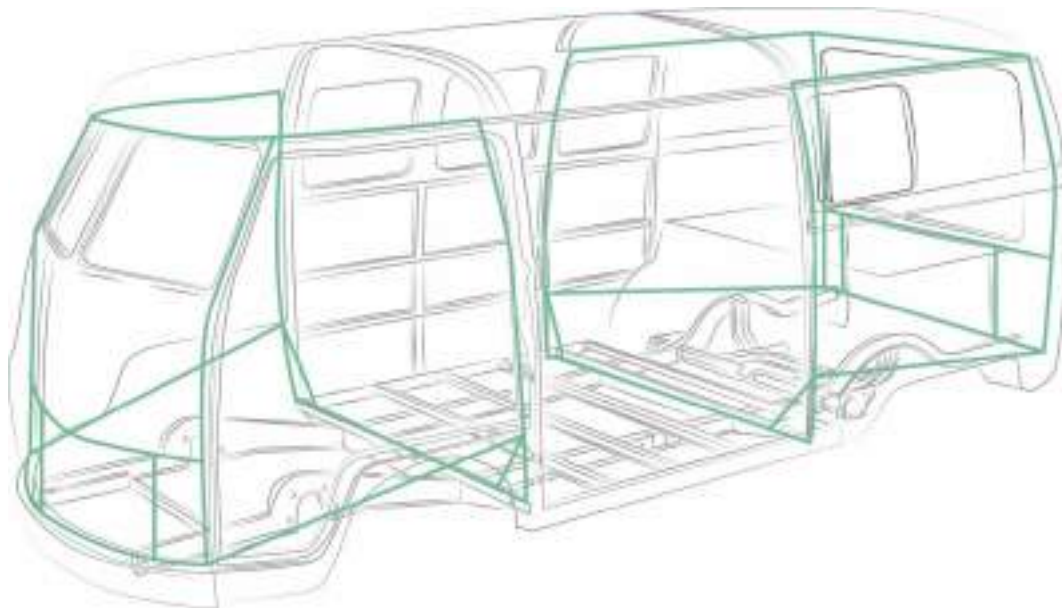


Figura 32. Chasis reforzado VW T1.

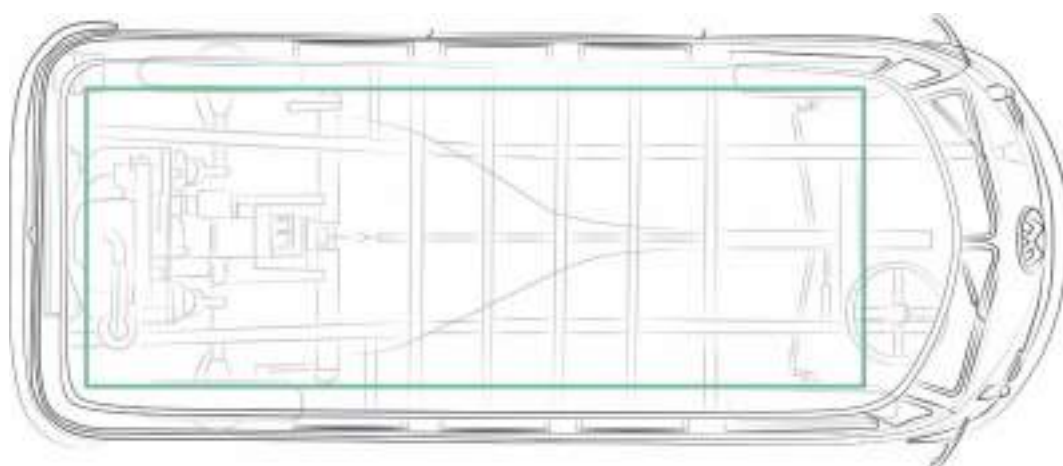
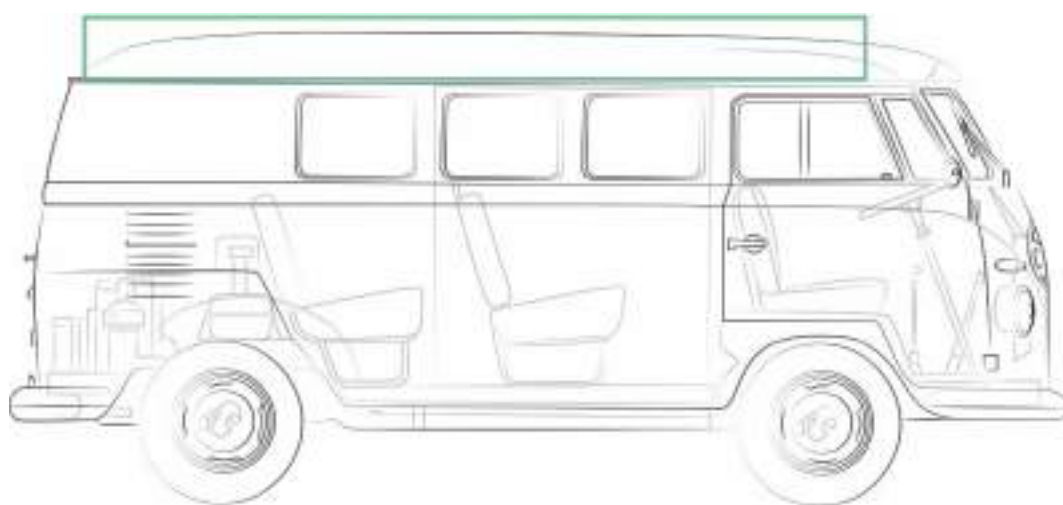


Figura 33. Espacio disponible: 3024x1084x300 mm.

## CÁLCULO DE LOS COMPONENTES

El siguiente paso fue calcular tanto los componentes eléctricos como los mecánicos, necesarios para el correcto funcionamiento del mecanismo. De esta forma obtenemos todas las medidas de los componentes que debemos tener en cuenta antes de comenzar con el dimensionamiento del diseño, pues estos supondrán restricciones, fijando los espacios libres mínimos para su correcto posicionamiento y su fácil accesibilidad.

## DISEÑO DEL MECANISMO

Finalmente, una vez establecido el espacio de trabajo y el dimensionado de los componentes necesarios para su funcionamiento, se llevó a cabo el diseño del mecanismo y el dimensionado del mismo. Además, en este punto se considera importante conseguir un diseño adaptable a distintos vehículos vivienda, así como de fácil montaje y de gran ligereza, sin olvidar la estanqueidad que se debe obtener en el interior del habitáculo. Al tratarse de un mecanismo adaptable al vehículo, no debemos olvidar su aspecto aerodinámico. Su adaptación a distintos vehículos se realizará redimensionando el marco de refuerzo, y a partir de ahí el resto de componentes.

### 8.2.2 Descripción del diseño

Los campistas pasan largos tiempos en el interior de sus furgonetas, que generalmente no están lo suficientemente adaptadas a sus necesidades. Los pequeños espacios de los que se dispone junto con la actividad cotidiana someten al cuerpo humano a posturas forzadas, provocando incomodidades.

En general, los techos elevables actuales ofrecen una solución parcial a este problema, pues solamente logran ampliar el espacio interior del vehículo en una zona determinada.

Se propone así un diseño innovador que pretende dar solución a los principales problemas en lo que a habitabilidad se refiere (Figura 34).



Figura 34. Mecanismo de ampliación.

## DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES

Podemos diferenciar en el diseño cuatro partes principales o subconjuntos, que a su vez pueden estar formadas por varias piezas (Figura 35):

### Marco de refuerzo

Parte principal que compensa la rigidez que se le ha restado a la estructura del vehículo. Se trata de una única pieza fabricada en fibra de vidrio, reforzada con un marco de refuerzo interior de acero microaleado y acabado en gel coat, sobre el cual se aplicará la pintura.

### Paneles rígidos

Debemos diferenciar entre paneles delantero y trasero y paneles laterales. Tanto el panel delantero como el trasero están constituidos por una sola pieza para dar al conjunto mayor rigidez. En estos paneles se encontrará una ventana abatible en su zona superior para airear el habitáculo y que no se produzca condensación del ambiente. Los paneles laterales estarán constituidos por dos piezas unidas mediante una bisagra en piano. Este conjunto de paneles será la parte que ofrezca el mayor contacto con la intemperie, por lo que deben ser lo suficientemente aislantes tanto del frío como del calor. Están fabricados en espuma de poliuretano recubierta por chapas de aluminio reciclado. Además, su dimensión es determinante de la altura alcanzada por el mecanismo.

### Carcasa

Ofrece una protección total al mecanismo cuando este se encuentra recogido, además de poseer una forma lo más aerodinámica posible y no romper con la estética general del vehículo. Está fabricada en fibra de vidrio, con un refuerzo interior de aluminio y acabado en gel coat.

### Sistema de elevación

El elemento principal del sistema de elevación es el actuador lineal eléctrico<sup>11</sup>. Para la elevación de la carcasa junto con los paneles laterales, emplearemos el actuador lineal CAHB-21, el cual irá unido en su parte inferior al marco de refuerzo y la parte superior irá unida a la carcasa. Para elevar tanto el panel delantero como el trasero, se emplearán actuadores lineales CALA 36A, los cuales irán unidos al marco de refuerzo y a los citados

---

<sup>11</sup> Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: presión neumática, presión hidráulica y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”.

paneles. Para darle una mayor estabilidad al movimiento, se colocarán en la parte delantera y trasera unas pletinas junto con una canaleta fabricadas en aluminio.

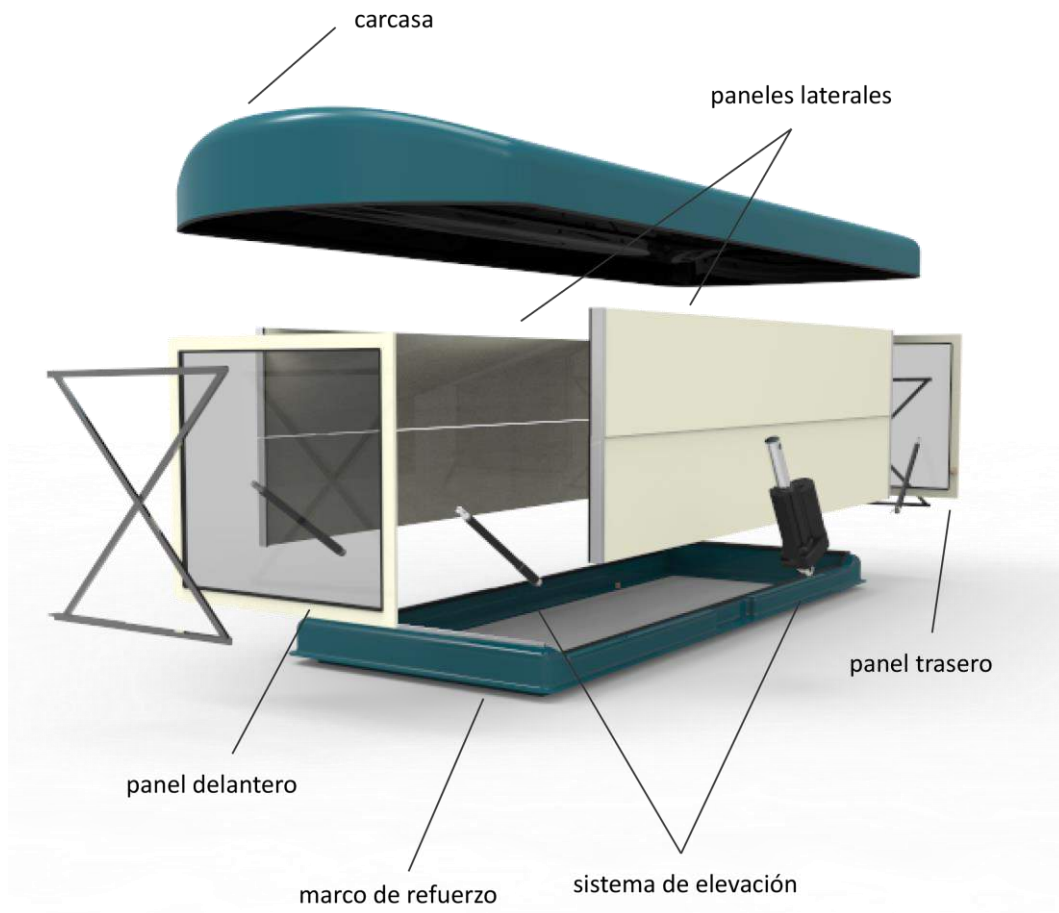


Figura 35. Componentes.

El marco de refuerzo debe tener al menos una altura mínima que recoja el ancho de tres paneles más la correspondiente holgura entre herrajes. Esta condición se establece para que los paneles (parte más débil del diseño) queden totalmente protegidos cuando el mecanismo se encuentre recogido.

La carcasa está dotada de mayores dimensiones en largo y ancho respecto al resto de componentes, lo cual permite dar una mayor protección a los laterales frente a la lluvia, protegiendo principalmente la unión de estos con la propia carcasa, articulación que se realizará mediante bisagras en piano. Además, esto permite poder abatir ventanas independientemente de las condiciones meteorológicas, pues la abertura queda protegida por la carcasa, impidiendo de esta forma que entre el agua de lluvia en el interior del habitáculo. El hecho de añadir estas dimensiones mejora el mantenimiento del mecanismo.

## DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

Se condiciona la disposición de los elementos que conforman el mecanismo en el menor espacio posible debido a la restricción en altura que marca la normativa española vigente, el vehículo no debe superar los dos metros de alto. Por tanto, como se explica más detalladamente en apartados posteriores, se optimiza el espacio del diseño evitando la disposición de elementos que puedan interponerse en el montaje y uso del mecanismo. Sin apenas llegar a alcanzar el vehículo junto con el mecanismo los dos metros de altura, este no reduce el espacio interior del habitáculo.

Se puede observar que se trata de un diseño compacto en su conjunto, y formado por líneas limpias y sencillas. Mantiene elegancia en sus colores y formas, sirviendo todo esto como base para hacer atractivo el producto. Se debe tener en cuenta que este tipo de diseños industriales deben ser agradables para la vista y mantener la estética del vehículo.



Figura 36. Posición inicial.



Figura 37. Puesta en marcha.



En primer lugar, el mecanismo se posiciona en su ubicación más baja, de esta forma se encontraría recogido (Figura 36). Se entiende que esta es la manera en la que el vehículo debe circular. Cuando el camper se encuentre estacionado, será cuando podamos poner en marcha el mecanismo. Esto se realiza gracias a un botón situado en el salpicadero, el cual solamente permite ser accionado cuando el motor se encuentra en marcha. Una vez pulsado el botón, el cual funciona por corriente eléctrica alimentado por la propia batería del coche, se empieza a poner en marcha el mecanismo. Primero, gracias a actuadores lineales, se abatirán la carcasa junto con los paneles laterales, elevándolos mediante un movimiento rectilíneo (Figura 37). Una vez alcanzada su posición, un segundo sistema de elevación también formado por actuadores lineales eléctricos harán girar los paneles delantero y trasero 90° (Figura 38), situando estos en posición totalmente vertical (Figura 39). Por último, tanto en el panel delantero como en el trasero se encuentran ventanas abatibles en su zona superior, las cuales permiten airear el interior del habitáculo, impidiendo que se condense el ambiente.

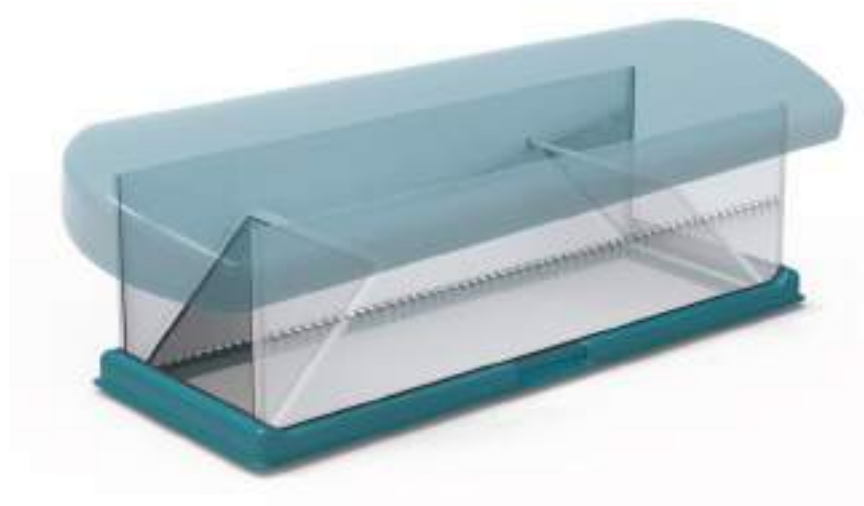


Figura 38. Movimiento de los paneles delantero y trasero.



Figura 39. Posición final.

Para el correcto plegado de los paneles, el marco de refuerzo cuenta con un sistema de bisagras a doble altura situadas sobre el marco de refuerzo, esto permite que durante el proceso de cerrado del mecanismo, primero se recojan los paneles delantero y trasero simultáneamente, y a continuación los paneles laterales, sin llegar estos a colisionar en ningún momento.

Tanto el panel delantero como el trasero se accionan por medio de dos actuadores, situado cada uno de ellos en los extremos, junto al marco de refuerzo. Cuando estos paneles ya se encuentran recogidos, los actuadores no deben quedar situados horizontalmente, pues es necesario que se cree cierto ángulo  $\alpha$  respecto al marco del refuerzo para que el actuador pueda ejercer correctamente la fuerza de empuje sobre el panel cuando vuelva a ponerse en marcha (Figura 40).

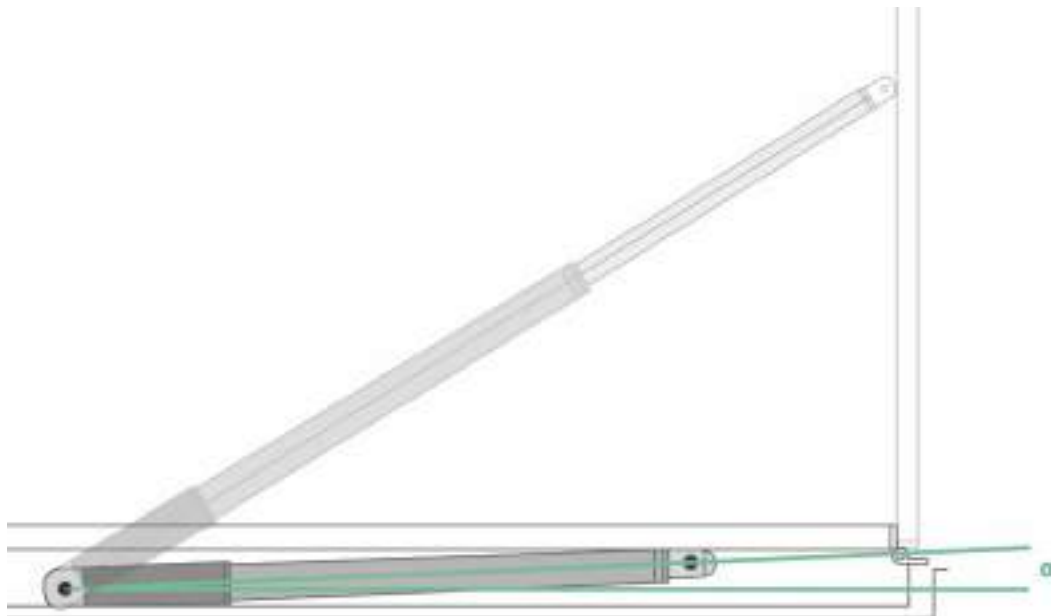


Figura 40. Posición del actuador CALA 36A.

La posición alcanzada por los paneles delantero y trasero marca la carrera del actuador lineal eléctrico, no permitiendo que estos se abatan más de  $90^\circ$ . Para mantener su posición, estos actuadores deben ser capaces de ejercer tanto una carga de empuje como de retroceso. Esta condición la debe cumplir también el actuador lineal encargado de poner en marcha la carcasa, pues son los únicos elementos dispuestos para mantener la posición de los distintos componentes.

Como medida de seguridad, a lo largo de los paneles laterales, sobre sus extremos, se ha colocado un perfil en L de aluminio de dimensiones 30x20x2 que ejerce como tope para los paneles delantero y trasero, impidiendo de esta forma que sobrepasen la abertura de 90° mencionada líneas arriba. Este perfil también es necesario para conseguir el cierre del habitáculo.

Para estabilizar el movimiento de la carcasa, se han colocado dos pletinas en forma de cruz guiadas por una canaleta, tanto en la parte delantera como en la trasera. Estas pletinas se sujetarán por medio de un perfil en L fabricado en aluminio de dimensiones 20x15x1,5, el cual se encuentra situado tanto en el marco de refuerzo como en la carcasa. La canaleta se encuentra colocada sobre el perfil en L unido a la carcasa.

Para conseguir la estanqueidad del habitáculo, se colocan burletes a lo largo de todo el perímetro tanto del marco de refuerzo como de la carcasa, además de en todas las juntas donde pueda existir cierta holgura. Estos burletes constituyen las denominadas juntas de estanqueidad<sup>12</sup>. Todos estos elementos compositivos se aprecian en la “Figura 41”.

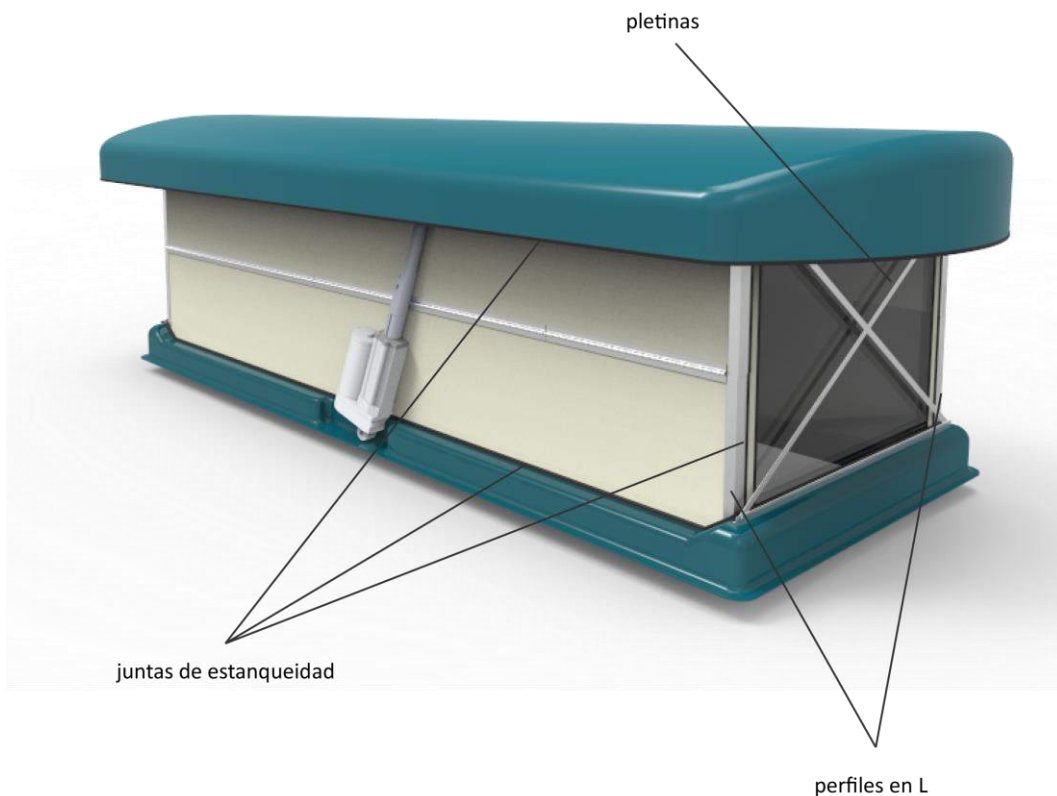


Figura 41. Pletinas, juntas de estanqueidad y perfiles en L.

<sup>12</sup> Se denomina junta de estanqueidad a unos componentes de material adaptable que sirve para sellar bien la unión de las caras mecanizadas de los elementos de cierre.

Mayoritariamente se han conseguido cumplir todos los requisitos de diseño prefijados en el briefing, ya sea en mayor o en menor medida. Se han conseguido alcanzar los objetivos principales de conseguir un movimiento paralelo respecto al vehículo base, así como lograr un mecanismo constituido por paneles rígidos. El diseño pretende crear la sensación de amplitud y libertad total de movimientos. Como ya se mencionó anteriormente, la transformación del vehículo comienza recortando la chapa del techo lo más próximo posible al vierteaguas, aprovechando así la mayor cantidad de superficie sobre la que realizar la transformación. Se pretende mejorar la habitabilidad elevando el techo lo suficiente para que una persona de estatura promedio pueda realizar amplia variedad de movimientos cómodamente (Figura 42).

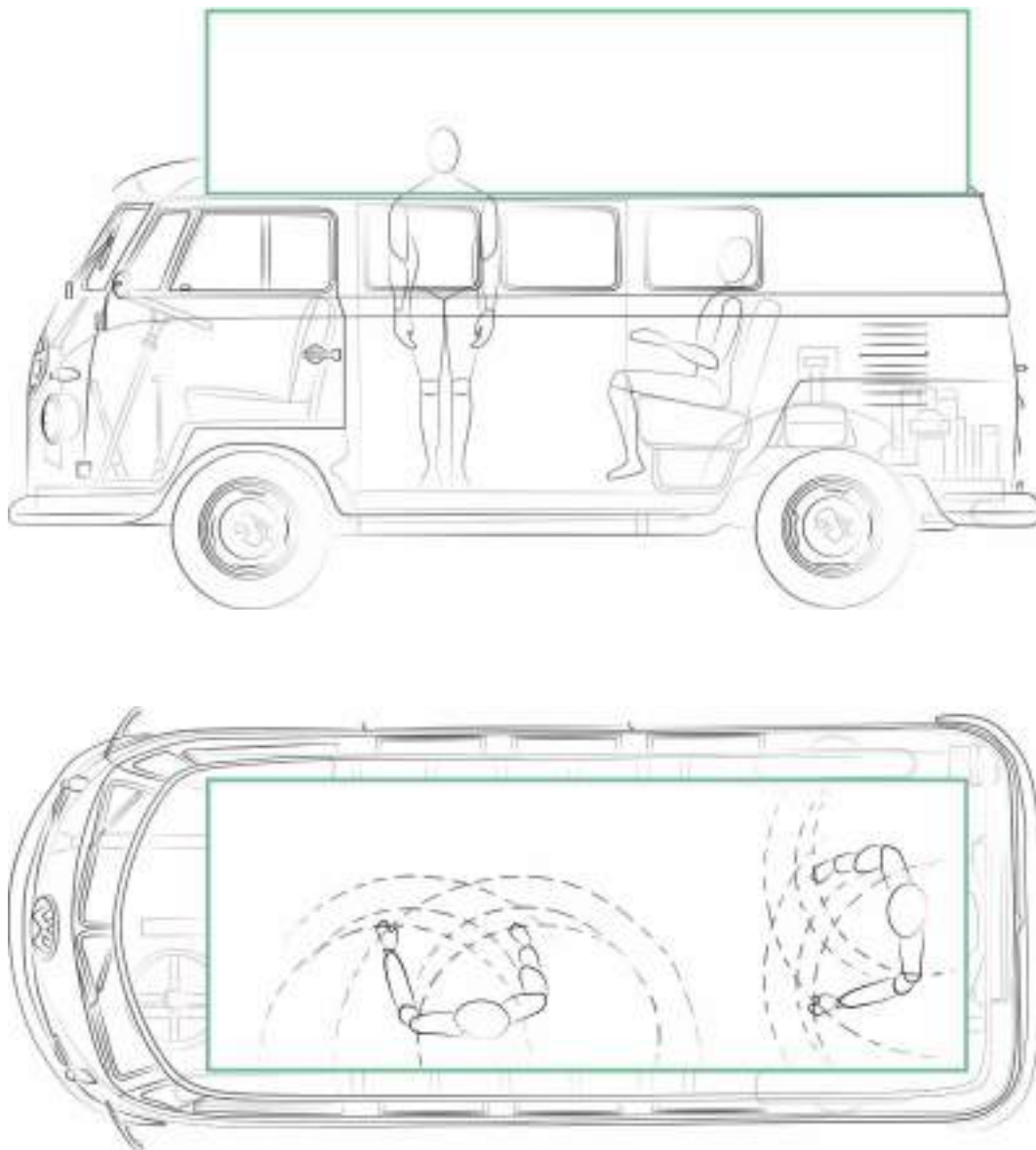


Figura 42. Habitabilidad.

Como principal ventaja del diseño, encontramos los paneles rígidos que constituyen los laterales y el panel delantero y trasero, los cuales funcionan como aislante hacia el exterior, ayudando a mantener la temperatura interior del vehículo. A diferencia de otros productos que se limitan a cubrir este espacio con una lona, la utilización de estos paneles genera que el diseño sea mucho más pesado en su conjunto, por lo que utilizamos un sistema eléctrico en vez de manual para su puesta en marcha. Se ha escogido el actuador lineal eléctrico como sistema de elevación de ROOF UP por su comodidad de uso: simplemente presionando un botón colocado en el salpicadero del propio vehículo, el techo ascenderá o descenderá suavemente, sin causar movimientos bruscos.

Se logra alcanzar un diseño lo más compacto posible en las medidas determinadas inicialmente: 3024x1084x300mm, cuando el mecanismo se encuentra cerrado, consiguiendo aumentar la altura exterior del vehículo un metro aproximadamente cuando este se despliega.

Además, todo esto se ha logrado sin descuidar el aspecto estético. Es elegante y de aspecto práctico, y se adecua perfectamente a la estética del vehículo. Está pensado para poder ser adaptado a distintos vehículos vivienda, por ello, el acabado en gel coat permite dar al mecanismo distintas tonalidades de acabado según la estética del vehículo empleado. El uso de materiales de bajas densidades hace que el mecanismo sea relativamente ligero y fácil de ser instalando, no reduciendo drásticamente la aerodinámica del vehículo (Figura 43).



Figura 43. Diseño compacto.

















## 8.3 Descripción pormenorizada de los elementos

Es interesante conocer que todo diseño estará formado por diversos elementos que gracias a su interacción consiguen ofrecer al público lo deseado. En este caso, se pretende conseguir un aumento del espacio interior del vehículo vivienda elevando paralelamente el techo a la superficie superior del vehículo base.

Se ha llevado a cabo una clasificación de los elementos nombrados anteriormente (sistema de elevación, marco de refuerzo, paneles rígidos y carcasa) en componentes eléctricos y mecánicos. En este apartado pasamos a detallar cada conjunto de elementos por separado, tanto elementos de diseño propio como aquellos comerciales. Todas las especificaciones geométricas técnicas de los elementos propios se detallarán posteriormente en el apartado *Planos*, y en el *Anexo I* pueden consultarse las especificaciones del fabricante de cada uno de los elementos comerciales.

Se ha considerado oportuno clasificarlos en componentes eléctricos, donde se incluye el actuador lineal, principal responsable de la generación del movimiento, y en componentes mecánicos, que conforman los sistemas mecánicos gracias a los cuales se consiguen los movimientos necesarios y la regulación de los mismos, además de todas las piezas que conforman el dispositivo. Los componentes eléctricos hacen referencia al sistema de elevación. Este diseño cuenta con una parte eléctrica generadora de energía necesaria para que el mecanismo funcione.

### 8.3.1 Sistema de elevación

Este apartado está enfocado a la clasificación de los componentes del sistema de elevación en componentes eléctricos y mecánicos, para posteriormente pasar a una explicación detallada de cada uno.

Inicialmente se propuso el conjunto de un motorreductor para alcanzar el movimiento y velocidades deseados. Al emplear este sistema es necesario transformar el movimiento rotario que proporciona el motor en movimiento lineal, lo que encarece el presupuesto, además de la complejidad del sistema.

Finalmente se optó por la opción de emplear actuadores lineales eléctricos, pues traen consigo una serie de beneficios entre los cuales destacan:

- Compactos.
- Económicos.
- Lubricados de por vida.
- Resistentes a la corrosión.
- Gran fiabilidad de funcionamiento.

Tanto los cálculos realizados del motorreductor como del actuador lineal necesarios para la correcta elección de los mismos se encuentran en el apartado *Cálculos*. En este apartado también se encuentran los cálculos realizados para conocer la longitud de la pletina, así como de la canaleta.

Los componentes eléctricos están formados por el actuador lineal eléctrico CAHB-21 y el actuador lineal eléctrico CALA 36A. Por otra parte, los componentes mecánicos están constituidos únicamente por el juego de pletinas (Figura 44).

Cabe destacar que todos los elementos que constituyen este conjunto se encuentran comercializados.

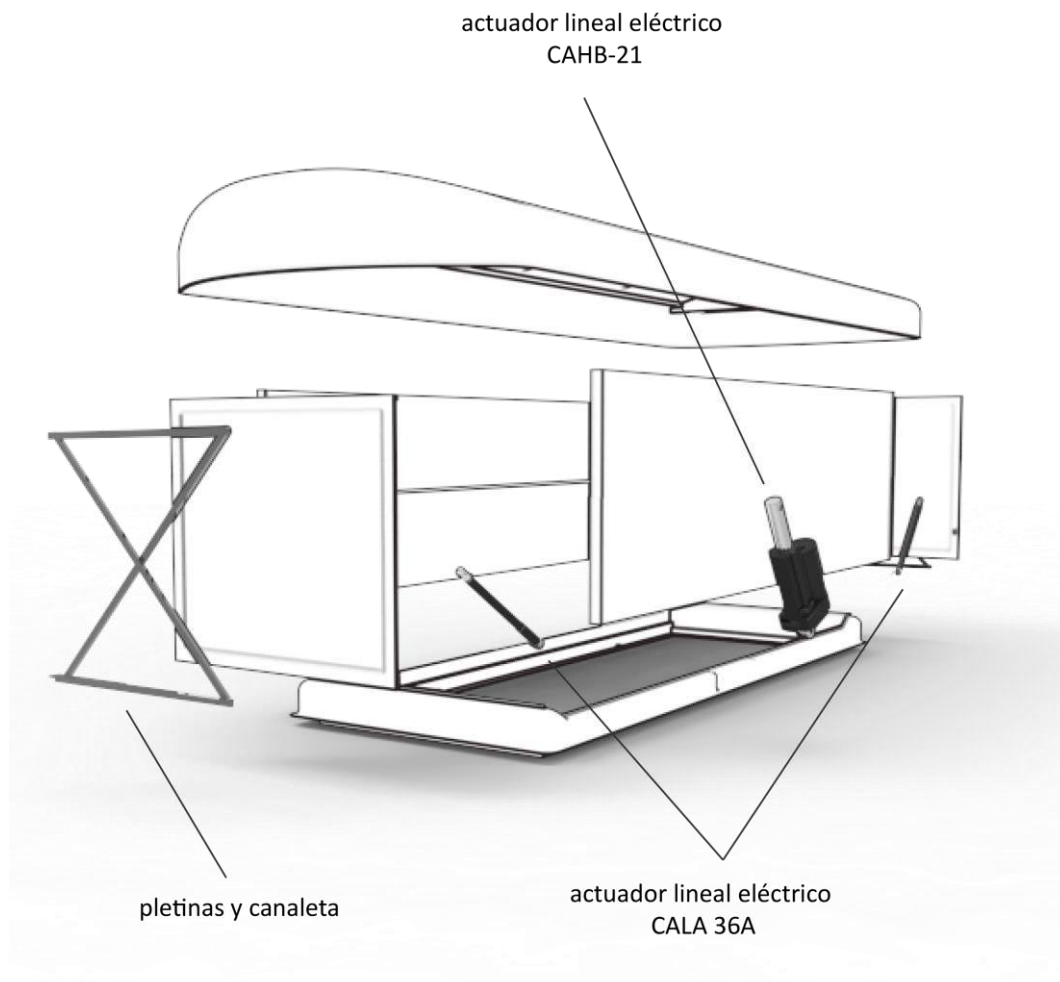


Figura 44. Sistema de elevación.

## ACTUADOR LINEAL ELÉCTRICO CAHB-21

Para levantar la carcasa y junto con ella los paneles laterales, en base a los cálculos realizados, se ha elegido un actuador lineal eléctrico que cumple con las características descritas, con la ventaja de que se trata de un diseño muy compacto. Se ha elegido un actuador eléctrico Serie CAHB-21 de SKF (Figura 45).



Figura 45. Actuador lineal: CAHB-21.

CAHB-21 ofrece los siguientes beneficios:

- El tubo de prolongación es de acero inoxidable.
- La protección del tubo es de acero.
- Alta resistencia a la corrosión.
- Certificado (CE: EN 55011).

Datos técnicos de CAHB-21:

- Voltaje: 12 V DC A.
- Carga Push (empujar): hasta 2.500N.
- Carga Pull (tirar): hasta 2.500N.
- Velocidad (carga total): hasta 27mm/s.
- Carrera: de 102 a 610 mm.
- Tipo de protección: IP 66<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> El código IP está compuesto por dos niveles básicos de protección. El primer dígito indica el nivel de protección del elemento frente al acceso de componentes peligrosos y la entrada de sólidos extraños. Este nivel va de 0 a 6, asegurando de esta forma el nivel 6 la máxima estanqueidad contra el polvo; una protección completa contra el contacto. El segundo dígito indica el nivel de protección contra la entrada de líquidos. Este nivel va de 0 a 8, asegurando el nivel 6 la protección frente a chorros de agua potentes provenientes desde cualquier dirección.

## ACTUADOR LINEAL ELÉCTRICO CALA 36A

Se ha decidido emplear un actuador lineal eléctrico que cumpla con los requisitos plateados en lugar de un amortiguador de gas. En base a los cálculos realizados, se ha elegido un actuador lineal eléctrico que cumple con las características descritas. Se ha elegido un actuador eléctrico CALA 36A de SKF (Figura 46).



Figura 46. Actuador lineal: CALA 36A.

CALA 36A ofrece los siguientes beneficios:

- Compacto.
- Lubricado de por vida.
- Resistente a la corrosión.
- Alta fiabilidad de funcionamiento.
- Permite seleccionar distintos cabezales.

Datos técnicos de CALA 36A:

- Carga de empuje: 600 N.
- Velocidad (carga completa): 600 N.
- Carrera: de 50 a 200 mm.
- Voltaje: 12/24 V DC.
- Temperatura de funcionamiento: de 0 a 50° C.
- Tipo de protección: IP44<sup>14</sup>.

En este caso, al encontrarse el actuador en el interior del vehículo, el nivel de protección requerido es menor.

---

<sup>14</sup> El código IP está compuesto por dos niveles básicos de protección. Referido al primer dígito, el nivel 4 impide la entrada de partículas de un tamaño >1 mm. El segundo dígito, en este caso nivel 4, asegura la protección frente a salpicaduras de agua provenientes de cualquier dirección.

## PLETINAS Y CANALETA

Para guiar y estabilizar el movimiento de la carcasa impulsada por el actuador CAHB-21, se emplean dos conjuntos de pletinas de aluminio galvanizado<sup>15</sup> colocadas en cruz, uno situado en la parte delantera y otro en la trasera del mecanismo (Figura 47). La forma de las pletinas está constituido por un perfil rectangular sólido extruido aproximadamente un metro, de dimensiones necesarias para el diseño 15x3x1080mm, por lo que la pletina comercial adquirida en base al catálogo tendrá unas dimensiones de 15x3x2500mm, de la cual se obtendrá un conjunto de pletinas de las dimensiones requeridas (Figura 48).

Estas pletinas se encuentran fijadas en su parte inferior al marco de refuerzo por medio de un perfil de aluminio en L de ángulos desiguales. Por su parte superior se encuentran fijadas a la carcasa mediante el mismo sistema. Las dimensiones tomadas para este perfil serán de 25x15x1,5mm (Figura 49).

Para el correcto movimiento de las pletinas cuando el mecanismo se acciona, se emplea una canaleta, sobre la que deslizará un extremo de la pletina para conseguir lo deseado. La forma de la canaleta está constituida por un perfil en U extruido aproximadamente 300mm (Figura 50). Todos estos perfiles se encuentran normalizados.



Figura 47. Conjunto.



Figura 48. Pletinas.



Figura 49. Perfil en L.



Figura 50. Canaleta.

---

<sup>15</sup> El galvanizado es un proceso electroquímico por el cual se puede cubrir un metal con otro, con el fin de proteger la superficie del metal sobre el cual se realiza el proceso.

### 8.3.2 Marco de refuerzo

La clasificación de los componentes del conjunto *Marco de Refuerzo* se basa únicamente en componentes mecánicos, entre los cuales se encuentra el marco de refuerzo propiamente dicho y un perfil de estanqueidad (Figura 51).

El perfil de estanqueidad se trata de un elemento comercializado, mientras que el marco de refuerzo es diseñado para el mecanismo propuesto en este proyecto.



Figura 51. Conjunto Marco de Refuerzo.

### MARCO DE REFUERZO

En este apartado se explica la base que se utilizará como soporte de todos los demás elementos que conforman el diseño del mecanismo. Gracias al marco de refuerzo, el dispositivo se podrá adaptar fácilmente a los diferentes vehículos vivienda, además de aportar la rigidez necesaria que se le ha restado a la estructura al realizar el agujero sobre la chapa del vehículo.



Consiste en un diseño sencillo y simple, con suficiente robustez debido al material empleado (fibra de vidrio reforzada con una estructura interna de acero microaleado y acabado en gel coat) que asegura su fiabilidad en resistencia y variabilidad de espesores con objetivo de ahorrar el máximo material (Figura 52).

Con unas dimensiones totales de 3224x1284x190 mm (medidas ligeramente mayores al agujero creado sobre la chapa, pues necesitamos cierto espacio donde situar los remaches), ha sido necesario realizar este diseño en base a productos ya ofertados en el mercado, pues no deja de ser un elemento base para la instalación de cualquier techo elevable. Respecto a estos, como modificación principal se le ha dotado de mayor robustez, pues debe soportar mayores esfuerzos debido a los paneles rígidos y el sistema eléctrico. El marco de refuerzo necesita tener unas dimensiones que permita montar todo el mecanismo sobre él, ser estable una vez montado y soportar el mecanismo tanto en uso como en parada. Debemos tener en cuenta que cuando el mecanismo se encuentre recogido, el marco debe proteger a los paneles laterales, esto implica que debe tener una altura mínima que debe ser por lo menos el grosor de tres paneles, más la correspondiente holgura entre herrajes. Por tanto, el marco de refuerzo tiene una medida apta para admitir los elementos que en él van montados y que no sobre ni falte espacio en relación al resto de componentes que conforman el mecanismo.

La superficie del marco de refuerzo que queda hacia el interior del vehículo se encuentra tapizada para conseguir un ambiente más acogedor, siguiendo la estética del vehículo.



Figura 52. Variedad de acabados.

## PERFIL DE ESTANQUEIDAD 807

Para impedir las filtraciones de agua y humedad al interior del habitáculo, así como para evitar corrientes de aire, es necesario conseguir un mecanismo que sea estanco, es decir, conseguir un cierre hermético. Para ello se realizarán juntas de estanqueidad para carrocerías en todos los componentes móviles y zonas críticas. Este apartado es de vital importancia, pues es el que realmente condiciona el interior del habitáculo para su habitabilidad.



La estanqueidad del marco de refuerzo con los paneles se consigue gracias al empleo de un perfil especial de sellado auto adhesivo fabricado en caucho EPDM. Este tipo de perfil se emplea especialmente en aberturas del techo para conseguir la estanqueidad en la instalación de los techos elevables. Se ha elegido el burlete con referencia del catálogo ELYPLAST EMA-807 (Figura 52). Este perfil se adquiere directamente del proveedor con la forma deseada, por lo que el usuario no tiene que estar realizando las juntas en los vértices, facilitando así el proceso de montaje, aunque encareciendo ligeramente el presupuesto.

