



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Reforma de un vehículo mixto adaptado a furgón vivienda

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

AUTOR/A: Catalán Hernández, Vicente

Tutor/a: Tur Valiente, Manuel

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024





RESUMEN

En el presente proyecto se realiza el diseño y reforma de un vehículo mixto marca Mercedes Benz con el objeto de una futura homologación a furgón vivienda.

Las reformas se ciñen al RD 866/2010, en el que se regula la tramitación de reformas de vehículos, cumpliendo con la legislación vigente sin alterar desfavorablemente las condiciones de seguridad y medio ambiente del vehículo.

A partir de las reformas planteadas se pretende cubrir las necesidades básicas permitiendo realizar viajes de larga duración sin depender de un hospedaje convencional y permitiendo un alto grado de autosuficiencia.



RESUM

En el present projecte es realitza el disseny i reforma d' un vehicle mixt marca Mercedes Benz amb l' objecte d' una futura homologació a furgó habitatge.

Les reformes se cenyeixen al RD 866/2010, en el qual es regula la tramitació de reformes de vehicles, complint amb la legislació vigent sense alterar desfavorablement les condicions de seguretat i medi ambient del vehicle.

A partir de les reformes plantejades es pretén cobrir les necessitats bàsiques permetent realitzar viatges de llarga durada sense dependre d' un hostalatge convencional i permetent un alt grau d' autosuficiència.



SUMMARY

In this project, the design and refurbishment of a Mercedes Benz mixed vehicle is carried out with the aim of a future homologation to a housing van.

The reforms are in accordance with RD 866/2010, which regulates the processing of vehicle reforms, complying with current legislation without adversely altering the safety and environmental conditions of the vehicle.

Based on the proposed reforms, the aim is to cover basic needs, allowing long-term trips without depending on conventional accommodation and allowing a high degree of self-sufficiency.



Índice de contenidos

RESUMEN	2
RESUM	3
SUMMARY	4
PARTE I - MEMORIA	
1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	10
1.1 OBJETO DEL PROYECTO.....	10
1.2 CONTEXTO HISTÓRICO.....	11
1.3 IDENTIFICACIÓN DEL VEHÍCULO	14
1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO	14
1.4.1 DISTRIBUCIÓN INICIAL.....	15
1.4.2 DITRIBUCIÓN FINAL	15
1.5 REFORMA	19
1.5.1 NORMATIVA APLICABLE	20
1.5.2 MEDIDAS ADOPTADAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA APLICABLE	23
1.6 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO ANTES DE LA REFORMA	25
1.7 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO DESPUÉS DE LA REFORMA	26
1.8 DESCRIPCIÓN DE LA REFORMA	27
1.8.1 DESMONTAJES REALIZADOS	27
1.8.2 VARIACIONES Y SUSTITUCIONES	27
1.9 CONCLUSIÓN.....	30
2. CÁLCULOS.....	31
2.1 REPARTO DE CARGAS.....	31
2.1.1 ANTES DE LA REFORMA	32
2.1.2 DESPUÉS DE LA REFORMA.....	33
2.2 ESTUDIO DE ANCLAJES MOBILIARIO INTERIOR	35
2.3 ESTUDIO DE ANCLAJES PANELADO Y REVESTIMIENTO.....	36
2.4 ESTUDIO DE ANCLAJES NEVERA Y FREGADERO	37
2.5 ESTUDIO DE ANCLAJES CLARABOYA	38
2.6 ESTUDIO DE ANCLAJES CALEFACCIÓN	39
2.7 ESTUDIO DE ANCLAJES BOMBA DE AGUA Y VASO DE EXPANSIÓN..	40
2.8 ESTUDIO DE ANCLAJES TOMA EXTERNA DE AGUA.....	41
2.9 ESTUDIO DE ANCLAJES DEPÓSITO DE AGUAS GRISES.....	42
2.10 ESTUDIO DE ANCLAJES INVERSOR Y CAJAS FUSIBLES	43