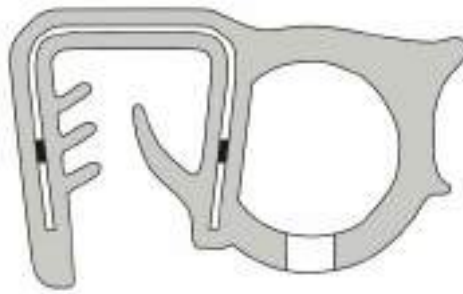


Figura 52. Perfil EMA-806.

### 8.3.3 Paneles rígidos

La clasificación de los componentes del conjunto *Paneles Rígidos* se basa únicamente en componentes mecánicos, los cuales se aprecian en la “Figura 53”.

La ventana abatible, junto con las bisagras en piano, el perfil en L de dimensiones 30x20x2 y la junta de estanqueidad son elementos comercializados. Por otra parte, el conjunto de paneles rígidos formado por los paneles laterales y los paneles delantero y trasero constituyen elementos diseñados específicamente para este proyecto.

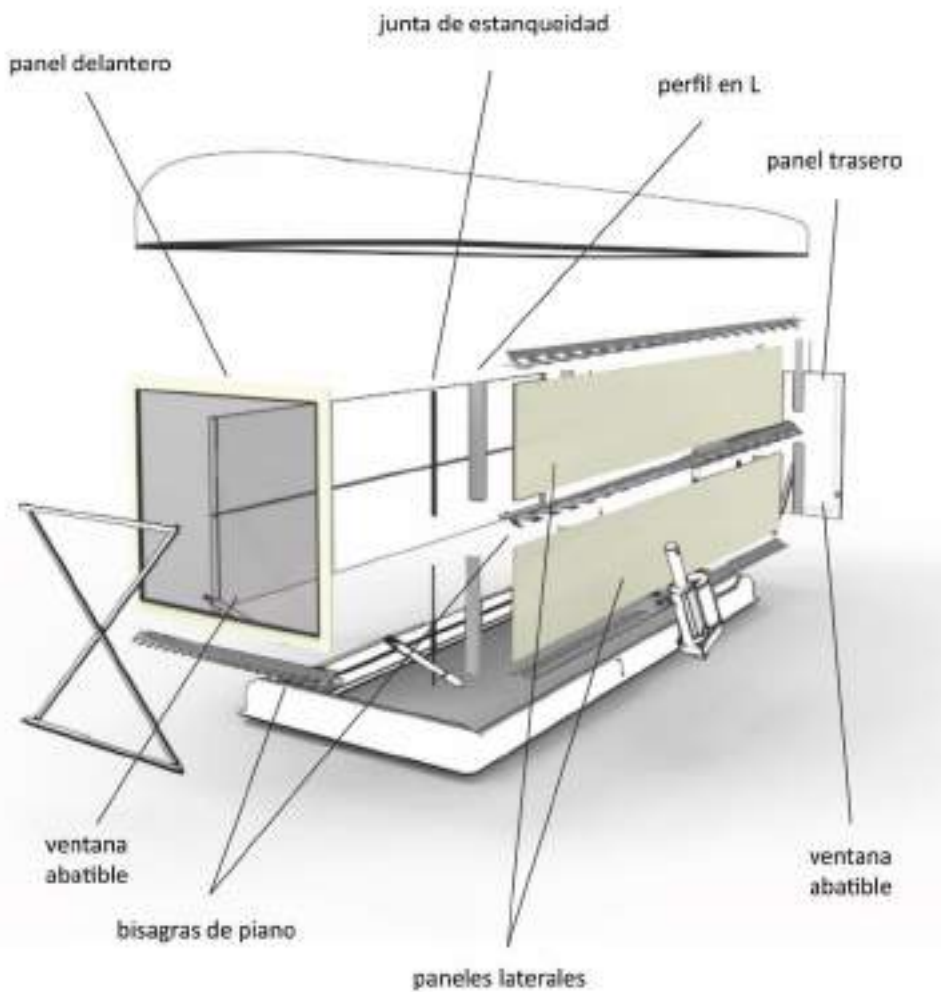


Figura 53. Conjunto Paneles Rígidos.

## PANELES LATERALES

Constituyen el grueso de este conjunto. Cada lateral está constituido por el conjunto de dos paneles, uno colocado sobre el otro, articulados por una bisagra en piano. Este conjunto de paneles también se encuentra articulado tanto en su zona inferior como superior por bisagras en piano. Estas bisagras están colocadas estratégicamente para recoger los paneles en dos niveles hacia el interior del habitáculo, quedando protegidos por el marco de refuerzo, cuando el mecanismo se encuentra cerrado. La terminación de estos paneles se produce en dos perfiles en L de aluminio de 30x20x2mm, cuya función principal es el correcto cerramiento del conjunto.

## PANEL DELANTERO Y TRASERO

Con unas medidas totales de 1010x930x15mm, estos paneles se fabrican con una cavidad en su zona central de dimensiones 902x599mm, donde posteriormente se colocará una ventana abatible en su zona superior.

Se mueven articulados por una bisagra de piano en su parte inferior unida al marco de refuerzo gracias a dos actuadores lineales CALA 36A, cada uno de ellos situado en un extremo, que ejercerán la fuerza de empuje necesaria para mantener los paneles en su posición vertical. Para lograr el cerramiento de estos paneles junto con el resto del mecanismo, al abatirse, encontrarán topes tanto en sus laterales como en la zona superior. En los laterales encontrarán el límite de movimiento con unos perfiles en L situados sobre los paneles laterales. En la zona superior éste se marca por un saliente proveniente de la carcasa. Ambos límites de los que aquí se habla se explicarán líneas más abajo.

## VENTANA ABATIBLE

Para airear el interior del habitáculo y evitar que se condense el ambiente, se instalará una ventana abatible típicamente utilizada en carrozados y para el equipamiento de furgonetas. Son sencillas de instalar, pues llevan un marco y se acoplan muy bien al hueco previamente practicado.

En base al catálogo seleccionado, y teniendo en cuenta las medidas de los paneles delantero y trasero, se ha seleccionado una ventana abatible de dimensiones 958x631mm, con el fin de alcanzar la mayor superficie y conseguir así un habitáculo perfectamente iluminado.

Abatir esta ventana no supone ningún problema, pues queda suficientemente espacio entre esta y las pletinas. La parte superior abatida queda protegida por la zona saliente de la carcasa, la cual funciona como visera, por lo que no hay riesgo de filtración en caso de lluvia perpendicular o ligeramente oblicua.

## BISAGRAS DE PIANO

Para la articulación de los paneles, y así conseguir el movimiento deseado, se emplean bisagras de piano.

Se van a emplear bisagras de acero inoxidable para articular las uniones entre los distintos elementos que conforman el diseño. Las bisagras a emplear se encuentran comercializadas y ofrecen una apertura a 90° y 180°.

## PERFIL EN L 30X20X2

Colocados en los extremos de los paneles laterales, ejercen una función principal de cerramiento del conjunto. Siguiendo el mismo catálogo de los perfiles en L normalizados empleado para las pletinas, se ha seleccionado uno de dimensiones 30x20x2 mm, también de lados desiguales y fabricado en aluminio. Estos perfiles tienen las dimensiones justas para no producir colisión con el marco de refuerzo cuando el mecanismo se encuentra cerrado.

## JUNTA DE ESTANQUEIDAD 818

La estanqueidad de los laterales se consigue gracias al empleo de un perfil especial de sellado auto adhesivo fabricado en caucho EPDM. Estos perfiles van colocados en la terminación del perfil en L 30x20x2 mencionado anteriormente. Se ha elegido el burlete con referencia del catálogo EMA-818 (Figura 54). Este perfil posee un alcance de sujeción lo suficientemente amplio para asegurar una junta hermética en las esquinas de los laterales cuando el mecanismo se encuentra en uso.

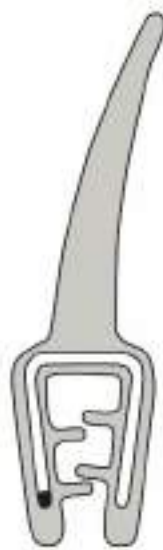


Figura 54. Perfil EMA-818.

### 8.3.4 Carcasa

La clasificación de los componentes del conjunto *Carcasa* se basa únicamente en componentes mecánicos, los cuales se aprecian en la “Figura 55”.

La clasificación en cuanto a elementos comercializados o diseñados se realiza de la siguiente forma: la junta de estanqueidad, al igual que las mencionadas anteriormente, se trata de un elemento comercializado, sin embargo, la carcasa es un elemento diseñado específicamente para la realización de este proyecto.

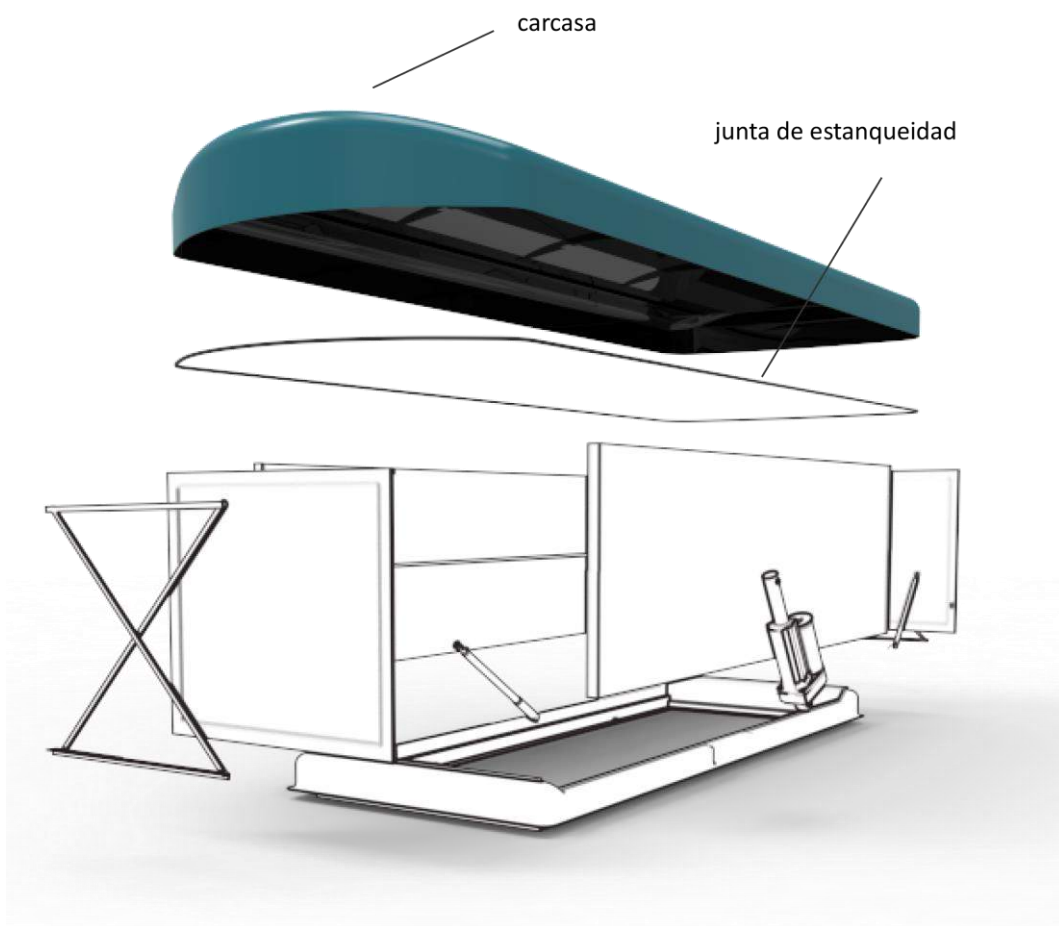


Figura 55. Conjunto Carcasa.

## CARCASA

Fabricada en fibra de vidrio con un refuerzo interior de aluminio y acabado en gel coat, es la parte del mecanismo que condiciona la aerodinámica del vehículo (Figura 56). Tiene unas dimensiones en planta mayores a las del resto del diseño. La geometría del perfil inferior debe coincidir a la exactitud con la geometría del techo del vehículo base, respetando siempre el vierteaguas. La curvatura superior de la superficie impide el almacenamiento de agua de lluvia sobre esta (superficie diseñada para canalizar el flujo de agua), aunque se debe tener en cuenta esta geometría para que no imposibilite la instalación de una placa solar o de cualquier otro sistema en unas líneas futuras, por ello la cubierta es plana, sin presencia de nervios externos.

Un su zona interior posee un marco rectangular de fibra de vidrio integrado. Este tiene dos funciones: por una parte, será en los laterales de mayor longitud donde se produzca la unión con la bisagra en piano de los paneles rígidos laterales. Por otra, las aristas opuestas sirven como tope al movimiento de los paneles tanto delantero como trasero, asegurando de esta forma el correcto cerramiento del mecanismo. La superficie de la carcasa situada hacia el interior del vehículo, está tapizada para dar un ambiente más agradable y acogedor, siguiendo con la estética del vehículo.



Figura 56. Variedad de acabados.

## JUNTA DE ESTANQUEIDAD 819

La estanqueidad del mecanismo cuando este se encuentra cerrado se produce gracias al burlete colocado a lo largo de todo el perímetro inferior de la carcasa. Se trata de un perfil autoadhesivo fabricado en caucho. Obtenido del mismo catálogo que las juntas de estanqueidad mencionadas anteriormente, se ha elegido el burlete de referencia EMA-819 (Figura 57).

Al igual que el perfil EMA-806, este se obtendrá directamente del proveedor con la forma deseada.



Figura 57. Perfil EMA-819

### 8.3.5 Elementos de fijación

En este apartado se detallan los elementos de fijación que se utilizan para ajustar de manera segura todos los componentes que conforman el diseño en conjunto. Se explican los distintos elementos empleados, así como la justificación de su colocación, en función del orden de montaje de los distintos componentes mecánicos que conforman el diseño (Figura 58). Se emplean anclajes estandarizados que permiten aportar soluciones a los diversos encuentros que se producen entre las distintas estructuras. Destacar que todos estos elementos se encuentran comercializados según la norma UNE EN ISO, por lo que los huecos que se originen en las piezas deberán cumplir también con estas medidas. Las especificaciones técnicas de estos elementos se pueden ver en el *Anexo I*.

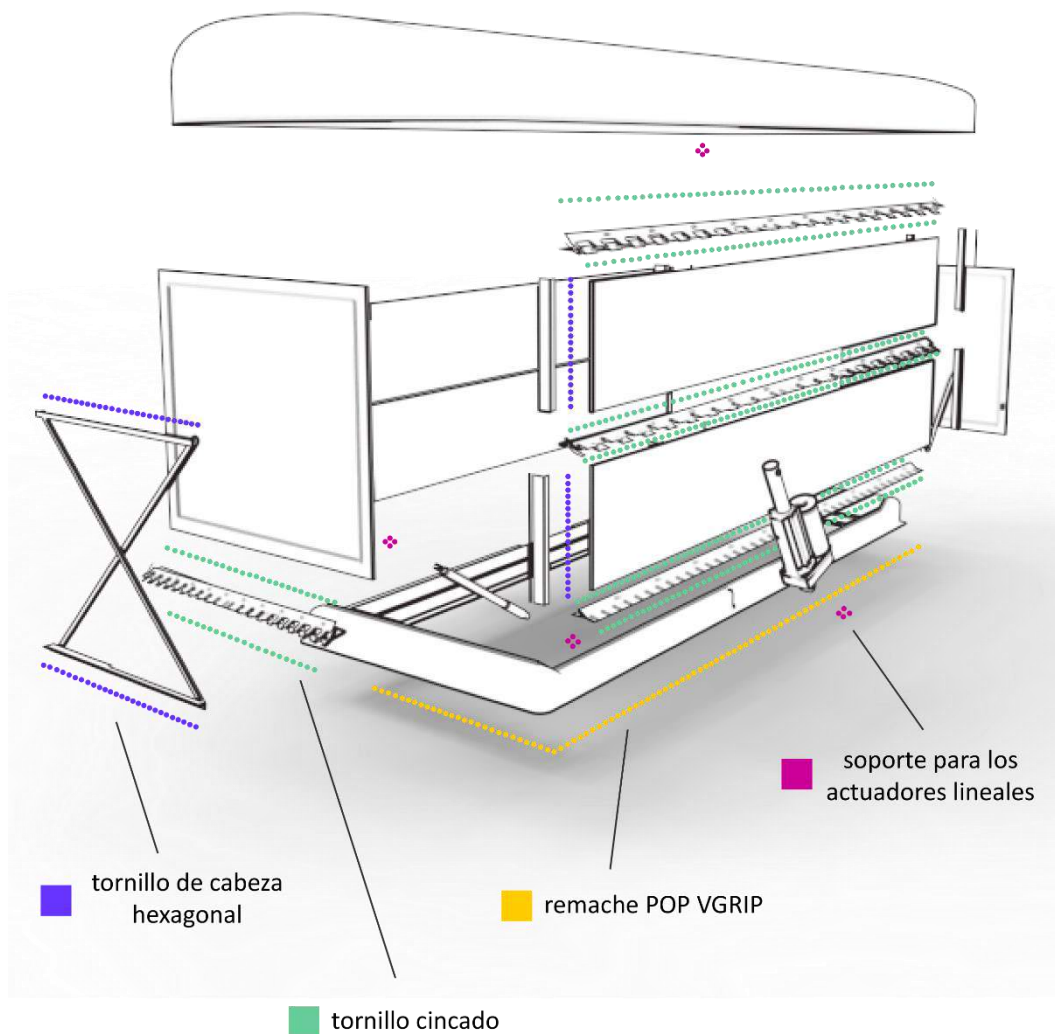


Figura 58. Elementos de fijación (el nº de puntos no hace referencia al nº de elementos empleados)

## REMACHES POP VGRIP

En este proyecto se utiliza un único tipo de remache<sup>16</sup>, el remache POP VGrip, remache fabricado en acero muy utilizado en la industria del automóvil y el cual se encarga de la unión entre el marco de refuerzo y la carrocería del vehículo. Consta de una pieza alargada denominada vástago y el cuerpo del remache. Se trata de una unión fija, que nos permite unir firmemente dos elementos (Figura 59). Estos remaches se emplean con las medidas correspondientes según la norma UNE EN ISO 15977:2003, por lo que los huecos que se realicen en las piezas deberán cumplir también con esta normativa. Tal como indica su

<sup>16</sup> Un remache es un sistema de fijación que consta de una punta o varilla de metal con una espiga cilíndrica y una cabeza, y cuya función principal es mantener dos piezas unidas, asegurando su estabilidad y buen montaje.



nomenclatura, tiene aproximadamente 9mm de diámetro 16,5mm de largo. En total, en todo el perímetro del marco de refuerzo, se colocarán 70 remaches.



Figura 59. Remache POP VGrip.

Este tipo de remache cubre un amplio rango de espesores a remachar, así como una imagen estética. Junto con sus extraordinarias características de apriete, su amplio bulbo posterior y muchas otras funciones, garantiza una fijación de primera categoría.

Las ventajas principales de los remaches POP VGrip son:

- Amplio rango de espesores.
- Excelentes características de apriete.
- Amplio bulbo de apriete posterior para una mayor resistencia a la extracción.
- Superior retención del vástago en el cuerpo del remache tras la colocación.
- Unión sin efecto sonajero.
- El vástago ranurado aumenta la vida de la herramienta.

## TORNILLOS DE CABEZA HEXAGONAL

Para el anclaje de los distintos perfiles en L al mecanismo se emplean tornillos de cabeza hexagonal M6x30 según la norma UNE EN ISO 4014:2011, que corresponde a “Tornillos de cabeza hexagonal. Productos de clase A y B”. Elemento fabricado en acero inoxidable (Figura 66). Para la realización del proyecto, se emplean 40 tornillos de cabeza hexagonal.



Figura 60. Tornillo de cabeza hexagonal.

## TORNILLOS CINCADOS

Para la unión de las bisagras, se emplean tornillos cincados<sup>17</sup>, especialmente diseñados para bisagras y herrajes. Estos elementos se emplean con las medidas correspondientes según la norma DIN 7982, por lo que los huecos que se realicen en las piezas deberán cumplir también con esta normativa. Tal como indica su nomenclatura, tiene aproximadamente 6,5mm de diámetro 16mm de largo (Figura 61). En total se colocarán 80 tornillos cincados para la sujeción de las bisagras. Para realizar esta unión correctamente necesitaremos de tirafondos, los cuales se colocarán en una cosida cada 120 mm.



Figura 61. Tornillo DIN7982.

Las ventajas principales de estos tornillos son:

- Alcanzan una mayor penetración.
- Revestimiento anti-fricción.

## SOPORTE PARA LOS ACTUADORES LINEALES

Los actuadores lineales no van directamente anclados al elemento sobre el que actúan, pues necesitan de unos componentes que les proporcionen soporte mecánico. Fabricados en acero galvanizado, están equipados con una clavija y cierre de seguridad para asegurar el soporte del actuador (Figura 62). Para cada actuador lineal se requieren dos soportes, siendo necesarios en total para el diseño la adquisición de doce soportes.

Las dimensiones de estos soportes variarán en función de su empleo para el actuador lineal CAHB-21 o para el actuador CALA 36A. En el *Anexo I* se puede ver la descripción de esta geometría de forma generalizada.

---

<sup>17</sup> La técnica del cincado consiste en el recubrimiento de una pieza de metal con un baño de zinc para protegerla de la oxidación y de la corrosión, mejorando además su aspecto visual.



Figura 62. Soporte para actuadores lineales.

El conjunto de todos estos componentes y su interacción dan como resultado final un diseño compacto de acabado elegante y práctico, el cual se adapta perfectamente a la estética del vehículo (Figura 63).



Figura 63. Diseño final.



## 8.4 Logotipo e imagen de marca

La imagen de marca de un producto o empresa debe representar los valores y principios sobre los que se fundamenta. En este caso, el producto pretende transmitir principalmente la especialización, el usuario debe sentirse atraído por el producto.

En este caso, la imagen de marca consta principalmente en el isotipo, entendido como la parte icónica formada por la imagen y carente de texto en su mayoría, este gran grafismo podría considerarse como imagen representativa del producto.

Una parte importante de la marca es el nombre, por ello se valoraron varias posibilidades; se buscaba una palabra breve, sonora, que puede hacer referencia a términos técnicos pero sin ser demasiado explícito. Por ello, la decisión fue otorgarle un nombre breve compuesto por dos palabras que hicieran referencia a la elevación: ROOF UP. Estas dos palabras pretenden hacer énfasis en lo que comentábamos, la especialización del producto, orientado únicamente al sector de los techos elevables.

El logotipo del producto (Figura 64) pretende ser coherente con la estética de este y transmitir sus características principales. Por ello, se busca algo elegante y sencillo, basado en colores oscuros por su sobriedad. Para evitar una imagen de marca completamente monocromática se decidió incorporar una foto con la tonalidad de colores citada anteriormente (Figura 65).

Los trazos que forman la palabra “ROOF UP” pretenden mantener la rigidez de la imagen (el mecanismo está constituido únicamente por paneles rígidos), sin abandonar ese concepto de elegancia. En este caso se ha utilizado una tipografía serie, sencilla y legible, la *Brandon Text* (Figura 66). Rodeando estas palabras, se encuentra un rectángulo que representa la forma general del mecanismo.

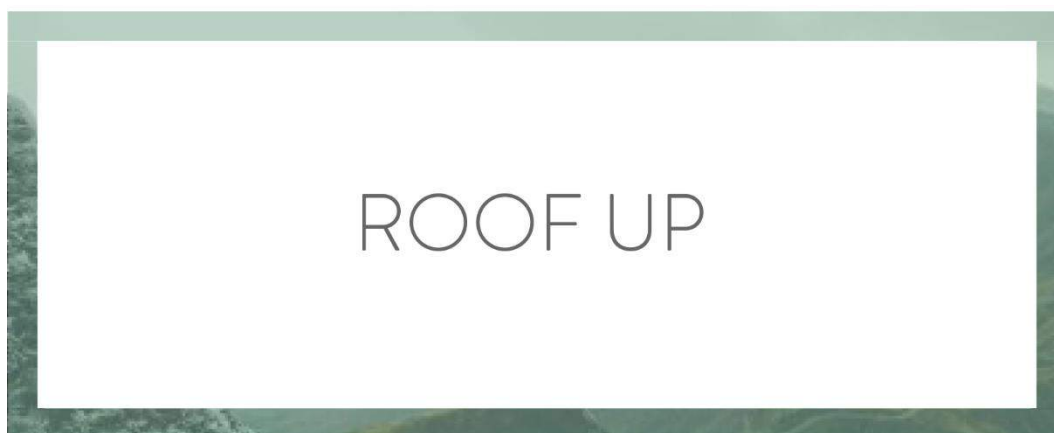


Figura 64. Logotipo.



R: 102  
G: 102  
B: 102

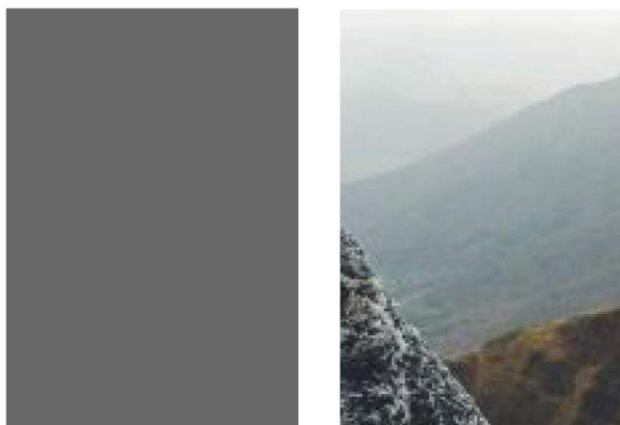


Figura 65. Color e imagen empleados.

AaBbCcDdEeFfGgHhIiJj  
KkLlMmNnOoPpQqRrSs  
TtUuVvWwXxYyZz

Figura 66. Tipografía.





---

## MATERIALES

Uno de los objetivos que se pretende conseguir es diseñar un mecanismo de fácil montaje y desmontaje, independientemente del vehículo vivienda al que se quiera adaptar. Por ello, el peso y la resistencia que ofrece es determinante a la hora de elegir los materiales; sin olvidarnos, por supuesto, de la relación del diseño con el medio ambiente, términos que se engloban dentro del concepto de Ecodiseño. Por ello, se lleva a cabo una minuciosa búsqueda de materiales aptos para los componentes del diseño, y que puedan desempeñar eficazmente las funciones para los que se utilizan, respetando siempre los ideales del Ecodiseño. Estos ideales no son otros que mantener un desarrollo sostenible<sup>18</sup>.

No se puede olvidar la importancia que tiene el uso de un material u otro en referencia al atractivo visual del diseño. Se pretende crear armonía en el conjunto que se diseña teniendo en cuenta las infinitas posibilidades que existen hoy en día sobre acabados superficiales, y las cuales pueden favorecer el uso de mayor diversidad de materiales para conseguir un gran resultado.

Por tanto, en este apartado se lleva a cabo la explicación sobre los materiales empleados para la fabricación de algunas piezas que componen el diseño del mecanismo y para comentar también los materiales de otras piezas convencionales que forman parte del diseño en la misma medida.

### 9.1 Introducción

Para comenzar, se realiza una división, reflejada ya en líneas anteriores, entre elementos que serán necesarios fabricar y elementos que se obtendrán del mercado directamente. Incluso, cabe decir, que algunos elementos de los que aquí se diseña se pueden obtener

---

<sup>18</sup> Un desarrollo sostenible consiste en optimizar el material en la producción, evitar el vertido de desechos tóxicos a la atmósfera, hacer uso de materiales reciclables y/o reciclados que contribuyan al bienestar del medio ambiente, entre otros factores de igual nivel.

de igual forma o similares en el mercado, haciendo referencia en cada uno si así lo fuera. En la siguiente división se incluyen los materiales que pertenecen a cada elemento a modo de esquema pudiendo consultar la información referente a cada material en el *Anexo II*. En este Anexo solamente se encuentra información sobre aquellos materiales seleccionados para la fabricación de los productos diseñados específicamente para este proyecto.

Cabe mencionar que la elección de los materiales no es determinante a la hora de fabricar el mecanismo, siendo aptos otros materiales no especificados a continuación que cumplan con las especificaciones establecidas.

## ELEMENTOS A FABRICAR SEGÚN PLANOS TÉCNICOS

Se trata de elementos que son necesarios que se fabriquen bajo los datos técnicos especificados en cada plano en concreto.

- Marco de refuerzo: estructura de acero microaleado reforzada con fibra de vidrio y acabado exterior de gel coat.
- Paneles laterales: chapas de aluminio junto con espuma de poliuretano y acabado exterior lacado.
- Panel delantero y trasero: chapas de aluminio junto con espuma de poliuretano y acabado exterior lacado.
- Carcasa: refuerzo interior de aluminio recubierto con fibra de vidrio y acabado de gel coat.

## ELEMENTOS CONVENCIONALES

Son aquellos elementos que se encuentran o se pueden encontrar semejantes en el mercado a los planteados en el presente proyecto.

- Pletinas y canaleta: aluminio.
- Perfil de estanqueidad: caucho.
- Ventana abatible: vidrio templado y cristalizado.
- Bisagra de piano: acero.
- Perfil en L 20x15x1,5: aluminio
- Remaches POP Vgrip: acero.
- Tornillos de cabeza hexagonal: aluminio.
- Tornillos cincados: aluminio.
- Soporte para los actuadores lineales: acero.

## 9.1.1 Acero

Empleado para el refuerzo interior del marco de refuerzo y herrajes, el acero es un material muy utilizado en toda la industria y apto para numerosos usos dentro de la construcción de maquinaria, para la fabricación de herramientas y para la construcción de edificios y obras públicas, así como en la fabricación de carrocerías debido a sus buenas propiedades mecánicas (resistencia y ductilidad) y su bajo coste. Su componente principal es el hierro, aunque también está constituido por carbono y otras aleaciones. Sus propiedades físicas y mecánicas varían en función de la composición y de los tratamientos térmicos, químicos o mecánicos a los que es sometido.

Hay muchos tipos de acero que se pueden emplear en función de sus características, pero para este proyecto hemos elegido los aceros microaleados o aceros ALE (Tabla 2).

PROPIEDADES DEL ACERO	PROPIEDADES DEL ACERO MICROALEADO
Densidad: 7850 KG/m <sup>3</sup>	Densidad: 7800 KG/m <sup>3</sup>
En función de la temperatura: se contrae, dilata o funde	En función de la temperatura: se contrae, dilata o funde
Punto de fusión: 1375 °C	Tensión de fluencia: 250-590 MPa
Punto de ebullición: 30000 °C	Diseñado para soportar grandes tensiones
Tenaz, dúctil y maleable	Tenaz, dúctil y maleable
Suelda con facilidad	Suelda con facilidad
Corrosivo	Corrosivo

Tabla 2. Propiedades del acero y del acero microaleado.

Los aceros microaleados o aceros Ale son un tipo de aleación metálica que provee mejores propiedades mecánicas o mejor resistencia a la corrosión que los aceros. Los Aceros Microaleados difieren de otros aceros en que no son fabricados para cumplir una composición química específica sino para cumplir con propiedades mecánicas específicas.

Los tipos de aceros en España están regulados según la norma UNE EN ISO 10020:2001<sup>19</sup>, editada por AENOR. Existen, además, otras normas de uso más internacional como la clasificación de AISI, ASTM, DIN o ISO 3506. Estas normas se utilizan para homogeneizar las variedades de acero existentes de cara a su producción y consumición.

<sup>19</sup> NORMA UNE ES ISO 10020, 2001: "Definición y clasificación de los tipos de acero".

El acero recibe tratamientos superficiales para evitar la oxidación y la corrosión que se origina con el paso del tiempo y gracias al alto porcentaje de hierro que lo compone. Esta oxidación se produce debido a que el acero entra en contacto con la atmósfera y en numerosas ocasiones también con el agua. Si bien es cierto, existen los tratamientos superficiales no sólo para evitar la oxidación, sino también de cara a embellecer el acero y/o decorarlo haciéndolo de esta manera más atractivo visualmente y ganando en estética.

En el caso del presente proyecto los tratamientos superficiales que se tendrán en cuenta serán los siguientes, dependiendo del elemento con el que se trabaje en cada caso:

- Pavonado: es el tratamiento superficial que reciben las piezas pequeñas, como la tornillería.

Para el marco de refuerzo, no se tendrá en cuenta ningún tratamiento superficial, pues al ser un elemento estructural que confiere resistencia a la fibra de vidrio, no se encontrará en contacto con la intemperie, por lo que no se producirá oxidación. De la misma forma, tampoco es necesario realizar ningún tratamiento superficial para embellecer el acabado del acero, reduciendo de esta forma el coste.

## RECICLADO

Las cualidades del acero le convierten en un material muy útil para multitud de productos y envases, además de ser idóneo para la práctica del reciclaje. Es un metal inalterable, que no pierde sus cualidades, como la resistencia, la dureza o la maleabilidad, y se recicla tantas veces como se desee. Sus propiedades magnéticas facilitan el proceso de recuperación, ya que se pueden utilizar electroimanes para separarlo de otros desechos y reciclarlo de forma adecuada. El reciclaje del acero tiene una enorme importancia ecológica y económica.

### 9.1.2 Aluminio reciclado

Para la construcción de los paneles, el refuerzo interior de la carcasa y herrajes se ha seleccionado el aluminio reciclado. Desde el principio se han tenido en cuenta los principios de Ecodiseño y reciclaje, llegando así a introducir en la medida de lo posible componentes reciclables. El aluminio reciclado es un material que supone un impacto en el medio ambiente considerablemente menor que el impacto producido por el aluminio primario.

El aluminio, además de ligereza aporta maquinabilidad<sup>20</sup>, soldabilidad, resistencia a la corrosión, rigidez y resistencia mecánica, entre otros factores. Por todo ello, y lo que en este apartado acontece, se ha seleccionado el aluminio reciclado como material para la fabricación de los paneles (Tabla 3).

PROPIEDADES DEL ALUMINIO	VENTAJAS DEL ALUMINIO RECIKLADO
Densidad: 2700 KG/m <sup>3</sup>	Conservación de recursos naturales
Ligereza	Reducción de la contaminación de suelos y aguas
No tóxico	Ahorro de energía
Maleabilidad	Reducción de las emisiones de CO <sub>2</sub>
Versatilidad	Eliminar residuos
Reciclabilidad	

Tabla 3. Propiedades del aluminio y del aluminio reciclado.

El aluminio empleado en alguno de los componentes del mecanismo (herrajes y refuerzo interior de la carcasa) ha de ser adecuado a sus necesidades, por lo que se ha escogido una aleación aluminio-magnesio-silicio. Entre las aplicaciones de este tipo de aleación destacan: perfiles para arquitectura, puertas, ventanas, mobiliario, estructuras, escaleras, disipadores de calor, módulos electrónicos, carcasas para motores eléctricos, remaches, elementos especiales para maquinaria, carrocerías...etc. El aluminio empleado es reconocido en España, bajo la norma UNE como "Simagaltok 60 (serie 6000, Al-Mg-Si)<sup>21</sup>.

## RECICLADO

El reciclado del aluminio es uno de los más rentables para la industria, ya que se aprovecha prácticamente la totalidad de los desechos. El aluminio se recicla de latas, cables, embalajes, muebles o perfiles de construcción, así como de todas las virutas que se producen durante la fabricación de productos de aluminio.

<sup>20</sup> La maquinabilidad es una propiedad de los materiales que permite comparar la facilidad con la que pueden ser mecanizados por arranque de viruta. La maquinabilidad también puede definirse como el mejor manejo de los materiales y la facilidad con la que pueden ser cortados con una máquina de corte.

<sup>21</sup> NORMA UNE: "Simagaltok 60, (serie 6000, Al-Mg-Si)".

## COMPARACIÓN ENTRE EL ALUMINIO Y EL ACERO CONVENCIONAL

A continuación, se exponen, a través de una tabla (Tabla 4), algunas propiedades físicas y químicas, así como una comparación del coste económico, entre el aluminio y acero genéricos. Esta comparación ha sido realizada para justificar el empleo de distintos materiales en los refuerzos internos del marco de refuerzo y de la carcasa. Ambos elementos, al estar sometidos a distintas cargas y tensiones, necesitan distintos requisitos en cuanto a material se refiere.

PROPIEDADES	ALUMINIO	ACERO
Esfuerzo (N/mm <sup>2</sup> )	250	400
Elasticidad E, Módulo de Youn (MPa)	70.000	210.000
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	2,7	7,8
Punto de fusión (°C)	660	1.500
Rango de temperatura de trabajo (°C)	-250 a 150	-50 a 500
Conductibilidad eléctrica (m/Ohm mm <sup>2</sup> )	29	7
Conductividad térmica (W/m °C)	200	76
Coefficiente de expansión lineal x 10 <sup>-6</sup> / °C	24	12
No-magnético	Sí	No
Tóxico	No	No
Resistente a la corrosión	Sí	Sí
Mecanizado	Fácil	Fácil
Maleable	Sí	Sí
Coste	Barato	Claro

Tabla 4. Tabla comparativa Aluminio-Acero.

### 9.1.3 Fibra de vidrio

Empleado como material de refuerzo para el marco de refuerzo y la carcasa, se emplea principalmente en las carrocerías automovil. Las fibras son las responsables de las buenas propiedades estructurales del material compuesto, sobretodo logran que este tenga unas elevadas propiedades específicas de rigidez y resistencia en su dirección longitudinal. A modo de guía de se ha elegido la fibra de vidrio epoxi G-11, la cual es altamente utilizado en la industria aeronáutica. Las principales propiedades de la fibra de vidrio se pueden ver en la "Tabla 5".

PROPIEDADES DE LA FIBRA DE VIDRIO
Buen aislamiento térmico
Inerte ante ácidos
Soporta altas temperaturas
Bajo precio
Densidad: 1,6 g/m <sup>3</sup>
Resistencia a la tracción: 400-500 N/mm <sup>2</sup>

Tabla 5. Propiedades de la fibra de vidrio.

### RECICLADO

La fibra de vidrio genera residuos sólidos, un material contaminante que acaba en los vertederos. Pero este es un material valioso que tiene alto potencial de reciclaje.

Actualmente se ha desarrollado un nuevo proceso en el que los residuos de la fibra de vidrio se convierten en polvo fino que funciona de forma efectiva para su uso en materiales de construcción basados en cemento Portland, tales como hormigón, mortero, terrazo, azulejo y lechada.

## 9.1.4 Espuma de poliuretano

Empleada para la fabricación de los paneles rígidos, la espuma de poliuretano es un material muy versátil que se utiliza principalmente para rellenar y sellar huecos, montar puertas y ventanas y también, como aislante térmico y acústico.

Existen espumas de poliuretano para usos genéricos y otras para trabajos concretos como rellenar juntas, sistemas de aislamiento o montar productos de distintos materiales. En este proyecto, se emplea la espuma de poliuretano como relleno y sellado entre dos chapas de aluminio que conforman los paneles, para ello hemos empleado la espuma expansiva de poliuretano.

Su formulación le da un tiempo de secado muy rápido así como gran adherencia a cualquier tipo de superficie. El acabado del producto es un excelente aislante de humedad, térmico y acústico, con la única precaución de no aplicar sobre materiales sensibles a solventes. Las principales propiedades de la espuma de poliuretano se pueden ver en la “Tabla 6”.

PROPIEDADES DE LA ESPUMA DE POLIURETANO
Densidad: 25 kg/m <sup>3</sup>
Tiempo de secado: 8-12 min
Reducción del sonido: 60 dB
Conductividad térmica (espuma curada): 0,037-0040 W/mk

Tabla 6. Propiedades de la espuma de poliuretano.

## 9.1.5 Gel coat

Empleado en el acabado final del marco de refuerzo y la carcasa, el gel coat es una resina pigmentada, modificada y no reforzada que constituye la superficie de las partes moldeadas en poliéster reforzado con fibra de vidrio. Se utiliza para proteger el laminado contra la acción de la intemperie y la humedad, proporcionar un acabado coloreado, liso y brillante a la superficie de la pieza y servir como base para la aplicación de pintura. Los gel coats más comunes están basados en resinas epóxicas o de polyester no saturadas.



El gel coat tiene múltiples aplicaciones como la náutica, en donde los yates son fabricados utilizando materiales compuestos con capa exterior de gel coat. Este material aporta características de durabilidad, resistiendo los rayos ultravioleta, la degradación y la hidrólisis (tabla 7). Algunos se utilizan para fabricar los moldes que después se utilizan para fabricar otros productos. Estos moldes requieren un alto nivel de durabilidad para sobreponerse al calor y a la presión que deberán enfrentar durante el moldeo.

El gel coat puede ser aplicado con pistola, rodillo o brocha. Para obtener mejores resultados, se recomienda la aplicación con pistola, ya que permite la laminación de capas de mayor uniformidad y espesor.

#### PROPIEDADES DEL GEL COAT

Viscosidad: 50-70 poises

Molienda: 1 IRAM

Gel timea a  $-25^{\circ}\text{C}$

Dureza: 50-55 Barcol

Absorción de agua  $< 0,2$

Poder cubritivo: satisfactorio (papel damero aplicado 0,5 mm)

Tixotropía: optima (Silice pirogenica)

Absorvedor U.V: contiene

Tabla 7. Propiedades del gel coat.

### 9.1.6 Textil

En este apartado es donde se incluye todo el tapizado interior del mecanismo, siguiendo con la estética de los vehículos; por tanto, se explicarán las características de las fibras

textiles<sup>22</sup>, pues la elección de este material no es determinante para el funcionamiento del mecanismo, desempeñando meramente una función estética y de confort (Tabla 8).

PROPIEDADES DE LAS FIBRAS TEXTILES
Alto punto de fusión
Adecuada resistencia y elasticidad
Hidrofilidad moderada, que sea confortable al contacto con la piel
Resistencia a la tracción y fatiga
Resistencia a diferentes agentes
Durabilidad al uso y mantenimiento
protección frente a agentes externos

Tabla 8. Propiedades de las fibras textiles.

### 9.1.7 Caucho EPDM

Para mejorar el aislamiento y conseguir estanqueidad, vamos a emplear burletes a lo largo de todas las holguras para evitar filtraciones de aire (tanto la entrada de aire del exterior como la pérdida de calor generado) y agua. Son una solución económica, sencilla y rápida de instalar que, además, proporciona un ahorro energético de hasta el 30% (Tabla 9).

Los burletes están fabricados en distintos materiales según las especificaciones que deban cubrir. Para este proyecto se emplearán burletes de caucho EPDM (etileno-propileno-dieno), los cuales son óptimos para huecos medianos y grandes de entre 2 y 5 mm y destacan por su buena resistencia a la abrasión y al desgaste, además de ser aislante eléctricamente.

---

<sup>22</sup> Se denomina fibra textil a los materiales compuestos de filamentos y susceptibles de ser usados para formar hilos o telas, bien sea mediante tejido o mediante otros procesos físicos o químicos.

Los burletes empleados serán de doble royo, por lo que no necesitan ningún tornillo para su instalación. Los dos royo situado a ambos lados del material ejercen de barrera ante la posible entrada de aire y humedad.

PROPIEDADES DEL CAUCHO
Resistente a la intemperie
Resistente a la acción de los rayos UV
Duración aproximada de 5 años
Contribuye a reducir el gasto energético

Tabla 9. Propiedades del caucho

### 9.1.8 Vidrio templado

Empleado en la ventana abatible, y regido bajo el Código Técnico de Edificación, el vidrio templado tiene un amplio abanico de posibilidades y está especialmente recomendado en aplicaciones con anclajes y en aquellos elementos que puedan estar sometidos a cambios bruscos de temperatura (Ej: en escaparate o ventana con sombra, la zona sombreada estará más fría, por lo que se pueden generar tensiones que originen rotura térmica).

El vidrio templado es un vidrio aproximadamente cuatro veces más resistente que el vidrio recocido y que en caso de rotura, rompe en fragmentos relativamente pequeños. Para ser considerado vidrio de seguridad, este tipo de vidrio tiene que cumplir los requerimientos establecidos en la norma EN 12150, que establece una serie de parámetros como el número de fragmentos en el que tiene que romperse el vidrio o el tamaño máximo que debe de tener el fragmento más grande.

### 9.1.9 Adhesivo Epoxi

Empleado para la unión entre el marco de refuerzo y la carrocería del vehículo, el adhesivo Epoxi es utilizado en los sectores industriales, desde la fabricación de estructuras aeronáuticas y navales hasta la fabricación de percheros, manguitos para herramientas, plásticos reforzados con fibras...etc. El adhesivo Epoxi tiene un polímero base formado

por el grupo químico denominado epoxi. Mantiene una estructura de termoestable adoptada por el conjunto de polímeros que conforma el adhesivo una vez que ha reticulado o curado.

Los adhesivos de Epoxi se pueden clasificar en dos grupos: adhesivos de dos componentes (Epoxi 2C) y adhesivos de un componente (Epoxi 1C). El tipo de adhesivo Epoxi del que se hará uso en este proyecto es del primer tipo. Las principales propiedades del adhesivo Epoxi se pueden ver en la “Tabla 10”.

#### PROPIEDADES DEL ADHESIVO EPOXI 1C

En cuanto a las características mecánicas cabe decir que tiene una gran resistencia a esfuerzos, tensiones o cargas, sobre 30MPa y poca elongación hasta la fractura, sobre un 10%.

En base a las características químicas, posee una alta resistencia a los agentes físicos y químicos, alta resistencia a la temperatura, tendencia a absorber la humedad y buena adhesión a una gran variedad de materiales.

Tabla 10. Propiedades del adhesivo Epoxi 1C.

---

## PROCESOS DE FABRICACIÓN

Este TFG no oculta lo que supondría la producción por una empresa o su montaje, ya que en este caso se tendrán en cuenta que parte de los elementos han de ser comprados a proveedores o cuales se producirán y desde que punto en concreto. Por lo tanto, el análisis que se va a realizar a continuación trata de cómo llegar al producto final partiendo de los materiales básicos hasta su embalaje, tan solo contando con elementos normalizados y extendidos de amplio uso como tornillos, bisagras... como parte que no es necesaria explicar, tan solo se mostrarán los imprescindibles.

Todo producto lleva consigo una fase de ideación conceptual, de desarrollo de detalles y de fabricación. En esta última fase se tiene muy en cuenta el material con el que se pretende fabricar la pieza y la geometría de la misma, además de posibles acabados superficiales y tolerancias o aspectos que influyan definitivamente en el diseño de la pieza. A la hora de fijar el diseño de los elementos que componen el mecanismo, se ha tenido en cuenta el proceso de fabricación que irá ligado a ellos, es decir, se han creado formas que optimicen al máximo el material y que puedan ser fabricadas fácilmente mediante procesos convencionales. En este apartado se explican brevemente los procesos de fabricación de aquellas piezas que forman parte del diseño de una manera específica y que no se encuentran en el mercado, ya que mantienen un diseño concreto para este proyecto.

Mencionar que los distintos procesos que se presentan a continuación son solo una idea de los distintos métodos de fabricación que se pueden seguir para alcanzar las formas deseadas en función del material con el que se trabaja. Debido a la evolución de la tecnología, una misma pieza se puede obtener por varios procesos. Los métodos de fabricación seleccionados dependen del material con el que se trabaja, las tolerancias y acabados superficiales alcanzados, la cantidad de piezas a fabricar, etc. todo ello condicionado por el factor económico.

### ELEMENTOS

En este apartado se presentan como son y de donde surgen las partes más innovadoras del mecanismo. Cómo con estas piezas se llega al diseño explicado a lo largo del proyecto, desde su materia original hasta la fase de ensamblaje. Dichos elementos serán los que se

comercialicen para sustitución en caso de avería. Todas las medidas se pueden consultar en el apartado *Planos*.

## 10.1 Marco de refuerzo

Se considera marco de refuerzo al conjunto de acero microaleado, fibra de vidrio y acabado de gel coat. Este elemento ha de cumplir con unos serios requisitos de producción.

### 10.1.1 Soldadura por arco

Para la obtención del refuerzo estructural fabricado en acero microaleado, se emplean perfiles normalizados cuadrados huecos de dimensiones 25x25mm, con un espesor de 2mm. Una vez obtenidos estos perfiles se soldarán para obtener la forma rectangular requerida por el diseño del marco de refuerzo.

Los perfiles se unirán mediante el proceso de soldadura por arco con electrodo revestido o Smaw. Este tipo de soldadura tiene su aplicación fundamental en la unión de piezas de metales férreos, por lo que es ideal para unir los perfiles entre sí.

El fundamento de esta soldadura es la diferencia de potencial que se establece entre el electrodo y la pieza a soldar, o metal base. Esto provoca la ionización de la atmósfera circundante, por lo que el aire pasa a ser conductor, creando un baño de fusión donde se irá depositando el electrodo fundido, originando así un cordón de soldadura. Así pues, la fuente de calor que funde el electrodo es el arco eléctrico. El propio revestimiento del electrodo actuará como protección y como material de aportación.

### 10.1.2 Preimpregnado

Para la forma final del marco de refuerzo, se trabaja la fibra de vidrio hasta alcanzar la geometría deseada.

El proceso para conformar la fibra de vidrio es el preimpregnado. Se ha elegido este proceso junto con la resina epoxi pues es ideal para la fabricación de piezas de la carrocería de vehículos (piezas ligeras y resistentes). El preimpregnado se caracteriza por conseguir unos excelentes acabados superficiales, listos para ser pintados. Debido a su alto coste, se aplica en sectores de grandes producciones.

El procesado de este material se realiza disponiendo las diferentes capas de estructura textil sobre el útil (molde), y sometiénolas finalmente a presión y temperatura, se obtiene finalmente el resultado de más alta calidad. Las matrices más utilizadas para fabricar los preimpregnados suelen ser matrices epoxies<sup>23</sup> y matrices fenólicas<sup>24</sup>.

## 10.2 Paneles rígidos

### 10.2.1 Laminado

Los paneles rígidos se fabrican en aluminio. En primer lugar, mencionar que existen muchos tipos distintos de aluminio que se comercializan en el mercado de la recuperación, pero básicamente se pueden agrupar en cuatro:

- Productos laminados: planchas de construcción, planchas de imprentas, papel de aluminio...
- Productos extrusionados: perfiles para ventanas, piezas para vehículos...
- Aluminio moldeado, ya sea por gravedad o por inyección: piezas para motores, manubrios de las puertas...
- Productos trefilados: fabricación de cables y otros usos.

La industria también clasifica el aluminio en primario (cuando se extrae de su mineral bauxita), y de segunda fusión (cuando su materia prima son las chatarras y recortes de aluminio provenientes de aluminio ya usado y de recortes de fabricación).

En el caso del presente proyecto, el proceso de fabricación que se lleva a cabo es el aluminio laminado. Para la fabricación de los paneles, se realiza la laminación del aluminio, obteniendo así la geometría rectangular deseada.

### 10.2.2 Soldadura MIG

La unión de las distintas láminas de aluminio que conforman las paredes se realiza mediante soldadura MIG (Metal Inert Gas), cuya característica principal es la utilización de una atmósfera de protección conseguida mediante gas inerte, generalmente Argón. Para realizar esta unión se suministra aluminio en hilo previamente enrollado en una bobina, el cual se desenrolla automáticamente hasta la herramienta de soldadura, pistola, a medida que se consume. La energía

---

<sup>23</sup> Epoxi: dicho de una resina: sintética, dura y resistente, utilizada en la fabricación de plásticos, pegamentos... Las matrices epóxies presentan las siguientes ventajas: las propiedades mecánicas son excelentes, el grado de contracción durante el curado es bajo y su resistencia térmica es elevada.

<sup>24</sup> Una matriz fenólica es aquella en la que se genera agua como producto residual, la cual debe eliminarse ya que puede dar lugar a defectos en la pieza final por formación de grietas o poros. Estas matrices presentan las siguientes ventajas: dan lugar al retardo de la llama y a una baja emisión de humo y gases tóxicos.

para la soldadura se suministra por una fuente de corriente continua. Este procedimiento en su versión manual se denomina soldadura semi-automática, pero debido a que se espera una gran producción de este diseño, esta variante de soldadura queda descartada.

### 10.2.3 Lacado

El acabado superficial que se le da a los paneles es el lacado. Este proceso consiste en recubrir el aluminio con una capa de revestimiento sintético. Esta capa se obtiene mediante deposición electrostática. Este proceso convierte la superficie en altamente resistente a condiciones atmosféricas severas. Además de proteger al material contra la corrosión natural, permite obtener una ilimitada variedad de colores.

## 10.3 Carcasa

Para reducir los costes de fabricación, es importante emplear el menor número de procesos diferentes. Por ello, para la fabricación de la carcasa vamos a emplear procesos ya explicados anteriormente, reduciendo de esta forma los costes.

La carcasa está compuesta por una estructura interna de aluminio que le confiere resistencia. Esta estructura se obtiene mediante perfiles rectangulares normalizados de dimensiones 10x3 soldados entre sí mediante el método MIG.

Esta estructura de aluminio se recubre de fibra de vidrio por el proceso de preimpregnado explicado anteriormente.



## ENSAMBLAJE

En este apartado se va a describir la unión y montaje de las distintas piezas, de manera que a partir de los elementos constituyentes ya fabricados podamos llegar al conjunto final.

En esta fase debemos pensar cómo será la distribución de nuestro producto, es decir, si se distribuye completamente montado o no. Al distribuir el mecanismo completamente ensamblado se encarecen los costes de distribución. Por ello, se ha tomado la decisión de crear un ensamblaje lo más fácil posible, esto permite dejar el conjunto sin montar, realizando posteriormente este proceso las distintas empresas que adquieran el producto o el propio usuario si cuenta con las herramientas necesarias para ello.

### 11.1 Montaje

El montaje del producto es sencillo y no requiere de maquinaria compleja. Será realizado de forma manual por al menos tres operarios.

#### CORTE DE LA CHAPA DEL VEHÍCULO

Antes de comenzar con el montaje del mecanismo, es necesario realizar la cavidad sobre el techo del vehículo base. Para obtener dicha cavidad empleamos una caladora. Una vez realizado el agujero, el cual se debe encontrar lo más cerca posible al vierteaguas en todo su perímetro, se da al perfil cortado un tratamiento anti-óxido (Figura 67).



Figura 67. Corte de la chapa del vehículo.

## REMACHADO DEL MARCO DE REFUERZO

En primer lugar, se unirá el marco de refuerzo al agujero creado anteriormente. Este premarco irá pegado con el adhesivo Epoxi y posteriormente remachado con los remaches POP Vgrip. Para ello únicamente será necesaria una remachadora, pues el adhesivo se aplica directamente antes de comenzar con el remachado.

Los remaches POP son remaches ciegos de rotura de vástago. Su funcionamiento es sencillo: en primer lugar introducimos el cuerpo del remache en el alojamiento previamente creado por el usuario. EL vástago en su extremo tiene una cabeza de mayor diámetro que el mismo; al introducir este en la remachadora las mordazas comienzan a tirar del vástago, por lo que la cabeza comienza a deformar el cuerpo, creando así la unión fija. Finalmente el extremo sobrante del vástago rompe y se separa del vástago (Figura 68).



Figura 68. Funcionamiento remaches POP.

Para fijar mediante este método los dos elementos, introduciremos el cuerpo del remache desde la parte superior. Con ayuda de la remachadora, comenzamos el proceso, de manera que se deforma la parte inferior, realizando la unión fija.

Colocación de los remaches:

Para la colocación de los remaches, previamente debemos realizar los taladros en las piezas de diámetro ligeramente mayor al del remache (de 0,03 a 0,08 mm).

Para unir dos planchas, el remache debe ser colocado de la siguiente forma (Figura 69):

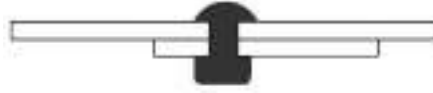


Figura 69. Colocación del remache

La distancia mínima entre los remaches de una misma fila, denominado paso, es tres veces el diámetro de la espiga ( $dm=3,1$  mm), y con relación al borde, dos veces el diámetro indicado. La distancia del paso se mide de centro a centro de las espigas (Figura 70).

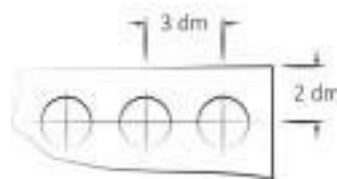


Figura 70. Distancia entre remaches.

En la mayoría de las aplicaciones, el paso se limita a 24 veces el espesor de la plancha, en base a este criterio, colocaremos nuestros remaches, quedando como se muestra en la siguiente imagen (Figura 71):

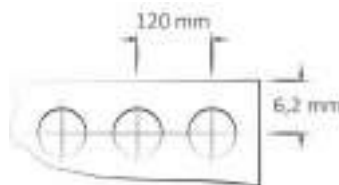


Figura 71. Distancia entre remaches.

En total, en todo el perímetro del marco de refuerzo, se colocarán 70 remaches (Figura 72).



Figura 72. Remachado del marco de refuerzo.

## COLOCAR LOS ACTUADORES LINEALES

Un vez remachado y pegado el marco de refuerzo, pasamos a colocar los actuadores lineales sobre este. En este paso ensamblaremos tanto el actuador CALA 36A como el actuador CAHB-21 (Figura 73).



Figura 73. Actuadores lineales.

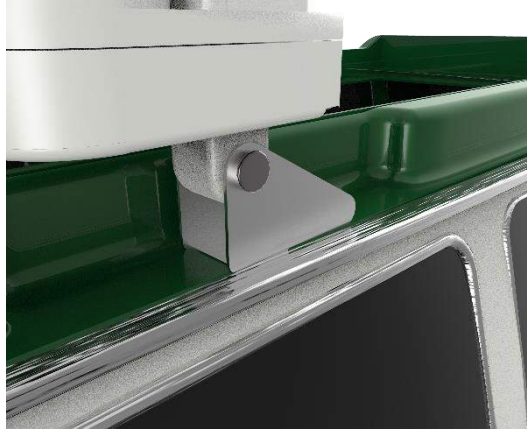


Figura 74. Soporte actuador CAHB-21.

Para ensamblar los actuadores al marco de refuerzo, empleamos unos soportes, fabricados en acero galvanizado (Figura 74). Estos soportes se unen al premarco mediante tornillos de cabeza hexagonal. Para unir el soporte al actuador y conseguir una unión móvil se emplea una clavija junto con un cierre de seguridad. Para la colocación de los tornillos solamente se necesitará de una taladradora convencional.

## COLOCAR LOS PANELES RÍGIDOS

Antes de colocar los paneles rígidos sobre el mecanismo, se unen a este los perfiles en L de dimensiones 30x20x2mm gracias a tornillos de cabeza hexagonal. Al no emplear adhesivo Epoxi para realizar la unión, en caso de resultar esta pieza defectuosa y tener que reemplazarla, el proceso resultará mucho más fácil y menos costoso. Este perfil no vendrá de fábrica con los taladros previamente realizados, por lo que se necesitará de una taladradora convencional para colocar los tornillos. Estos se dispondrán desde el exterior hacia el interior del vehículo (Figura 75).



Figura 75. Unión de los perfiles en L 30x20x2

A continuación se colocan tanto los paneles laterales como el trasero y el delantero. Estos se unen al marco de refuerzo mediante bisagras en piano, las cuales permiten un giro a 90° (Figura 76). La unión entre los dos paneles laterales entre sí también se realiza mediante bisagras en piano, estas bisagras se colocan en el exterior y permiten un giro a 180° (Figura 77). Por último se colocan sobre los paneles laterales las bisagras superiores que irán fijadas a la carcasa, permitiendo un giro de 90° (Figura 78). Estas bisagras se fijarán con tornillos cincados, por lo que la única herramienta que se necesita es un taladro. En las siguientes imágenes se muestran las especificaciones del movimiento de las bisagras en función de los distintos paneles a los que se encuentren unidas.



Figura 76. Unión al marco de refuerzo Figura 77. Unión entre paneles. Figura 78. Unión a la carcasa

Colocación de los tornillos cincados:

La colocación de los tornillos viene determinada según las especificaciones de la bisagra empleada (Figura 79). En total emplearemos 350 tornillos, tanto para unir las bisagras como los distintos perfiles en L, esto se consigue colocando el tornillo cincado cada 2 agujeros (Figura 80), por lo que estos se colocan cada 120mm.

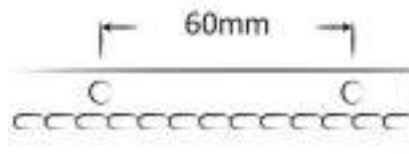


Figura 79. Distancia entre agujeros.

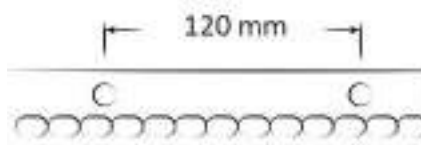


Figura 80. Distancia entre tornillos.

## COLOCAR LA CARCASA

Una vez colocados los paneles rígidos, el siguiente paso es unir a estos la carcasa mediante bisagras en piano (Figura 83). A la hora colocar la carcasa debemos tener especial cuidado en asegurar su colocación, pues debe quedar situada de la forma que asegure la junta al vehículo base en todo su perímetro (Figura 81). Para que la carcasa quede en la posición correcta, debemos alinearla con la moldura superior del borde de moldeo.



Figura 81. Colocación de la carcasa.

## COLOCAR LAS GUÍAS DE MOVIMIENTO

Una vez montados el grueso de los componentes mecánicos y eléctricos que conforman el mecanismo, pasamos al montaje de las pletinas y la canaleta. Para montar este conjunto primero unimos un perfil en L de 2x15x1.5 al marco de refuerzo (Figura 82) y otro a la carcasa (Figura 83) mediante tornillos de cabeza hexagonal.



Figura 82. Perfil L sobre el marco de refuerzo.



Figura 83. Perfil L colocado en la carcasa.

Fijados los perfiles en L, se coloca la canaleta junto con las pletinas, las cuales permiten estabilizar el movimiento (Figura 84).



Figura 84. Canaleta y pletinas.

## COLOCAR LAS JUNTAS DE ESTANQUEIDAD

Ya instalado el mecanismo, para finalizar, montamos los distintos perfiles de estanqueidad autoadhesivos.

En primer lugar colocamos el perfil EMA-807 alrededor del marco de refuerzo (Figura 85). Se trata de un proceso manual en el cual el usuario solamente tiene que ejercer una pequeña presión para colocar el perfil en la posición correspondiente. Debido a la geometría de la junta (Figura 86), el perfil redondeado se colocará hacia el interior.



Figura 85. Perfil de estanqueidad.



Figura 86. Perfil EMA-807.



A continuación colocamos de igual forma el perfil EMA-818 (Figura 88) a lo largo de los perfiles en L 30x20x2 (Figura 87).



Figura 87. Perfil de estanqueidad.



Figura 88. Perfil EMA-818.

Finalmente colocamos el perfil de estanqueidad EMA-819 (Figura 90) a lo largo de todo el perímetro de la carcasa (Figura 89).



Figura 89. Perfil de estanqueidad.



Figura 90. Perfil EMA-819.



# 2

---

CÁLCULOS



## MOTORREDUCTOR

El objetivo de esta sección es llevar a cabo la realización de los cálculos necesarios para la correcta selección del motorreductor. Aquí se obtendrá la potencia mínima que debe tener el motor para poder poner en marcha el mecanismo, así como la relación de transmisión de velocidad necesaria para alcanzar la velocidad deseada, concluyendo con las dimensiones mínimas que debe tener el conjunto.

En base a estos cálculos, se podrá elegir en el catálogo correspondiente el motorreductor que mejor se adapte a las condiciones planteadas.

### 1.1 Potencia necesaria del motor

#### ALCANCE

El presente apartado está enfocado a la selección de un motor de corriente continua capaz de poner en marcha los distintos elementos que conforman el diseño del techo elevable.

El motor deberá proporcionar la potencia necesaria para poder elevar 100 Kg sin posibilidad de vacile de caída. Se van a emplear dos motores para conseguir una elevación estable del mecanismo., situado uno en la parte trasera y otro en la delantera del mismo (Figura 91), por lo tanto, la carga a levantar se reparte, siendo así necesario que cada motor sea capaz de soportar 50 Kg.

Cada motor pondría en funcionamiento un husillo roscado, al cual van unidas unas pletinas en cruz, que se encargan de levantar la carcasa y estabilizar el movimiento (Figura 92).

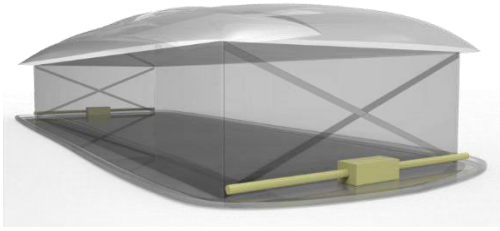


Figura 91: Posición del motor.

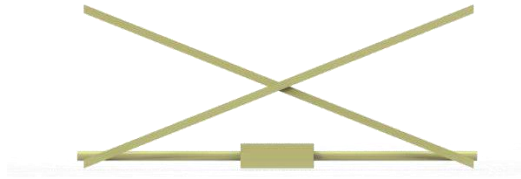


Figura 92: Motor y Pletinas.

## REQUISITOS DE DISEÑO

- Se empleará un motor eléctrico de corriente continua, pues es necesario convertir la energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio, gracias a la acción que se genera del campo magnético.
- El espacio es reducido, por lo que deberá tener el menor tamaño con la potencia necesaria.

## CÁLCULO DE LA POTENCIA NECESARIA

El motor debe ser capaz de levantar la masa de 50 Kg. A una altura de 1 metro en un tiempo de 3 segundos con una velocidad constante, luego tenemos:

$$m = 50 \text{ Kg}$$

$$h = 1 \text{ m.}$$

$$t = 3\text{s}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

La fuerza que debe ejercer el motor para levantar la masa de 50 Kg. con velocidad constante debe ser igual al peso de dicha masa, por lo tanto:

$$F = m \cdot g$$

$$F = 50 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 490 \text{ N}$$

El trabajo realizado por la fuerza para desplazar la masa 1 metro es:

$$W = F \cdot h$$

$$W = 490 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}$$

$$W = 490 \text{ Joule}$$

Por último, la potencia mínima que debe tener ese motor se determina por:

$$P = W / t$$

$$P = 490 \text{ J} / 3 \text{ s}$$

$$P = 163,33 \text{ Watios}$$

Por lo tanto se necesita como mínimo un motor que desarrolle una potencia de 163,33 W para cumplir con las condiciones dadas.

Para pasar la potencia a HP (Horse Power), tendremos:

$$1 \text{ HP} = 745,7 \text{ W}$$

Luego la potencia en HP que debe tener como mínimo el motor es:

$$P = 163,33 / 745,7$$

$$P = 0,22 \text{ HP}$$

Para pasar la potencia a CV, tendremos:

$$1 \text{ CV} = 0,736 \text{ KW}$$

Por lo tanto,

$$0,163 \text{ KW} = 0,22 \text{ CV}$$

Dado que la potencia mínima necesaria se sitúa en 163,33 W, las características del motor elegido son las siguientes (Tabla 11):

- Velocidad del eje de entrada: 910 rpm.
- Potencia: 180 W.

POTENCIA		Rpm	A	Eff. %	Cos. $\phi$	Par nom.	Corr. nom.	Par máx. nom.	Nivel sonoro	Peso Kg.
Kw	CV									
0,18	0,25	910	0,7	56,0	0,66	2,0	4,0	1,9	51	7,7
0,25	0,34	915	0,9	59,0	0,68	2,0	4,0	1,9	52	7,9
0,37	0,50	920	1,17	62,0	0,70	2,0	4,7	1,9	53	12,0
0,55	0,75	920	1,6	65,0	0,72	2,1	4,7	1,9	55	13,0
0,75	1,0	930	2,0	75,9	0,72	2,1	5,8	2,1	57	17,1
1,1	1,5	930	2,8	78,1	0,73	2,1	5,9	2,1	57	18,8
1,5	2,0	930	3,7	79,8	0,74	2,1	6,0	2,1	61	25,3
2,2	3,0	945	5,2	81,8	0,74	2,1	6,0	2,1	65	31,0
3	4,0	960	7,1	83,3	0,74	2,0	6,2	2,1	69	58,0
4	5,5	965	9,2	84,6	0,74	2,0	6,8	2,1	69	60,2
5,5	7,5	965	12,3	86,0	0,75	2	7,1	2,1	69	103
7,5	10	970	15,9	87,2	0,78	2,1	6,7	2,1	73	105
11	15	970	22,7	88,7	0,79	2,1	6,9	2,1	73	133
15	20	980	29,8	89,7	0,81	2,0	7,2	2,1	73	175
18,5	25	980	36,5	90,4	0,81	2,1	7,2	2,1	73	190
22	30	980	42,6	90,9	0,82	2,1	7,3	2,1	73	220
30	40	980	57,6	91,7	0,82	2,0	7,1	2,1	74	252
37	50	980	69,0	92,2	0,84	2,1	7,1	2,1	76	358
45	60	980	81,0	92,7	0,86	2,1	7,2	2,0	78	466
55	75	980	99,0	93,1	0,86	2,1	7,2	2,0	78	525
75	100	990	134	93,7	0,86	2,0	6,7	2,0	83	900
90	125	990	161	94,0	0,86	2,0	6,7	2,0	83	990
110	150	990	196	94,3	0,86	2,0	6,7	2,0	83	1060
132	180	990	234	94,6	0,86	2,0	6,7	2,0	83	1120
160	220	990	280	94,8	0,87	2,0	6,7	2,0	85	1596
200	270	990	349	95,0	0,87	2,0	6,7	2,0	85	1920
250	340	990	437	95,0	0,87	2,0	6,7	2,0	85	2765

Tabla 11. Relación: potencia-rpm.

El espacio es reducido y cuantos menos componentes y más pequeños sean (Figura 93) mejor será para el funcionamiento y montaje del mecanismo en cuestión.

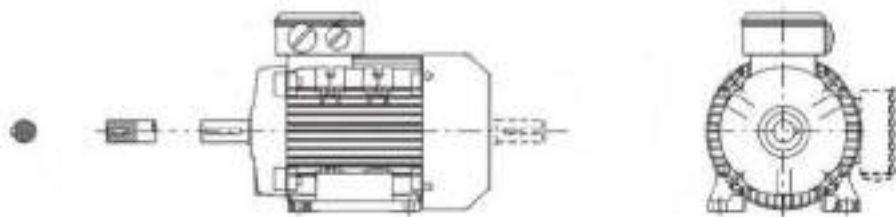


Figura 93: Motor.



## 1.2 Relación de transmisión de velocidades

### ALCANCE

El presente apartado está enfocado al diseño y cálculo de un reductor de velocidad para poner en marcha los distintos elementos que conforman el diseño del techo elevable.

El reductor deberá proporcionar el par y la velocidad suficiente para poder elevar 50 Kg con una velocidad de rotación en el eje de salida de 40 rpm con un 5% de error.

### REQUISITOS DE DISEÑO

- El reductor deberá ser coaxial (el eje de entrada y el de salida son coaxiales).
- En el diseño se manejará una confiabilidad del 0,99.
- La entrada será desde un motor eléctrico, cuyo eje gira a una velocidad de 910rpm.
- La salida del reductor entrega la potencia al tambor mediante un acoplamiento flexible; el eje de salida deberá girar a 40 rpm con un margen de error de un 5%.
- Los componentes activos del reductor deberán estar encerrados en su propia caja rígida, para protegerlos frente a elementos externos y para dar seguridad a quienes trabajen con el equipo.
- El reductor trabajará en un ambiente exterior y deberá funcionar en el intervalo de temperaturas entre -10°C y 40°C, considerando estos valores como temperaturas extremas de funcionamiento.
- Se utilizarán engranajes rectos en lugar de helicoidales ya que estos solo producen cargas radiales y no axiales.
- La unión de los engranajes con sus respectivos ejes deberá realizarse mediante chavetas.
- El tamaño del reductor deberá ser el mínimo posible.

## 1.2.1 Diseño preliminar

### GEOMETRÍA DEL REDUCTOR

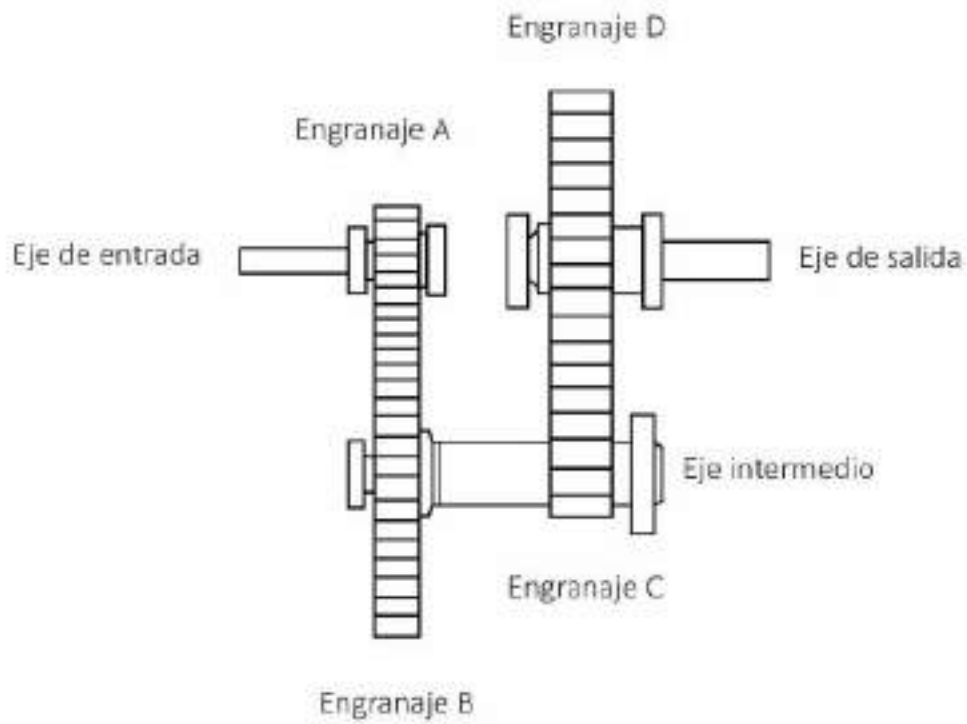


Figura 94: geometría del reductor.

Para el diseño se escoge un reductor de velocidad coaxial con tres ejes y cuatro engranajes, como se puede apreciar en la “Figura 94”, siendo el engranaje A igual al C y el engranaje B igual al D.

## 1.2.2 Cinemática de los engranajes

### NÚMERO DE DIENTES

#### Conceptos previos

**Relación de velocidades (VR):** La relación de velocidades se define como la relación de la velocidad angular en el engranaje de entrada a la del engranaje de salida.

**Valor de tren (TV):** Cuando existen más de dos engranajes en un conjunto, el término valor del tren (TV) representa la relación de la velocidad de entrada (del primer engranaje del tren) entre la velocidad de salida (del último engranaje del tren). El valor del tren es el producto de los valores de VR para cada par de engranajes del tren. En esta definición un par de engranajes es cualquier conjunto de dos engranajes que posea uno motriz y uno conducido.

**Interferencia:** Para ciertas combinaciones de números de dientes en un par de engranajes, existe interferencia entre la punta del diente del piñón y el chaflán o raíz del engrane mayor, y el peor de los casos es el de un piñón pequeño que impulsa a una cremallera.

#### Engranajes A, B, C y D

$$TV = \frac{\text{Velocidad de Entrada}}{\text{Velocidad de Salida}} = \frac{910}{40} = 22,75$$

$$TV = VR = \frac{Ng}{Np} = \frac{Nb \cdot Nd}{Na \cdot Nc}$$

Siendo:

N: número de dientes.

G: engranaje.

P: piñón.

Para el diseño del reductor, se usarán engranajes rectos, con dientes de involuta de 20°, a profundidad completa. Se puede determinar que para que no exista interferencia el piñón no debe tener menos de 16 dientes y la rueda con la cual engrana no debe tener más de 101 dientes, como se observa en la "Tabla 12".

Para un piñón engranado con una cremallera		Para un piñón de 20°, profundidad total, engranado con un engrane	
Forma de diente	Número mínimo de dientes	Número de dientes del piñón	Número máximo de dientes del engrane
Envolvente 14 1/2°, profundidad total	32	17	1309
Envolvente 20°, profundidad total	18	16	101
Envolvente 25°, profundidad total	12	15	45
		14	26
		13	16

Tabla 12. Tabla 8-6 Pág 320 (Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott).

$$TV = \frac{(Nb)^2}{(Na)^2} = 22,75$$

$$Nb = \sqrt[2]{TV} \cdot Na$$

$$Nb = \sqrt[2]{22,75} \cdot 20 = 95,39 \text{ dientes}$$

$$Nb = Nd = 96 \text{ dientes}$$

$$Na = Nc = 20 \text{ dientes}$$

Estos valores se encuentran dentro del intervalo expuesto inicialmente en los requerimientos de diseño, además los números de dientes no son múltiplos entre ellos, por lo tanto, se considera válida la selección de los dientes de los engranajes.

## RELACIÓN DE TRANSMISIÓN

Valor del tren real o relación de transmisión del reductor:

$$TV = \frac{Nb \cdot Nd}{Na \cdot Nc}$$

$$TV = \frac{96 \cdot 96}{20 \cdot 20} = 23,04$$

## VELOCIDAD DE ROTACIÓN DE LOS EJES

### Conceptos previos

Relación de reducción de la velocidad: la cantidad de reducción de velocidad angular entre dos engranajes depende de la relación del número de dientes en el piñón entre el número de dientes del engrane, de acuerdo con la siguiente relación:

$$\frac{np}{ng} = \frac{Ng}{Np}$$

### Velocidad de rotación del eje de salida

$$\frac{\text{Velocidad de Entrada}}{\text{Velocidad de Salida}} = \frac{Nb \cdot Nd}{Na \cdot Nc}$$

$$\frac{910}{\text{Velocidad de Salida}} = \frac{96 \cdot 96}{20 \cdot 20}$$

$$\text{Velocidad de salida} = \frac{910 \cdot 20 \cdot 20}{96 \cdot 96}$$

$$\text{Velocidad de salida} = 39,49 \text{ rpm}$$

### Velocidad de rotación del eje intermedio

$$\frac{nA}{nB} = \frac{NB}{NA}$$

La velocidad de rotación del eje intermedio:

$$nA \cdot \frac{NA}{NB} = 910 \cdot \frac{20}{96} = 189,58 \text{ rpm}$$

## 1.3 Diseño de los engranajes

### OBJETIVOS

A continuación se mencionan los objetivos generales de un diseño. La transmisión que resulte deberá:

- Ser compacto y pequeño.
- Funcionar de forma uniforme y sin ruido
- Tener larga vida.
- Tener bajo costo.
- Ser fácil de fabricar.

El objetivo principal del procedimiento de diseño es definir una transmisión de engranes duradera. Los pasos y los lineamientos generales descritos más adelante redundarán en un diseño inicial razonable. Sin embargo, debido a las muchas variables que intervienen, se realizará un caso típico para tratar de llegar a un diseño óptimo.

### CONCEPTOS PREVIOS

Para realizar el correcto diseño de los engranajes, previamente debemos haber obtenido los siguientes datos, los cuales han sido calculados en apartados anteriores (Tabla 13):

Número de dientes del engrane A	20
Número de dientes del engrane B	96
Número de dientes del engrane C	20
Número de dientes del engrane D	96
Relación de transmisión	23,04
Velocidad del eje de entrada	910 rpm
Velocidad del eje intermedio	189,58 rpm
Velocidad del eje de salida	39,49 rpm

Tabla 13. Resumen de datos obtenidos.

Para que el tamaño de las engranes sea pequeño, el número de dientes del piñón debe encontrarse entre 17 y 20, encontrándonos así dentro del rango.

Como se mencionó anteriormente, los engranajes A y C son iguales, de la misma forma que lo son C y D.

Para alcanzar un buen diseño es necesario tener en cuenta los siguientes factores, los cuales vamos a nombrar brevemente, pues no supone competencia de este proyecto profundizar en ello:

#### Norma de calidad para engranajes

Las cantidades permisibles de variación en la forma real de los dientes, respecto a la forma teórica, o la variación compuesta, se especifican en la AGMA como Número de Calidad. Los números de calidad van del 1 al 15, la mayor precisión corresponde al mayor número. Las tolerancias reales son una función del número de calidad, el paso diametral del engranaje y el número de dientes que posean.

Los engranajes de un diseño típico serán de la clase 5, 6 o 7 que corresponda a engranajes fabricados por rectificado o tallado con herramienta de promedio medio.

#### Factor de sobrecarga

Los factores de sobrecarga consideran la posibilidad de que variaciones de vibraciones, choques, cambios de velocidad y otras condiciones específicas de aplicación puedan causar cargas máximas mayores que la fuerza transmitida aplicada a los dientes de engrane durante el funcionamiento.

#### Factor de tamaño

La AGMA indica que se puede suponer el factor de tamaño como 1 para la mayoría de los engranes; pero para engranajes con dientes grandes o grandes anchos de cara, se recomienda manejar un valor superior a 1. Se aconseja un valor de 1 para pasos diametrales de 5 o mayores.

#### Factor de distribución de carga

Si la intensidad de carga de todos los dientes en contacto, en cualquier momento, fuera uniforme, el valor de  $K_m$  (Factor de distribución de carga) sería de 1; sin embargo, casi nunca sucede así. Cualquiera de los siguientes factores puede causar desalineamientos de los dientes del piñón en relación con los dientes del engrane:

- Dientes de poca precisión.
- Desalineamiento de los ejes que sostienen el engranaje.
- Deformación elástica de los engranes, los ejes y los cojinetes, o entre los ejes y la caja del soporte.

- Holguras entre los ejes y los engranes, los ejes y los cojinetes, o entre los ejes y la caja.
- Distorsiones térmicas durante el funcionamiento.
- Coronación o desahogo de los dientes de los engranes.

Se usará la siguiente ecuación para calcular el valor del factor de distribución de carga:

$$Km = 1 + Cpf + Cma$$

Donde:

- Cpf: Factor de proporción del piñón.
- Cma: Factor por alineamiento del engranado.

### Factor dinámico

Con el factor dinámico se considera que la carga es resistida por un diente, con un cierto grado de impacto, y la carga real sobre el diente es mayor que la carga transmitida sola. El valor de  $K_v$  (factor dinámico) depende de la exactitud del perfil del diente, sus propiedades elásticas o la velocidad con la cual se ponen en contacto los dientes.

### Factor geométrico para la flexión

En la ecuación de Lewis para el esfuerzo flexionante en dientes de engrane se ignora la concentración de esfuerzos que existe en el chaflán del diente. Al comparar el esfuerzo real en la raíz con el que indica la ecuación de Lewis se puede obtener el llamado Factor de Concentración de Esfuerzos para la zona del Chaflán  $K_t$ .

$$\sigma_t = \frac{W_t \cdot Pd \cdot K_t}{F \cdot Y}$$

El valor de Factor de Concentración de Esfuerzos depende de la forma del diente, la forma y tamaño del chaflán en la raíz del diente y del punto de aplicación de la fuerza en el diente. El valor de  $Y$  (factor de Lewis), depende también de la geometría del diente. Por lo tanto, los dos factores se combinan en un término, el factor de geometría  $J$ , donde  $J = Y/K_t$ . Naturalmente, el valor de  $J$  también varía con el lugar del punto de aplicación de la fuerza sobre el diente, porque  $Y$  y  $K_t$  no son constantes.

$$\sigma_t = \frac{W_t \cdot Pd}{F \cdot J}$$

### Factor de espesor de borde

El análisis básico de la ecuación de Lewis supone que el diente del engrane se comporta como una viga en voladizo, fijada a una estructura de soporte perfectamente rígida en su base. Si la orilla del engrane es muy delgada, se puede deformar, y causar que el punto



de esfuerzo máximo se mueva, desde el área del chaflán del diente hasta un punto interior a la orilla.

#### Factor de relación de durezas

La buena práctica de diseño de engranajes indica que la dureza de los dientes del piñón es mayor que la dureza de los dientes del engrane para que estos últimos se aislen y endurezcan durante su funcionamiento.

## MÉTODO DE CÁLCULO AGMA

Un diente de un engrane funciona como una viga en voladizo, cuando resiste la fuerza que ejerce sobre este el compañero. El punto máximo de esfuerzo flexionado está en la raíz del diente, donde la curva de involuta se mezcla con el chaflán. AGMA ha desarrollado un número de esfuerzos flexionantes admisibles, los cuales se comparan con valores calculados de esfuerzo flexionante en el diente para evaluar la aceptación del diseño.

Una segunda forma independiente de falla es por picadura de la superficie del diente, en general cerca de la línea de paso, donde se presentan grandes esfuerzos de contacto. La transferencia de fuerza, desde el diente motriz hasta el conducido, sucede teóricamente en una línea de contacto, por la acción de dos curvas convexas entre sí. La aplicación repetida de estos grandes esfuerzos de contacto puede causar un tipo de falla por fatiga de la superficie, fracturas locales y pérdida real de material. A esto se le llama picadura. La AGMA ha desarrollado un conjunto de números de esfuerzos de contacto admisibles, llamados  $S_{ac}$ , que se pueden comparar con los valores calculados de esfuerzo de contacto en el diente, para evaluar la aceptación del diseño.

El diseño de los engranajes se hará de acuerdo con la norma AGMA 2001-C95 *Fundamental Rating Factor and Calculation Methods for Involute Spure Gear and Helical Gear Teeth* (Factores de evaluación fundamental, y métodos de cálculo de dientes de involuta para engranajes rectos y helicoidales).

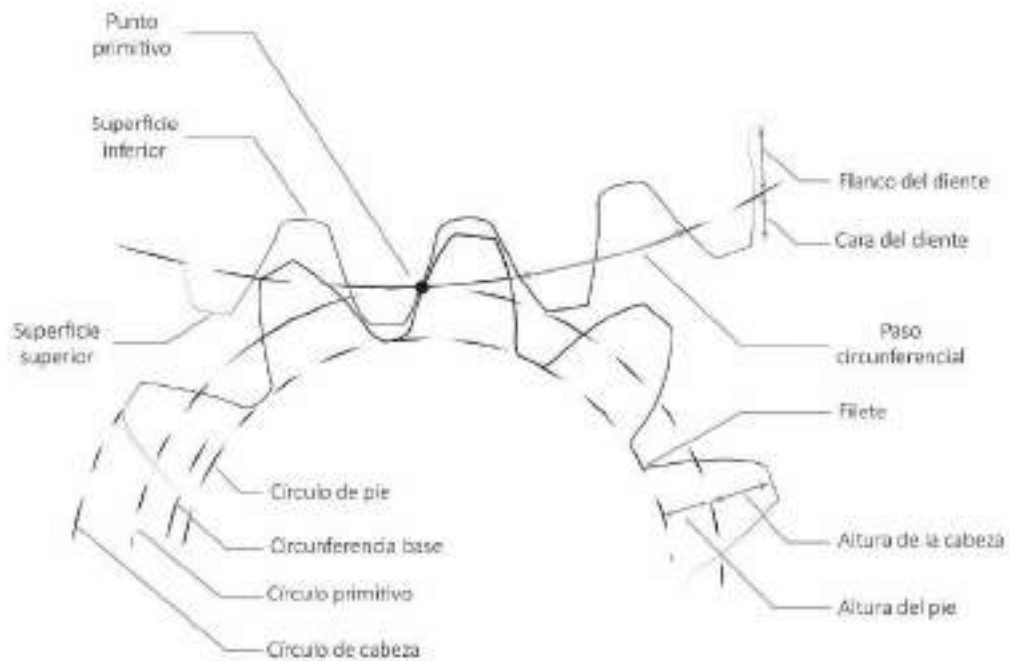


Figura 95. Nomenclatura de los engranes.