2.11 ESTUDIO DE ANCLAJES PLACA SOLAR.....	44
2.12 ESTUDIO DE ANCLAJES REGULADOR	45
3. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.....	46
4. BIBLIOGRAFÍA.....	48
5. ANEXO.....	49
A.I. ESTIMACIÓN FRENADA DE EMERGENCIA	49
A.II. RESISTENCIA DE LA CHAPA A APLASTAMIENTO.....	50
A.III. RESISTENCIA A PUNZONAMIENTO DE LA CHAPA	50
A.IV. CÁLCULO A TRACCIÓN TORNILLERÍA.....	51
PARTE II - PLANOS	
PARTE III - PLIEGO DE CONDICIONES	
1. PLIEGO DE CONDICIONES	58
1.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES EMPLEADOS	58
1.2 NORMAS DE EJECUCIÓN	58
1.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL TRABAJO.....	58
1.2.2 DESCRIPCIÓN DE RIESGOS.....	59
1.2.3 MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN	59
1.2.4 CERTIFICADOS Y AUTORIZACIONES	59
1.2.5 TALLER EJECUTOR.....	60
PARTE IV - PRESUPUESTO	
1. PRESUPUESTO	63
1.1 MATERIALES	63
1.2 MANO DE OBRA.....	63
1.3 PRESUPUESTO FINAL	64





PARTE I

MEMORIA

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 OBJETO DEL PROYECTO

En el presente proyecto se pretende plantear el diseño interior y la reforma de una furgoneta de marca MERCEDES BENZ, modelo Vito 108D para cubrir las necesidades básicas que requiere un viaje por carretera. Las reformas del vehículo deben cumplir con el RD 866/2010 de 2 de julio, en el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos. Los diseños del mobiliario y la distribución se plantean como una alternativa para mejorar la eficiencia de los espacios del interior de la furgoneta. Para ello ciertas partes se diseñarán bajo un concepto de adaptabilidad, consiguiendo la comodidad de los viajeros, pero reduciendo la pérdida del espacio de carga que caracteriza a un vehículo de este tipo.

Para cubrir las necesidades planteadas la reforma del vehículo debe contener, al menos:

- Un sistema independiente de energía eléctrica
- Un sistema de abastecimiento de agua que sea sencillo de utilizar y recargar
- Un conjunto de muebles que permita dormir y a la vez que deje suficiente espacio libre como para que sea una estancia cómoda
- Unos buenos acabados del mobiliario interior
- Un sistema de calefacción y aislamiento que facilite los viajes en los meses más fríos del año
- Un dispositivo que permita el almacenamiento de la comida durante un tiempo prolongado

1.2 CONTEXTO HISTÓRICO

Para encontrar los orígenes de las furgonetas camper o furgonetas vivienda hay que remontarse a la primera mitad del Siglo XX. En concreto al año 1947, en el que Ben Pon, un importador de vehículos holandeses, viajó a la fábrica de Volkswagen en Wolfsburg. En dicha fábrica los trabajadores habían adaptado el chasis de un Escarabajo para el transporte de materiales, convirtiéndolo en una especie de plataforma motorizada. Este curioso invento inspiró al importador holandés y después de su visita comenzó a hacer bocetos de un vehículo dedicado al transporte de varias personas. Los primeros bocetos de la que luego se conocería como Volkswagen T1 Bulli se realizaron ese mismo año y los primeros prototipos estaban fabricados para el año siguiente, en 1948.



Figura 1 – Fuente: Autodato

Los prototipos se equipaban con un motor boxer de 4 cilindros y 1131cm^3 que se montaba en la parte trasera y que estaba refrigerado por aire, entregaba 24,5CV de potencia a 3300rpm. En cuanto al diseño exterior se adaptó para conseguir una mejor eficiencia aerodinámica que los vehículos de la época, consiguiendo un coeficiente de 0,44.

En estas circunstancias, en 1949 se aprueba la producción y da comienzo en 1950. Debido a los bajos precios y su consumo reducido, la furgoneta se convierte en un auténtico éxito comercial. De hecho, durante el primer año de fabricación se ensamblaron aproximadamente 10.000 unidades. En el año 1952 se ensambla la unidad número 100000 de la Volkswagen Transporter; en ese momento se fabricaban una media de 80 unidades por día en la fábrica de Wolfsburg.



Figura 2 - Fuente: Autodato

Desde los inicios el marketing de las ventas se centró en aportar una imagen de libertad y aventura. Esta estrategia caló profundamente en el movimiento hippie de los Estados Unidos y la propia furgoneta llegó a convertirse en una imagen de la cultura. La empresa que potenció el uso de estos vehículos fue Westfalia, que comenzó con la venta de distintos kits adaptados a las Volkswagen para acomodar a los viajeros.