### 1.3.1 Distancia entre centros

Para calcular la distancia entre centros ( $Cd$ ) previamente tenemos que calcular el módulo ( $m$ ), el cual es común a todos los engranajes.

Para calcular el módulo, previamente debemos calcular los radios primitivos de cada engranaje. Si establecemos que el radio primitivo del engranaje C es:  $d_c=25$  mm.

$$\frac{d_c}{N_c} = \frac{d_d}{N_d}$$

$$\frac{25}{20} = \frac{d_d}{96}$$

$$d_d = 120 \text{ mm}$$

$$Cd = 72,5 \text{ mm}$$

Sabiendo que el módulo es común a todos los engranajes, lo calculamos mediante la fórmula:

$$Cd = \frac{m}{2} \cdot (N_c + N_d)$$

$$72,5 = \frac{m}{2} \cdot (20 + 96)$$

$$\frac{72,5}{20 + 96} \cdot 2 = m$$

$$m = 1,25$$

En módulo debe estar normalizado en base a la siguiente tabla:

I	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
II	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	18	
III					3,25	3,75		6,5						

Tabla 14. Módulos normalizados.

El módulo obtenido se encuentra en la tabla, por lo que no necesitamos emplear un engranaje personalizado, reduciendo de esta forma los costes.

### 1.3.2 Cálculo de la geometría

#### DIÁMETRO DEL CÍRCULO PRIMITIVO

$$\text{piñon: } dc = m \cdot Nc = 1,25 \cdot 20 = 25 \text{ mm}$$

$$\text{rueda: } dd = m \cdot Nd = 1,25 \cdot 96 = 120 \text{ mm}$$

#### DIÁMETRO DEL CÍRCULO DE CABEZA

$$\text{piñon: } dac = dc + 2 \cdot x \cdot m + 2 \cdot ha = 25 + 2 \cdot 0 \cdot 1,25 + 2 \cdot 1,25 = 27,5 \text{ mm}$$

$$\text{rueda: } dad = dd + 2 \cdot x \cdot m + 2 \cdot ha = 120 + 2 \cdot 0 \cdot 1,25 + 2 \cdot 1,25 = 122,5 \text{ mm}$$

X=0, pues no hay desplazamiento de perfil

$$ha = m = 1,25$$

## DIÁMETRO DEL CÍRCULO DE PIE

$$\text{piñon: } d_{fc} = d_c + 2 \cdot x \cdot m - 2 \cdot hf = 25 + 2 \cdot 0 \cdot 1,25 - 2 \cdot 1,5 = 22\text{mm}$$

$$\text{rueda: } d_{fd} = d_d + 2 \cdot x \cdot m - 2 \cdot hf = 120 + 2 \cdot 0 \cdot 1,25 - 2 \cdot 1,5 = 117\text{mm}$$

$$hf = 1,2 \cdot m = 1,2 \cdot 1,25 = 1,5$$

## DIÁMETRO DEL CÍRCULO BASE

$$\text{piñon: } d_{bc} = d_c \cdot \cos(\alpha) = 22 \cdot \cos(20^\circ) = 20,67\text{mm}$$

$$\text{rueda: } d_{bd} = d_d \cdot \cos(\alpha) = 120 \cdot \cos(20^\circ) = 112,76\text{mm}$$

## GRADO DE RECUBRIMIENTO

Para engranajes de contacto exterior:

$$\epsilon_\alpha = \frac{\sqrt{r_{ac}^2 - r_{bc}^2} + \sqrt{r_{ad}^2 - r_{bd}^2} - C_d \cdot \text{sen}(\alpha)}{m \cdot \pi \cdot \cos(\alpha)}$$

$$\epsilon_\alpha = \frac{\sqrt{13,75^2 - 10,34^2} + \sqrt{61,25^2 - 56,38^2} - 72,5 \cdot \text{sen}(20^\circ)}{1,25 \cdot \pi \cdot \cos(20^\circ)}$$

$$\epsilon_\alpha = 2,2$$

La relación de contacto (grado de recubrimiento) indica el número medio de pares de dientes que están haciendo contacto. Este dato es muy importante a la hora de calcular las tensiones en los dientes de las ruedas, ya que cuanto mayor sea el grado de recubrimiento mayor será el número de dientes que soportan la fuerza que ejerce una rueda sobre la otra cara y, por lo tanto, menores las tensiones sufridas por estos. Se debe cumplir:  $\epsilon_\alpha > 1,1$

Comprobación:  $2,2 > 1,1$

---

## ACTUADOR LINEAL

El objetivo de esta sección es llevar a cabo la realización de los cálculos necesarios para la correcta selección del actuador lineal eléctrico CALA 36A. Aquí se obtendrá tanto la fuerza de empuje mínima que debe tener el actuador para poder poner en marcha el mecanismo, así como la carrera del mismo (Figura 96).

En base a estos cálculos, se podrá elegir en el catálogo correspondiente el actuador lineal que mejor se adapte a las condiciones planteadas.

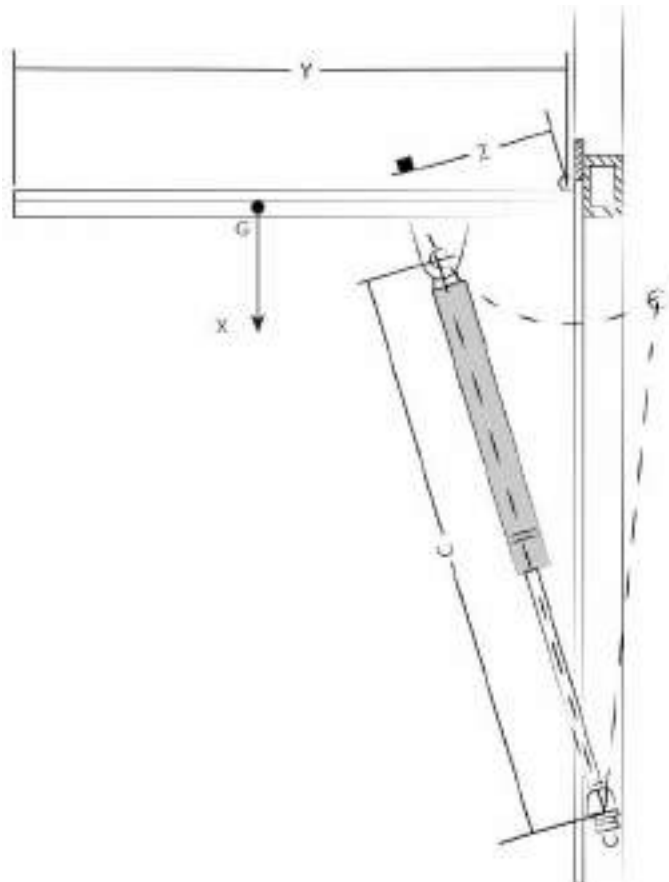


Figura 96. Actuador lineal.

## 2.1 Fuerza de empuje

Conociendo:

- El peso de la compuerta X en kilogramos.
- La altura de la compuerta Y en metros.
- La distancia Z (en metros) entre el punto de aplicación del elevador sobre la compuerta y el eje de rotación de esta.
- El número de elevadores necesarios N.

Se determina la fuerza de empuje del elevador (P) aplicando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{X \cdot 10 \cdot Y}{2 \cdot N \cdot Z} + 50 = \text{fuerza del elevador en Newtons}$$

La última cifra representa una fuerza de 50 N constante equivalente a las fuerzas de fricción.

- Peso: 10 Kg.
- Altura Y: 0,900 m.
- Distancia Z: 0,16 m.
- Número N: 2.

La aplicación de la fórmula es la siguiente:

$$\frac{10 \cdot 10 \cdot 0,900}{2 \cdot 2 \cdot 0,16} + 50 = 190,625N$$

Tendremos que colocar dos amortiguadores de 190,625 N cada uno.

## 2.2 Carrera

A continuación se eligen las características dimensionales del amortiguador, y carrera, en función de la distancia que se quiere entre el punto de aplicación del amortiguador y sobre la compuerta, y el punto de fijación sobre el montante. La carrera del amortiguador va directamente relacionada con el ángulo de apertura de la compuerta. Para una apertura de 90°, se elige generalmente:

$$\frac{\text{carrera del amortiguador}}{Z} = \frac{1}{0,8}$$

$$\frac{\text{carrera del amortiguador}}{0,16} = \frac{1}{0,8}$$

$$\text{carrera del amortiguador} = \frac{0,2}{0,8} = 0,20 \text{ m.}$$

### 3

---

## PLETINAS

En este apartado se plantean los cálculos acerca de la longitud necesaria que deben tener las pletinas para estabilizar el movimiento, así como la longitud de la canaleta por la cual se deslizarán las pletinas.

### 3.1 Longitud de la pletina

Basando los cálculos cuando el mecanismo se encuentra recogido, es decir, en su posición más baja, la pletina se encontrará en la siguiente posición (Figura 97):

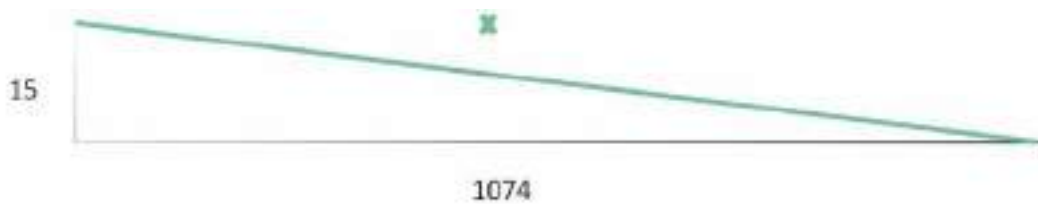


Figura 97. Longitud de la pletina.

Para calcular la longitud de la pletina (x), empleamos el Teorema de Pitágoras, el cual dice:

$$x^2 = 15^2 + 1074^2$$

$$x = 1074,10 \text{ mm.}$$

### 3.2 Longitud de la canaleta

Estableciendo ahora los cálculos cuando el mecanismo se encuentra en uso, pasamos a calcular la longitud de la canaleta necesaria para que las pletinas puedan efectuar correctamente su movimiento, y por lo tanto, su función (Figura 98).

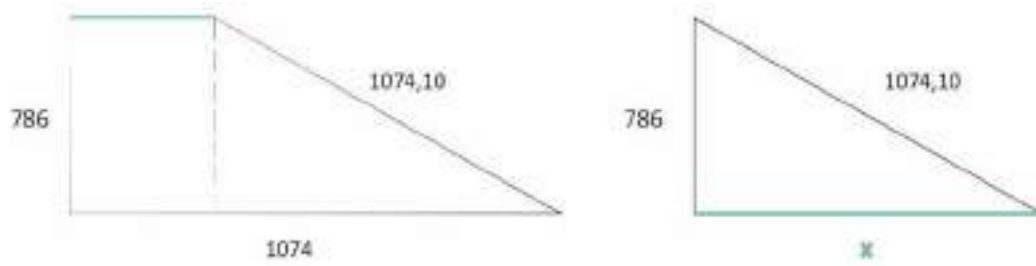


Figura 98. Longitud de la canaleta.

Para calcular la longitud de la canaleta (x), empleamos el Teorema de Pitágoras, el cual dice:

$$1074,10^2 = 786^2 + x^2$$

$$x = \sqrt{1074,10^2 - 786^2} = 732,05 \text{ mm.}$$

$$1074,10 - 732,05 = 342,05 \text{ mm.}$$



---

## ESTUDIO DE RESISTENCIA

A continuación se plantea el estudio de resistencia de los distintos elementos que conforman el diseño, así como el estudio del conjunto final. Este estudio se realiza por el método de los elementos finitos mediante el programa Inventor. Es necesario generar una simulación de fuerzas que se aplicarán sobre los componentes para comprobar si estos junto con su diseño y material aguantan debidamente el peso al que se les somete.

### 4.1 Marco de refuerzo

#### 4.1.1 Resultados

Como se puede comprobar en las siguientes imágenes, se ha llevado a cabo un estudio de resistencia que garantice la fiabilidad del diseño.

Analizando el marco de refuerzo, este está constituido por una estructura integrante de acero que le confiere resistencia. En la realidad, esta estructura va pegada y remachada en toda su superficie interior al vehículo base.

El estudio de resistencia se realizará sobre dicha estructura, la cual está constituida por un perfil cuadrado hueco de acero normalizado de dimensiones 25x25x2mm. La simulación se realiza para un caso extremo. Se consideran como puntos fijos solamente los vértices del marco de refuerzo, de esta forma conseguimos un análisis mucho más restrictivo, llevando este a su punto límite. Aplicaremos en el software el material correspondiente (acero). Introducimos una carga sobredimensionada, equivalente a  $200 \text{ Kg} = 1960\text{N}$  repartida por toda la superficie sobre la cual irá apoyado el mecanismo, haciendo referencia al peso del propio mecanismo además de una carga extra que podría ser colocada sobre la carcasa.

Como se explicó anteriormente, el marco de refuerzo está formado por una estructura interior de acero inoxidable recubierto de fibra de vidrio. Para el estudio de resistencia solamente se va a tener en cuenta la estructura de acero inoxidable, pues es la que realmente va a soportar todas las cargas. Destacar que estamos analizando un caso

extraordinario para llevar al marco de refuerzo a su punto límite, pues en la realidad, el marco de refuerzo se encuentra apoyado sobre toda su superficie inferior, y no solamente en sus cuatro vértices.

## ESTUDIO DE DESPLAZAMIENTO

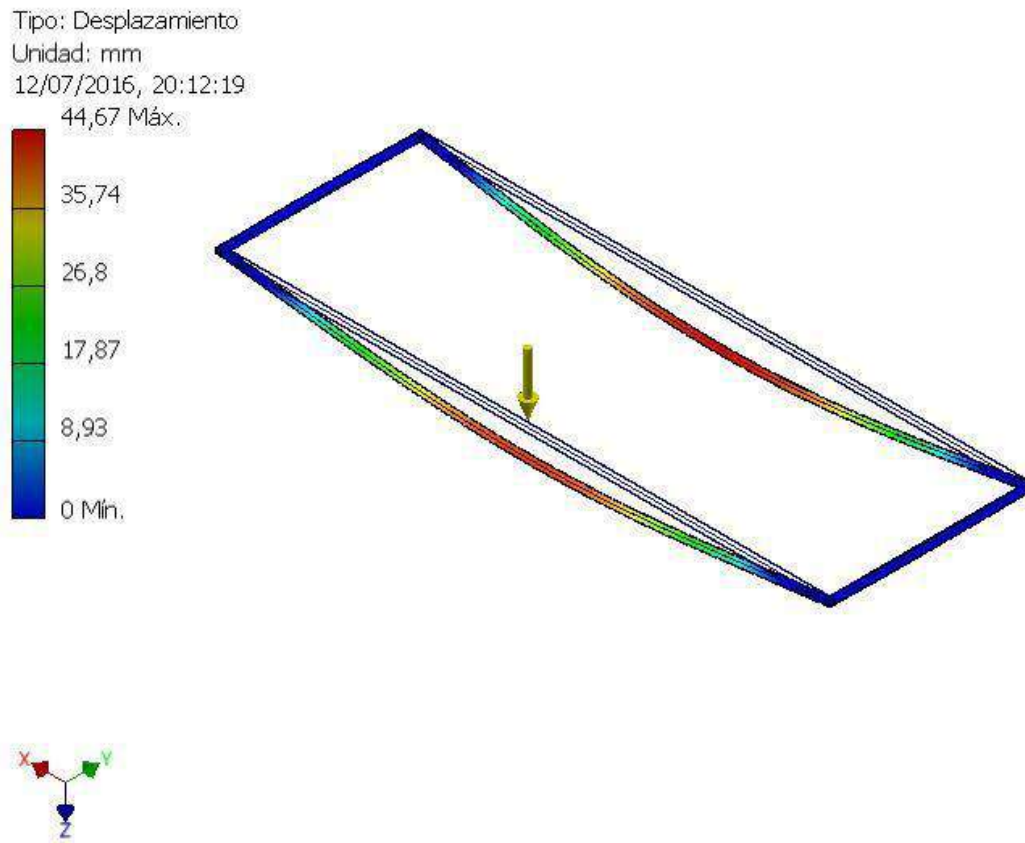


Figura 99. Desplazamiento del marco de refuerzo.

Como se aprecia (Figura 99), se genera un mayor desplazamiento en la zona representada en rojo, la cual corresponde con el resultado esperado en la realidad. Aunque la fuerza ejercida en todos los laterales es la misma, las zonas más críticas se encuentran situadas en los laterales largos, donde se produce una mayor flexión.

Las conclusiones que se obtienen tras el análisis de tensión muestran un caso extremo no muy favorable para el diseño, pues se produce un desplazamiento máximo de 44,67mm. Este resultado muestra que en condiciones normales de uso y adecuando las condiciones de contorno (el apoyo fijo se situaría un toda la superficie inferior), la estructura se comporta adecuadamente en base a los requerimientos establecidos, por lo que se cumplen las especificaciones y los valores se consideran óptimos.

## ESTUDIO DE LA TENSIÓN DE VON MISES

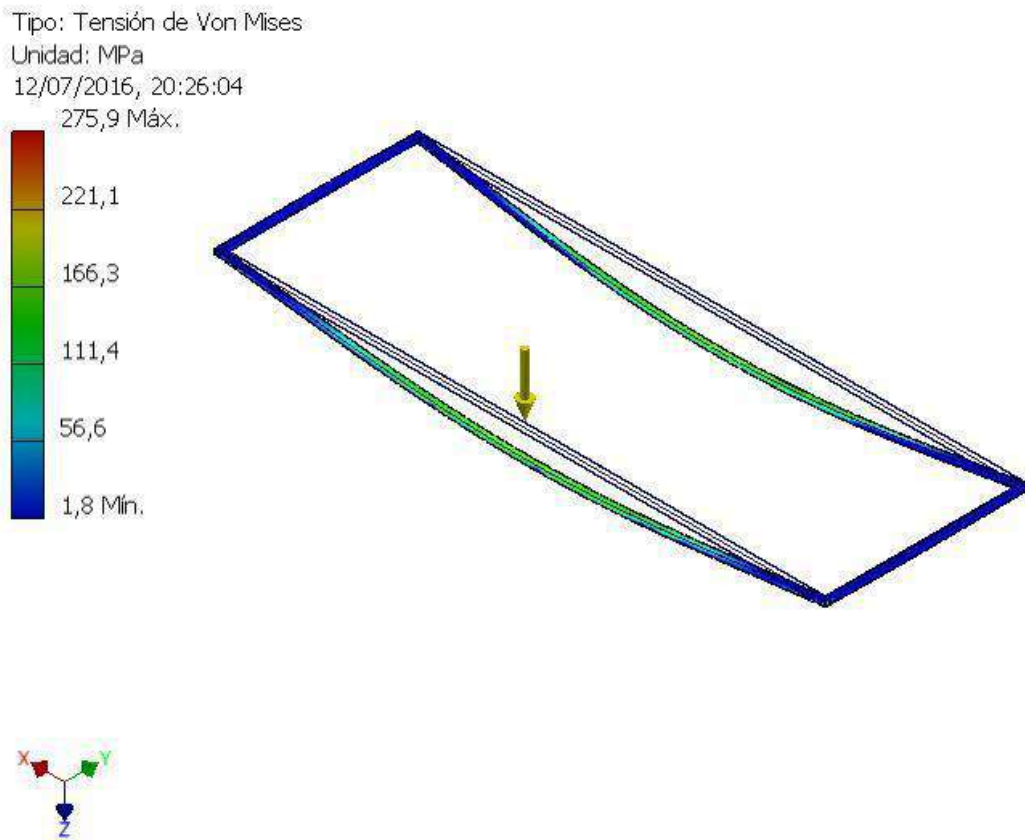


Figura 100. Tensión de Von Mises del marco de refuerzo

El estudio de la tensión de Von Mises se emplea en ingeniería estructural en el contexto de las teorías de fallo como indicador de un buen diseño para materiales dúctiles. Este estudio permite conocer los puntos más críticos de la geometría a estudiar en cuanto a criterios de plastificación de la misma.

Como se aprecia en la imagen (Figura 100), la mayor tensión se genera en la zona representada en rojo, pero los valores se encuentran dentro de tolerancias, es decir, son óptimos. Aunque la fuerza ejercida en todos los laterales es la misma, las zonas más críticas se encuentran situadas en los laterales largos. Estos resultados corresponden con los esperados en la realidad.

Tras el estudio de la tensión de Von Mises, esta adquiere un valor máximo de 275,9 MPa, quedando por debajo del límite elástico del acero empleado (540 MPa), por lo que nunca se producirá plastificación.

Por tanto, como conclusión final se obtiene que este diseño es correcto y aguanta la fuerza a la que se verá sometido, ajustándose a los requerimientos establecidos en apartados anteriores.

## 4.2 Carcasa

### 4.2.1 Resultados

Analizando la carcasa en su posición más baja, esta irá apoyada sobre el vehículo base, por lo que se realizará la simulación considerando dicha superficie como punto fijo de apoyo, y aplicando en el software el material correspondiente (fibra de vidrio reforzado). Introducimos una carga sobredimensionada, equivalente a  $50 \text{ Kg} = 491 \text{ N}$  repartida por toda la superficie sobre la cual irá apoyada la carga cuando el mecanismo no se encuentre en uso.

Como se explicó anteriormente, la carcasa está formada por un conjunto de materiales predispuestos en láminas, pero para el estudio vamos a considerar que toda ella está fabricada únicamente en fibra de vidrio reforzada, considerando esta la situación más desfavorable.

### ESTUDIO DE DESPLAZAMIENTO

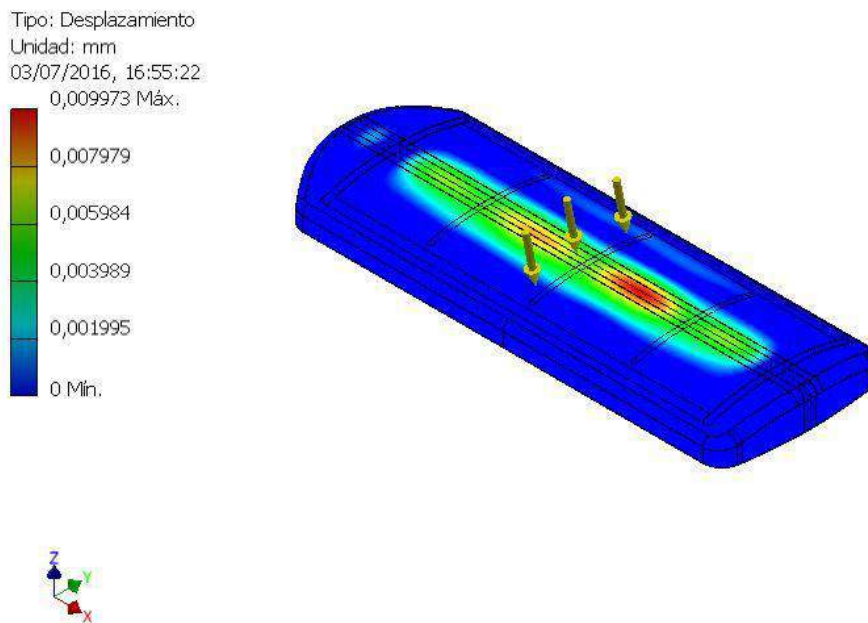


Figura 101. Desplazamiento de la carcasa.

Como se aprecia en la imagen (Figura 101), el mayor desplazamiento se produce en la zona central en la dirección del eje Z, esta zona crítica se representa en rojo, pero los valores son óptimos, pues el desplazamiento es prácticamente inexistente, teniendo este un valor máximo de 0,009973 mm.

## ESTUDIO DE LA TENSION DE VON MISES

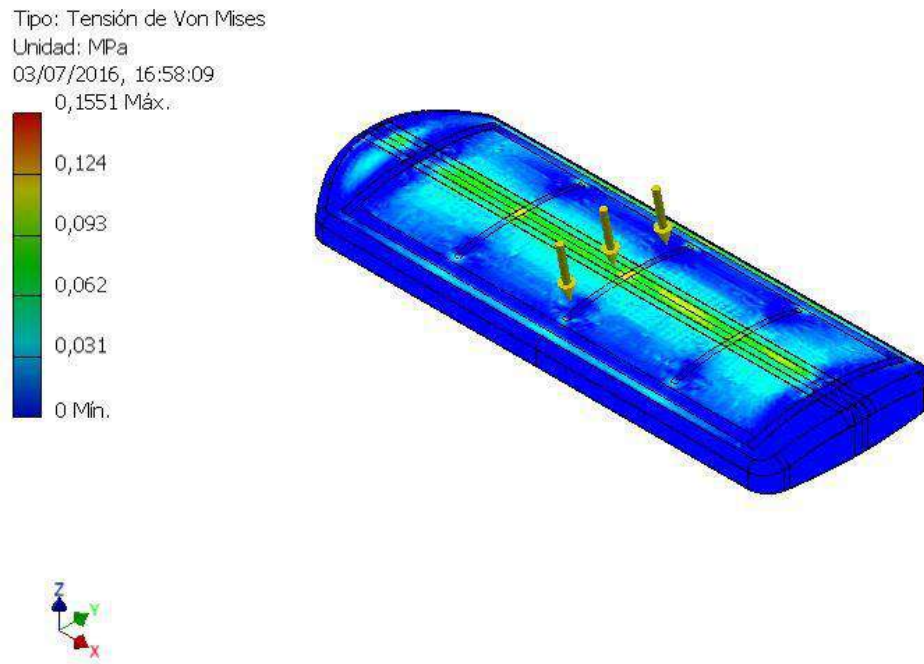


Figura 102. Tensión de Von Mises de la carcasa.

Como se aprecia en la imagen (Figura 102), la mayor tensión se genera en la zona representada en rojo, pero los valores se encuentran dentro de tolerancias, es decir, son óptimos. Aunque la fuerza ejercida sobre toda la superficie es la misma, la zona más crítica se encuentra situada a lo largo de toda la zona central.

Tras el estudio de la tensión de Von Mises, esta adquiere un valor máximo de 0,1551 MPa, quedando muy por debajo del límite elástico de la fibra de vidrio empleada, por lo que nunca se producirá plastificación.

A continuación vamos a realizar un estudio mucho más restrictivo que al mostrado anteriormente. Tras ver que el diseño de la carcasa aguanta correctamente a las condiciones de contorno impuestas semejantes a la realidad, vamos a imponer unas condiciones críticas para analizar un caso más desfavorable y asegurar la fiabilidad del diseño.

El estudio se realiza sobre una superficie en el centro de la carcasa con unas dimensiones de 300x300mm, correspondientes a la superficie que puede generar un niño subido sobre el elemento a estudiar. Analizaremos la carcasa con las mismas condiciones de apoyos fijos y carga que en el caso anterior.

## ESTUDIO DE DESPLAZAMIENTO

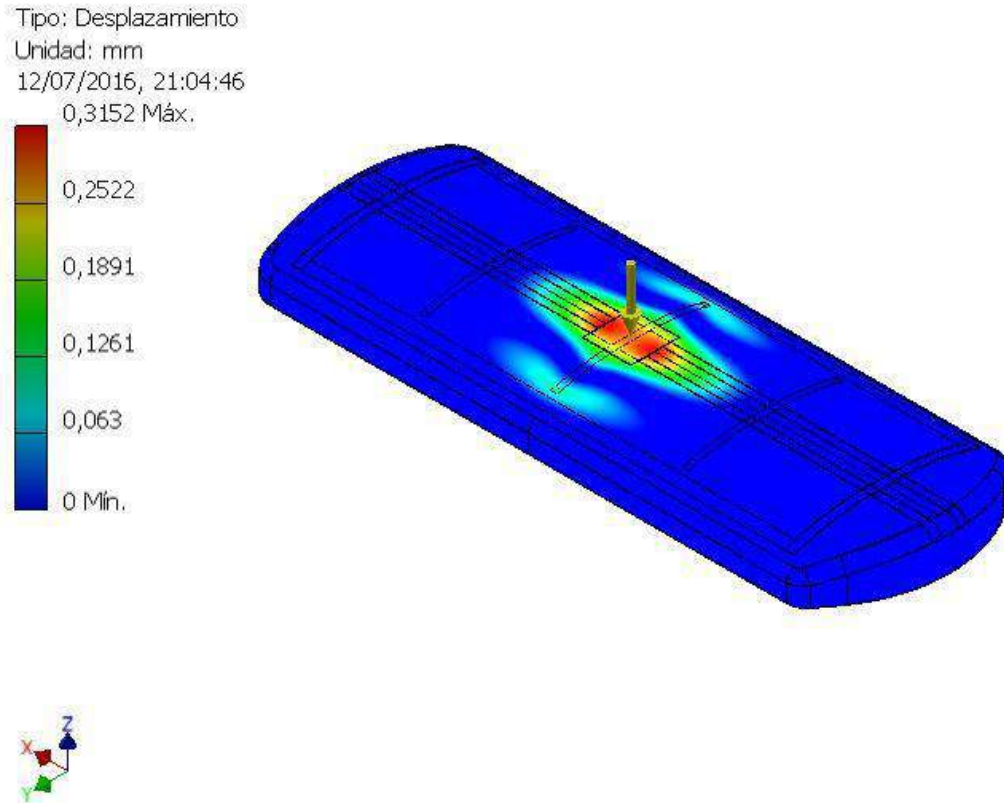


Figura 103. Desplazamiento de la carcasa.

Como es de esperar (Figura 103), el mayor desplazamiento se genera en la zona central donde se aplica la carga. Se produce un desplazamiento que apenas llega a un milímetro, por lo que los valores son óptimos incluso para estas condiciones extremas, las cuales no corresponden al uso habitual para el que se ha diseñado el producto.

## ESTUDIO DE LA TENSIÓN DE VON MISES

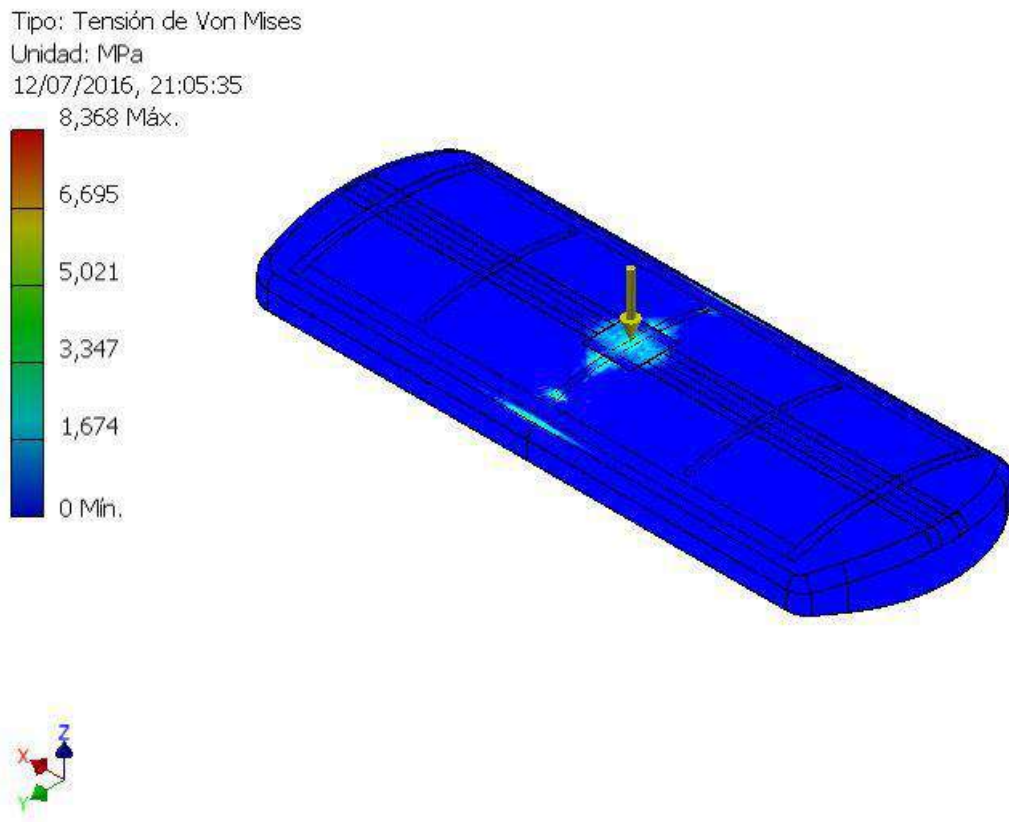


Figura 104. Tensión de Von Mises de la carcasa.

La mayor tensión se genera en la zona central de aplicación de la carga (Figura 104), generando una tensión máxima de 8,368 MPa, considerando este valor óptimo, pues incluso para esta situación extrema, el material no llega a plastificar.

Como conclusión final se obtiene que este diseño es correcto y aguanta la fuerza a la que se verá sometido, ajustándose a los requerimientos establecidos en apartados anteriores.

### 4.3 Conjunto

#### 4.3.1 Resultados

Una vez realizado el estudio de resistencia de todos los componentes que pueden determinar la estabilidad del diseño individualmente, se estudia su comportamiento

considerándolos como un conjunto y la interacción entre ellos para asegurar la fiabilidad del mecanismo, teniendo en cuenta los materiales en los cuales será fabricado.

Analizando el mecanismo en su conjunto, tenemos que considerar que este puede estar soportando cierta carga extra sobre la carcasa mientras se encuentra en funcionamiento, por ejemplo, una placa solar. Vamos a realizar el estudio de resistencia considerando esta situación. Así vamos a establecer como elemento fijo la base del marco de refuerzo, definiremos la interacción entre los distintos elementos componente y aplicaremos una carga de 30 Kg = 295 N repartida por toda la superficie de la carcasa, la cual hace referencia a la carga extra.

## ESTUDIO DE DESPLAZAMIENTO

Tipo: Desplazamiento  
Unidad: mm  
04/07/2016, 0:35:43  
0,09567 Máx.

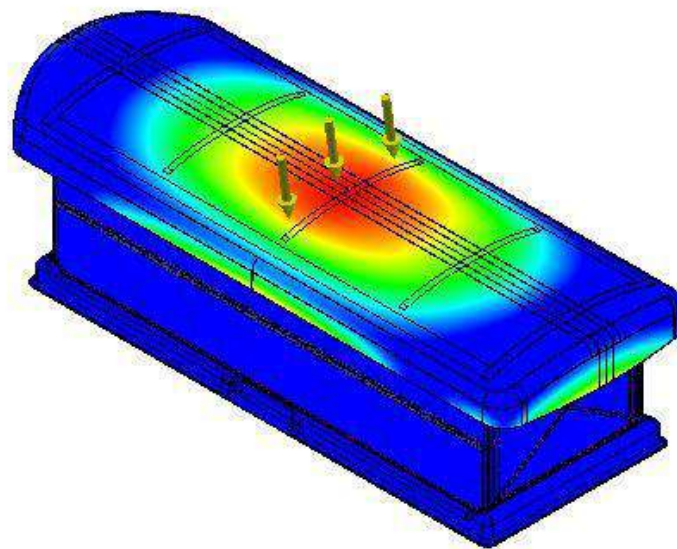


Figura 105. Desplazamiento del conjunto.

Una vez realizado el análisis (Figura 105), como se aprecia en la imagen, el elemento más crítico es la carcasa, donde el mayor desplazamiento se produce en la zona central en la dirección del eje Z, esta punto de inflexión se representa en rojo, pero los valores son



óptimos, pues el desplazamiento máximo apenas llega al mm, teniendo este un valor máximo de 0,09567 mm.

En comparación con el estudio de resistencia de la carcasa realizada individualmente, es decir, cuando el mecanismo se encuentra cerrado, el diseño en su conjunto ofrece menor estabilidad y menor resistencia a cargas, aun aplicando una fuerza menor. Esto demuestra que el análisis está efectuado correctamente, pues da los resultados esperados con la realidad.

Como conclusión obtenemos que los componentes individualizados soportan grandes cargas sin sufrir apenas deformación, pero ensamblados estos en un conjunto se debilitan, llegando a cumplir aun así con creces las condiciones de diseño y resistencia para las que han sido creados.

## ESTUDIO DE LA TENSION DE VON MISES

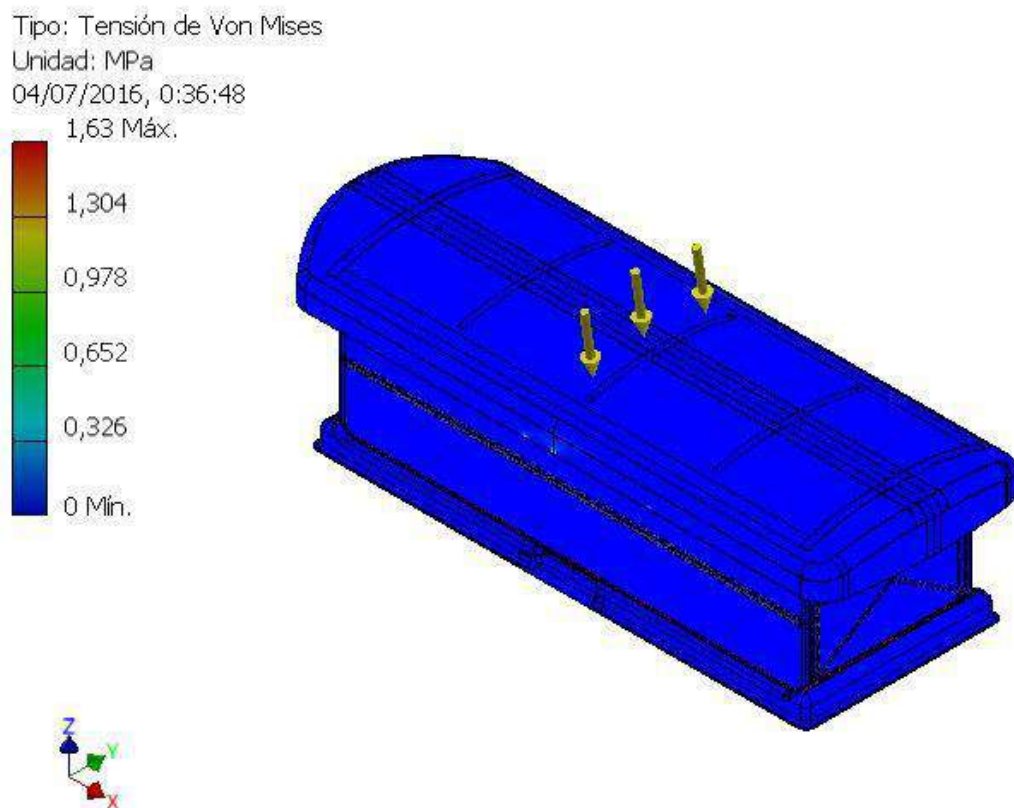


Figura 106. Tensión de Von Mises del conjunto.

Como se aprecia en la imagen (Figura 106), la mayor tensión se genera en la zona representada en rojo, pero los valores se encuentran dentro de tolerancias, es decir, son óptimos. Aunque la fuerza ejercida sobre toda la superficie es la misma.

Tras el estudio de la tensión de Von Mises, esta adquiere un valor máximo de 1,63 MPa, quedando muy por debajo del límite elástico de los materiales empleados, por lo que nunca se producirá plastificación.

Como conclusión final se obtiene que este diseño es correcto y aguanta la fuerza a la que se verá sometido, ajustándose a los requerimientos establecidos en apartados anteriores, quedando demostrado que el mecanismo es capaz de soportar una menor carga cuando este se encuentra en funcionamiento, y por lo contrario, cuando este se encuentra cerrado es cuando admite los valores máximos.





# 3

---

PLANOS TÉCNICOS

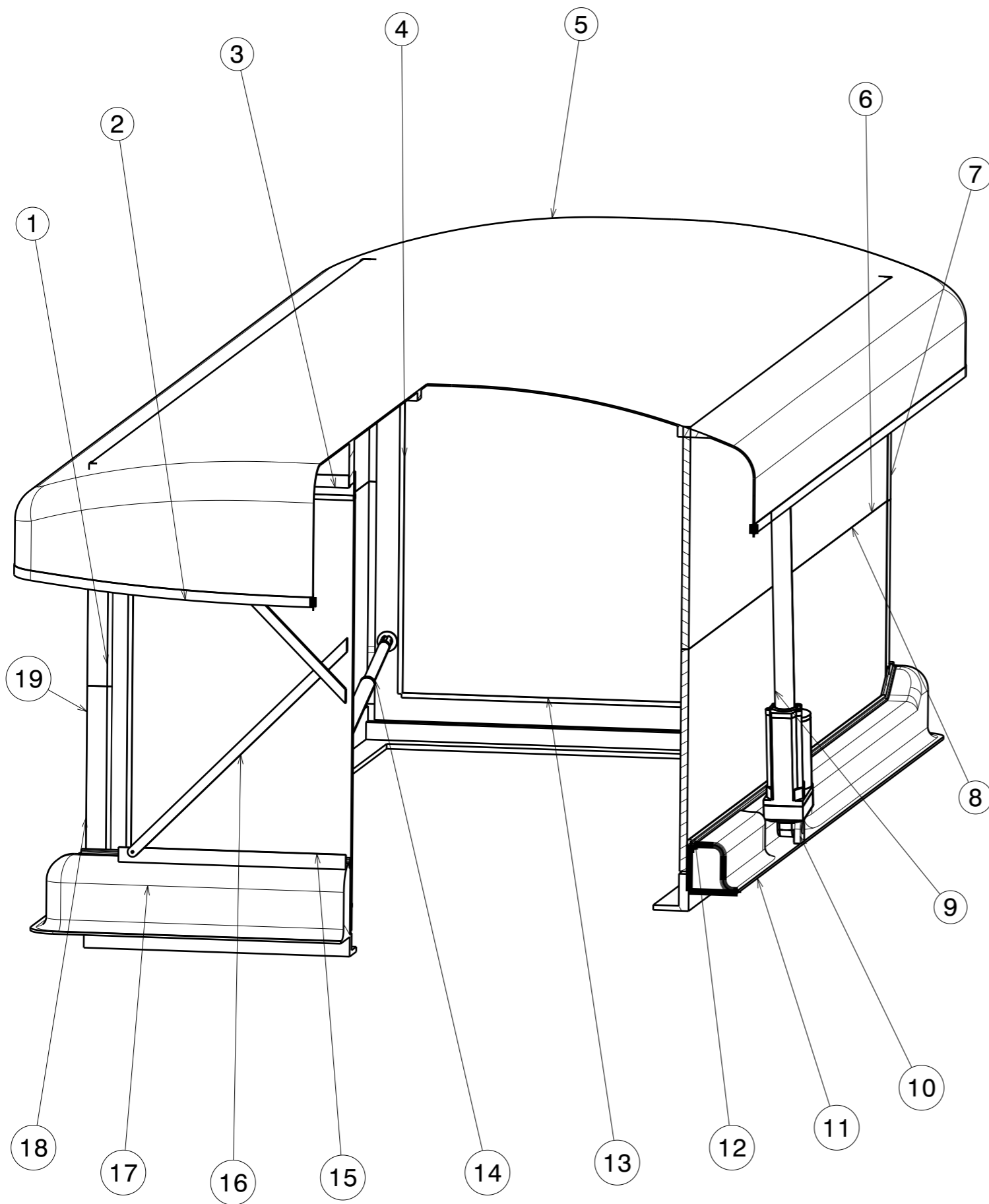


## PLANOS TÉCNICOS

En este apartado se encuentran los detalles dimensionales necesarios para la correcta obtención de las diferentes piezas que componen el diseño de ROOF UP.

Actualmente, debido a las complejas superficies que conforman los distintos elementos, estos se fabrican partiendo de una geometría 3D generada en el ordenador. Esto implica que las cotas mostradas en los planos técnicos solamente indicaran las dimensiones generales y aquellas más representativas para la utilización/función del producto.

Basando la fabricación de nuestro diseño en lo mencionado anteriormente y debido a que se trabaja con superficies complejas generadas mediante tangencias, en los planos solamente aparecerán las cotas más representativas de los mismos. Obteniendo así una imagen limpia para la rápida y clara de las dimensiones que conforman los distintos elementos.



19	Tornillo de cabeza hexagonal	40	-
18	Perfil en L 30x20x2	4	-
17	Marco de refuerzo	1	06
16	Pletinas	4	-
15	Perfil en L 20x15x1,5	4	-
14	Actuador lineal CALA 36A	2	-
13	Ventana abatible	2	-
12	Perfil de estanqueidad 807	1	-
11	Remache POP Vgrip	70	-
10	Soporte actuador	12	-
9	Actuador lineal CAHB-21	2	-
8	Tornillo cincado	80	-
7	Panel lateral	4	05
6	Bisagra de piano	8	-
5	Carcasa	1	04
4	Panel delantero y trasero	1	03
3	Canaleta	2	-
2	Perfil estanqueidad 819	1	-
1	Perfil estanqueidad 818	1	-
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº PIEZAS	Nº PLANO

Universidad de Valladolid  
Escuela de Ingenierías Industriales

Plano  
Conjunto 1

Título  
Diseño de un mecanismo de transformación para maximizar el volumen interior en vehículos vivienda

Firmas  
Icár Alonso Ciordia

Fecha  
07/2016

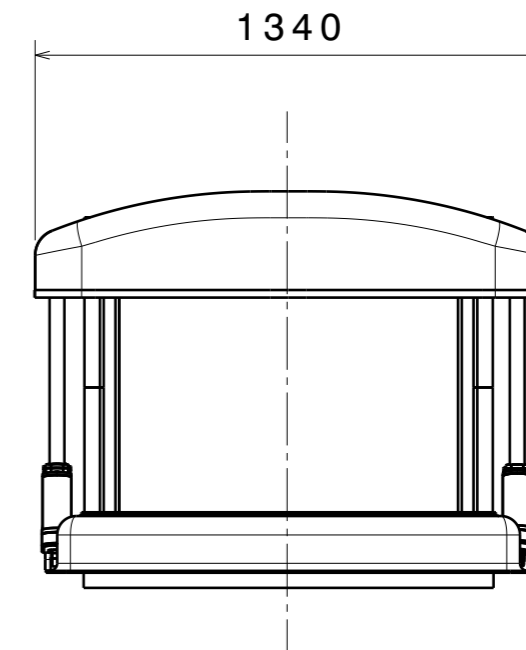
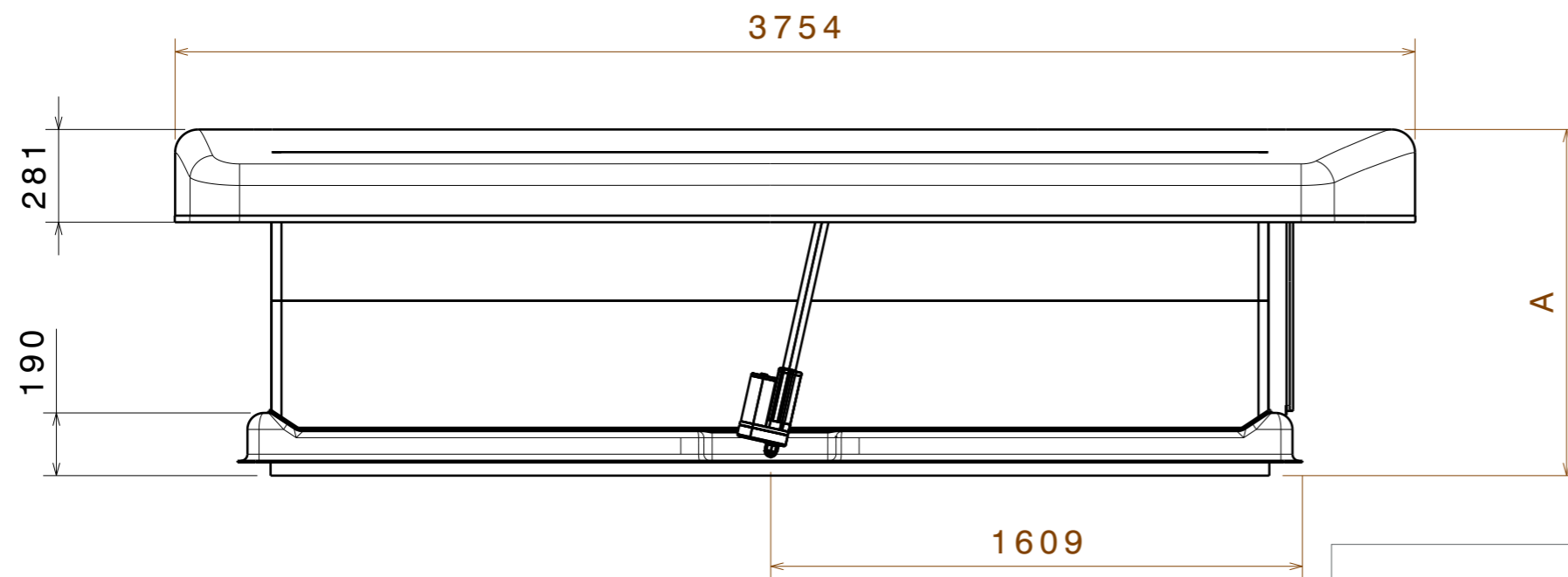
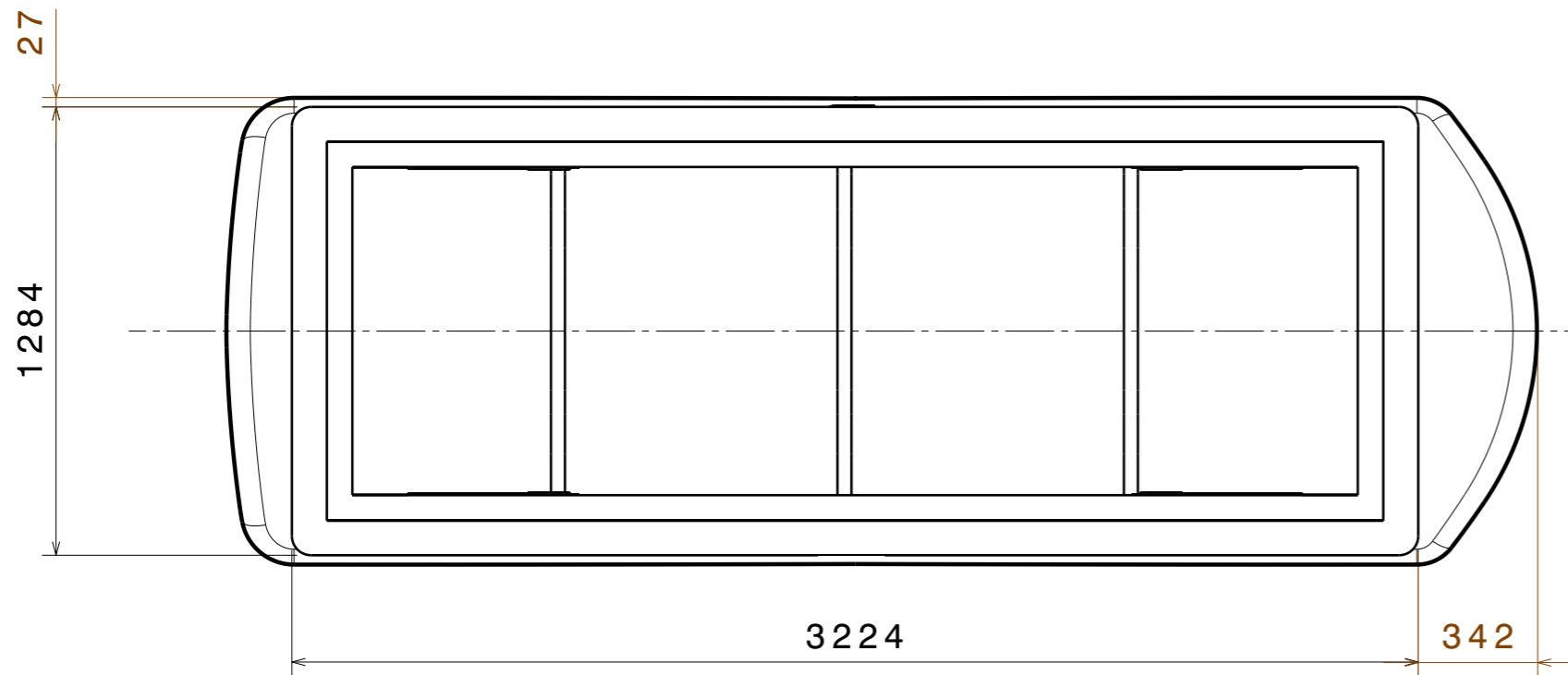
Nº plano  
01

Calidad superficial  
Material

Escala  
1:10  
Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Tolerancias generales para las dimensiones sin identificación en el dibujo ISO 2769-f





Cota A	Longitud máxima	Longitud mínima
	1049	321

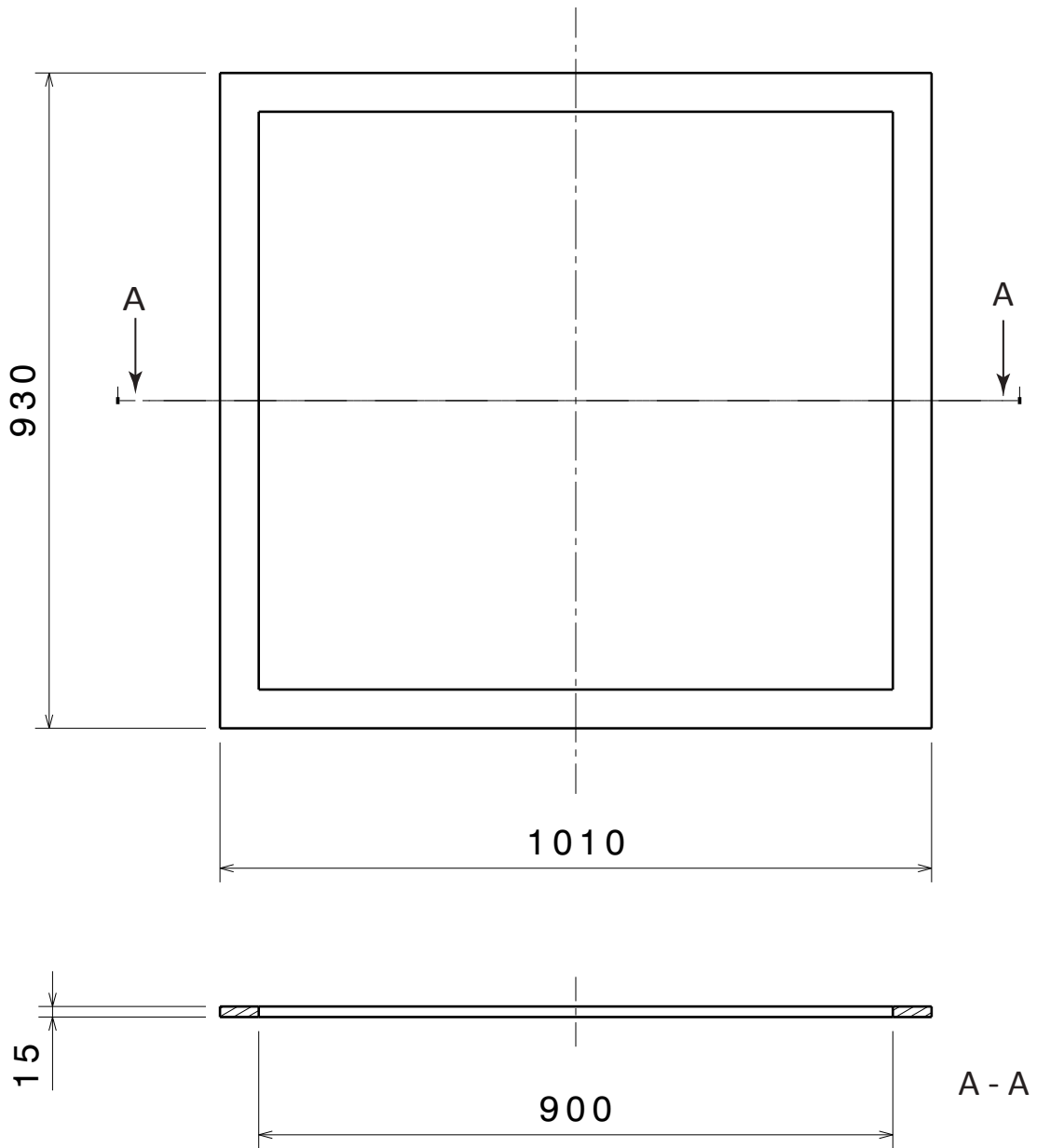
Universidad de Valladolid  
Escuela de Ingenierías Industriales

Plano	Conjunto 2	Título	Diseño de un mecanismo de transformación para maximizar el volumen interior en vehículos vivienda
-------	------------	--------	---

Firmas	Icár Alonso Ciordia	Fecha	07/2016	N plano	02
--------	---------------------	-------	---------	---------	----

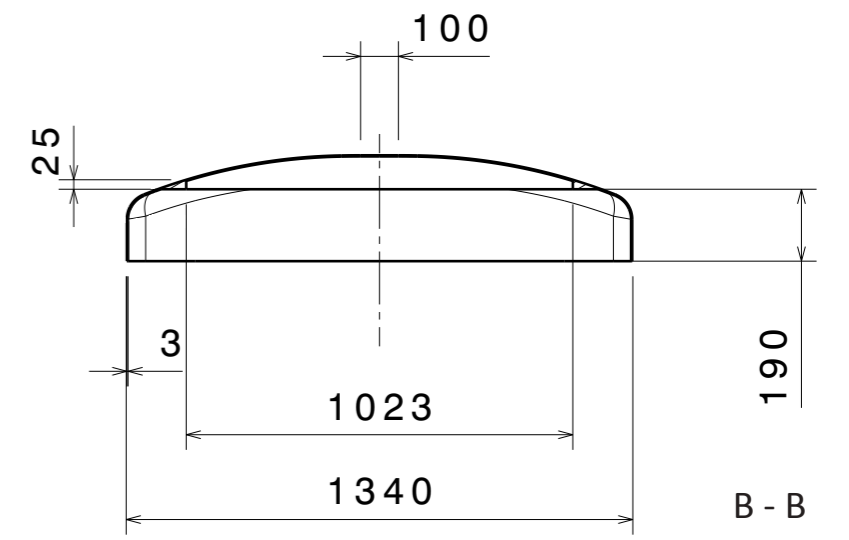
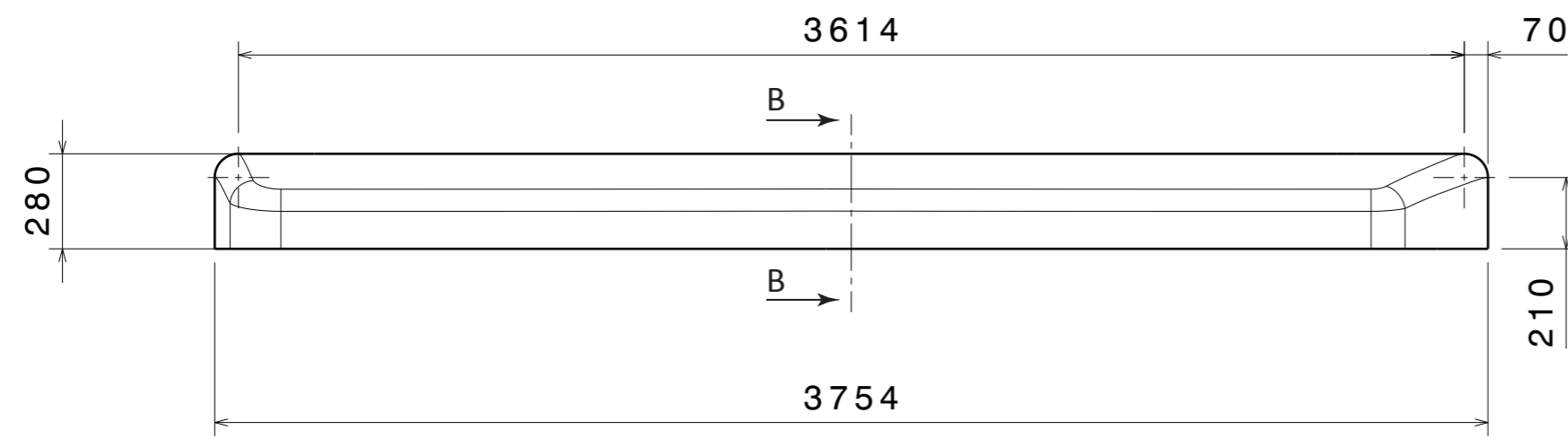
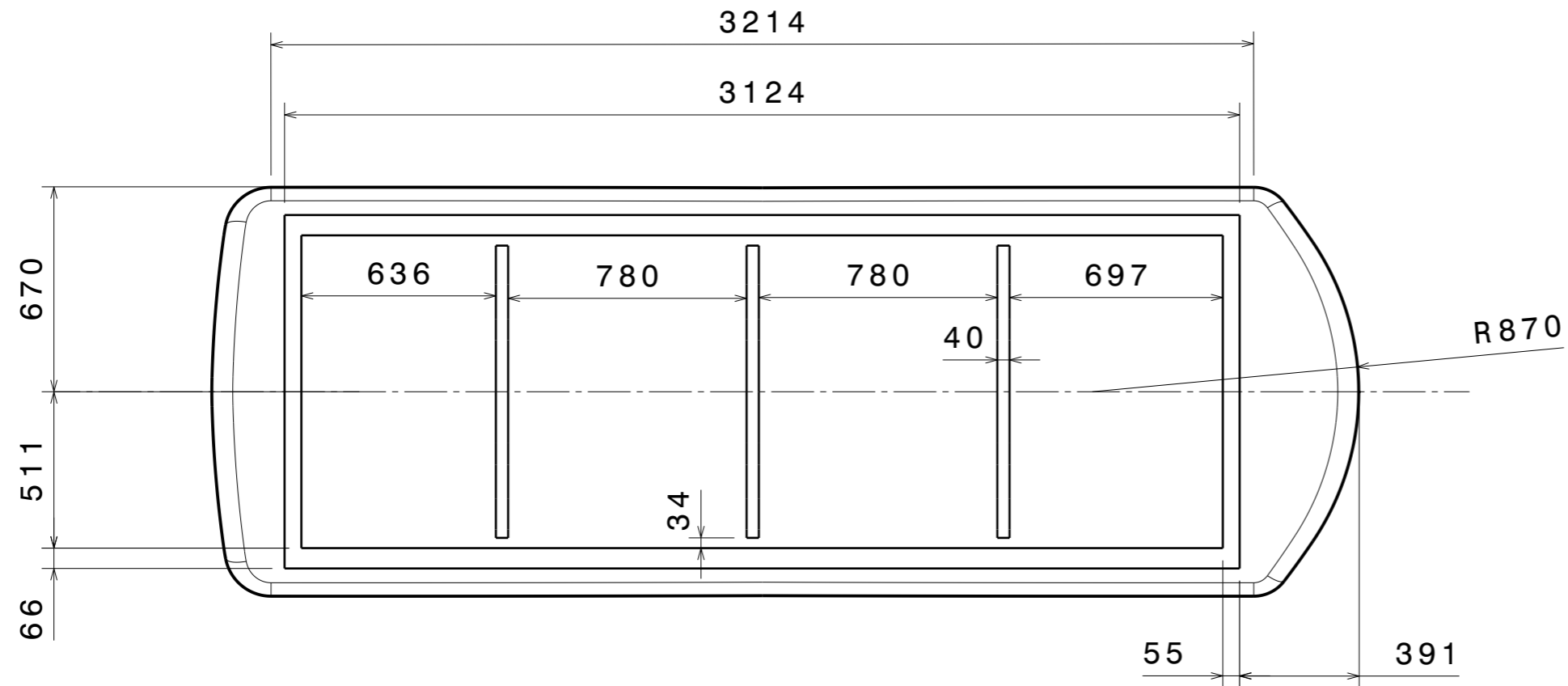
Calidad superficial	Material	Escala	1:20	Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto
---------------------	----------	--------	------	---

Tolerancias generales para las dimensiones sin identificación en el dibujo ISO 2769-f

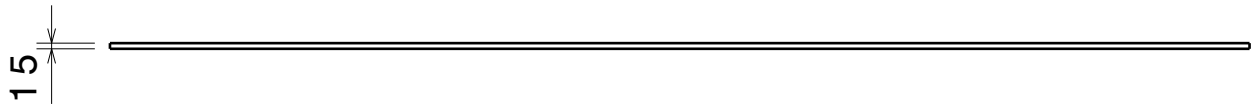
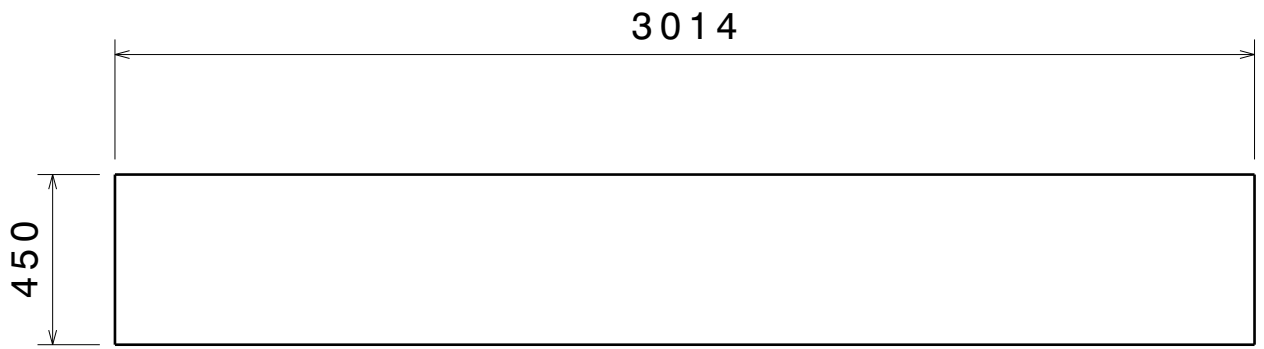


Universidad de Valladolid  
Escuela de Ingenierías Industriales

<b>Plano</b> Panel delantero y trasero		<b>Título</b> Diseño de un mecanismo de transformación para maximizar el volumen interior en vehículos vivienda	
<b>Firmas</b>  Icár Alonso Ciordia		<b>Fecha</b> 07/2016	<b>Nº plano</b> 03
		<b>Escala</b> 1:10	Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto
<b>Calidad superficial</b> √	<b>Material</b> Aluminio	Tolerancias generales para las dimensiones sin identificación en el dibujo ISO 2769-f	

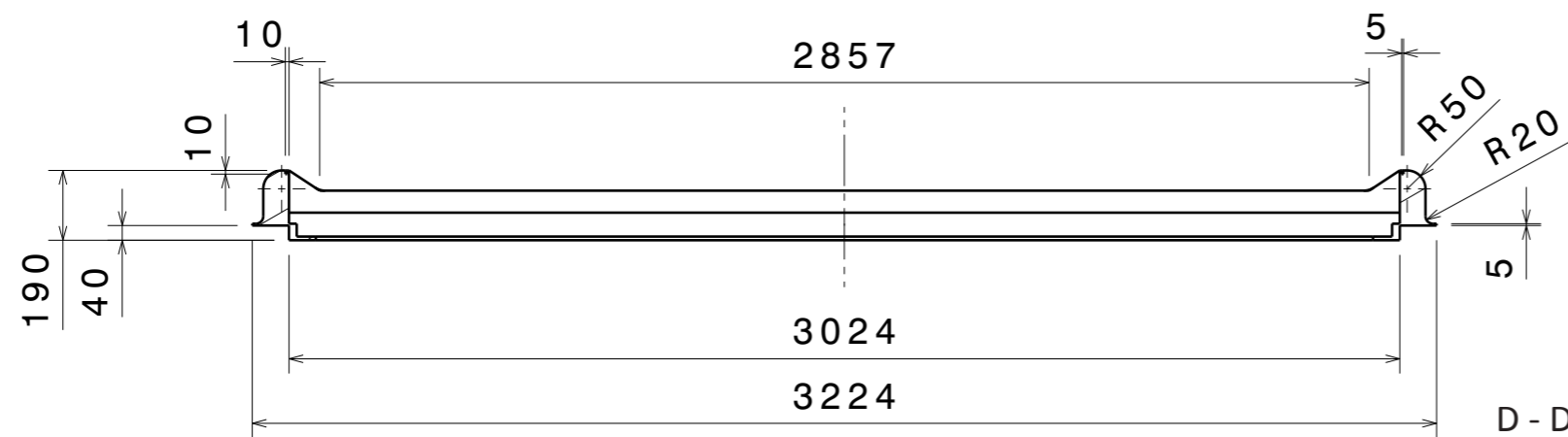
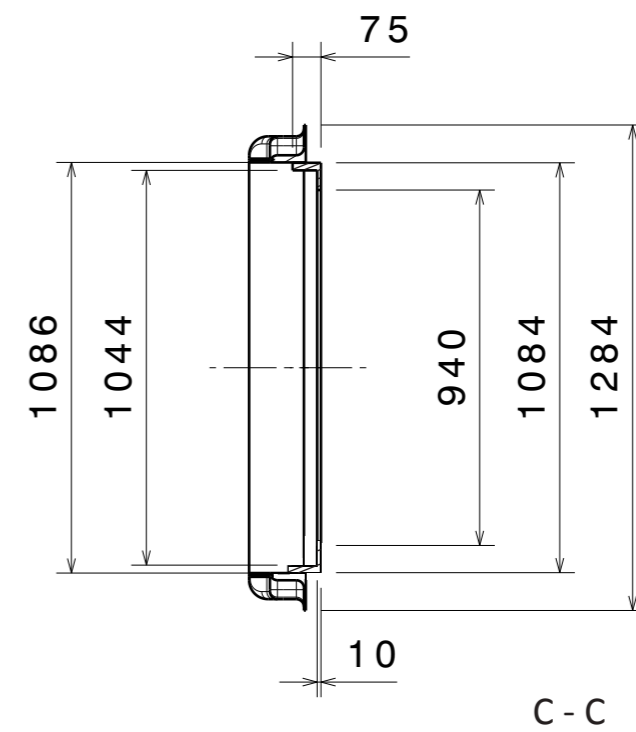
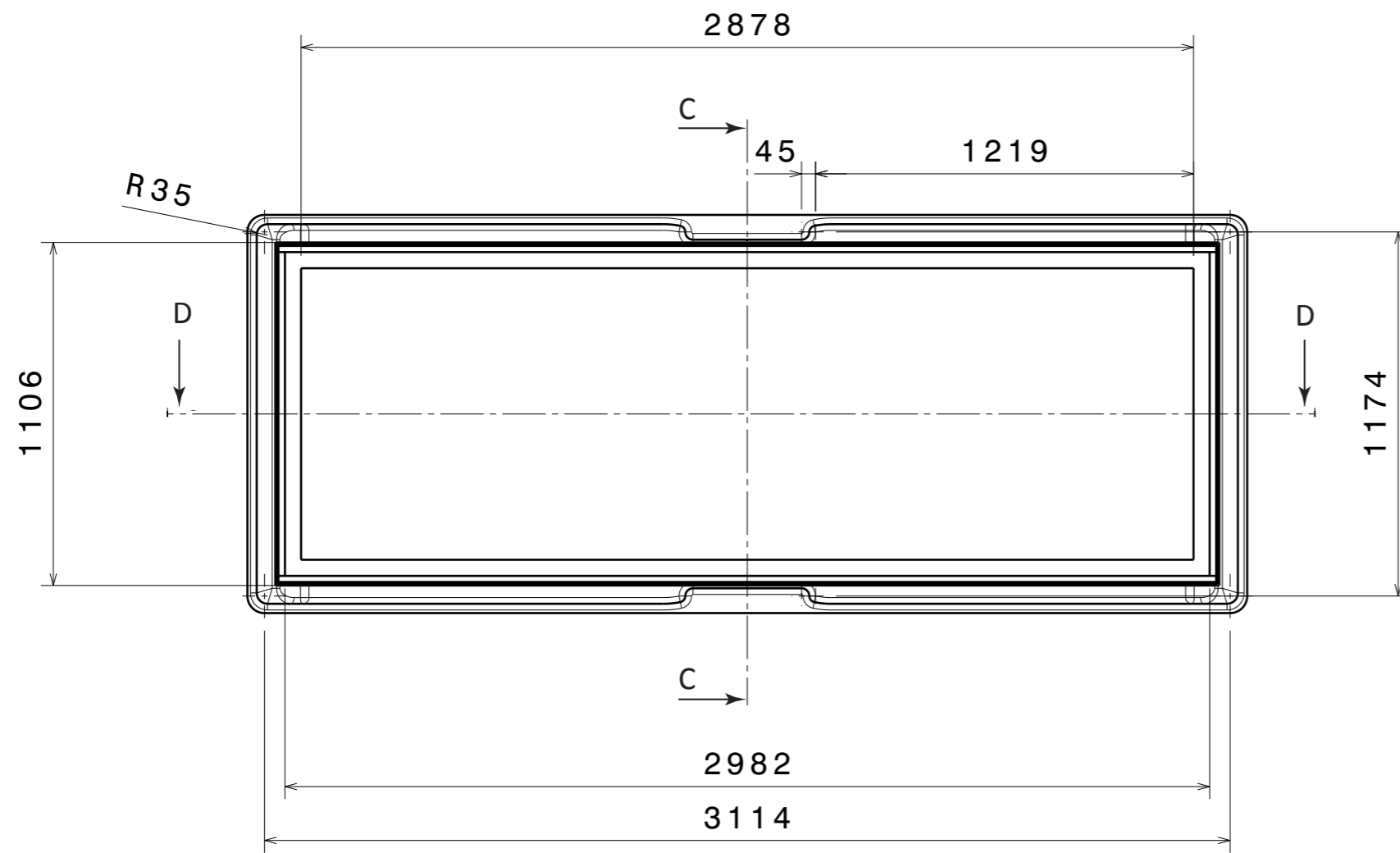


Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Industriales			
<b>Plano</b> Carcasa		<b>Título</b> Diseño de un mecanismo de transformación para maximizar el volumen interior en vehículos vivienda	
<b>Firmas</b> Icíar Alonso Ciordia		<b>Fecha</b> 07/2016	<b>Nº plano</b> 04
<b>Calidad superficial</b> 		<b>Material</b> Fibra de vidrio	<b>Escala</b> 1:20 Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto
Tolerancias generales para las dimensiones sin identificación en el dibujo ISO 2769-f			



Universidad de Valladolid  
Escuela de Ingenierías Industriales

Plano Panel lateral		Título Diseño de un mecanismo de transformación para maximizar el volumen interior en vehículos vivienda	
Firmas Icár Alonso Ciordia		Fecha 07/2016	Nº plano 05
Calidad superficial √	Material Aluminio y espuma de poliuretano	Escala 1:20	Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto
Tolerancias generales para las dimensiones sin identificación en el dibujo ISO 2769-f			



Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Industriales			
Plano	Marco de refuerzo	Título	Diseño de un mecanismo de transformación para maximizar el volumen interior en vehículos vivienda
Firmas	Icár Alonso Ciordia	Fecha	07/2016
		Nº plano	06
Calidad superficial		Escala	1:20
	Material	Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto	
	Fibra de vidrio	Tolerancias generales para las dimensiones sin identificación en el dibujo ISO 2769-f	



# 4

---

PLIEGO DE CONDICIONES





## PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES

En el presente documento se establecen los requisitos que se deben considerar durante la ejecución, la dirección del proyecto, la ejecución y la aceptación del producto. Se deben incluir las circunstancias y condiciones bajo las que se debe ejecutar el proyecto, en todas sus fases. De esta forma se describe el trabajo a ejecutar, las características de los materiales y los equipos, etc. Abarca desde la contratación del proyecto hasta su entrega.

Se trata de la parte más importante del proyecto a nivel legal y contractual, ya que su cometido es regular y garantiza que todo el trabajo se realice conforme a unas condiciones determinadas. Por tanto, establece las obligaciones, derechos y responsabilidades entre la Propiedad y la Contrata.

### 1.1 Condiciones generales

#### 1.1.1 Descripción general del proyecto

Se propone el diseño de un mecanismo de transformación para maximizar el volumen interior en vehículos vivienda, basado en las formas prismáticas, y cuya principal característica es la incorporación de paneles rígidos que conforman los laterales, lo que permite alcanzar una mayor protección, tanto contra adversidades meteorológicas como seguridad propia. Este diseño apuesta por las formas limpias y minimalistas.

El proyecto debe cumplir los objetivos expuestos en la memoria descriptiva, dando especial importancia a los aspectos de funcionalidad y fabricación industrial del producto. Otro aspecto sumamente importante es el acabado final del producto, siendo uno de los objetivos principales crear un espacio limpio y atractivo para el usuario.

## 1.1.2 Objetivos y cláusulas generales

El pliego de condiciones contiene todas las pautas a seguir para la realización del proyecto. Para verificar la autenticidad del mismo bastará con una exposición escrita de los planos y del pliego de condiciones. Si se diera el caso de que existiera alguna contradicción entre lo expuesto en los planos y lo redactado en el pliego de condiciones, prevalecerá lo expuesto en los planos.

La realización del proyecto se ejecutará según las normas, formatos y materiales indicados en el plano y en la memoria. Si fuese necesario algún tipo de modificación se hará siguiendo las exigencias del proyectista, procurando realizar los mínimos cambios posibles.

El contratista será el encargado de revisar el proyecto por si hubiera algún fallo, en cuyo caso lo comunicará al proyectista para solventarlo. De no ser así, todo lo ocurrido en adelante derivado de dicho error será responsabilidad del contratista.

## 1.2 Condiciones facultativas o legales

### 1.2.1 Contrato

Se entiende como documentos contractuales a todos aquellos que definan la secuencia de operaciones a ejecutar. Son de obligado cumplimiento.

El contrato debe incluir:

- La memoria, los planos y el presupuesto.
- Las normas técnicas aprobadas por los Organismos Competentes que sean válidas en el momento de la firma del contrato.
- Las condiciones Particulares Facultativas, Económicas y Legales que modifica el Pliego de Condiciones.
- Los cálculos.
- Los planos de detalle.
- La oferta del Contratista efectuada sobre la relación de las unidades de obra a ejecutar que figuren en el Presupuesto o en el Pliego de Condiciones.
- Todas las normas de contratación que regulen los Contratos de construcción en el momento de la firma del Contrato.
- Cualquier comunicación por escrito, si se entrega personalmente al destinatario o a un miembro de la Empresa, o si ha sido entregada o remitida por correo certificado.

- Todos los plazos de tiempo que se indican en los Documentos del Contrato que se consideren que forman parte esencial del mismo.

A efectos de ejecución de las obras, se considerará como fecha de comienzo de las mismas la que se especifique en el pliego particular de condiciones, y en su defecto la de la orden de comienzo de los trabajos. Esta orden se comunicará al contratista en un plazo superior a 90 días a partir de la fecha del contrato.

El contrato será firmado por parte del contratista, por su representante legal o apoderado, quien deberá poder aprobar este extremo con la correspondiente acreditación.

### 1.2.2 Subcontratista

El contratista podrá subcontratar cualquier parte de la obra, previa autorización del Ingeniero, para lo cual deberá informar con autoridad a este, del alcance y las condiciones técnico-económicas del subcontrato.

### 1.2.3 Régimen de intervención

Cuando el contratista, sea a las obligaciones o disposiciones del contrato, sea a las órdenes del Ingeniero, éste le requerirá a cumplir este requisito de órdenes en un plazo determinado, que salvo en condiciones de urgencia, no será nunca menos de diez días de la modificación de requerimiento.

### 1.2.4 Propiedad industrial

Al suscribir el contrato, el contratista garantiza al Ingeniero contra toda clase de reivindicaciones que se refieran a suministro y materiales, procedimientos y medios utilizados para la ejecución del sistema de almacenaje y que proceda de titulares de patentes, licencias, planos, modelos, marcas de fábrica o comercio.

En el caso de que fuera necesario, corresponde al contrato de la obtención de las licencias o permisos precisos, y soporta la carga de los derechos e identificación correspondientes.

En el caso de acciones dirigidas contra el Ingeniero por terceros, titulares de licencias, autorizaciones, planos, modelos, marcas de fábrica o de comercio utilizadas por el contratista para la ejecución de los trabajos, el contratista responderá ante el Ingeniero

del resultado de dichas acciones, estando obligado además a presentarle su ayuda en el ejercicio de las excepciones que competan al Ingeniero.

## 1.3 Condiciones económicas

En el pliego de condiciones aparecen las condiciones generales que deben cumplirse en la ejecución del proyecto técnico del mecanismo elevable.

Los datos que son mencionados en el pliego de condiciones u omitidos en los planos, o viceversa, serán realizados como si se encontraran presentes en ambos documentos. Si se presentaran contradicciones entre ambos, siempre prevalecerá lo expuesto en el pliego de condiciones.

A la hora de ejecutar el proyecto, se realizarán de forma estricta todas las dimensiones, formas y materiales indicados en el proyecto. Cuando se requieran modificaciones, se realizarán los mínimos cambios necesarios, respetando siempre la idea del proyectista.

La realización del proyecto implica la aceptación de todas las bases, así como la posible no ejecución final del proyecto.

### 1.3.1 Compromiso del promotor

La empresa promotora se compromete a la fabricación de nuestro producto con un número mínimo de mil unidades, cifra para la que está calculado el presupuesto. Si este acuerdo se incumpliera, el promotor estará obligado a pagar una indemnización, por esta razón, deberá realizar un seguro que permita el pago de dicha indemnización.

El equipo de diseño recibirá una cantidad fija de dinero, y un porcentaje en base a los beneficios obtenidos derivados de la venta. Estas cifras se encuentran concretadas en el contrato que vincula al promotor del proyecto con el equipo de diseño.

### 1.3.2 Condiciones para la empresa auxiliar

La empresa auxiliar deberá cumplir una serie de requisitos mínimos y necesarios que aseguren la correcta ejecución del producto y de cada uno de sus aspectos.

- Deberá estar dotada de la normativa y certificación propicia, dentro de la cual se encuentra la certificación de la calidad ISO 9001:2008, además de cumplir la adaptación al Modelo Europeo de Gestión de Calidad (EFQM) en el plazo de un año

si no funciona actualmente dicho marco. Es recomendable que también esté certificada en la Prevención de Riesgos Laborales (OSHAS 18001:1999), Medio Ambiente (ISO 14001:2000), Responsabilidad Social (SA 8000:2004) y Responsabilidad Ética (SG 21).

- Ha de contar con experiencia demostrable en la ejecución y producción de proyectos, sobre todo en el campo correspondiente a este proyecto, además de manejar perfectamente la tecnología necesaria para el desarrollo del mismo.
- Deberá cumplir la normativa vigente respecto a fabricación industrial, además del desarrollo y cumplimiento de la normativa de Seguridad y Salud según la legislación española y europea.
- En el caso de poder producirse riesgos ambientales, se realizaría un estudio de impacto ambiental para conseguir que estos efectos fueran mínimos.
- La productividad de la empresa asegurará que se cumplan los plazos previstos para la ejecución del producto. Esto se logrará mediante la distribución eficiente de los puestos de trabajo, la maquinaria y la mano de obra. De esta manera se reducirán los desplazamientos a recorrer entre los puestos de trabajo, agilizando la producción y reduciendo los costes.
- En sus instalaciones existirá un laboratorio de pruebas y ensayos, en los que examinar que la producción cumpla de forma correcta el servicio al que está destinado. En caso de no disponer de estas instalaciones, se encargarán los ensayos a otra empresa o laboratorio de tal forma que se asegure la detección de posibles defectos en la fabricación de la manera más rápida y fiable posible.
- La empresa debe contar con la maquinaria necesaria para la producción del producto. En caso de necesitar nueva maquinaria, utillajes y otro tipo de recursos, esto no influirá en el presupuesto, si no que será la empresa la encargada de hacer frente a los gastos propios de las nuevas adquisiciones.
- La homologación de las piezas proyectadas debe obtenerse por la empresa en un plazo no superior a un año.

## RESPECTO AL PERSONAL

- La empresa dispondrá de personal técnico cualificado, capaz de interpretar los documentos, planos y especificaciones del proyecto correctamente, y poder ejecutarlo según las condiciones del mismo.
- Todo el personal que se encuentre en la plantilla y que participe en la ejecución del proyecto, tendrá asignadas tareas específicas, en las que deberá estar previamente formado e informado, así como en materia de prevención de riesgos laborales.
- Ha de disponer de personal técnico de producción, oficiales de primera, segunda y tercera, así como de personal administrativo, de mantenimiento y comodines.
- Todo el personal se encontrará dado de alta en la Seguridad Social y cobrará al menos el mínimo salario establecido por el Gobierno.

- La plantilla pertenecerá a una Mutua de Accidentes, elegida por la directiva de la empresa.
- Todo el personal de la empresa tiene la obligación de cumplir en todo momento con las normas relativas a Seguridad e Higiene.

### 1.3.3 Condiciones para la empresa administradora

La empresa productora adquirirá los elementos que considere necesarios para el desarrollo del proyecto de proveedores externos.

Por lo tanto, para asegurar un desarrollo eficaz de la producción, los proveedores deberán cumplir unos determinados aspectos:

- La empresa contratará proveedores con experiencia demostrable en el abastecimiento industrial. Además deben ofrecer garantías en el cumplimiento de los plazos de entrega previstos.
- Deberán cumplir la legislación empresarial de carácter legal, así como la homologación o calidad de los productos suministrados, siendo la empresa productora la encargada de comprobarlos.
- Los suministros han de presentarse debidamente empaquetados y cerrados, con su correcta identificación.
- El sistema de entrega se establecerá por parte de los proveedores, escogiendo el que se considere más adecuado de acuerdo a sus necesidades. Se acordarán las penalizaciones correspondientes por retrasos o defectos del suministro.
- Dichas empresas deberán disponer de personal técnico cualificado, capaz de interpretar correctamente las especificaciones del producto requerido.

### 1.3.4 Condiciones para la empresa de montaje

Una vez que la empresa de montaje reciba todos los componentes necesarios para el ensamblaje del producto final, debe empezar a realizar el trabajo teniendo presente unas condiciones mínimas y necesarias para poder asegurar la correcta ejecución.

- Al igual que en los casos anteriores, debe poseer las certificaciones convenientes referidas a Calidad (ISO 9001:2008), Prevención de Riesgos Laborales (OSHAS 18001:1991), Medio Ambiente (ISO 14001:2000) y Responsabilidad Social y Ética (SA 8000:2004 y SG 21). De esta forma la empresa será capaz de garantizar la calidad y el desempeño de las tareas de una forma responsable.

- Como empresa de montaje que es, debe tener experiencia reconocida en la ejecución y producción en el campo de aplicación de este proyecto y en el uso de la tecnología que este requiera.
- Cumplirá la normativa vigente en cuanto a fabricación industrial y las normas de Seguridad y Salud según la legislación española. En el caso de poder incurrir en riesgos ambientales, se encargará un estudio de impacto ambiental para conseguir los mínimos efectos. Será la empresa productora quien se asegure de que la empresa de montaje cumpla con la legislación empresarial de carácter general.
- Debe poder asegurar el cumplimiento de los plazos previstos para el desarrollo del producto, mediante una correcta distribución de puestos de trabajo, maquinaria y mano de obra.
- Dispondrá de personal técnico cualificado. Este ha de ser capaz de interpretar correctamente los documentos, planos y especificaciones del proyecto para que pueda ejecutarlo siguiendo las indicaciones y condiciones establecidas por el mismo.
- En sus instalaciones debe existir un laboratorio de pruebas y ensayos, y en caso de no disponer de uno, se encargarán los ensayos a otra empresa o laboratorio de confianza para poder asegurar la detección de posibles defectos de la manera más rápida y fiable posible.
- Obtendrá la homologación del producto en un plazo no superior a un año.