Figura 3 - Fuente: Pinterest

Debido a la practicidad de viajar con un vehículo que era capaz de cubrir todas las necesidades básicas, muchas marcas comenzaron a vender sus productos cada vez más especializados y con distintas estructuras en función de las necesidades del cliente. Además de para viajar, estos vehículos tienen una capacidad muy alta de carga, por lo que

son frecuentemente usados por profesionales que deben llevar herramientas y materiales en los desplazamientos por trabajo. Debido a su gran versatilidad, a lo largo de todos estos años la mayoría de marcas han agregado este tipo de vehículos a la producción. En cuanto a los accesorios del interior, se han ido ampliando cada vez más las opciones de cara a personalizar una furgoneta camper. Al crecer el mercado paralelamente al de las autocaravanas, la mayoría de la tecnología es compartida, como en el caso de los depósitos de agua o las placas solares. En otros aspectos, sin embargo, las camper son muy distintas de las autocaravanas, ya que el espacio disponible es mucho mejor y la organización del espacio cobra una relevancia mucho mayor.



Figura 4 - Fuente: Campers4Sale

1.3 IDENTIFICACIÓN DEL VEHÍCULO

Marca	MERCEDES BENZ
Modelo	VITO
Motorización	108 D (79CV)
Año de matriculación	1995 - 2003
Matrícula	X-XXXX-XX
Número de Bastidor	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Clasificación	N1

El vehículo que representa la base del proyecto es una furgoneta Mercedes Benz con clasificación original de Vehículo Mixto Adaptable. Este tipo de vehículos están generalmente destinados al transporte de mercancías o de personas, o ambas a la vez. En el caso de estudio en particular, estaba destinado tanto al transporte de mercancías como al de personas.

Dentro de la clasificación de los Vehículos Mixtos Adaptables existen dos variantes. Los Vehículos Mixtos Adaptables derivados de turismo (M1) y los derivados de furgón (N1). El vehículo del que trata el proyecto es un Vehículo Mixto Adaptable derivado de furgón (N1).

Sin embargo, al eliminar el espacio de la zona de carga y las plazas traseras, es obligatorio el cambio de clasificación del vehículo a furgón-vivienda (24 48)

1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO

A la hora de la distribución interior del vehículo se buscaba perder el mínimo espacio libre para el transporte de objetos de gran tamaño. Generalmente, a la hora de diseñar el interior de una furgoneta camper se asume la pérdida de la capacidad de carga del vehículo ya que el mobiliario supone un problema de para dejar espacio libre. En este caso, se ha diseñado un mueble-cama desplegable que permite el paso de una puerta a la otra cómodamente y también permite el transporte de bicicletas o de otros objetos de gran volumen. También se ha tenido esto en cuenta a la hora de ubicar muebles que debido a sus conexiones deban ser completamente fijos, como es el caso de la nevera, de la pila con el grifo y del depósito de agua con conexión a manguera.



Figura 5 – Plano General Diseño Interior – Elaboración Propia

1.4.1 DISTRIBUCIÓN INICIAL

La distribución inicial que se consideró consistía en un mueble-cama con las bases completamente desmontables. El problema de esta versión era la incomodidad a la hora de montar y desmontar la cama, ya que las tablas no estaban unidas de ninguna forma al mueble. Para resolver esto se decidió usar bisagras en uno de los extremos y facilitar el proceso de montaje y desmontaje de la cama.

El esquema inicial también incluía dos muebles a ambos lados de la furgoneta que ocupaban el espacio vertical a ambos lados. La ventaja de este sistema es que tiene grandes posibilidades a la hora de almacenar objetos de tamaño pequeño y facilita la organización. Sin embargo, reduce considerablemente el espacio libre disponible en los laterales y también la visibilidad dentro del espacio de carga.

1.4.2 DISTRIBUCIÓN FINAL

La distribución final del mobiliario de la furgoneta consta principalmente de dos bloques estructurales que sirven de apoyo a la cama. El bloque posicionado a mano

izquierda (entrando por la puerta trasera) tiene unas dimensiones de 550 mm de ancho, 450 mm de alto y 1800 mm de profundo, dejando un hueco de 500 mm que se destinará al almacenamiento de un baño químico portátil. Este bloque tiene en su interior la mayor parte de la instalación eléctrica, así como el depósito de 48L de agua, pero sigue dejando mucho volumen libre para depositar objetos de gran tamaño como pueden ser sillas, mesas, tendederos, etc.