## 1.4 Condiciones de ejecución

Tras la firma del contrato existe un periodo de preparación en el cual debe conocerse la memoria de la organización del proyecto, el calendario de ejecución y demás detalles complementarios.

El proyecto se realizará de acuerdo a un programa de ejecución. Este programa considera desde la recepción de las piezas hasta la fabricación, montaje y ensamblaje. La recepción de las piezas es un periodo de espera hasta que la empresa proveedora de materiales y de productos semiacabados envía dichas unidades a la empresa. En el caso de ROOF UP supone la llegada de los elementos comerciales (actuadores lineales eléctricos, ventanas abatibles...) y de los materiales encargados (acero, aluminio reciclado, fibra de vidrio...). De esta forma la empresa podrá iniciar la producción. La fabricación supone realizar la unión soldada de los distintos perfiles normalizados para crear los refuerzos tanto del premarco como de la carcasa y posteriormente el preimpregnado. Para los paneles rígidos, se obtendrán láminas de aluminio reciclado que se soldarán creando un rectángulo hueco, y posteriormente se rellenarán con espuma de poliuretano.

En caso de adelantos y/o demoras en los plazos acordados en el contrato, se deberán notificar de forma escrita con un plazo mínimo de una semana de antelación a la fecha de

recepción estipulada. Si se cumple con este plazo, la empresa no podrá exigir una indemnización por incumplimiento de la programación a pesar de que esto suponga una reducción de los costes directos por parte de la empresa responsable.

Sin embargo, en caso de rotura de algún elemento principal para la producción sin posibilidad de recambios, se intentará reorganizar la producción para evitar la parada total. Esto se hará mediante la adquisición de una nueva unidad o mediante la reparación de esta. Por todo ello, se recomienda la existencia de un stock suficiente de piezas de reserva.

## 1.5 Materiales

### 1.5.1 Condiciones generales

Todos los materiales empleados en el proyecto deberán estar correctamente homologados para asegurar una calidad óptima.

En el caso de los elementos comerciales adquiridos a empresas externas, estos deberán superar también los controles de calidad impuestos por la Unión Europea así como en materia de Seguridad.

Este punto lo realizan personalmente verificadores experimentados en el tema con un nivel educativo medio-alto. Se trata de asegurar el buen estado del material suministrado y comprobar que todo está dentro de las tolerancias y especificaciones del Pliego de Condiciones. Si no es así se rechazará tomando las medidas oportunas. La verificación la realizarán personas con herramientas de medición y cualidades para hacer un buen análisis visual, dimensional y no dimensional.

Los materiales metálicos no deben presentar irregularidades superficiales (como rebabas), descarbonizaciones, óxidos, perforaciones, golpes, etc. Los actuadores lineales deben funcionar correctamente y no presentar defectos superficiales, al igual que la ventana abatible.

### 1.5.2 Material suministrado por empresas externas

Todos los materiales y piezas suministradas por empresas externas que entren en el montaje se revisarán por la Dirección Facultativas y será ella quien autorice su uso.

Para los materiales o piezas que no cumplan con los requisitos implantados se seguirá un protocolo de devolución bajo convenio establecido previamente.



El producto final deberá superar las exigencias que permitan su buen estado y su correcto funcionamiento, al menos el mínimo tiempo exigido por la legislación europea en cuanto a garantías (Consultar el apartado Garantía del Pliego de Condiciones).

## 1.6 Ejecución del proyecto

El equipo de diseño acompañado de los encargados de la fabricación del producto elaborarán un plan concreto para la realización del proyecto considerando a los proveedores, encargados de montaje y distribución, así como la mano de obra cualificada y el acabado final.

### 1.6.1 Control de calidad

El control de calidad será efectuado por la empresa, comprendiendo tres niveles:

- Control de calidad de materiales y elementos recibidos.
- Control de calidad de montaje de dichos materiales.
- Control de calidad y pruebas de funcionamiento con arreglo a las especificaciones recogidas en los distintos documentos del proyecto.

En las piezas fabricadas se exige una calidad mínima determinada. Todos aquellos productos que no alcancen dicha calidad deberán ser excluidos. Las piezas fabricadas deben pasar por un control de calidad para verificar que cumplen con las características establecidas.

### 1.6.2 Suministro de materiales

Deberá efectuarse en el momento oportuno para que la ejecución de los trabajos no sufra interrupciones. Por ello, la empresa suministradora deberá cumplir con los plazos previstos para que se cumplan los pedidos. Deberán llevar a cabo un correcto cumplimiento de las disposiciones legales para las actividades de carácter empresarial e industrial. La elección de los proveedores se ha hecho buscando profesionales experimentados que se encuentren geográficamente próximos para que esto no suponga un aumento en los costes, fruto del transporte de una empresa a otra. Además deberá poseer las certificaciones adecuadas referidas a los Sistemas de Gestión de la calidad, implantadas de acuerdo a la normativa vigente ISO 9001:2008.

### 1.6.3 Conservación, manipulación y almacenamiento

Si los materiales han estado almacenados durante un largo periodo de tiempo, o de una manera tal que pudieran haber sufrido un importante deterioro, deberán ser comprobados antes de poder ser utilizados, para asegurarse de que siguen cumpliendo con la normativa correspondiente.

El material deberá almacenarse en base a las condiciones que imponga el fabricante. El material no deberá emplearse si se ha superado la vida en almacén impuesta por el fabricante.

### 1.6.4 Montaje, embalaje y distribución

La empresa gozará de una adecuada distribución de las operaciones de la cadena, de manera que la línea productiva funcione adecuadamente. Se buscará alcanzar la producción estimada por unidad de tiempo. Una vez finalizado el montaje, el trabajador dejará completamente limpios todos los equipos y materiales así como los lugares de trabajo que haya ocupado.

Terminado el producto será sometido a todas las pruebas que sean necesarias para comprobar su puesta a punto. En caso de que estas pruebas no resulten satisfactorias se realizarán las modificaciones, reparaciones y sustituciones pertinentes hasta alcanzar los resultados especificados en el proyecto.

Posteriormente se procederá al embalado y paletización del producto para su distribución. Ésta será realizada por una empresa distribuidora capaz de proporcionar el mejor servicio en relación calidad-precio, definidos en el pliego.

### 1.6.5 Cualificación de la mano de obra

La empresa dispondría de personal técnico de producción, oficiales de primera, segunda y tercera, así como administrativos y comodines y personal de mantenimiento, debe comprobarse que cada uno de ellos ejecuta su labor correspondiente, en la cual habrán sido formados con la correspondiente especialización, títulos, etc., que la empresa considere necesarios para la adecuada ejecución del producto.

Es fundamental que todo el personal implicado en el desarrollo completo del producto trabaje teniendo presente la legislación vigente sobre prevención de riesgos laborales. En el caso de que fuese necesaria la intervención de algún otro operario en un determinado

puesto de trabajo, sea por la causa que sea, se le formará previamente o en su defecto se encargará un comodín que ha sido previamente formado para la tarea.

## 1.7 Certificaciones

Cada operario deberá realizar las operaciones asociadas al puesto de trabajo, así como la inspección de su trabajo para asegurar la calidad y evitar operaciones posteriores de revisión que pueda alargar indebidamente el tiempo de producción. En estas inspecciones se rechazarán todos los elementos que presenten fallos o desviaciones en las especificaciones de funcionamiento, forma, posición, acabado o de otro tipo.

Serán analizados todos los subconjuntos en la cadena de montaje para garantizar su correcto funcionamiento. También adquirirá importancia la calidad superficial para que se responda a las indicaciones de los planos, sin incluir ningún defecto durante el procesado. Se deben considerar las tolerancias generales y específicas referidas en los planos, de forma que cualquier tipo de desviación de los valores indicados será concebido como defecto y deberá repararse o desecharse.

Como se ha explicado anteriormente, se deben realizar ensayos sobre el conjunto completo para asegurar su correcto funcionamiento. Con estos ensayos se debe garantizar el correcto montaje de las partes principales, el funcionamiento del pistón, y la correcta resistencia del conjunto. También se debe comprobar la correcta estanqueidad del habitáculo.

Gracias al software actual se pueden utilizar sistemas CAD, CAM, CAE y CIM entre otros, que facilitan la realización de pruebas y ensayos previamente a la fabricación del producto físico. Mediante esta técnica se abaratan costes y se ahorra tiempo. Además, se pueden detectar fallos para realizar rediseños de tipo funcional, estético, geométrico o tecnológico, si fuesen necesarios. También se pueden emplear técnicas de prototipado rápido para optimizar el diseño y la fabricación.

### 1.7.1 Reglamento aplicable

El marcado "CE" es el proceso mediante el cual el fabricante/importador informa a los usuarios y autoridades competentes de que el equipo comercializado cumple con la legislación obligatoria en materia de requisitos esenciales.

Cuando un producto esté cubierto por varias Directivas que dispongan la colocación del marcado "CE", éste señalará que el producto cumple las disposiciones aplicables de todas esas Directivas de aplicación al mismo.

Sin embargo, en caso de que una o varias autoricen al fabricante a elegir, durante un periodo transitorio, aplicarlas o no (en cuyo caso deberán cumplir la legislación nacional que esté vigente), el marcado "CE" se referirá únicamente a la conformidad con las disposiciones de aquellas Directivas que se hayan aplicado, y deberán indicarse en los documentos establecidos por los procedimientos de evaluación de la conformidad únicamente las referencias de tales Directivas.

El marcado de conformidad está compuesto de las iniciales "CE" diseñadas de la siguiente manera (Figura 107):

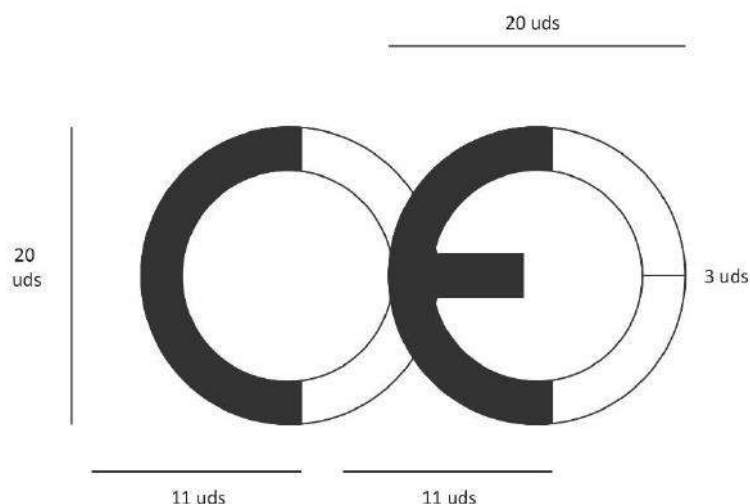


Figura 107. Dimensiones Marcado CE.

- Deben conservarse las proporciones, siendo la dimensión vertical mínima de 5 mm.
- Debe colocarse sobre el producto o su placa descriptiva. Cuando no sea posible, deberá fijarse al embalaje si lo hubiera y en los documentos que lo acompañan, si la Directiva lo exige. Se colocará de forma visible, legible e indeleble.
- Debe ir seguida del número/s de identificación del Organismo/s Notificado/s involucrado/s en su caso.
- Es el único marcado que indica que el producto cumple las Directivas de aplicación.
- Debe colocarse al final de la fase de control de producción.
- Lo fijará el fabricante o su representante autorizado dentro de la Unión Europea. Excepcionalmente, cuando la Directiva lo permita, podrá fijarlo la persona responsable de la puesta en el mercado del producto en la Unión Europea.
- Está prohibido colocar signos que puedan confundirse con el marcado "CE", tanto en significado como en la forma. Un producto podrá llevar otras marcas o sellos, siempre que no se confundan con el marcado "CE" y que no reduzcan la legibilidad y visibilidad de éste.

- Los fabricantes que tengan marcas susceptibles de confundirse con el marcado "CE", están autorizados a poseer su marca durante 10 años después de la adopción del reglamento si estas marcas han sido registradas antes del 30/06/89 y están actualmente en servicio.

## RESPONSABILIDADES DEL FABRICANTE

El fabricante es el responsable de los procedimientos de certificación y de la certificación de la conformidad del producto.

Responsabilidades del fabricante:

- Garantizar el cumplimiento del producto con los requisitos esenciales de las Directivas de aplicación.
- Firmar la Declaración "CE" de conformidad.
- Elaborar la documentación o expediente técnico.
- Fijar el marcado "CE".

Tener un mandatario o representante legal es una opción del fabricante. Algunos procedimientos requieren certificación obligatoria. Esta figura es imprescindible cuando el fabricante no reside en la Unión Europea.

El representante legal, nombrado por el fabricante y establecido en la Unión Europea, puede ser el responsable para determinadas obligaciones previstas en las Directivas, generalmente de tipo administrativo, como el mantenimiento de la documentación técnica, presentación de la solicitud de Examen "CE" de tipo o la firma de la Declaración "CE" de Conformidad.

Cuando ninguno de los dos esté establecido en la Unión Europea, como norma general, la persona que comercialice el producto en la UE asume todas las responsabilidades que normalmente recaen sobre el fabricante o su representante. Esta persona deberá asegurarse de que el producto es conforme con los requisitos esenciales y poder facilitar la información pertinente (declaración de conformidad, documentación técnica, etc.) a efectos de control.

Un fabricante radicado en la Unión Europea no podrá acogerse a este sistema y traspasar de esta manera su responsabilidad a terceros.

## PRODUCTO NO CONFORME

Cuando un Estado miembro compruebe que un producto provisto del marcado "CE" y utilizado de acuerdo a su finalidad, puede poner en peligro la seguridad o la salud de las personas, y en su caso la seguridad de los bienes o del medio ambiente, recaerá sobre el fabricante o su representante establecido en la Unión Europea la obligación de restablecer la conformidad del producto por lo que respecta a las disposiciones sobre el marcado "CE" y de poner fin a tal infracción en las condiciones establecidas por dicho Estado miembro .

En caso de que persistiera en la no conformidad, el Estado miembro deberá tomar todas las medidas oportunas para retirarlo del mercado, prohibir su puesta en el mercado, su puesta en servicio o su libre circulación. Además informará inmediatamente a la Comisión de esta medida e indicará las razones de su decisión y en particular si la no conformidad se debe a:

- Incumplimiento de los requisitos esenciales aplicables.
- Inadecuada aplicación de las normas armonizadas u otras normas que confieran presunción de conformidad con la/s Directiva/s tratada/s.
- Vacío de las propias normas que confieren presunción de conformidad con la/s Directiva/s.

Comienza así un proceso de consulta entre la Comisión y las partes implicadas (el Estado miembro y el responsable del producto), que permite a la Comisión evaluar si la medida restrictiva está justificada, aplicando la cláusula de salvaguardia.

En caso de incidente debido a un componente de recambio defectuoso, la determinación de responsabilidades se haría mediante la aplicación de la DC 85/374/CEE.

Va en interés del fabricante recordar en el manual de mantenimiento que, en tal caso, sólo asume la responsabilidad si el equipo era defectuoso en origen, pero que ésta queda atenuada o pasa al responsable de la sustitución si el usuario no se atiene a las instrucciones y utiliza piezas de recambio sin garantía.

A pesar de todo, existen situaciones válidas en las que es posible presentar productos sin marcar "CE". Estas son:

- En ferias, exposiciones y demostraciones se podrán presentar los productos que no cumplan con las disposiciones comunitarias en vigor, siempre que un cartel visible indique con claridad su no conformidad y la imposibilidad de adquirir dichos productos hasta que el fabricante o su representante en la Comunidad los haya adaptado para cumplir los requisitos esenciales. Con ocasión de las demostraciones, deberán adoptarse las medidas de seguridad adecuadas para garantizar la protección de las personas.
- Productos fabricados para exportación a países no pertenecientes a la Unión Europea.
- Determinados productos cubiertos por las Directivas pero eximidos del marcado "CE" como son los componentes de seguridad en la Directiva de Máquinas.
- Reparación o modificación no sustancial de equipos fabricados anteriormente en la Unión Europea.

## FASES DEL PROCESO

La forma de partida más aconsejable es conocer y tener en cuenta los requisitos recogidos en las distintas Directivas de aplicación al producto antes de su fabricación, para poder así integrar las medidas necesarias para su cumplimiento desde la fase de diseño del prototipo, lo que disminuirá los costes y el tiempo para obtener un producto conforme.

Ha de tenerse presente que la conformidad del producto está limitada a los usos e instalaciones indicados por el fabricante y a la utilización previsible, pero no a los usos caprichosos.

Este esquema (Figura 108) representa las diferentes etapas posibles por las que un producto ha de pasar desde su fabricación hasta su comercialización en el mercado. Cada Directiva puede establecer particularidades.

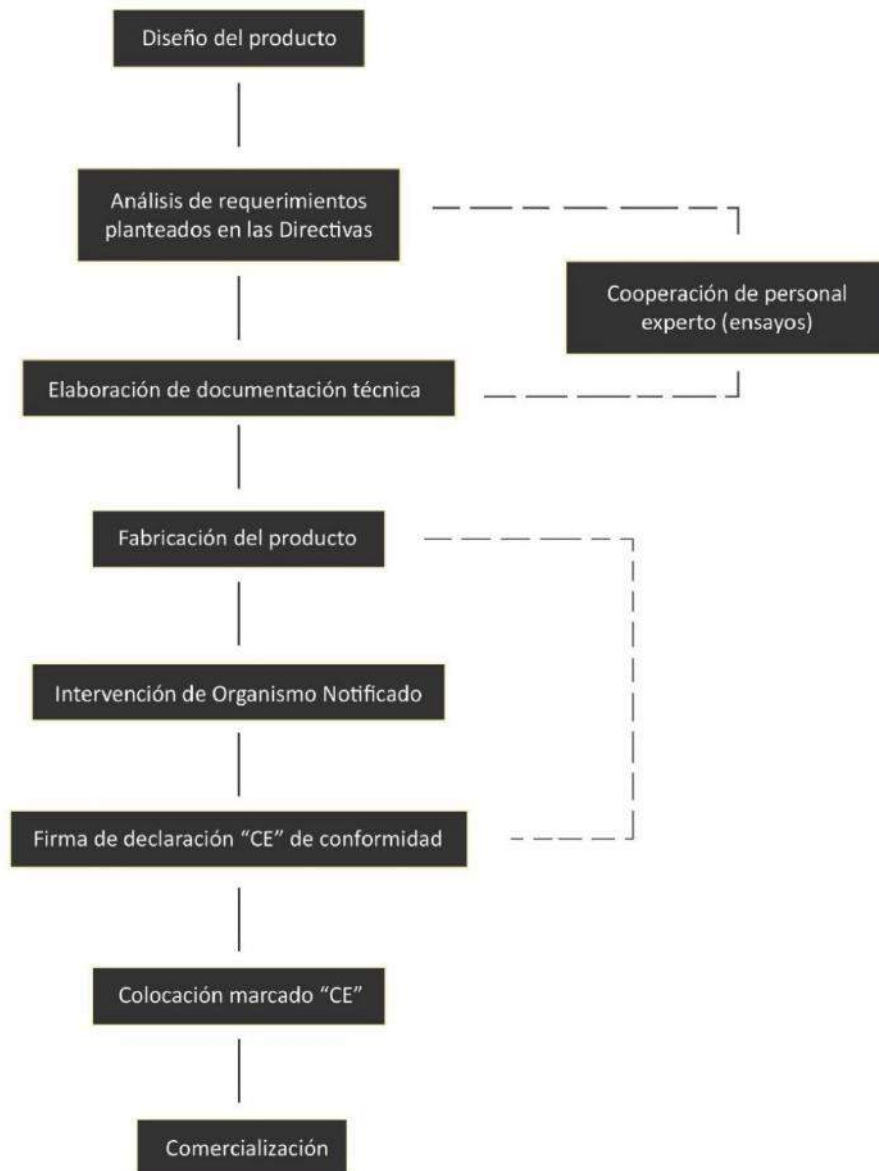


Figura 108. Etapas que ha de pasar un producto hasta su comercialización.

Incluso cuando no es necesaria la participación de un Organismo Notificado, se deja a la voluntad del fabricante la opción de recurrir, si lo considera necesario, a exámenes y certificaciones elaboradas por terceras partes.

Para realizar los exámenes destinados a evaluar los riesgos de un producto y verificar si las soluciones adoptadas son adecuadas, en muchas ocasiones será preciso disponer de un equipamiento y unas instalaciones complejas.

El alto coste de este material y la formación que requiere el personal que lo manipula, entre otros, hacen que el fabricante no siempre disponga de tales medios, y por este motivo existen en la Unión Europea Laboratorios de Ensayos y Centros de Investigación donde el fabricante puede solicitar colaboración y asesoramiento, de modo que el trabajo conjunto de ambos proporcionará un producto conforme, apto para la comercialización.

## 1.7.2 Datos a incluir en la declaración de conformidad para el mercado CE

- Nombre y dirección del fabricante o su representante establecido en la Unión Europea.
- Descripción del producto, suficientemente detallada para que sea sencillo identificar los especímenes por ella cubiertos: marca, modelo, etc.
- Disposiciones pertinentes a las que el producto se ajusta: Directivas de Nuevo Enfoque.
- Referencia a las normas armonizadas utilizadas.
- Nombre de los Organismos Notificados que hayan intervenido en la evaluación de la conformidad del producto.
- Número/s de certificado "CE" de tipo, en caso necesario.
- Cuando se trate de un importador o comercializador, nombre y razón social de este.
- Identificación del signatario (nombre, apellido y cargo).
- Fecha.

## 1.8 Normativa

En el proyecto se han impuesto las siguientes Normas, Reglamentos y leyes de carácter general.



## 1.8.1 Dibujo

- UNE 1032 Principios generales de representación.
- UNE 1166-1 Documentación técnica de productos de vocabulario. Parte 1. Términos relativos a los dibujos técnicos generalidades y tipo de dibujo.
- UNE-EN ISO 6433 Referencia de los elementos.
- UNE 1135 Acotación, principios generales, definiciones, métodos.
- UNE-EN ISO 6410-1 Roscas y piezas roscadas. Parte 1. Convenios generales.
- UNE-EN ISO 6410-1 Roscas y piezas roscadas. Parte 1. Insertos roscados.
- UNE-EN ISO 6410-1 Roscas y piezas roscadas. Parte 1. Representación simplificada.
- UNE-EN ISO 4017:2011 Tornillos de cabeza hexagonal. Productos de clase A y B.

## 1.8.2 Tolerancia, ajustes y mecanizado

- UNE-EN 20286-1 Base de tolerancias, desviaciones y ajustes
- UNE-EN ISO 1302 Especificación geométrica de productos
- UNE-EN ISO 1037 Indicaciones de los estados superficiales de los dibujos.
- UNE-EN ISO 1101 Acotado geométrico
- DIN 7154 Ajustes ISO para agujero único.
- DIN 7155 Ajustes ISO para eje único.
- DIN 7157 Ajuste para eje único.
- DIN 7168 Tolerancias libres de magnitudes lineales.

## 1.8.3 Seguridad

- R.D. 1435/1992 de 27 de noviembre por el que se transpone el derecho Español la directiva 89/392/CEE.
- Directiva 89/392/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros modificada por la directiva 91/368/CEE y por la 93/44/CEE.
- La directiva deroga a la 83/392/CEE y modificaciones.
- R.D. 56/95 de 20/01/95 que modifica el R.D. 14/35 de 27/11/92 sobre aplicación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.
- Directiva 98/37/CEE del parlamento europeo y del consejo de 2 de junio de 1998 relativa a la aproximación de la legislación de los estados miembros sobre máquinas.
- UNE-EN 1050:1997 Principios para la evaluación del peligro.

- UNE-EN 981:1997 Sistema de señales de peligro y de información auditiva y visual
- UNE-EN 842:1997 Señalización visual de peligro. Requisitos generales. Diseño y ensayo.
- UNE-EN 982:1996 Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para la transmisión hidráulica.
- UNE-EN 149:1993 Distancia mínima para evitar el aplastamiento de parte del cuerpo humano.
- UNE 74-100-88 Acústicas medidas del ruido aéreo emitido por las máquinas.
- UNE 74-101-88 Acústica.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales.
- R.D. 830/91 de 24/05/92 y R.D. 590/89 de 19/05/89 que modifica el R.D. 1495/86 de 26/05/86 por el que se aprueba el reglamento de seguridad en máquinas.
- R.D. 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1513/1991 por el que se establecen las exigencias sobre los certificados y las marcas de los cables, cadenas y ganchos.
- R.D. 71/1992 por el que se amplía el ámbito de aplicación del R.D. 245/1989 y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.
- O.M. de 8/04/91 por el que se aprueba la I.T.C MSG-SM-1 del Reglamento de Seguridad de Máquinas referente a Elementos de Máquinas o Sistemas de Protección Usados.
- O.M de 26/05/89 por el que se aprueba la I.T.C MIE AEM-3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a Carretillas Automotoras de Manutención

## 1.9 Garantía

Los plazos de garantía que la ley reconoce serán de dos años para los bienes nuevos. Este plazo comienza a contar desde el momento en que el bien se entrega al consumidor, y será el que aparezca en la factura, ticket de compra o albarán de entrega.

Como se mencionó anteriormente, el producto deberá proporcionar un óptimo funcionamiento y mantener las exigencias definidas en el proyecto durante el periodo mínimo de garantía. De esta forma, la empresa se compromete a reponer las piezas o subconjuntos en caso de fallo. Dentro de la clasificación de fallo no se incluye cualquier desviación respecto a las especificaciones de funcionamiento, ya que esto encarece de forma necesaria el concepto de fiabilidad (se entiende por fiabilidad la probabilidad de que un objeto funcione correctamente durante un tiempo determinado y en las

condiciones de utilización precisadas). Por ello se considerará fallo a las desviaciones en los servicios que ofrece el producto, siempre y cuando esté derivado de un uso en condiciones normales. La garantía se hará cargo de las averías de tipo infantil producidas como consecuencia de que las piezas no cumplen las especificaciones técnicas exigibles y aparecen dentro del correspondiente período de garantía definido en la legislación española. También entrarán en garantía las averías accidentales siempre y cuando se haya llevado a cabo un uso correcto y estén en plazo de garantía.



# 5

---

PRESUPUESTO



---

## PRESUPUESTO INDUSTRIAL

Un presupuesto industrial se realiza para saber el precio de venta en fábrica que tendrá nuestro techo elevable. Este precio se obtiene calculando el coste total en fábrica y sumándole el beneficio industrial. A continuación se desglosara el presupuesto del conjunto que compone el producto aquí proyectado para obtener el mencionado precio de venta del mismo.

Es importante recordar que en todo momento se intenta dar el máximo realismo al estudio, pero siendo conscientes de que al tratarse de un trabajo académico existe una gran dificultad para valorar ciertas variables que afectan al proceso, y que por tanto, en el caso de la ejecución del proyecto serían de variabilidad susceptible. Este presupuesto se ha realizado de manera objetiva valorando todos los aspectos constructivos del producto que queremos diseñar.

Debemos mencionar que, este presupuesto se ha calculado tomando como base la fabricación de una primera serie de 1.000 unidades, y que los datos de los precios de los materiales se han obtenido del software CES Selector 2011. Se pretende que la maquinaria y moldes adquiridos se amorticen en el primer lote, es decir, con la venta de las primeras 1.000 unidades.

### 1.1 Coste total de fábrica (Ct)

Representa el gasto monetario mínimo necesario para obtener cada nivel de producción, y por tanto varía según el lote fabricado. En este caso, como ya mencionamos, se calculará para una primera serie de 1.000 unidades.

El coste total en fábrica (Ct) se obtiene de sumar el coste de fabricación (Cf), la mano de obra indirecta (m.o.i), las cargas sociales (Cg) y los gastos generales (Gg). Estos datos se calcularán en los apartados siguientes.

$$Ct = Cf + m.o.i + Cg + Gg$$

## 1.1.1 Coste de fabricación (Cf)

El costo de fabricación representa el gasto directo de elaboración del producto, obtenido a partir de los tres componentes directos de la producción: el material, la mano de obra directa (m.o.d) y el puesto de trabajo (p.t).

$$C. \text{ Fabricación} = \text{Material} + \text{Mano de obra directa} + \text{Puesto de trabajo}$$

### COSTES DE MATERIAL

Dentro de este apartado se engloban todos los bienes de producción o construcción que se encuentran disponibles para comprar en establecimientos, tiendas especializadas, centros de distribución, etc. El material de los elementos que deben elaborarse se representa por su peso en bruto.

A continuación se presentan dos tablas. La primera (Tabla 15) engloba todos los elementos que se obtendrán del mercado. La segunda tabla (Tabla 16) muestra las materias primas adquiridas que necesitarán fabricación propia. El precio del material se ha determinado para 1.000 unidades así como para una única unidad, pero hay que aclarar de nuevo que se trata de una estimación de precios pudiendo variar en función del mercado de cada país, entre otros factores.



HOJA DE COSTO DE ELEMENTOS ADQUIRIDOS		EII				
		Trabajo Fin de Grado: ROOF UP				
		Ejecutado por Iciar Alonso Ciordia				
		Fecha: Julio 2016			Hoja nº 1	
Pieza	Marca	Precio (euros)			Peso (gr)	
		Pieza	U	Total	Pieza	Total
Pletinas 15x3x1080mm	16	1.25	4	5	61	244
Canaleta	3	0.41	2	0.82	51	102
Perfil estanqueidad 807	12	3.99 euro/m	10.88m	43.41	496.32 gr/m	5400
Perfil estanqueidad 818	1	2.73 euro/m	4m	10.92	362.5 gr/m	1450
Perfil estanqueidad 819	1	4.25 euro/m	8.8 m	37.4	338.98 gr/m	2983
Ventana abatible	13	350.82	2	701.64	9200	18400
Bisagra de piano	6	15.73 euro/m	20m	314.6	1110 gr/m	22200
Perfil L 30x20x2mm	18	3.40 euro/m	4m	13.6	423	1692
Perfil L 25x15x1.5mm	15	2.75 euro/m	4m	11	158	632
Remaches POP Vgrip	11	0.1	70	7	8	560
Tornillos de cabeza hex.	19	0.05	40	2	8	320
Tornillos cincados	8	0.05	70	3.5	8	560
Suporte actuadores	10	2.95	12	35.4	380	4560
Actuador CAHB-21	9	105.99	2	211.98	6500	1300
Actuador Cala 36A	14	81.65	4	326.6	1400	2800
Adhesivo EPOXi	-	27.05	1	27.05	20	20
		<b>Total</b>		<b>1751.92 €.</b>		<b>74.923Kg</b>

Tabla 15. Coste de elementos adquiridos.

HOJA DE COSTO DE MATERIALES ADQUIRIDOS			EII			
			Trabajo Fin de Grado: ROOF UP			
			Ejecutado por Iciar Alonso Ciordia			
			Fecha: Julio 2016		Hoja nº2	
Pieza	Marca	Material	Peso (Kg)		Precio (euros)	
			Neto	Bruto (+10%)	Euros/Kg	Total
Marco de ref.	06	Acero	10.495	-	0.8	8.40
		Fibra de vidrio	30	-	2.31	69.3
		Tapizado	0.8	0.88	6.18	5.438
Panel lateral	05	Aluminio	5.875	-	0.35	2.06
		Poliuretano	0.8	-	6.62	5.30
		Tapizado	4	4.4	6.18	27.19
Panel delantero y trasero	03	Aluminio	2.23	-	0.35	0.781
		Poliuretano	0.06	-	6.62	0.40
		Tapizado	2.75	3.025	6.18	18.70
Carcasa	04	Aluminio	2.47	-	0.35	0.86
		Fibra de vidrio	10	-	2.31	23.1
		Tapizado	2.33	2.563	6.18	15.84
		<b>Total</b>	<b>84.798 Kg</b>			<b>177.37 €.</b>

Tabla 16. Coste de material.

Por lo tanto, los costes totales en materia prima y elementos son:

Por unidad:  $1751,92 + 177,37 = 1.929,29 \text{ €}$ .

Por mil unidades: **1.929.290 €**.

## MANO DE OBRA DIRECTA (m.o.d)

En la mano de obra hay que distinguir dos tipos, la mano de obra directa y la indirecta.

La mano de obra directa (m.o.d) engloba el conjunto de operarios que realizan físicamente las operaciones a transformas la materia. Su relación con la producción es directa y tiene la responsabilidad del cumplimiento de las funciones establecidas para su puesto de trabajo.

La mano de obra indirecta (m.o.i) son todos aquellos trabajadores que están indirectamente relacionados con la producción, pero sin intervenir en el proceso de producción.

El salario de los trabajadores varía según la categoría profesional. A continuación se muestra una tabla (Tabla 17) con estos conceptos:

	Of.1	Of.2	Of.3	Especialista	Peón	Aprendiz	Pinche
Salario base/día (Sbd)	19,38	18,08	16,96	15,84	15,10	11,18	10,25
Plus/día (Pd)	24,67	23,00	21,58	20,16	19,21	14,23	13,04
Salario/día (Sd)	44,05	41,08	38,54	36,00	34,31	25,41	23,29
Remuneración anual (Ra)	18720	17460	16380	15300	14580	10800	9900
Salario/hora (S)	10,40	9,70	9,10	8,50	8,10	6,00	5,50

Tabla 17. Salario para las distintas categorías profesionales.

Horas de trabajo efectivas al año (He): se establecen anualmente para cada sector industrial o empresa con convenio colectivo propio. Suele considerarse en 1800h.

En este caso, al realizarse un presupuesto para un lote de 1.000 productos, no puede considerarse el salario anual de los trabajadores. Sin embargo, es necesario calcularlo para obtener el salario/hora:

$$\text{Salario/día (Sd)} = \text{Sbd} + \text{Pd}$$

$$\text{Remuneración anual (Ra)} = \text{Sd} \times (365+60 \text{ días por pagas extra})$$

$$\text{Salario/hora (S)} = \text{Ra}/1800\text{h}$$

Teniendo en cuenta la metodología de los procesos industriales de fabricación para el producto se ha creado la siguiente tabla (Tabla 18) con los costes de cada proceso. Se ha optado por pagar a los operarios la hora completa aunque estos no lleguen a completarla.

HOJA DE COSTO DE MOD			EII			
			TFG			
			Ejecutado por Iciar Alonso Ciordia			
			Fecha: Julio 2016		Hoja nº 3	
Pieza	Cantidad	Operario	Operación	Ciclo	Lote	
				Unidades/h	H. Efectivas	MOD
Marco de ref.	1.000	Oficial 1º	Soldadura	10	100	1040
		Oficial 3º	Prepeg	1	1.000	9.100
		Esp.	Tapizado	3	334	2705.4
Panel lateral	4000	Oficial 1º	Soldadura	20	200	2080
		Esp.	Rellenado	30	134	1095.4
		Esp.	Tapizado	20	200	1700
Panel delantero y trasero	2000	Oficial 1º	Soldadura	30	67	696.8
		Esp.	Rellenado	40	50	425
		Esp.	Tapizado	12	167	1419.5
Carcasa	1000	Oficial 1º	Soldadura	10	100	1040
		Oficial 3º	Prepeg	1	1.000	9.100
		Esp.	Tapizado	20	50	425
<b>Total</b>					<b>40.227,1</b>	

Tabla 18. Hoja de costo de mano de obra directa.

Los costes de fabricación no solo incluyen la fabricación directa, si no que en este caso, para conseguir un presupuesto más realista, se va a incluir un control de calidad para las piezas (tabla 19).

## CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad consiste en la implementación de programas, mecanismos, herramientas y/o técnicas en una empresa para la mejora de la calidad de sus productos, servicios y productividad. El control de la calidad es una estrategia para asegurar el cuidado y mejora continua en la calidad ofrecida.

Entre las ventajas más importantes de un control de calidad se encuentran: la posibilidad de realizar un seguimiento más detallado de las operaciones y detección de problemas antes de que estos causen una pérdida económica importante para la empresa.

En este caso (Tabla 19), para el control de calidad se ha establecido que un operario revise el 10% de los elementos fabricados.

HOJA DE COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA			EII			
			Trabajo Fin de Grado: ROOF UP			
			Ejecutado por Iciar Alonso Ciordia			
			Fecha: Julio 2016		Hoja nº 4	
Pieza	Cantidad	Operario	Operación	Ciclo	Lote	
				Unidades/h	H. Efectivas	MOD
Marco de ref.	1.000	Oficial 1º	Calidad	30	4	41.6
Panel lateral	4000	Oficial 1º	Calidad	50	8	83.6
Panel delantero y trasero	2000	Oficial 1º	Calidad	50	4	41.6
Carcasa	1000	Oficial 1º	Calidad	30	4	41.6
<b>Total</b>						<b>208.4</b>

Tabla 19. Hoja de costo de mano de obra directa para el control de calidad.

De modo que el coste final de la mano de obra directa es la suma de los costes de la mano de obra en fabricación y de calidad:

$$\text{Coste de la mano de obra directa} = \text{MOD en la fabricación} + \text{MOD en calidad} =$$

$$40.227,1 + 208,4 = \mathbf{40.435,5 \text{ €}}$$

## PUESTOS DE TRABAJO (p.t)

Para la fabricación de cualquier producto se necesitan: puestos de trabajo, herramientas, maquinaria y garantizar su mantenimiento. Para la fabricación de ROOF UP, se necesita un molde para el preimpregnado, soldadoras para realizar la junta entre los distintos perfiles que conforman tanto la carcasa como el marco de refuerzo, además de una tapizadora para obtener el acabado interior deseado y un puesto de trabajo para el personal de calidad.

La siguiente tabla (Tabla 20), representa los costes de la maquinaria y mantenimiento, teniendo en cuenta que es coste energético es de aproximadamente 0,076€/kWh.

HOJA DE COSTO DE PUESTO DE TRABAJO			EII					Coste total
			Trabajo Fin de Grado: ROOF UP					
			Ejecutado por Icíar Alonso Ciordia					
			Fecha: Julio 2016		Hoja nº 5			
Pieza	Cantidad	Coste de la maquinaria a €.	Kw/h	Horas de lote	Consumo	Coste del consumo		
Molde de Carcasa	1	25.000	7.5	250	1875	142,5	25.142,5	
Molde Marco R.	1	25.000	7.5	250	1875	142,5	25.142,5	
Soldadora MIG	1	2.000	22	100	2200	167,2	2.167,2	
Soldadora SMAW	1	2.000	16	100	1600	121,6	2.121,6	
Tapizadora	2	140	0.1	334	33.4	2,54	142,54	
Banco de calidad	1	170	0.32	20	6.4	0,49	170,49	
<b>Total</b>		<b>54.310</b>				<b>576,83</b>	<b>54.886,83</b>	

Tabla 20. Hoja de costo del puesto de trabajo.

El coste del puesto de trabajo es necesario amortizarlo (54.310€.); esta amortización pretende realizarse con la venta del primer lote, como se mencionó anteriormente, de forma que los siguientes lotes ya no se vean afectados por el coste de la maquinaria. De esta forma, la amortización será de 54.310€. para el primer lote. Esto nos permitirá bien bajar el precio de venta al producto en los siguientes lotes, u obtener más margen de beneficio.

Una vez obtenidos los datos de coste de material, mano de obra directa y puesto de trabajo, podemos calcular el coste de fabricación (Cf):

Coste de material: 1.929.290 €

Coste de m.o.d.: 40.435,5€

Coste de mantenimiento del puesto de trabajo.: 576,83€

---

Coste de fabricación: **1.970.302,33€**

Coste de amortización (primer lote): 54.310€.

## 1.1.2 Gastos Generales (g.g)

Es el costo total necesario para el funcionamiento de la empresa, donde se excluyen todos los costos anteriormente analizados.

Los conceptos que van a figurar en esta partida, corresponden a la nómina de los empleados, pluses e incentivos, elementos de seguridad, licencias fiscales, el consumo general de energía, amortización de las instalaciones, la publicidad, etc.

La empresa determina anualmente el porcentaje dedicado a los gastos generales, tal como sucede con las plantillas de mano de obra directa e indirecta. Según el Real Decreto 982/1987, de 5 de Junio, nos dice que los gastos generales vienen cifrados por un porcentaje de entre 13% y 17% a fijar. En este caso vamos a fijar en un 15%.

Los gastos generales son igual al 15% de los gastos de la mano de obra directa, en este caso:

$$\text{Gastos generales} = 15 \% \text{ MOD} = 40.435,5 \cdot 0,15 = \mathbf{6.065,325 \text{ €}}.$$

## 1.1.3 Mano de obra indirecta (m.o.i)

La mano de obra indirecta es el conjunto de operarios relacionados directamente con la producción, pero sin responsabilidad sobre el puesto de trabajo. En este caso están asociados los conserjes, transportistas, supervisores de plante, etc.

El porcentaje m.o.i es determinado por la empresa cada año y representa la mano de obra indirecta sobre la directa. En este caso aplicaremos en 30% sobre la mano de obra directa:

$$\% \text{ m.o.i} = 100 \cdot (\text{remuneración anual m.o.i}) / (\text{m.o.d}).$$

$$\text{m.o.i} = (\% \text{m.o.i}) \cdot (\text{m.o.d}) = 0,3 \cdot 40.435,5 = \mathbf{12.130,65 \text{ €}}.$$

## 1.1.4 Cargas Sociales (C.S)

Las cargas sociales representan el conjunto de aportaciones de la empresa a diversos departamentos y organismos oficiales, para cubrir las prestaciones del personal en materia de Seguridad Social y accidentes de trabajo y otras previsiones como la Formación Profesional, el Seguro de Desempleo, el Fondo de Garantía Salarial, etc.

La empresa establece anualmente los porcentajes que se destinan a las mencionadas prestaciones. En este caso son las siguientes (Tabla 21):

Seguridad Social	28,14 %
Seguro de Desempleo	2,35 %
Fondo de Garantía Salarial	0,20 %
Accidentes de trabajo	7,60 %
Responsabilidad Civil	1,00 %
Formación Profesional	0,60 %
<b>TOTAL</b>	<b>39,86 %</b>

Tabla 21. Porcentaje de las cargas sociales.

El porcentaje hallado se aplica sobre la suma del coste de mano de obra directa e indirecta:

$$Cs = (\%Cs) \cdot (\text{m.o.d} + \text{m.o.i})$$

$$Cs = 0,3986 \cdot (40.435,5 + 12.130,65)$$

$$Cs = \mathbf{52.566,15 \text{ €}}.$$

Ya se puede proceder a calcular el costo total de fabricación puesto que ya tenemos todos los datos necesarios para ello:

$$Ct = Cf + m.o.i + CS + GG$$

La amortización sólo se aplica al primer lote, que es cuando se quiere recuperar la inversión de la maquinaria, por ello una vez amortizado, el costo total de fábrica se reduce, presentando dos costos con amortización y sin amortización.

#### COSTO TOTAL DE FÁBRICA CON AMORTIZACIÓN

$$Cf + m.o.i + GG + Amortización + CS$$

$$1.970.302,33 + 12.130,65 + 6.065,325 + 54.310 + 52.566,15$$

**2.095.374,46 €.**

#### COSTO TOTAL DE FÁBRICA SIN AMORTIZACIÓN

$$Cf + m.o.i + GG + CS$$

$$1.970.302,33 + 5.005,44 + 2.502,72 + 52.566,15$$

**2.030.376,64 €.**

## 1.2 Beneficio industrial (Bi)

El porcentaje de beneficio industrial lo establece la empresa. Este depende de ciertas condiciones como la necesidad de consecución del pedido, la competencia, las cargas de trabajo, etc.