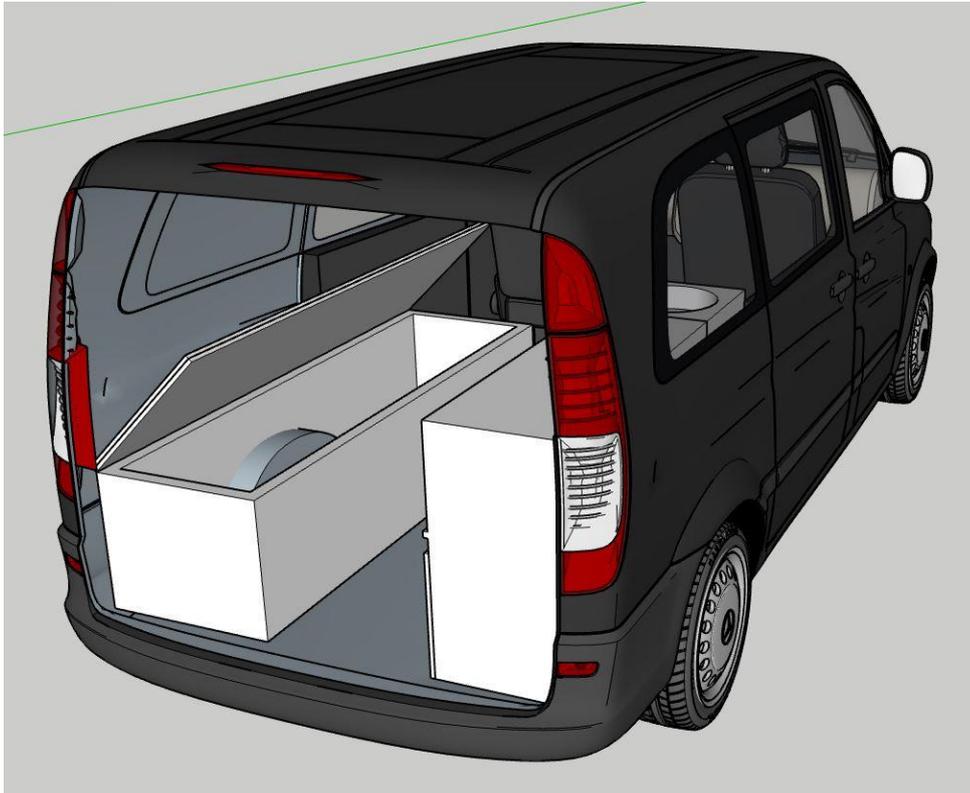


Figura 6 – Mueble Cama – Elaboración Propia

El otro bloque principal del mobiliario se encuentra a mano derecha (entrando por la puerta trasera) y tiene unas dimensiones de 400 mm de ancho, 770 mm de alto y 1500 mm de profundo. Por un extremo, este mueble contiene un grifo, una salida de agua auxiliar en caso de que se desee conectar una manguera de ducha y una nevera especializada para funcionar con un consumo de energía eléctrica muy bajo. A pesar de eso, tiene espacio suficiente como para poder depositar objetos. De hecho, se ha dividido el mueble en dos espacios. El espacio superior está destinado a despensa y a guardar todos los objetos relacionados con la alimentación. En el espacio inferior se pueden guardar objetos de mayor tamaño, como pueden ser sábanas, edredones, garrafas de agua, etc. Esta distribución permite que los objetos de mayor peso se encuentren en la parte baja del mueble, ayudando a reducir los momentos generados cuando el vehículo cambia de dirección y haciendo que el centro de masas esté lo más bajo posible. Con estas dos consideraciones, se obtiene un menor momento polar de inercia, lo que facilita la conducción y hace que sea más cómodo para el usuario a la hora de conducir.



Figura 7 – Mueble Cama Plegado – Elaboración Propia



Figura 8 – Montaje Cama – Elaboración Propia



Figura 9 – Montaje Cama – Elaboración Propia

1.5 REFORMA

La reforma consiste en la modificación de:

- Instalación de calefacción marca AUTOTERM modelo AIR 2D homologación E2 122R-0014159 // E2 10R-0517022 bajo asiento de copiloto, siendo estancas las conexiones resultantes, instalada según instrucciones del fabricante.
- Reducción del número de plazas a 3 mediante la desinstalación de la segunda fila de asientos junto con sus respectivos cinturones de seguridad, quedando inutilizados los anclajes predispuestos por el fabricante.
- Acondicionamiento interior del espacio destinado a la carga del vehículo como vivienda mediante la instalación del siguiente equipamiento fijo:
 - Mueble-cama abatible en el lateral izquierdo.
 - Mueble con fregadero en el lateral derecho.
 - Panelado de friso de pino en techo y laterales.
 - Revestimiento de suelo de DM y vinilo.
 - Nevera de marca Cool Zone, modelo SVR50L-R en mueble lateral derecho.
 - Instalación de depósito de aguas limpias de 48 litros de capacidad ubicado bajo mueble-cama.
 - Instalación de toma de ducha en parte trasera del mueble lateral derecho.
 - Batería auxiliar de 12V (120Ah) y cajas de fusibles situados bajo mueble-cama.
 - Inversor de 1000W marca CZ bajo mueble-cama.
 - Toma de 12V, toma doble USB, interruptor, voltímetro, sensor de agua y enchufe en parte delantera del mueble lateral derecho.
 - Instalación bomba de agua marca SHURFLO y vaso de expansión marca COMET bajo mueble-cama.
 - Instalación de bocana de llenado de aguas limpias en el lateral izquierdo.
 - Instalación de claraboya de techo marca FIAMMA modelo VENT 160 de 400x400mm homologación E11 43R-017019.
 - Instalación de depósito de aguas sucias de 34 litros de capacidad ubicado en los bajos del vehículo.
 - Instalación de kit de placa solar marca Vechline en techo con regulador marca PWM modelo HP2420 bajo mueble-cama.
- Cambio de clasificación a 2448 Furgón Vivienda.
- Reducción de la MTMA total a 2600kg.

La modificación de los parámetros mencionados no debe repercutir en la seguridad ni en el medio ambiente, considerando que el vehículo es apto para circular según el Real Decreto 866/2010 de 2 de julio por el que se regula la tramitación de reformas de importancia de los vehículos.

1.5.1 NORMATIVA APLICABLE

Los códigos de las reformas aplicables para esta reforma son:

2.2 Modificación de las características o sustitución de los elementos del sistema de alimentación de combustible.

8.1 Reducción de plazas de asiento.

8.31 Instalación o desinstalación de elementos fijos que afectan a la estructura del espacio destinado a carga del vehículo.

8.51 Modificaciones que afecten a la carrocería de un vehículo.

8.52 Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo.

11.1 Cambio de clasificación

11.3 Variación de cualquiera de las Masas Máximas Técnicas Admisibles del vehículo.

A continuación, se incluye una tabla con los Actos Reglamentarios (AR) aplicables para cada Código de Reforma, teniendo en cuenta el campo de aplicación y la categoría del vehículo. Los Actos Reglamentarios se aplicarán teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- (1) El AR se aplica en su última actualización en vigor, a fecha de tramitación de la reforma.
 - (2) El AR se aplica en la actualización en vigor en la fecha de la primera matriculación del vehículo, si la homologación del mismo exige el AR incluido en la tabla. En caso que el AR no fuera exigido para la homologación del vehículo en la fecha de su primera matriculación, se deberá aplicar al menos el AR en la primera versión incluida en el Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, como obligatoria (A).
- (-) El AR no es aplicable a la categoría del vehículo.

2.2	70/157/CEE	Nivel sonoro admisible	(2)
	70/220/CEE	Emisiones	(2)
	Reglamento (CE) Nº 715/2007	Emisiones (Euro 5 y 6), vehículos ligeros/acceso a la información	(2)
	70/221/CEE	Depósitos de combustible	(1)
	71/320/CEE	Frenado	(2)
	72/245/CEE	Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	(2)
	88/77/CEE	Emisiones diésel	(2)
	Reglamento (CE) Nº 595/2009E	Emisiones (Euro 4 y 5) vehículos pesados	(2)

	92/21/CEE	Masas y dimensiones (automóviles)	-
	97/27/CE	Masas y dimensiones (resto vehículos)	(1)
	Reglamento CEPE/ONU 67R	Equipos especiales para GLP	(2)
	Reglamento CEPE/ONU 110R	Equipos especiales para GNC	(2)
	Reglamento CEPE/ONU 115R	Sistemas especiales de adaptación al GLP o GNC	(2)