Se expresa el porcentaje sobre el costo total de fábrica. Para este proyecto se quiere un 40% de beneficio, para ello:

El beneficio industrial es igual al 40% del costo total de fábrica sin amortización:

$$2.030.376,64 \cdot 0,40 = \mathbf{812.150,66€.}$$



### 1.3 Precio de venta en fábrica (Pv)

Está representado por la suma de costo total de fábrica y del beneficio industrial:

$$Pv = Ct + Bi$$

Para el primer lote:

$$Pv = 2.095.374,46 + 812.150,66 = \mathbf{2.907.525,12€}.$$

Por tanto, el precio de fábrica unitario sería de 2.907,53€. Podemos estimar el precio de mercado añadiendo a esta cantidad el I.V.A. (21%), obteniendo un precio final de aproximadamente 3.500€.

La estrategia comercial era ofrecer de calidad superior a lo existente actualmente en el mercado, y a un precio sensiblemente más reducido. Puesto que se ha conseguido que el precio del primer lote no supere los 4.000€. (sin instalación eléctrica), estando todos los techos elevables para furgonetas por encima de los 5.000€.

Por ellos, se ha decidido que tras amortizar la maquinaria con la venta del primer lote, este precio se mantenga.

A continuación calculamos el beneficio industrial que obtendríamos a partir del segundo lote:

$$Pv = Ct + Bi$$

$$2.907.525,12 = 2.030.376,64 + Bi$$

$$Bi = \mathbf{877148,48€}.$$

### 1.4 Conclusiones

Se ha logrado alcanzar el objetivo de reducir al máximo los costes, a pesar de la gran inversión inicial debido a la maquinaria y los moldes. El resultado es más que satisfactorio, puesto que al ser el coste de fabricación relativamente reducido podemos seguir varias estrategias a lo hora de fijar el precio. Era objetivo principal obtener un precio de venta reducido, sensiblemente menor o aproximado al de los techos actuales existentes, aumentando la calidad y las prestaciones. De esta manera, el producto será atractivo y asequible por los mismos usuarios de los techos elevables de lona.

El precio de salida está previsto en 3.500€. Sin olvidarnos de mencionar que este precio no contempla la instalación eléctrica ni la adquisición de una segunda cama. Sin embargo, las posibilidades de estrategias de precio son amplias, pudiendo plantear la amortización

en varios lotes en lugar de uno, obteniendo así un precio de salida menor o permitiéndonos aumentar el beneficio. También cabe la posibilidad de, una vez amortizada la maquinaria, reducir ligeramente el precio final (puesto que todavía existe un beneficio industrial muy elevado) para aumentar las ventas.





# 6

---

## CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURA



---

## CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Para finalizar el proyecto, se lleva a cabo un análisis sobre los resultados alcanzados, así como posibles proyectos a realizar que aporten soluciones y ventajas al proyecto aquí desarrollado.

### 1.1 Conclusiones

El desarrollo del TFG ha dado lugar a un producto complejo debido a su mecanismo y la interacción de los distintos elementos para alcanzar el movimiento deseado, pero a su vez ha resultado de fácil manejo y rápida familiarización por parte del usuario que, mediante un sencillo movimiento: accionando los actuadores lineales mediante un botón situado en el salpicadero, se tiene el techo elevable rígido completamente instalado y listo para usar.

Se han cumplido los requisitos propuestos en el apartado 6. *Requisitos fundamentales*. Se buscaba la ligereza, que gracias a la cuidada elección de los materiales, optimización de las formas y el diseño del mecanismo en su conjunto se ha llegado a un peso total superior a 100Kg, no siendo este comparable con los techos elevables que actualmente se encuentran en el mercado, pues estos están fabricados en lona y son mucho más ligeros (aproximadamente 60Kg).

La idea inicial de diferenciación con el resto de techos elevables era conseguir una mayor protección frente a adversidades climatológicas y seguridad del usuario, conseguido gracias a un sencillo sistema de paneles rígidos que cuida la estética del vehículo, así como su autoprotección cuando se encuentra recogido. El sistema eléctrico facilita su uso haciendo que su puesta en marcha sea rápida y cómoda.

El tamaño logrado, no disminuye el espacio interior del vehículo no y supera una altura exterior de dos metros, hace que el mecanismo propuesto sea muy atractivo para las personas que tienen un hogar sobre ruedas.

Orientado a un uso continuo y a duras condiciones, todas las partes del mecanismo pueden ser desmontadas fácilmente para que en caso de avería puedan ser reparadas, o si es necesario, sustituidas por una nueva. Al estar formado por diferentes materiales, no todos tienen la misma durabilidad ni desgaste de uso, por lo que la posibilidad de poder

repararse es esencial para que el mecanismo de un largo servicio y a su vez sea respetuoso con el medio ambiente, reemplazando solo las piezas con algún defecto y no el sistema completo.

Se facilitará un proceso de recogida de las piezas estropeadas en las tiendas de distribución de ROOF TOP. Al poseer materiales reciclados, cuanto más cerca estén del producto final, menos complejo será el proceso de reciclaje ahorrando recursos para la compañía y para el medio ambiente.

El precio de venta obtenido supone que ROOF UP sea un gran competidor para los techos elevables que se encuentran comercializados actualmente, pues aumente las prestaciones y la calidad prácticamente al mismo precio.

## 1.2 Líneas futuras

Añadir que, a partir de este diseño quedan multitud de opciones abiertas, que podrían ser desarrolladas en proyectos posteriores.

En primer lugar, mencionar que este proyecto propone una primera idea de diseño, por lo que en un análisis más profundo del mismo se encontrarán soluciones que solventes de una forma más eficaz o económica los problemas encontrados a lo largo de su desarrollo. Así se plantea el uso de emplear bisagras locales y no continuas a lo largo de los paneles para posibilitar su movimiento.

Es deseable añadir una segunda cama, la cual podría utilizarse al elevarse el techo accediendo a esta por medio de una trampilla situada en la cabina.

Por otra parte, es interesante dar solución al problema de la iluminación en el interior de habitáculo cuando se pernocta. De esta forma puede instalarse un sistema lumínico, como puede ser una pequeña lámpara, en lo alto del techo. Este sistema tendría el mismo funcionamiento que las luces interiores instaladas actualmente en el interior de los vehículos.

Para alimentar todos los sistemas eléctricos, se plantea instalar una placa solar sobre la carcasa, la cual se diseñó con una geometría que permite dichos cambios. Resulta interesante plantear un sistema que permitiese tanto la sujeción de dicha placa solar como de cualquier otro dispositivo, como puede ser una baca, que se adapte en función de las distintas necesidades de los usuarios.







# 7

---

## BIBLIOGRAFÍA



## INTRODUCCIÓN

---

Páginas Web

CAMPERTEK. Disponible en:  
<http://campertek.es>  
[Última consulta: 23/03/2016]

IBILCOM. Disponible en:  
<http://www.ibilkom.com/es/camper-3/124-techos-elevables-ibilkom>  
[Última consulta: 23/03/2016]

REIMO. Disponible en:  
<https://www.reimo.com/es>  
[Última consulta: 23/03/2016]

Ferías

FERIA DE CARAVANING: Feria de Caravanas and Vans de Vitoria 2016

## NORMATIVA VIGENTE

---

ESPAÑA. 2003. Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial. Boletín Oficial del Estado, 2 de marzo de 1990.

ESPAÑA. 1988. Decreto 736/1988, de 8 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de importancia de vehículos de carretera. Boletín Oficial del Estado, 16 de julio de 1988.

ESPAÑA. 1998. Decreto 2282/1998, de 23 de octubre, por el que se modifican los artículos 20 y 23 del Reglamento General de Circulación. Boletín Oficial del Estado, 17 de enero de 1992.

ESPAÑA. 2010. Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos. Boletín Oficial del Estado, 14 de julio de 2010.

## ESTADO DEL ARTE

---

### Libros

F. NEGRO, HANNS & CLAUS DETLEV BUE. Das Reisemobil-Praxisbuch: Umbauen-Einbauen-selbermachen. Gebundene Ausgabe, April 2009

NORTERSHEUSER, MICHAEL. Vom Kastenwagen zum Wohnmobil: Anleitung und Leitfaden für den günstigen Selbstausbau. Taschenbuch, Dezember 2006

### Páginas Web

AUTOCARAVANAS NORTE. Disponible en:

<http://www.autocaravanasnorte.com/techos-elevables-para-furgonetas-camper/>

[Última consulta: 26/03/2016]

AWESOMOINVENTIONS. Disponible en:

<http://www.awesomeinventions.com/de-markies-collapsible-camper/>

[Última consulta: 23/03/2016]

INVENES. Disponible en:

<http://invenes.oepm.es/InvenesWeb/detalle?referencia=U0289063>

[Última consulta: 02/04/2016]

<http://invenes.oepm.es/InvenesWeb/detalle?referencia=P9000639>

[Última consulta: 02/04/2016]

<http://invenes.oepm.es/InvenesWeb/detalle?referencia=E93100248>

[Última consulta: 02/04/2016]

JBUGS. Disponible en:

<http://www.jbugs.com/vw-bus.html>

[Última consulta: 28/03/2016]

OHGIZMO. Disponible en:

<http://www.ohgizmo.com/2010/03/08/opera-pop-up-camper-is-nicer-than-many-hotels-ive-stayed-in/>

[Última consulta: 26/03/2016]

OVERCAR. Disponible en:

[http://www.overcar.it/cellule\\_abitative.asp](http://www.overcar.it/cellule_abitative.asp)

[Última consulta: 27/05/2016]

REIMO. Disponible en:

[https://www.reimo.com/ops42\\_54\\_NO\\_artikel\\_20211\\_Hubdach-Universal-Superflach-105%C2%B0-Mechanik](https://www.reimo.com/ops42_54_NO_artikel_20211_Hubdach-Universal-Superflach-105%C2%B0-Mechanik),

[Última consulta: 28/03/2016]

[https://www.reimo.com/es/G-camperizar\\_furgonetas/](https://www.reimo.com/es/G-camperizar_furgonetas/)

[Última consulta: 28/03/2016]

THEDESIGNERPAD. Disponible en:

<http://thedesignerpad.com/blog/2011/9/29/a-private-suite-on-wheels.html>

[Última consulta: 28/04/2016]

THRILLIST. Disponible en:

<https://www.thrillist.com/home/the-world-s-best-luxury-campers-and-rvs>

[Última consulta: 28/03/2016]

## ESTUDIO PREVIO

---

### Libros

STARK, Alex & Alfred Muhlbauer. Handbook of Thermoprocessing Technologies. Germany, 2005.

### Manuales

REIMO Van-Concept. Der Van Profi

<https://www.yumpu.com/de/document/view/10790082/individueller-ausbau-custom-campers/113>

Manual Usuario Kombi:

<http://www.mundoescarabajo.com.ar/Manuales/manuales/Kombi/usuario%20kombi%20nacional/original/usuariokombinacional%2005.html>

### Páginas Web

ARNEOLSENAB. Disponible en:

<http://www.arneolsenab.se/material.html>

[Última consulta: 23/03/2016]

AUTOHAUSVW. Disponible en:

<https://www.autohausvw.co.uk/campervan-blog/elevating-roof-ripped/>

[Última consulta: 27/05/2016]

MALAYSA-CAMPERVAN. Disponible en:

[http://malaysia-campervan.blogspot.com.es/2012\\_11\\_01\\_archive.html](http://malaysia-campervan.blogspot.com.es/2012_11_01_archive.html)

[Última consulta: 23/03/2016]

REIMO. Disponible en:

[https://www.reimo.com/r40/vc\\_reimo/bilder/firma16/pdf\\_zusatzinfos/Dachabteilung/Montageanleitung/20210.pdf](https://www.reimo.com/r40/vc_reimo/bilder/firma16/pdf_zusatzinfos/Dachabteilung/Montageanleitung/20210.pdf)

[Última consulta: 30/05/2016]

[https://www.reimo.com/r40/vc\\_reimo/bilder/firma16/pdf\\_zusatzinfos/Dachabteilung/Montageanleitung/2115001.pdf](https://www.reimo.com/r40/vc_reimo/bilder/firma16/pdf_zusatzinfos/Dachabteilung/Montageanleitung/2115001.pdf)

[Última consulta: 30/05/2016]

RVAIR. Disponible en:

[http://www.rvailifters.com.au/air\\_lifters.htm](http://www.rvailifters.com.au/air_lifters.htm)

[Última consulta: 30/05/2016]

SCA. Disponible en:

[http://www.sca-daecher.de/fileadmin/user\\_upload/grafiken/sca\\_t5-prospekt\\_eng\\_web.pdf](http://www.sca-daecher.de/fileadmin/user_upload/grafiken/sca_t5-prospekt_eng_web.pdf)

[Última consulta: 08/06/2016]

VOLUMEN4MOTOR. Disponible en:

<http://www.volumen4motor.com/transformacion-de-vehiculos/techos-elevables-2.html>

[Última consulta: 13/06/2016]

WAGENWEST. Disponible en:

<http://www.wagenswest.com/partstore/index.php/chassis.html?mode=list>

[Última consulta: 08/06/2016]

WESTFALIA. Disponible en:

<http://vanagonwestfaliaparts.com/product/camper/pop-top-t3/pop-top-lift-struts/>

[Última consulta: 27/05/2016]



## DESARROLLO Y DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

---

### Manuales Online

Manual Usuario Westfali:

<http://www.mundoescarabajo.com.ar/Manuales/manuales/Kombi/Westfalia%20campmobile%2070/original/westfalia%20campmobile%2070-02.html>

### Páginas Web

AMIG. Disponible en:

<http://www.amig.es/es/pletina-aluminio/g/3687>  
[Última consulta: 03/06/2016]

BERNER. Disponible en:

<http://shop.berner.eu/es-es/p/4094-tornillos-cincados-para-bisagras-y-manillas-pozidrive-acero-.html>

[Última consulta: 10/07/2016]

<http://shop.berner.eu/es-es/p/11686-tornillo-cabeza-hexagonal-rosca-total-din-933-hexagono-acero.html>

[Última consulta: 10/07/2016]

ELECTRONICAEMBAJADORES. Disponible en:

<http://www.electronicaembajadores.com/Productos/Detalle/19/MMACSS1/soporte-para-actuadores-lineales>

[Última consulta: 8/07/2016]

ELYPLAST. Disponible en:

<http://www.elyplast.com/catalogo-caucho-armado.php>

[Última consulta: 08/06/2016]

KOMBIKAMPER. Disponible en:

[http://www.kombikamper.cl/web/index.php?page=shop.product\\_details&flypage=flypage.tpl&product\\_id=21&category\\_id=3&option=com\\_virtuemart&Itemid=100](http://www.kombikamper.cl/web/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=21&category_id=3&option=com_virtuemart&Itemid=100)

[Última consulta: 09/01/2016]

LULUKABARAKA. Disponible en:

<http://www.lulukabaraka.com/fitxaProducte.aspx?idproducte=VS4AB>

[Última consulta: 10/07/2016]

MIOSA. Disponible en:

<http://www.miosa.com.mx/biscontinua.htm>

[Última consulta: 17/05/2016]

MOTORMANIA. Disponible en:

<http://www.motormania.info/vwt1.htm>

[Última consulta: 07/06/2016]

NAUTICLICK. Disponible en:

<http://www.nauticlick.com/es/bisagras-de-piano/6261-bisagra-de-piano-inox-20mm.html>

[Última consulta: 06/06/2016]

RAESA. Disponible en:

[http://www.clonica.net/usuario/img\\_usuario/raesa.com/Prod\\_Doc\\_1/Normalizados\\_Generales\\_36edicion\\_Espan\\_\\_771\\_ol-5047.pdf](http://www.clonica.net/usuario/img_usuario/raesa.com/Prod_Doc_1/Normalizados_Generales_36edicion_Espan__771_ol-5047.pdf)

[Última consulta: 10/07/2016]

RAKNARROK. Disponible en:

<http://raknarrok.blogspot.com.es/2011/10/caracteristicas-actuadores.html>

[Última consulta: 06/07/2016]

SKF. Disponible en:

<http://www.ermec.es/Actuadores-Lineales/Serie-CAHB-21-de-SKF>

[Última consulta: 13/06/2016]

<http://www.skf.com/group/products/actuation-systems/linear-actuators/cala-36a/index.html>

[Última consulta: 13/06/2016]

[http://pdf.directindustry.es/pdf/skf-linear-motion/cala-36a/320-257655-\\_2.html](http://pdf.directindustry.es/pdf/skf-linear-motion/cala-36a/320-257655-_2.html)

[Última consulta: 13/06/2016]

SONY. Disponible en:

<https://www.sony.es/pro/article/video-security-ip66-article>

[Última consulta: 14/06/2016]

## MATERIALES

---

Páginas Web

AENOR. Disponible en:

<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N002423>

[Última consulta: 03/07/2016]

AUTOCASION. Disponible en:

<http://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/tipos-de-aceros-en-las-carrocerias/>

[Última consulta: 03/07/2016]

CITOP. Disponible en:

[http://www.citop.es/publicaciones/documentos/Cimbra390\\_06.pdf](http://www.citop.es/publicaciones/documentos/Cimbra390_06.pdf)

[Última consulta: 08/07/2016]

CRISTAVIDRIO. Disponible en:

<http://www.cristalyvidrio.com/vidrio-templado/>

[Última consulta: 10/07/2016]

GRUPOUNAMACOR. Disponible en:

<http://www.grupounamacor.com/?p=1147>

[Última consulta: 13/06/2016]

INFORECICLAJE. Disponible en:

<http://www.inforeciclaje.com/reciclaje-aluminio.php>

[Última consulta: 08/07/2016]

LEROYMERLIN. Disponible en:

[http://www.leroymerlin.es/productos/pintura/aislamiento\\_e\\_impermeabilizacion/espumas\\_de\\_poliuretano/como-elegir-espumas-de-poliuretano.html#Tipos-de-espumas-de-poliuretano](http://www.leroymerlin.es/productos/pintura/aislamiento_e_impermeabilizacion/espumas_de_poliuretano/como-elegir-espumas-de-poliuretano.html#Tipos-de-espumas-de-poliuretano)

[Última consulta: 04/07/2016]

[http://www.leroymerlin.es/productos/puertas\\_ventanas\\_y\\_escaleras/ventanas/burletes/como-elegir-burletes.html](http://www.leroymerlin.es/productos/puertas_ventanas_y_escaleras/ventanas/burletes/como-elegir-burletes.html)

[Última consulta: 04/07/2016]

ROULOT. Disponible en:

<http://www.roulot.es/consejos-bricocamper/equipamiento-de-la-furgoneta-paso-a-paso/el-aislamiento-de-la-furgoneta.html>

[Última consulta: 05/07/2016]

## PROCESOS DE FABRICACIÓN

---

Páginas Web

CORTIZO. Disponible en:

<http://www.cortizo.com/paginas/lacados>

[Última consulta: 12/07/2016]

DEMAQUINAS Y HERRAMIENTAS. Disponible en:

<http://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-smaw-que-es-y-procedimiento>

[Última consulta: 12/07/2016]

RESINASTRO. Disponible en:

[http://www.resinastro.es/spa/gran\\_almacen\\_catalogo.asp?var1=Prepregs%20de%20vidrio/epoxi&var2=Prepreg%20de%20vidrio/epoxi%20VTF261/GF1200/GF1100%20&nar1=48&nar2=518&Page=](http://www.resinastro.es/spa/gran_almacen_catalogo.asp?var1=Prepregs%20de%20vidrio/epoxi&var2=Prepreg%20de%20vidrio/epoxi%20VTF261/GF1200/GF1100%20&nar1=48&nar2=518&Page=)

[Última consulta: 12/07/2016]

## ENSAMBLAJE

---

Páginas Web

ARACUAN. Disponible en:

<http://www.aracuan.com.ar/remaches.htm>

[Última consulta: 30/05/2016]

## CÁLCULOS

---

Libros

MOTT, Robert L. Diseño de elementos de máquinas. México.2006.

ARRASQUETA LLANES, Joan. Reductor de velocidad, diseño y cálculo. Valladolid, EII. Marzo, 2012.

Páginas Web

LAFERT. Disponible en:  
<http://www.lafert.es/descargas/aegesp.pdf>  
[Última consulta: 23/0/2016]

MEBSA. Disponible en:  
<http://www.mebsa.com/pdf/Catalogo-General-Motores-Trifasicos-MEB.pdf>  
[Última consulta: 23/0/2016]

POMMIER. Disponible en:  
<http://www.pommier.es/pdf/f.pdf>  
[Última consulta: 21/02/2016]

REDUCTORESTAUSEND. Disponible en:  
<http://reductorestausend.es/productos/rstv-reductor-corona-y-sinfin-eje-libre/>  
[Última consulta: 21/02/2016]

## PRESUPUESTO

---

Software

CES SELECTOR EDUPACK 2011 – Software de selección de materiales

Libros

CABALLERO BLANCO, Moisés. Apuntes para la asignatura Taller III, Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, EII UVa, Valladolid.

## ANEXOS

---

Páginas Web

SKF. Disponible en:

<http://www.ermec.com/catalogos/2015/CAHB-21-Actuador-lineal-SKF-ERMEC.pdf>

[Última consulta: 09/07/2016]

[http://pdf.directindustry.es/pdf/skf-linear-motion/cala-36a/320-257655-\\_2.html](http://pdf.directindustry.es/pdf/skf-linear-motion/cala-36a/320-257655-_2.html)

[Última consulta: 09/07/2016]

BERNER. Disponible en:

[http://mediaserver.berner.eu/datasheets/DATASHEET\\_4094\[P\]\\_ES18\\_esES.pdf](http://mediaserver.berner.eu/datasheets/DATASHEET_4094[P]_ES18_esES.pdf)

[Última consulta: 03/07/2016]

POP. Disponible en:

[http://baselgalizaga.com/img/cms/documentos/catalogo/pop/tucker\\_remaches\\_pop.pdf](http://baselgalizaga.com/img/cms/documentos/catalogo/pop/tucker_remaches_pop.pdf)

[Última consulta: 06/07/2016]

TORNILLERIAPLACENCIA. Disponible en:

[http://www.tornilleriaplacencia.com/uploads/archivos/Tornillo\\_hexagonal\\_DIN-931\\_ISO\\_4014.pdf](http://www.tornilleriaplacencia.com/uploads/archivos/Tornillo_hexagonal_DIN-931_ISO_4014.pdf)

[Última consulta: 07/07/2016]

AXON. Disponible en:

[http://www.axson-technologies.com/sites/default/files/doc\\_produit/es/gc1050-gc10-tdsi-es.pdf](http://www.axson-technologies.com/sites/default/files/doc_produit/es/gc1050-gc10-tdsi-es.pdf)

[Última consulta: 07/07/2016]







# 8

---

ANEXOS



---

## CATÁLOGO DE ELEMENTOS COMERCIALES

Este anexo pone a disposición del lector los catálogos comerciales de los elementos pormenorizados comercializados, donde el fabricante especifica todas las características geométricas técnicas de los elementos.

# Linear actuator

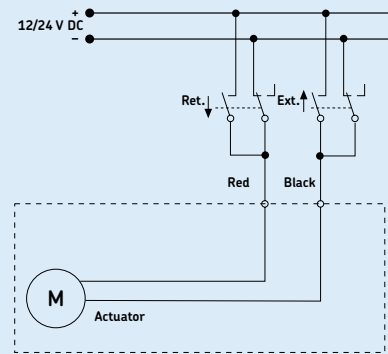
CAHB-21 series

## Benefits

- High efficiency ball screw
- Extension tube (stainless steel)
- Protection tube (steel)
- Enhanced corrosion resistance
- Mechanical overload protection (clutch)
- Lubricated for service life
- Robust, designed for tough environment
- No back driving
- Certified (CE: EN 55011)

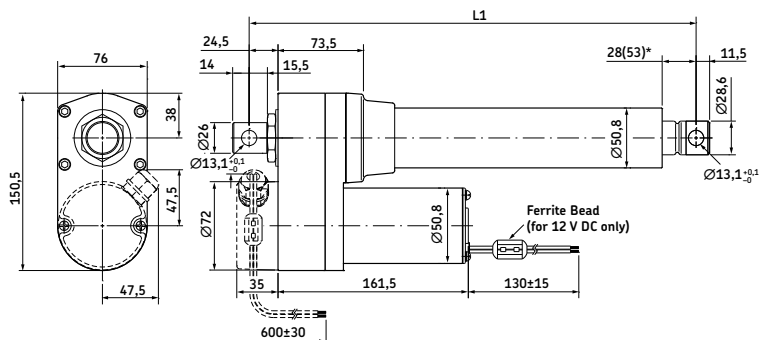


Connecting diagram

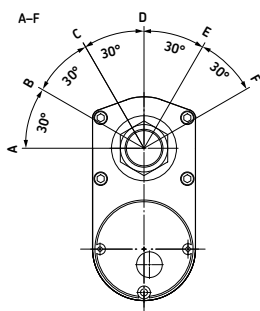


Dimensional drawing

Basic configuration (dashed line for optional limit switch)



Different rear attachment



Without limit switch:  
 RED (+) & BLACK (-) = retraction  
 RED (-) & BLACK (+) = extension  
 With limit switch:  
 RED (+) & BLACK (-) = extension  
 RED (-) & BLACK (+) = retraction

Legend:  
 L1 = retracted length  
 \* 53 = dimension with limit switch

	With limit switch <sup>1)</sup>						Without limit switch <sup>2)</sup>					
Stroke (mm)	102	153	204	305	457	610	102	153	204	305	457	610
L1 Retracted length	393	444	495	659	811	964	317	368	419	521	735	888

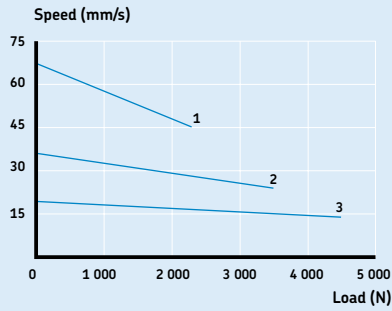
<sup>1)</sup> Tolerance: S, L1 and L2 = ± 5,0 mm (if S ≥ 305 mm, S = ± 7,5 mm)  
<sup>2)</sup> Tolerance: S = ± 2,5 mm and L1, L2 = ± 3,8 mm

Technical data

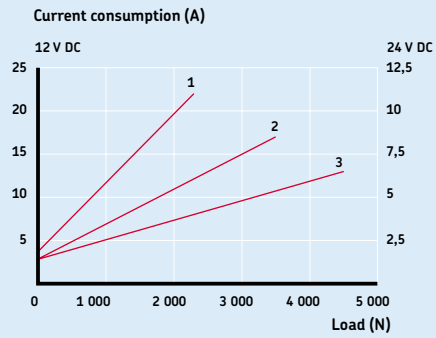
	Unit	CAHB-21... 1	CAHB-21... 2	CAHB-21... 3
Push load	N	2 300	3 500	4 500
Pull load	N	2 300	3 500	4 500
Speed (full load to no load)	mm/s	45 to 65	24 to 36	14 to 19
Stroke	mm	102 to 610	102 to 610	102 to 610
Retracted length	mm	_*	_*	_*
Voltage	V DC	12 or 24	12 or 24	12 or 24
Power consumption	W	N/A	N/A	N/A
Current consumption	12 V DC	A	22	17
	24 V DC	A	11	8,5
Duty cycle	%	25	25	25
Ambient temperature	°C	-40 to +85	-40 to +85	-40 to +85
Type of protection	IP	66	66	66
Weight (at 305 mm stroke)	kg	6,5	6,5	6,5
Color	-	Black	Black	Black

\* see above table

Performance diagrams



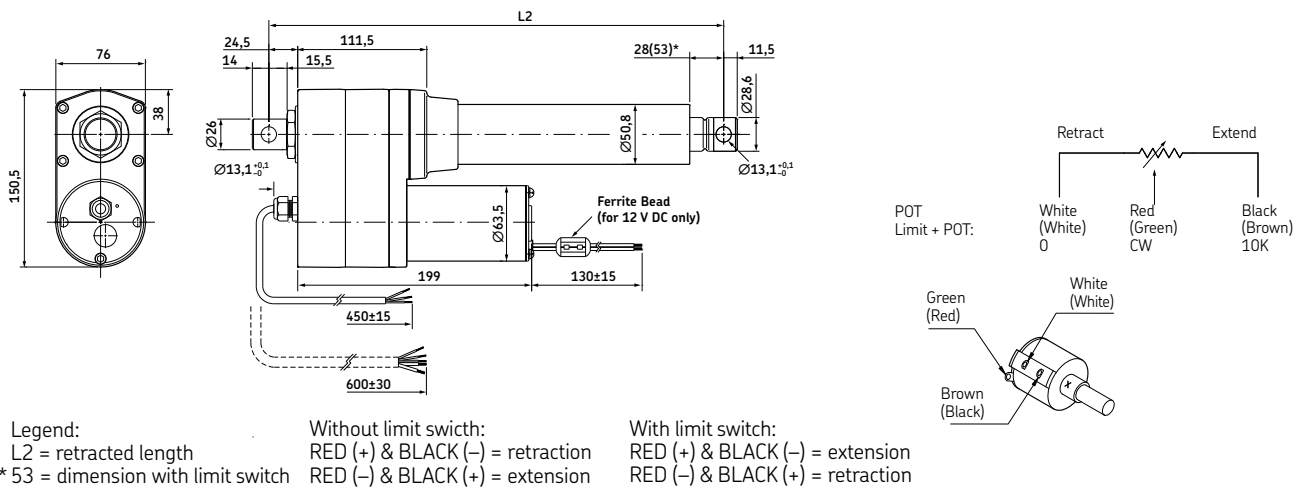
Speed-load diagram



Current-load diagram

Dimensional drawing

Optional potentiometer (dashed line for optional limit switch)



Stroke (mm)	With limit switch <sup>1)</sup>						Without limit switch <sup>2)</sup>					
	102	153	204	305	457	610	102	153	204	305	457	610
L2 Retracted length	431	482	533	697	849	1 002	355	406	457	559	773	926

<sup>1)</sup> Tolerance: S and L2 = ± 5,0 mm (If S ≥ 305 mm, S = ± 7,5 mm)

<sup>2)</sup> Tolerance: S = ± 2,5 mm and L2 = ± 3,8 mm

Potentiometer resolution

Stroke (mm)	102	153	204	305	457	610
Ohm/mm	59,0	59,0	29,5	29,5	9,84	9,84

C A H B - 2 1 - [ ] [ ] N - [ ] [ ] [ ] [ ] - A [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] - 0 0 0

**Type**

**Voltage:**

12 V DC  
24 V DC

A  
B

**Load:**

2 300 N  
3 500 N  
4 500 N

1  
2  
3

**Screw:**

Ball screw

N

**Stroke:**

102 mm  
153 mm  
204 mm  
305 mm  
457 mm  
610 mm

102  
153  
204  
305  
457  
610

**Retracted length:**

*Stroke*

**with L.S.<sup>1)</sup>**

102 mm  
153 mm  
204 mm  
305 mm  
457 mm  
610 mm

w/o POT<sup>2)</sup>

393 mm  
444 mm  
495 mm  
659 mm  
811 mm  
964 mm

with POT<sup>2)</sup>

431 mm  
482 mm  
533 mm  
697 mm  
849 mm  
A02 mm (1 002 mm)

**w/o L.S.<sup>1)</sup>**

102 mm  
153 mm  
204 mm  
305 mm  
457 mm  
610 mm

317 mm  
368 mm  
419 mm  
521 mm  
735 mm  
888 mm

355 mm  
406 mm  
457 mm  
559 mm  
773 mm  
926 mm

**IP:**

Standard (IP 66)

A

**Front attachment:**

Standard (hole: Ø 13,1 mm)  
Customized

A  
X

**Rear attachment:**

Standard (0° and hole: Ø 13,1 mm)  
30°  
60°  
90°  
120°  
150°  
Customized

A  
B  
C  
D  
E  
F  
X

**Option 1:**

None  
Limit switch (only for load version 4 500 N)

O  
L

**Option 2:**

None  
Potentiometer

O  
P

**Option 3:**

None  
Thermal protection

O  
T

<sup>1)</sup>L.S. = Limit switch  
<sup>2)</sup>POT = Potentiometer



# Linear actuator

CALA 36A

## Benefits

- Compact
- Lubricated for service life
- Corrosion resistant
- High operating reliability
- Selection of front attachments
- Limit switches as accessories





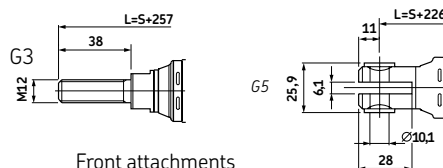
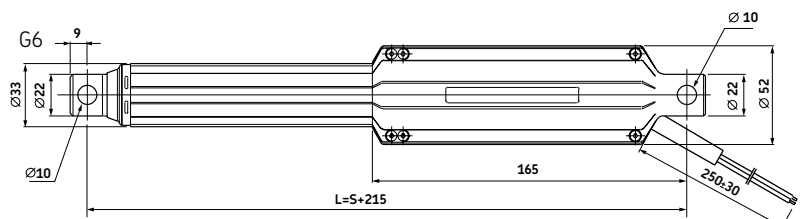
Suitable control units and accessories

	Control units				Limit switch		
	VCU 5	VCU 8	VCU 9	BCU 5	BCU 8	CAED 3-24R	CAXC 33*
CALA 36A 12V							
CALA 36A 24V	●	●	●	●	●	●	●
CAES 31C							●
EHA3	●	●	●	●	●		
STJ	●	●	●	●	●		
STE	●	●	●	●	●		

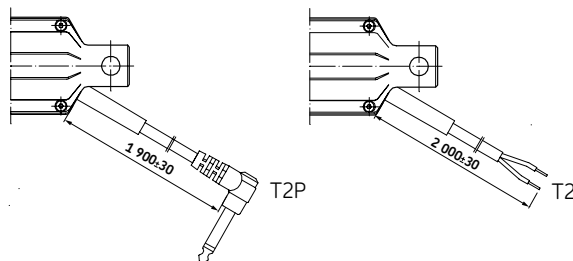
- Hand switch
- Foot switch
- Desk switch

\* See page 394

Dimensional drawing



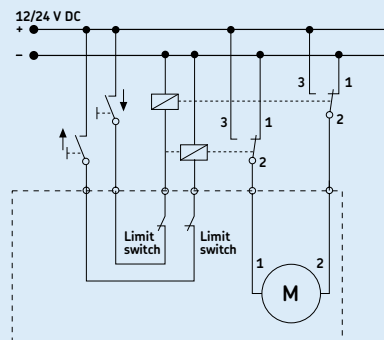
Front attachments



Rear attachments

Legend:  
S = stroke  
L = retracted length

Connecting diagram

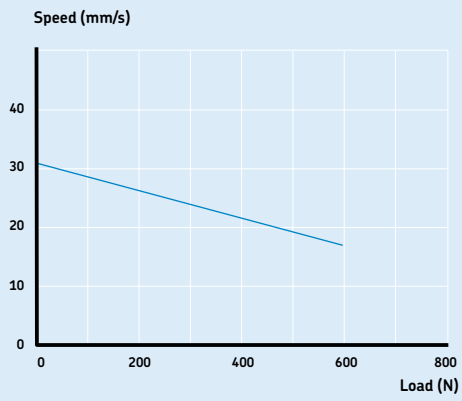


Technical data

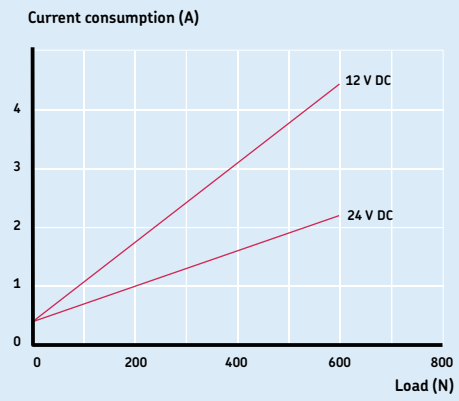
	Unit	CALA 36A
Push load	N	600
Pull load	N	600
Speed (full load to no load)	mm/s	17 to 31 <sup>1)</sup>
Stroke	mm	50 to 200
Retracted length	mm	S+215/226/257 <sup>2)</sup>
Voltage	V DC	12 or 24
Power consumption	W	N/A
Current consumption	12 V DC	A
	24 V DC	A
Duty cycle	%	5
Ambient temperature	°C	0 to +50
Type of protection	IP	44
Weight	kg	0,9 to 1,4
Color	-	Black

<sup>1)</sup> Depending on selected motor  
<sup>2)</sup> Dimension depends on selected front attachment

Performance diagrams

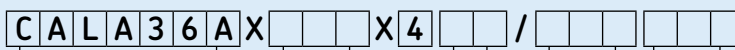


Speed-load diagram



Current-load diagram

Ordering key



Type

Stroke (S):

50 mm	050
100 mm	100
150 mm	150
200 mm	200
<i>Other stroke lengths</i>	---

Front attachment:

Male thread, M12	G3
Fork end, Ø=10,1 mm	G5
Hole, Ø=10,0 mm	G6

Voltage:

12 V DC	D12
24 V DC	D24

Cable:

Straight 0,25 m, no plug	U
Straight 1,9 m, no plug	T2
Straight 1,9 m, jack plug	T2P
Straight, 2,5 m, DIN8 plug (for BCU/VCU)	C5

*Options written in italic fonts are only available on demand. Please contact SKF.*

© SKF is a registered trademark of the SKF Group

© SKF Group 2009

The contents of this publication are the copyright of the publisher and may not be reproduced (even extracts) unless prior written permission is granted. Every care has been taken to ensure the accuracy of the information contained in this publication but no liability can be accepted for any loss or damage whether direct, indirect or consequential arising out of the use of the information contained herein.

Printed in Sweden on environmentally friendly paper.