8.1	74/408/CEE	Resistencia de los asientos	(2)
	76/115/CEE	Anclajes de los cinturones de seguridad	(2)
	77/541/CEE	Cinturones de seguridad y sistemas de retención	(2)
	92/21/CEE	Masas y dimensiones (automóviles)	-
	97/27/CE	Masas y dimensiones (resto vehículos)	(1)
	2001/85/CE	Autobuses y autocares	-
	Reglamento CEPE/ONU 36R	Homologación autobuses y autocares	-
	Reglamento CEPE/ONU 52R	Homologación autobuses y autocares	-
	Reglamento CEPE/ONU 107R	Autobuses y autocares	-
	Reglamento CEPE/ONU 66R	Resistencia mecánica a la estructura	-

8.31	97/27/CE	Masas y dimensiones (resto vehículos)	(2)
	2001/85/CE	Autobuses y autocares	-
	Reglamento CEPE/ONU 36R	Homologación autobuses y autocares	-
	Reglamento CEPE/ONU 52R	Homologación autobuses y autocares	-
	Reglamento CEPE/ONU 107R	Autobuses y autocares	-
	2001/56/CE	Sistemas de calefacción	(1)

8.51	70/221/CEE	Dispositivos de protección trasera	(2)
	70/222/CEE	Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	(2)
	70/387/CEE	Cerraduras y bisagras de las puertas	(2)

2001/85/CE	Autobuses y autocares	-
74/483/CEE	Salientes exteriores	-
77/389/CEE	Dispositivos de remolcado	(2)
76/756/CEE	Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	(2)
77/649/CEE	Campo de visión delantera	-
78/318/CEE	Lava/limpiaparabrisas	-
78/549/CEE	Guardabarros	-
91/226/CEE	Sistemas antiproyección	(2)
92/21/CEE	Masas y dimensiones (automóviles)	-
92/22/CEE	Cristales de seguridad	(2)
97/27/CE	Masas y dimensiones (resto vehículos)	(1)
92/114/CEE	Salientes exteriores de las cabinas	(2)
96/79/CE	Colisión frontal	-
96/27/CE	Colisión lateral	(2)
2000/40/CE	Protección delantera contra el empotramiento	-
2005/66/CE	Sistemas de protección delantera	(2)
Reglamento CEPE/ONU 66R	Resistencia mecánica a la estructura	-
2003/102/CE	Protección de los peatones	(2)

8.52	70/221/CEE	Dispositivos de protección trasera	(2)
	70/222/CE	Emplazamiento de la placa matrícula posterior	(2)
	70/387/CEE	Cerraduras y bisagras de las puertas	(2)
	2001/85/CE	Autobuses y autocares	-
	74/483/CEE	Salientes exteriores	-
	72/245/CEE	Parásitos radioeléctricos (comp. Electromagnética)	(2)
	76/756/CEE	Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	(2)
	77/389/CEE	Dispositivos de remolcado	(2)
	77/649/CEE	Campo de visión delantera	-
	78/318/CEE	Lava/limpiaparabrisas	-
	78/549/CEE	Guardabarros	-

91/226/CEE	Sistemas antiproyección	(2)
92/21/CEE	Masas y dimensiones (automóviles)	-
92/22/CEE	Cristales de seguridad	(2)
97/27/CE	Masas y dimensiones (resto vehículos)	(1)
92/114/CEE	Salientes exteriores en las cabinas	(2)
96/79/CE	Colisión frontal	-
96/27/CE	Colisión lateral	(2)
2000/40/CE	Protección delantera contra el empotramiento	-
2003/97/CE	Dispositivo de visión indirecta	(2)
2005/66/CE	Sistemas de protección delantera	(2)
Reglamento CEPE/ONU 66R	Resistencia mecánica a la estructura	-
2003/102/CE	Protección de los peatones	(2)

11.3	70/221/CEE	Dispositivos de protección trasera	(2)
	70/311/CEE	Mecanismos de dirección	(1)
	71/320/CEE	Frenado	(1)
	92/21/CEE	Masas y dimensiones (automóviles)	-
	92/23/CEE	Neumáticos	(1)
	97/27/CE	Masas y dimensiones (resto vehículos)	(1)
	94/20/CE	Dispositivos de acoplamiento	(2)
	Reglamento CEPE/ONU 107R	Autobuses y autocares	-
	Reglamento CEPE/ONU 66R	Resistencia mecánica a la estructura	-

1.5.2 MEDIDAS ADOPTADAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA APLICABLE

Reglamentación aplicable		Afectación
Sistemas de protección delantera	2005/66/CE	NO AFECTA
Emisiones diesel	88/77/CEE	NO AFECTA
Autobuses y autocares	Reglamento CEPE/ONU 107R	NO APLICA