PUB MT/P8 10362 EN · November 2009

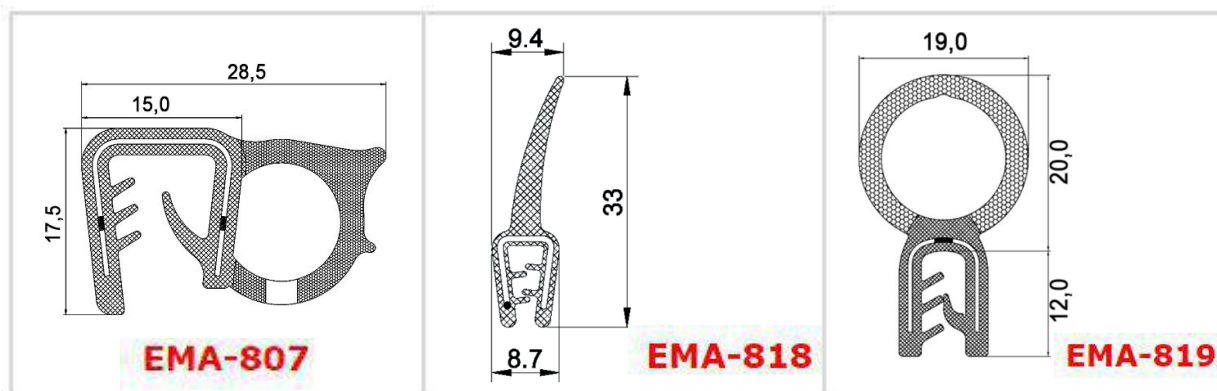




ELYPLAST S.A.  
Río Manzanares 24 - Apartado 188  
28500 Arganda - Madrid  
Telf.: (+34) 918 7028 08  
Fax: (+34) 918 702 512  
[elyplast@elyplast.com](mailto:elyplast@elyplast.com)

## PRODUCTOS / CATÁLOGO

### Caucho sólido armado y esponjoso coestruidos



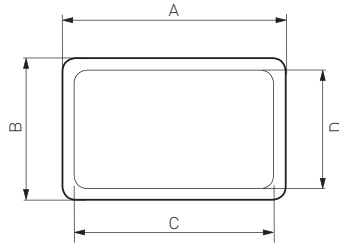


Ventanas Dometic SEITZ S4

3.42

Ventanas

A = Ancho total  
 B = Alto total  
 C = Ancho del interior  
 D = Alto del interior



Ventana abatible

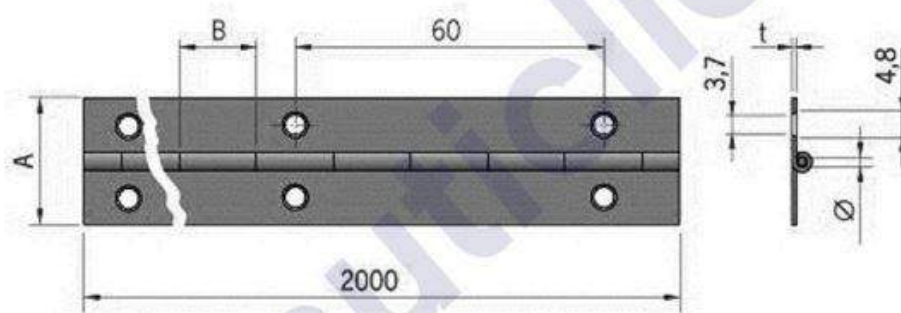


Ventana corredera



Tamaño de pedido An x Al (mm)	Medida total An x Al (mm)	Medida de corte An x Al (mm)	Medida interior An x Al (mm)	Peso (kg)	N.º de art.	Precio sin IVA (€)	N.º de art.	Precio sin IVA (€)
350 x 500	393 x 531	343 x 498	254 x 354	4,1	9104100001	205,63	—	—
500 x 300	544 x 330	499 x 298	404 x 154	4,0	9104100002	186,89	—	—
500 x 350	544 x 380	500 x 348	404 x 204	4,2	9104100003	205,63	—	—
500 x 450	544 x 480	500 x 448	404 x 304	5,0	9104100004	224,35	9104100141	233,72
500 x 500	544 x 531	499 x 499	404 x 354	5,7	9104100005	238,40	—	—
500 x 600	544 x 631	499 x 599	404 x 454	6,0	9104100006	257,14	—	—
550 x 550	594 x 581	549 x 549	454 x 404	5,7	9104100007	257,14	—	—
550 x 580	594 x 611	548 x 578	454 x 434	6,3	9104100008	261,83	9104100143	280,56
550 x 600	594 x 631	549 x 599	454 x 454	6,1	9104100009	261,83	—	—
600 x 350	644 x 380	599 x 348	504 x 204	5,0	—	—	9104100145	238,40
600 x 500	644 x 531	599 x 498	504 x 354	6,1	9104100010	257,14	9104100147	271,20
600 x 600	644 x 631	599 x 599	504 x 454	7,0	9104100011	280,56	9104100149	299,30
650 x 300	695 x 330	650 x 298	554 x 154	4,8	9104100012	215,00	—	—
700 x 300	745 x 330	700 x 298	604 x 154	5,3	9104100013	224,35	9104100151	243,09
700 x 350	745 x 380	699 x 347	604 x 204	5,7	9104100014	238,40	—	—
700 x 400	745 x 430	702 x 398	604 x 254	6,1	9104100015	261,83	9104100153	266,51
700 x 450	745 x 481	702 x 448	604 x 304	6,5	9104100016	271,20	9104100155	285,24
700 x 500	745 x 531	700 x 498	604 x 354	7,0	9104100017	280,56	—	—
700 x 550	745 x 581	700 x 549	604 x 404	7,4	9104100018	294,62	9104100157	308,66
700 x 600	745 x 631	702 x 599	604 x 454	7,7	9104100019	303,99	9104100159	318,04
750 x 400	797 x 430	750 x 398	654 x 254	6,4	9104100020	261,83	9104100161	275,88
750 x 450	797 x 481	749 x 447	654 x 304	6,6	9104100021	280,56	—	—
750 x 600	797 x 631	750 x 599	654 x 454	8,2	9104100022	313,35	9104100163	374,24
800 x 350	846 x 380	800 x 347	704 x 204	6,6	9104100023	261,83	9104100165	275,88
800 x 450	846 x 481	801 x 450	704 x 304	7,1	9104100024	289,94	9104100167	308,66
900 x 300	948 x 330	902 x 298	804 x 154	6,6	9104100025	280,56	9104100169	280,56
900 x 400	948 x 430	902 x 398	804 x 254	7,5	9104100026	299,30	9104100171	313,35
900 x 450	948 x 481	902 x 448	804 x 304	8,0	9104100027	303,99	9104100173	322,72
900 x 500	948 x 531	902 x 499	804 x 354	8,4	9104100028	327,41	9104100175	355,51
900 x 550	948 x 581	902 x 549	804 x 404	8,6	9104100029	332,09	9104100177	402,34
900 x 600	948 x 631	902 x 599	804 x 454	9,2	9104100030	350,82	9104100179	435,13
1000 x 450	1048 x 481	1002 x 448	904 x 304	8,6	9104100031	332,09	—	—
1000 x 500	1048 x 531	1002 x 499	904 x 354	9,3	9104100032	350,82	9104100181	369,57
1000 x 550	1048 x 581	1002 x 549	904 x 404	10,0	9104100033	374,24	9104100183	407,03
1000 x 600	1048 x 631	1002 x 599	904 x 454	11,0	9104100034	374,24	9104100185	458,55
1000 x 800	1048 x 832	1002 x 800	904 x 654	12,0	9104100035	444,51	—	—
1100 x 450	1148 x 481	1103 x 448	1004 x 304	9,9	9104100036	355,51	9104100187	378,93
1100 x 550	1148 x 581	1102 x 549	1004 x 404	10,1	9104100037	383,61	—	—
1100 x 700	1148 x 733	1103 x 699	1004 x 554	11,9	9104100038	439,82	—	—
1200 x 300	1248 x 330	1201 x 297	1104 x 154	8,2	9104100039	322,72	—	—
1200 x 350	1249 x 380	1202 x 347	1104 x 204	8,8	9104100040	341,46	—	—
1200 x 500	1249 x 531	1203 x 500	1104 x 354	10,5	9104100041	392,98	—	—
1200 x 600	1249 x 631	1201 x 599	1104 x 454	12,5	9104100042	430,45	9104100189	505,40
1200 x 700	1249 x 733	1201 x 699	1104 x 554	13,1	9104100043	463,24	—	—
1200 x 800	1249 x 832	1203 x 800	1104 x 654	13,8	9104100044	486,66	—	—
1300 x 550	1343 x 581	1298 x 549	1204 x 404	13,6	9104100045	439,82	9104100191	510,07
1300 x 600	1343 x 631	1297 x 599	1204 x 454	14,2	9104100046	463,24	9104100193	538,18
1450 x 550	1500 x 581	1453 x 549	1354 x 404	13,6	9104100047	486,66	—	—
1450 x 600	1500 x 631	1454 x 599	1354 x 454	14,9	9104100048	496,03	9104100195	561,61
1450 x 700	1500 x 733	1452 x 699	1354 x 554	15,7	9104100049	528,82	—	—
1600 x 550	1650 x 581	1602 x 549	1504 x 404	15,6	9104100050	477,29	—	—
1600 x 600	1650 x 631	1602 x 599	1504 x 454	16,2	9104100051	491,34	—	—





## FICHA TÉCNICA

A	20mm
B	15mm
L	2000mm
Material	Inox
Referencia proveedor	445421
t	0,7mm
Ø	1,75

## MÁS

Bisagra de piano fabricada en acero inox 304. 445421



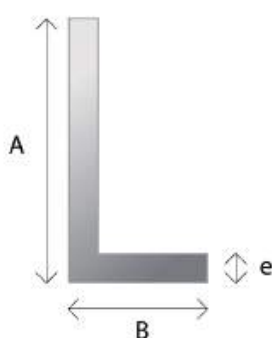


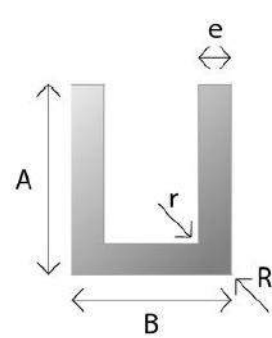


# NORMALIZADOS GENERALES



## NORMALIZADOS GENERALES

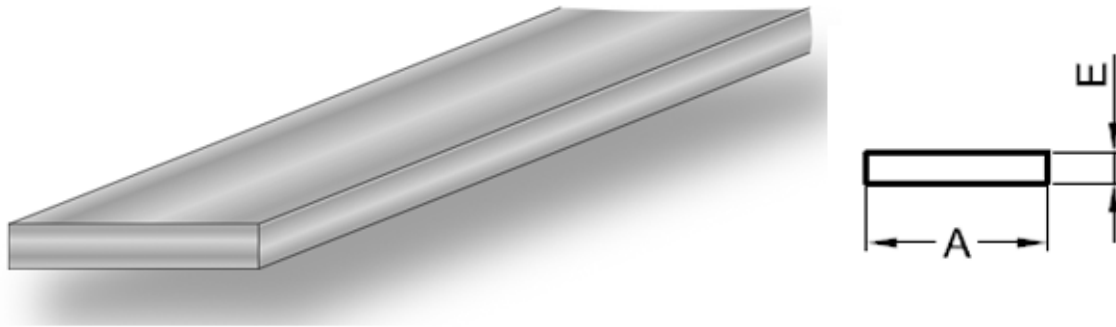
Lados Desiguales	A	B	e	Peso	Perímetro
	25.00	15.00	1.50	158	80
	30.00	10.00	4.00	391	80
	30.00	20.00	1.50	197	100
	30.00	20.00	2.00	261	100
	30.00	25.00	3.00	423	110
	33.50	6.00	1.50	155	79
	35.00	15.00	1.50	198	100
	40.00	20.00	1.50	239	120
	50.00	25.00	2.00	396	150
	57.80	43.70	10.20	2.526	203
	80.00	40.00	3.00	944	237
	90.00	60.00	1.30	526	300

Perfil en "U"	A	B	e	r	R	Peso	Perímetro
	7.00	15.00	1.50	0.00	0.00	106	55
	8.00	20.00	1.50	0.00	0.00	183	93
	20.00	20.00	1.50	0.50	0.50	231	116
	25.00	25.00	2.00	0.50	0.50	384	145
	25.00	60.00	2.80	2.00	3.00	795	210
	31.00	20.00	1.40	0.00	0.00	261	140
	38.00	14.00	1.50	0.00	0.00	256	129
	40.00	18.00	1.50	0.50	2.00	293	146
	40.00	20.00	2.00	0.50	1.00	409	154
	40.00	25.00	1.70	0.00	0.00	402	177
	40.00	25.00	2.00	0.00	0.00	545	206
	40.00	35.00	3.00	2.00	5.00	821	208
	40.00	60.00	5.00	5.00	0.00	1792	266
	45.00	74.00	1.50	0.00	1.00	651	324
	50.00	30.00	5.00	0.50	1.00	1.246	211
	50.00	50.00	3.00	0.50	1.00	1.165	292
	60.00	60.00	2.50	5.00	0.00	1.215	351



# HOJA DE ESPECIFICACIONES

## Pletina aluminio



Código	Longitud	Dimensión A	Dimensión E	Peso gr/metro	Perímetro total				
20691	1000 mm	15 mm	3 mm	122	36				
20692									
20693	2500 mm								
20694									
20695	1000 mm					20 mm	3 mm	162	46
20696									
20697	2500 mm								
20698									
20699	1000 mm	30 mm	3 mm	243	66				
20700									
20701	2500 mm								
20702									
20703	1000 mm					40 mm	3 mm	324	86
20704									
20705	2500 mm								
20706									

## Material

Aluminio en Aleación EN AW-6063 y 6060 (UNE-EN 573-3:2009)

## Tratamiento térmico

Temple 12º-13º-14º Webster (temple y maduración artificial) (UNE-EN 515:1994)

## Composición química 6063

%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Otros		Al
									Cada	Total	mínimo
Nominal	0,45	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	
Tolerancias	0,30-0,55	0,30	0,05	0,05	0,40-0,60	0,05	0,15	0,1	0,05	0,15	Resto



# HOJA DE ESPECIFICACIONES

## Composición química 6060

%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Otros		Al mínimo
									Cada	Total	
Nominal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tolerancias	0,30-0,6	0,1-0,3	0,1	0,1	0,35-0,6	0,05	0,15	0,1	0,05	0,15	Resto

## Características Físicas en estado T5\*

Módulo de elasticidad	6.800 kg/mm <sup>2</sup>	Dureza Rockwel	68
Conductividad térmica a 20°C	209 W/m K	Dureza Brinell	70
Conductividad eléctrica % IACS	55,5	Carga de Rotura	22-23 kg/mm <sup>2</sup>
Coefficiente Dilatación Lineal entre 20-100°C	23,5/106 K	Límite elástico	20 kg/mm <sup>2</sup>
Peso específico	2,7 kg/dm <sup>3</sup>	Alargamiento (5,65%)	14
Resistividad eléctrica a 20°C	3,1μΩcm	Límite de fatiga	15 kg/mm <sup>2</sup>
Resistencia a cizalladura	13-14 kg/mm <sup>2</sup>	Intervalo de fusión	615-655
Dureza Webster	12-13		

T5\* = estado del aluminio después de extruido, enfriado al aire y envejecido a 175°C

## Especificaciones

Soldabilidad	Puede soldarse sin dificultades especiales, preferentemente con sistemas de soldadura TIG y MIG
Mecanizabilidad	Los perfiles obtenidos admiten altas velocidades de corte, fresado, taladrado, troquelado, etc., facilitando unos altos rendimientos en taller.
Resistencia a la corrosión	Ofrece un excelente comportamiento, ya sea en atmósferas industriales o marinas. La capa de óxido que se forma en la superficie tiene un espesor de 0,0025 micras que, con el paso de varios años puede llegar hasta 0,020 micras. Esta capa puede ser total o parcialmente destruida si se le ataca con soluciones alcalinas o algunas soluciones ácidas. También podría deteriorarse si queda atrapada entre dos superficies planas agua de lluvia o de condensación, o por rozamiento fuerte entre ambas que llegue a producir erosión. El contacto con la superficie de otros metales podría asimismo causar una corrosión por el llamado efecto "par galvánico", aunque el aluminio es resistente cuando el metal en contacto es hierro galvanizado. Los tratamientos de superficie como el anodizado y el lacado aumentan considerablemente la resistencia a la corrosión.
Utilidades	Pletina para usos generales en carpintería de aluminio

# POP<sup>®</sup>

## Sistemas de remachado



### Baselga Lizaga

SUMINISTROS INDUSTRIALES

Tel. 976 344 162 - Fax 976 334 289 - [info@baselgalizaga.com](mailto:info@baselgalizaga.com)



Edición 04 2012

[emhart.eu](http://emhart.eu)

**EMHART<sup>®</sup>**  
TEKNOLOGIES

## Vgrip® Cabeza abombada

Acero al carbono  
Vástago: acero al carbono



			DESCRIPCIÓN							PAQUETE A GRANEL		
mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	N	N	ARTÍCULO	CANT. CAJA	/1.000
<b>4,8</b> 4,74 - 4,88	10,8 16,4	1,5 - 6,0 6,0 - 10,0	VG21-04810-511 VG21-04816-511	4,9 - 5,2 4,9 - 5,2	9,1 - 9,9	2,65	3,1	2.840 2.660	3.680 3.350	79204 79205	4.000 3.000	3,86 4,63







## Tornillos cincados para bisagras y manillas

### Cabeza avellanada gota sebo

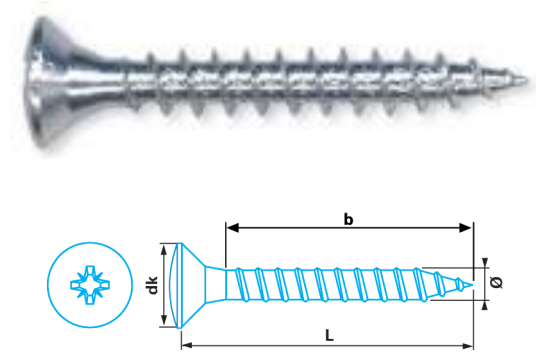
#### Ámbito de aplicación

- Ideal para trabajar con los siguientes materiales: maderas macizas duras o blandas, aglomerados, enchapados (melamina, MDF, DM...), materiales plásticos (carpintería PVC...).
- Muy utilizada para la fijación de los herrajes para muebles y accesorios tales como bisagras de cazoleta, manillas...

#### Ventajas

- Gracias a la nueva geometría de la rosca asimétrica obtiene una mayor penetración y menos esfuerzo incluso en maderas duras y difíciles.
- Con el nuevo recubrimiento anti-fricción atornillar es más fácil y más rápido (hasta un 25% más rápidos).
- Revestimiento anti-fricción.

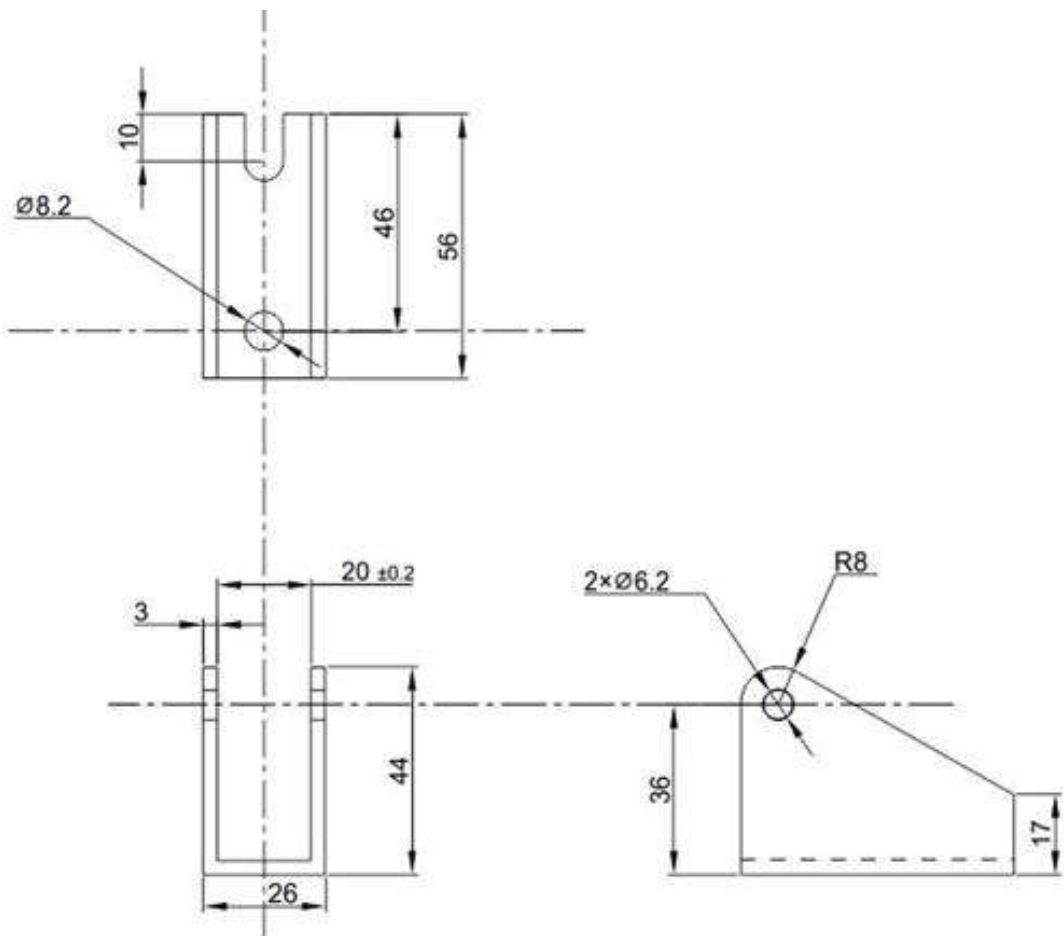
Medida	3,5	
Ø ala	6,5 mm	
Cogida	PZ 2	
Longitud total	UV	Nº de artículo
16 mm	Cantidad	1000
		004094







# ELECTRÓNICA EMBAJADORES





---

## DETALLES TÉCNICOS DE MATERIALES

Este anexo pone a disposición del lector las fichas técnicas de los materiales empleados, donde el fabricante especifica todas las características técnicas de los materiales. En este Anexo solamente se encuentra información sobre aquellos materiales seleccionados para la fabricación de los productos diseñados específicamente para este proyecto.



# Aceros Especiales



## Aceros microaleados

Las propiedades mecánicas de las piezas o barras son alcanzadas por el efecto combinado de diferentes mecanismos sin necesidad de tratamientos térmicos.

### Aplicaciones:

- Todo tipo de piezas, y de forma habitual, cigüeñales, bielas, émbolos, piezas de suspensión, cubos de rueda, manguetas, carcasas, etc. Se alcanzan resistencias sobre las piezas entre 650 y 1.150 N/mm<sup>2</sup> en función del tipo elegido.

Equivalencias en normas					Composición química media en %						
GERDAU	EUROPA EN	ALEMANIA DIN		FRANCIA AFNOR	C	Mn	Si	S	Al	V	Ti
MICRO800	30MnVS6	27MnSiVS6	1.5232		0,28	1,45	0,60	0,04	0,03	0,10	0,01
MICRO850	46MnVS6	49MnVS3	1.1199		0,47	0,80	0,40	0,06	0,03	0,10	0,01
MICRO900	38MnVS6	38MnSiVS5	1.5231		0,38	1,35	0,60	0,06	0,03	0,10	0,01
MICRO1000	46MnVS6	44MnSiVS6	1.5233		0,43	1,45	0,60	0,03	0,03	0,10	0,01



















# ALEACIÓN: ALUMINIO-MAGNESIO-SILICIO

**PRODUCTOS: BARRAS, ALAMBRES, PERFILES EXTRUIDOS, TUBOS.**

## COMPOSICIÓN QUÍMICA

%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Otros elementos	Al
Mínimo	0,30	0,50			0,60					
Máximo	0,60	0,35	0,10	0,15	0,90	0,05	0,15	0,20	0,15	El resto

## EQUIVALENCIAS INTERNACIONALES

 Austria - Önorm AlMg0,7Si	 Canadá - C.N.D. GS10	 E.E.U.U. - A.A. 6063	 España - U.N.E. L-3441 / 38.337	 Francia - Afnor	 Reino Unido - B.S. H 9	 Italia - U.N.I. 3569 / 9006-P1	 Japón - J.I.S. A 2x 5
 Hungria - M.S.Z. AlMgSi	 Noruega - N.S. 173190	 Polonia - P.L. PA38	 Alemania - D.I.N.	 Suecia - S.I.S. 4104	 Suiza - V.S.M. Al-MgSi0,5	 Rusia - G.O.S.T. 1310	 E.N. EN-AW-6063

## EQUIVALENCIAS NACIONALES, NORMAS Y NOMBRES COMERCIALES

ISO	ESPAÑA	ALEMANIA	CANADA	E.E.U.U.	FRANCIA	REINO UNIDO	ITALIA	OTROS
AlMg0,5Si	L-3441 38.337 Alucor 46 Earsimag 11 50S Simagaltok 63		GS10 66050 GM41	6063	QQ-A-200/9 ASTM B210/221/429 ASTM B241/345/491 4156 ASME SB 210/221/241	H9 372B GB-50S Alcoa-910 AWCO-24 Birmetal-055 BA 24 Durcilium W Hiduminium 46 Extrudal-050	3569 63S F63 AC 63	4104 A2x5 W1A Dekoral B 6506 173190 2055 601 C50S

## PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS (a temperatura ambiente de 20°C)

- Barras: Ver en página 11B.9
- Perfiles: Ver en página 11B.9

## PROPIEDADES FÍSICAS TÍPICAS (a temperatura ambiente de 20°C)

Módulo elástico N / mm <sup>2</sup>	Peso específico g / cm <sup>3</sup>	Intervalo de fusión °C	Coefficiente de dilatación lineal 1 / 10 <sup>6</sup> K	Conductividad térmica W / m K	Resistividad eléctrica a 20°C - μΩ cm	Conductividad eléctrica % IACS	Potencial de disolución V
69.500	2,70	615 - 655	23,5	T1 - 193 T5 - 209	T1 - 3,4 T5 - 3,1	T1 - 50,5 T5 - 55,5	- 0,80

## APLICACIONES

Perfiles para arquitectura, puertas, ventanas, muros cortina, mobiliario, estructuras, escaleras, peldaños, barandillas, verjas, enrejados, barreras, cercados, disipadores de calor, módulos electrónicos, carcasas para motores eléctricos, sistemas de ensamblado, elementos especiales para maquinaria, carrocerías de camión, instalaciones neumáticas, tubos de riego, calefacción y refrigeración, remaches.

# ALEACIÓN: ALUMINIO-MAGNESIO-SILICIO

**PRODUCTOS: BARRAS, ALAMBRES, PERFILES EXTRUIDOS, TUBOS.**

## APTITUDES TECNOLÓGICAS

### SOLDADURA:

A la llama	■
Al arco bajo gas argón	■
Por resistencia eléctrica	■
Braseado	■

### MECANIZACIÓN:

Fracmentación de la viruta  
Brillo de superficie

Estado: T5



Estado: T6



### COMPORTAMIENTO NATURAL:

En ambiente rural	■
En ambiente industrial	■
En ambiente marino	■
En agua de mar	■

### RECUBRIMIENTO:

Lacado	■
Galvanizado	■
Níquel químico	■

### ANODIZADO:

De protección	■
Decorativo	■
Anodizado duro	■

Aleación para uso alimenticio: SI ■

■	Muy buena.
■	Buena.
■	Regular.
■	Mala, evitar.

## CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA ALEACIÓN A DIFERENTES TEMPERATURAS

Estado	-195°C			-80°C			-30°C			+25°C			+100°C		
	Rm	Rp 0,2	A 5, 65	Rm	Rp 0,2	A 5, 65	Rm	Rp 0,2	A 5, 65	Rm	Rp 0,2	A 5, 65	Rm	Rp 0,2	A 5, 65
T1	235	110	44	180	105	36	165	95	34	150	90	33	150	95	20
T5	255	165	28	250	150	24	195	150	23	185	145	22	165	140	18
T6	325	250	24	260	230	20	250	220	19	240	215	18	215	195	15

Estado	+150°C			+205°C			+260°C			+315°C			+370°C		
	Rm	Rp 0,2	A 5, 65	Rm	Rp 0,2	A 5, 65	Rm	Rp 0,2	A 5, 65	Rm	Rp 0,2	A 5, 65	Rm	Rp 0,2	A 5, 65
T1	145	105	20	60	45	40	31	24	75	22	17	80	16	14	105
T5	140	125	20	60	45	40	31	24	75	22	17	80	16	14	105
T6	145	140	20	60	45	40	31	24	75	22	17	80	16	14	105

Rm N/mm<sup>2</sup> ; Rp N/mm<sup>2</sup> ; A 5,65 %.

Según normas A.A.

## TRATAMIENTOS DEL ALUMINIO

Estado	Tratamiento de puesta en solución T <sup>a</sup> C	Medio de temple	Tratamientos de maduración artificial. Mantenimiento a T <sup>a</sup> en horas	Maduración natural
T4	530°C± 5°C	Aire forzado		8 días mínimo
T5	530°C± 5°C	Aire forzado	8 horas a 175°C± 5°C ó 6 horas a 185°C± 5°C	
T6	530°C± 5°C	Agua a 40°C máximo	8 horas a 175°C± 5°C ó 6 horas a 185°C± 5°C	

- Intervalo de temperatura de forja: 400° - 480°C.
- Recocido total: 420°C, con enfriamiento lento hasta 250°C.
- Recocido contra acritud: 340°C.

## OBSERVACIONES

Buena conformabilidad especialmente en los estados T1 y T4. aleación muy utilizada para extruir perfiles de secciones muy complicadas, aleación tratable de características medias y con resistencia inferior a la 6005 A.

**⚠ Recomendamos evitar que las chapas estén al aire o se sequen inmediatamente si se cortan con water-jet para evitar su corrosión y aparición de manchas sobre todo al anodizar.**

1Kg/mm<sup>2</sup> = 9,81 N/mm<sup>2</sup> ; 1N/mm<sup>2</sup> = 1MPa.

**FICHA TÉCNICA****FIBRA DE VIDRIO EPOXI G -11 (155°C)****Composición**

Soporte : Fibra de Vidrio

Resina : Epoxi

**Características**

Densidad	g/cm <sup>3</sup>	1.70-1.90
Tensión de Flexión a la rotura perpendicular a las laminación	Mpa	340
Resistencia a la tensión	Mpa	300
Resistencia a la compresión perpendicular a las capas	Mpa	350
Resistencia al Impacto (Charpy) paralela a las capas	kJ/m <sup>2</sup>	33
Resistencia al aislamiento después de sumergirlo en agua	Ω	5x10 <sup>8</sup>
Resistencia eléctrica (en aceite 90°±2°C) paralela a las capas	kV	35
Resistencia eléctrica (en aceite 90°±2°C, 1mm espesor) perpendicular a las capas	MV/m	14,2
Permeabilidad eléctrica aparente a 1MHz		5,5
Permeabilidad eléctrica aparente a 48-62 Hz		5,5
Factor de disipación a 1MHz		0.04
Factor de disipación a 48-62 Hz		0.04
Absorción de agua ( para espesor 1.6 mm)	mg	19
Temperatura de servicio	C°	155





# FESTER ESPUMA EXPANSIVA

Es una espuma expansiva de poliuretano en aerosol, de un componente Clase F con base en la EN 13501, que sirve para sellar y rellenar grandes huecos evitando el paso de aire, agua, insectos, ruido y suciedad en superficies planas e irregulares. Cura rápidamente con la humedad del ambiente convirtiéndose en una espuma semirígida, una vez curada, se puede cortar, lijar y resanar para dar el acabado deseado al sustrato.

## CARACTERÍSTICAS

- Uso universal: sella, pega, rellena y aísla en la mayoría de los materiales.
- Expansión rápida, segura y efectiva.
- Aislante acústico, eléctrico, térmico, de insectos y roedores, y amortiguador de vibraciones.
- Una vez endurecido no pierde volumen y se puede lijar, cortar o pintar.
- Rellena espacios amplios aún si son irregulares.
- Resistente a la humedad y a la formación de hongos.
- En muros tipo panel: rellena y aísla.
- Adherencia a prácticamente todos los materiales de construcción.
- No daña la capa de ozono.
- Puede ayudar a ahorrar energía si es usado para sellar fugas de aire alrededor de ventanas, puertas, instalaciones de plomería, entre otras.

## USOS

Relleno de separaciones en el montaje de puertas y ventanas.

Aislamiento de puertas y ventanas.

Envolver tuberías.

Rellenar espacios huecos y grietas en las paredes, techos y tuberías.

Penetraciones en ductos, juntas T, etc. Traslapes en techumbres de lamina.

Aislante de ruido y temperatura en techos y paredes.

## PREPARACIÓN SUPERFICIE

El área a aplicar debe estar limpia y sana, sin partes sueltas o mal adheridas.

Libre de contaminantes (aceites, grasas, membranas de curado, partículas y polvo)

La expansión de la espuma se favorece en temperaturas de 20 a 30°C y con humedad; en sustratos como mampostería o muy porosos, humedecer las superficies con un atomizador antes de aplicar la espuma.

## APLICACIÓN

Agitar la lata vigorosamente por lo menos 20 veces.

Roscar el gatillo a la válvula.

Invertir el envase colocándolo en la palma de la mano y accionando el gatillo, rellenar los boquetes de adentro hacia fuera y de abajo hacia arriba, solamente hasta la mitad, ya que la espuma aumentará su volumen de 2 a 3 veces durante el tiempo de curado.

Después de 2 horas puede cortarse el excedente de espuma. Tras 8 horas puede lijarse y pintarse para darle el acabado deseado.

## HERRAMIENTA

Cepillo de alambre

Lija

Escoba

Esmeril o disco de corte

## RENDIMIENTO

Rendimiento de expansión máxima: 30-35 litros.



La espuma fresca puede limpiarse con acetona.

Se recomienda utilizar la totalidad del contenido; pero si no es así, puede guardarse temporalmente. Retirar la cánula y limpiar los restos de producto de la boquilla con acetona, tapar el envase almacenándolo en un lugar fresco y seco siempre en posición vertical. Para volver a usar, agitar 20 veces la lata, remover los restos de espuma de la válvula, roscar el gatillo y aplicar la espuma de acuerdo a las instrucciones antes mencionadas.

## PRECAUCIONES

Usar siempre guantes y protección para los ojos durante la aplicación.

La espuma de poliuretano curada debe de ser protegida de los rayos solares cubriéndola con mortero o pintura base agua. Realizar pruebas previas de compatibilidad en caso de usar pintura base solvente o cualquier otro material que evite la exposición directa a la luz solar.

No fumar durante su utilización y mantener el área ventilada.

No vaporizar hacia una llama o cuerpo incandescente, puede contener pequeñas partes de propelente inflamable.

En caso de transporte en automóvil, llevarlo en el portaequipaje envuelto en un trapo, nunca en el interior.

El producto sin curar puede causar sensibilización por inhalación y contacto con la piel, la nariz, garganta y sistema respiratorio. Nocivo; peligro de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada. Este producto es irritante a la piel, la exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

Este producto es irritante a los ojos. Nocivo en caso de ingestión. En caso de contacto con la piel quitar con un trapo o papel la espuma fresca y eliminar los restos con aceite vegetal, aplicar cremas hidratantes. La espuma seca se elimina mecánicamente. En caso de contacto con los ojos lavar inmediatamente con agua, poner un vendaje estéril e inmediatamente lleve a la persona con el oculista. En caso de ingestión lavar la boca, no causar el vómito y lleve al paciente al médico y aporte esta etiqueta. En caso de inhalación traslade al paciente a un lugar con ventilación. Manténgase lejos del alcance de los niños.

Consultar la hoja de seguridad para información más detallada.

### INFORMACIÓN IMPORTANTE

Nocivo por inhalación al aplicar, una vez curada la espuma no es tóxica.

No presenta adherencia polipropileno, politetrafluoroetileno y silicón.

Envase a presión conteniendo gas comprimido.

No exponer a temperaturas superiores a 30 °C

El producto envasado es extremadamente inflamable por lo que debe conservarse en lugares alejados del calor, chispas, flamas o electricidad estática ya que puede explotar si se calienta.

No perforar ni quemar, aunque el envase esté vacío.

### ENVASE Y EMBALAJE

PRESENTACIÓN	Lata 750ml
ALMACENAJE	Debe de conservarse en lugar seco, fresco y protegido de los rayos del sol. Las cajas y latas siempre deben de almacenarse con las etiquetas y textos verticalmente.
CADUCIDAD	12 meses para latas que no han sido abiertas.
ESTIBA MÁXIMA	Caja con 12 latas: 3 piezas superpuestas.

### PROPIEDADES VALORES TÍPICOS, NO ESPECIFICACIONES

CARACTERÍSTICAS	VALOR / UNIDAD
Densidad (espuma curada)	25 kg/m <sup>3</sup> (aprox.)
Tiempo de secado al tacto	8 - 12 min
Tiempo para corte	45 - 60 min
Estabilidad dimensional	+/- 2%
Ancho máximo de junta	4 cm   Condiciones de la prueba: +5°C
Clasificación para uso en fuego (EN 13501)	F
Rendimiento	750 ml: max 35 L

### INFORMACIÓN TÉCNICA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	VALOR / UNIDAD
Reducción del sonido (EN ISO 10140)	60 dB
Resistencia al corte	65 kPa (aprox.)
Absorción de agua	1 % (max.)
Conductividad térmica (espuma curada)	0.037 - 0.040 W/mK
Resistencia a la temperatura (espuma curada)	-40 °C a 90 °C

EN: European Norm (Normas Europeas) ; ISO: International Organization for Standardization (Organización Internacional de Estandarización)

No recomendado para aplicaciones en contacto con sustancias químicas debido a que es susceptible a éstas, no recomendado para otros usos.



**Henkel Capital S.A. de C.V.,**

Boulevard Magnocentro No 8, Piso 2, Col. Centro Urbano Interlomas, Huixquilucan, Estado de México, CP 52760

Atención al consumidor: 01800-FESTER7 web.fester@henkel.com [www.fester.com.mx](http://www.fester.com.mx)

La información anterior, en particular las recomendaciones para el manejo y uso de nuestros productos, se basa en nuestros conocimientos y experiencia profesionales. Como los materiales y las condiciones pueden variar con cada aplicación y por lo tanto están más allá de nuestra esfera de influencia, se recomienda realizar pruebas suficientes para comprobar la idoneidad de nuestros productos para el método de aplicación previsto y el uso. Responsabilidad legal no puede ser aceptada sobre la base de los contenidos de esta ficha técnica o algún consejo verbal dado a menos que haya evidencia de dolo o negligencia grave de nuestra parte. Esta hoja de información técnica reemplaza todas las ediciones previas pertinentes para este producto y se complementa con la información contenida en la hoja de seguridad correspondiente, se recomienda su consulta previo a la aplicación de este producto.

## UTILIZACIÓN

Se utiliza como capa de superficie para la realización de modelos o negativos.

PROPIEDADES MECANICAS Y TERMICAS A 23°C (1)				
Dureza	ISO 868-85	Shore D1 / D15	83	
Modulo de flexión	ISO 178-93	MPa	4800	
Resistencia a la rotura en flexión	ISO 178-93	MPa	75	
Temperatura de transición vítrea	T.M.A.-Mettler	°C	4d 25°C 8h 80°C	50 65

## ALMACENAMIENTO

Utilizar preferentemente antes de 24 meses según la fecha de fabricación. Fecha de caducidad indicada en el embalaje. Almacenar el producto al resguardo de la humedad a una temperatura de 15-25°C, en los envases de origen sin abrir.

## PRECAUCION DE EMPLEO

Es indispensable, durante la manipulación, observar estrictamente las medidas de higiene de trabajo apropiadas:

- locales ventilados
- llevar gafas y guantes de protección y ropa adecuadas.

Para más información, remitirse a la ficha de datos de seguridad.

## ACONDICIONAMIENTO

GC1 050	GC1 050 GN	GC 10
1 x 5 kg		1 x 0,5 kg
1 x 10 kg	1 x 10 kg	1 x 1 kg
Caja de 12 x 0,5 kg		Caja de 12 x 0,05 kg

## GARANTIA

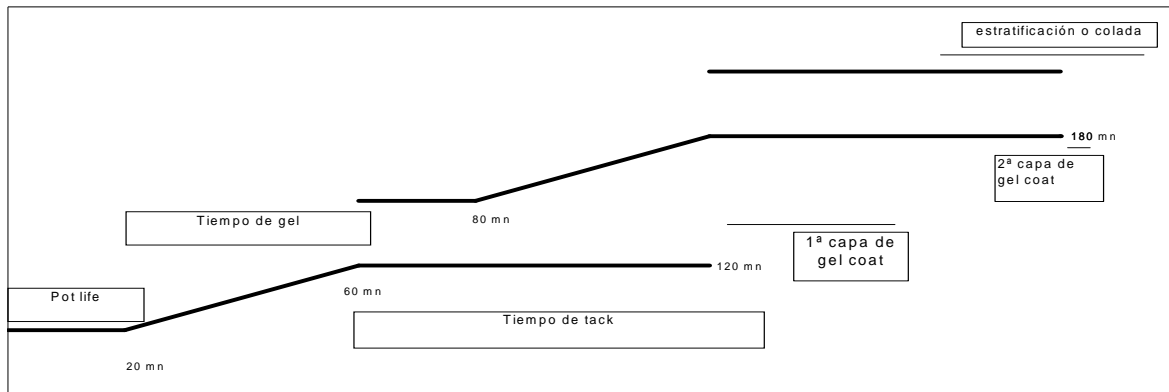
Las informaciones contenidas en la presente ficha están basadas en nuestros conocimientos actuales y sobre el resultado de pruebas efectuadas en condiciones precisas. Es conveniente que cada usuario realice pruebas completas bajo su propia responsabilidad con vistas a determinar la eficacia, la adecuación y la seguridad de los productos AXSON para la aplicación deseada. AXSON rehusa claramente toda garantía en relación a la compatibilidad de un producto con una aplicación cualquiera. AXSON rechaza expresamente toda responsabilidad en caso de daños o incidentes que podrían provocar la utilización de sus productos. Las condiciones de garantía están regidas por nuestras condiciones de ventas.

**Esta ficha técnica y la ficha de seguridad están disponibles en nuestra dirección internet :**  
[www.axson.com](http://www.axson.com)



PROPIEDADES FÍSICAS				
		RESINA GC1 050	ENDURECEDOR GC 10	MEZCLA
Proporción de mezcla en peso		100	10	
Aspecto		gel tixotrópico	liquido	
Color	GC1 050 GC1 050 GN	blanco verde	ámbar claro	blanco verde
Viscosidad Brookfield LVT a 25°C (mPa.s)	-	tixotrópico	2200 ± 400	tixotrópico
Densidad a 25°C	ISO 1675-85	1,57-1,61	0,98-1,02	-
Densidad del producto polimerizado	ISO 2781-88	-	-	1,45

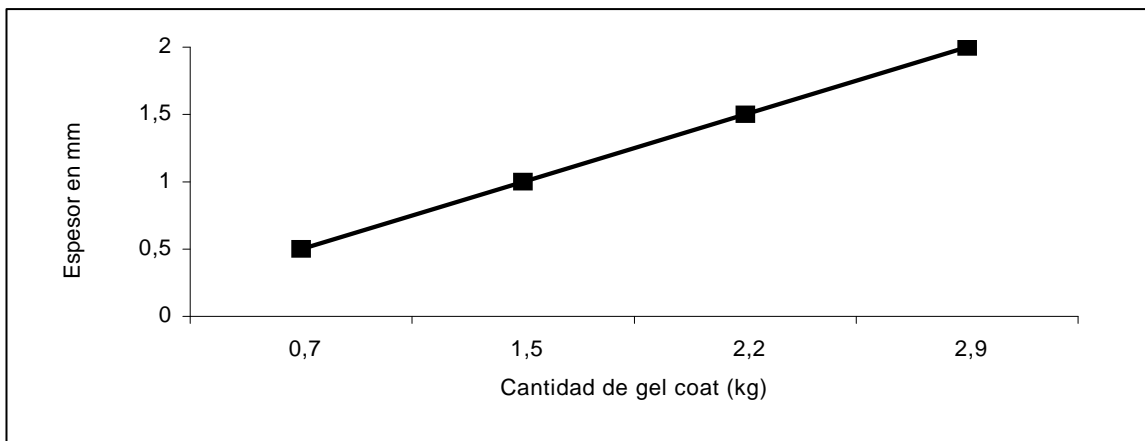
**Esquema de aplicación del GC1 050 GN / GC 10 (Temperatura de aplicación : 23°C Masa 500 g)**



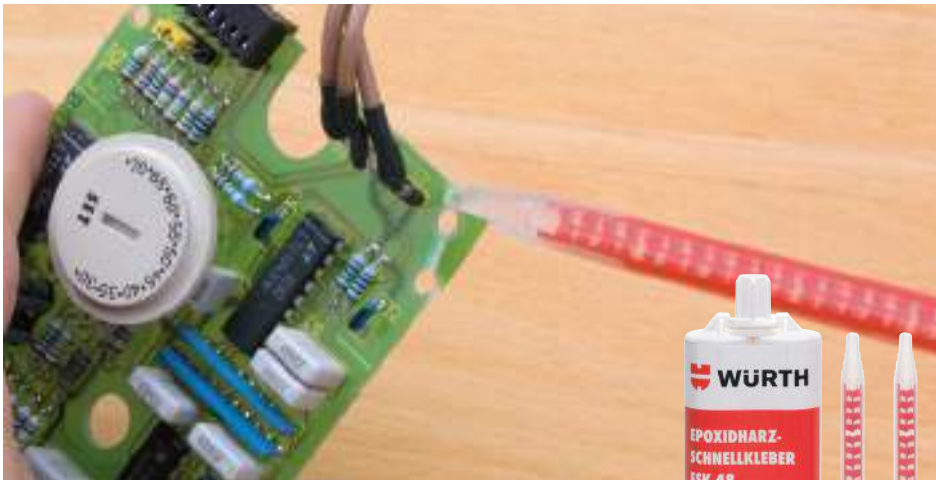
## CONDICIONES DE UTILIZACIÓN

- Aplicar el AGENTE DE DEMOLDEO 841 o la CERA 827 sobre el modelo no poroso
- Estructuras posteriores aconsejadas: EPOLAM 2010 y refuerzos EPO 5019, EPO 5021

**Cantidad de gel coat para la realización de una superficie de 1 m<sup>2</sup> (cuadro indicativo)**



## PEGAMENTO RÁPIDO DE EPOXI ESK 50



Descripción	Art. Nº	U/E
Pegamento epoxy ESK 50	<b>0893 480 1</b>	1
Pistola de aplicación	<b>0891 893 485</b>	
Limpiador acetona 250 ml	<b>0893 460</b>	
Cánula mezcladora para ESK 50	<b>0891 481</b>	



Datos técnicos	
Tiempo de aplicación	4 minutos a 23°C
Tiempo de curado	60 minutos a 23°C
Rango de temperatura	Desde -60°C hasta +100°C
Secado al tacto	10 minutos
Tiempo de fijación	5 minutos a 23°C
Resistencia final	> 48 horas
Contenido	50 ml / 56 g
Densidad	1,1 g/cm <sup>3</sup>

### Modo de empleo

Desengrasar la superficie con limpiador de acetona Art. Nº 0893 460 y un paño limpio que no deje residuo.

Colocar la cánula mezcladora en el cartucho. Posteriormente introducirlo en la pistola Art. Nº 0891 893 485. Aplicar sobre las partes a unir y presionar ligeramente durante 5 minutos de forma regular por toda la superficie.

Nota: El pegamento rápido epoxy ESK 50 se aplica con la pistola Art. Nº 0891 893 485 o bien con una pistola de cartuchos convencional adaptándole el mezclador para replast Art. Nº 0891 893 500.

### Resina de 2 componentes con base epoxy

#### Características

- Pegamento de dos componentes sin disolventes para la unión de diferentes materiales como el acero, acero inoxidable, aluminio, cobre, latón, Poliamida 6, ABS, metacrilato, PVC, piedra, cerámica y policarbonato.
- La aplicación es mediante un cartucho doble con una cánula mezcladora.
- Color blanco, ligeramente opaco.
- El producto incluye 2 boquillas mezcladoras.

#### Ventajas

- Gran resistencia incluso a altas temperaturas.
- Ideal para el pegado de superficies de diferente naturaleza.
- Rápido curado.

#### Beneficios

- Se puede acelerar el curado con temperatura (hasta +80°C) para reducir tiempos de espera ya que seca por calor.
- Se puede lijar una vez seco totalmente.
- En estado líquido se puede eliminar fácilmente con acetona.

### TABLA DE RESISTENCIAS basado en DIN EN 1465 con superficies lijadas y un curado de 16 horas a 40°C.

La temperatura del ensayo se realiza a 23°C

Acero	> 21 N/mm <sup>2</sup>
Acero inoxidable	> 17 N/mm <sup>2</sup>
Aluminio	> 13 N/mm <sup>2</sup>
Cobre	> 15 N/mm <sup>2</sup>
Latón	> 15 N/mm <sup>2</sup>
Fibra de vidrio	> 14 N/mm <sup>2</sup>
Poliamida 6	> 4 N/mm <sup>2</sup>
ABS	> 4 N/mm <sup>2</sup>
Metacrilato	> 3 N/mm <sup>2</sup>
PVC	> 4 N/mm <sup>2</sup>
Policarbonato	> 4 N/mm <sup>2</sup>

Estas instrucciones son meras recomendaciones basadas en nuestra experiencia. Se recomienda realizar pruebas de uso antes de cada nuevo tipo de aplicación o superficie a tratar.