Sistemas especiales de adaptación al GLP o GNC	Reglamento CEPE/ONU 115R	NO AFECTA
Homologación de autobuses y autocares	Reglamento CEPE/ONU 36R	NO APLICA
Homologación de autobuses y autocares	Reglamento CEPE/ONU 52R	NO APLICA
Resistencia mecánica de la estructura	Reglamento CEPE/ONU 66R	NO APLICA
Reglamento General de vehículos	2822/1998 (Anexo II)	CUMPLE
Nivel sonoro admisible	70/157/CEE	NO AFECTA
Emisiones	70/220/CEE	NO AFECTA
Emisiones (Euro 5 y 6)	Reglamento (CE) 715/2007	NO AFECTA
Depósitos de combustible	70/221/CEE	CUMPLE
Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	NO AFECTA
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CEE	NO AFECTA
Mecanismos de dirección	70/311/CEE	NO AFECTA
Cerraduras y bisagras de las puertas	70/387/CEE	NO AFECTA
Dispositivos de visión indirecta	2003/97/CE	NO AFECTA
Frenado	71/320/CEE	NO AFECTA
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	CUMPLE
Resistencia de los asientos.	74/408/CEE	NO AFECTA
Salientes exteriores	74/483/CEE	NO APLICA
Anclajes de los cinturones de seguridad.	76/115/CEE	NO AFECTA
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa.	76/756/CEE	NO AFECTA
Dispositivos de remolcado.	77/389/CEE	NO AFECTA
Cinturones de seguridad y sistemas de retención.	77/541/CEE	NO AFECTA
Campo de visión delantera.	77/649/CEE	NO APLICA
Lava/limpiaparabrisas.	78/318/CEE	NO APLICA
Sistemas de Calefacción	2001/56/CE	CUMPLE
Guardabarros.	78/549/CEE	NO APLICA
Emisiones (Euro IV y V) vehículos pesados.	Reglamento (CE) 595/2009	NO AFECTA

Sistemas antiproyección.	91/226/CEE	NO AFECTA
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	NO APLICA
Cristales de seguridad.	92/22/CEE	CUMPLE
Neumáticos.	92/23/CEE	NO AFECTA
Masas y dimensiones (resto de vehículos)	97/27/CE	CUMPLE
Salientes exteriores de las cabinas.	92/114/CEE	NO AFECTA
Dispositivos de acoplamiento	94/20/CE	NO AFECTA
Autobuses y autocares	2001/85/CE	NO APLICA
Colisión frontal	96/79/CE	NO APLICA
Colisión lateral	96/27/CE	NO AFECTA
Protección delantera contra el empotramiento	2000/40/CE	NO APLICA
Protección de los peatones	2003/102/CE	NO AFECTA
Equipos especiales para GLP	Reglamento CEPE/ONU 67R	NO AFECTA
Equipos especiales para GNC	Reglamento CEPE/ONU 110R	NO AFECTA

1.6 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO ANTES DE LA REFORMA

FICHA REDUCIDA	
Marca	MERCEDES BENZ
Modelo	Vito 108D
Categoría del vehículo	N1
MASAS Y DIMENSIONES	
Altura (mm)	1890
Masa del vehículo en orden de marcha (Kg)	1775
Masa máxima técnicamente admisible (MMTA) (Kg)	2600
CARROCERÍA	
Nº de plazas de asiento (incluido el conductor)	6
VARIOS	
Tara (Kg)	1700
Masa real (Kg)	1775
Clasificación del vehículo	Vehículo Mixto Adaptable (3100)

1.7 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO DESPUÉS DE LA REFORMA

FICHA REDUCIDA	
Marca	MERCEDES BENZ
Modelo	Vito 108D
Categoría del vehículo	N1
MASAS Y DIMENSIONES	
Altura (mm)	1950
Masa del vehículo en orden de marcha (Kg)	1892
Masa máxima técnicamente admisible (MMTA) (Kg)	2600
CARROCERÍA	
Nº de plazas de asiento (incluido el conductor)	3
VARIOS	
Tara (Kg)	1817
Masa real (Kg)	1819
Clasificación del vehículo	Furgón/Furgoneta MMA \leq 3500Kg Vivienda (24 48)

1.8 DESCRIPCIÓN DE LA REFORMA

1.8.1 DESMONTAJES REALIZADOS

Los desmontajes realizados para proceder al montaje de los distintos componentes han consistido en varios paneles de plástico PVC que recubrían ciertas partes del interior de la zona de carga y los asientos de las tres plazas traseras con sus respectivos anclajes. Así como los cinturones de cada una de las plazas.

1.8.2 VARIACIONES Y SUSTITUCIONES

La reforma del vehículo se basa en la adaptación del mismo a furgón vivienda mediante la instalación de mobiliario interior, panelado interior, depósitos de agua, batería auxiliar de 12V, nevera, fregadero, calefacción, ducha, placa solar, claraboya, entre otros.

1.8.2.1 Furgón vivienda

La reforma del vehículo consiste en la adaptación interior y exterior del mismo a furgón vivienda mediante la instalación de los elementos que se describen a continuación.

En primer lugar, se ha instalado mobiliario en el interior del vehículo, compuesto por un mueble-cama con mesa abatible en el lateral izquierdo y un mueble en el lateral derecho.

Todo el mobiliario está fabricado en contrachapado y va atornillado fuertemente a la estructura principal del vehículo mediante tornillería de acero de M6.

Por otro lado, se ha procedido al revestimiento del suelo con DM de 1cm y vinilo y se ha instalado panelado de friso de pino de 0.8 cm en laterales y techo. Todo el panelado y el suelo va anclado con tornillería rosca chapa de M3.5.

En el mueble lateral derecho instalado se ha situado un fregadero; así como una nevera marca CZ, modelo SVR50L-R. Estos elementos van anclados al mueble con tornillería rosca madera M3.5.

Bajo el mueble-cama instalado se han ubicado un depósito de aguas limpias de 48 litros encajado en dicho mueble, una bomba de agua marca SHURFLO y un vaso de expansión marca COMET, ambos anclados a dicho mueble con tornillería rosca madera de M3.5. También se ha instalado una toma para ducha en parte trasera del mueble lateral derecho, anclada con la misma tornillería que el resto de elementos.

Por otro lado, se ha instalado una toma de agua externa en el lateral izquierdo del vehículo para el llenado del depósito de aguas limpias indicado, anclada con tornillería rosca chapa de M3.5 y un depósito de aguas grises de 34 litros en los bajos del vehículo, anclado con tornillería de acero de M8.

Por otro lado, se ha instalado un sistema de calefacción marca AUTOTERM, modelo AIR 2D situada bajo asiento delantero derecho con salida de gases en los bajos, anclada con tornillería de acero de M6.

Indicar que el sistema de calefacción se alimenta mediante un espadín al aforador del depósito de gasoil, por lo que toma directamente el gasoil del depósito de combustible, tal y como indica el fabricante; y que esta puede ir encendida durante la conducción, como también marca el fabricante.

Las especificaciones técnicas de este elemento son:

- Potencia calorífica (kW): 0.8 -2
- Tipo de combustible: Diesel
- Consumo de combustible (l/h): 0.10 – 0.24
- Voltaje (V): 12
- Aire calentado (m³/h): 34 – 75
- Tensión nominal de alimentación (V): 12
- Consumo eléctrico (W): 10 – 29
- Peso (Kg): hasta 10

También se ha adaptado la instalación eléctrica mediante la instalación de los siguientes elementos: una batería auxiliar de 12V (120Ah) encajada debajo de mueble-cama que dará servicio al alumbrado adicional en la parte de la vivienda y cajas de fusibles situadas también bajo mueble-cama y ancladas con tornillería rosca madera de M3.5, inversor de 1000W marca RS PRO situado bajo mueble-cama y anclado con tornillería rosca madera de M3.5, toma de 12V, toma doble USB, interruptor, voltímetro, sensor de agua y enchufe, todos ellos situados en parte delantera del mueble lateral derecho. Toda la instalación se ha realizado por electricista cualificado. Indicar que la batería dispone de marcado CE y que esta no interfiere en las conexiones eléctricas del vehículo, es decir, es un equipo independiente.

En el techo del vehículo se han instalado una claraboya y una placa solar. La claraboya es marca FIAMMA, modelo VENT 160 de dimensiones 400 mm x 400 mm y homologación E11 43R-017019 fabricada en PVC de alta calidad, material resistente a choques y a los rayos UV. Esta instalación no afecta a la estructura del vehículo. Esta claraboya va anclada al techo del vehículo con tornillería de acero de M4. Por otro lado, la placa solar es de 150W, es de tipo flexible y va pegada y atornillada al techo con tornillería de acero de M3.5, es de uso estacionario y su regulador va instalado bajo mueble-cama y anclado con tornillería rosca madera de M3.5.

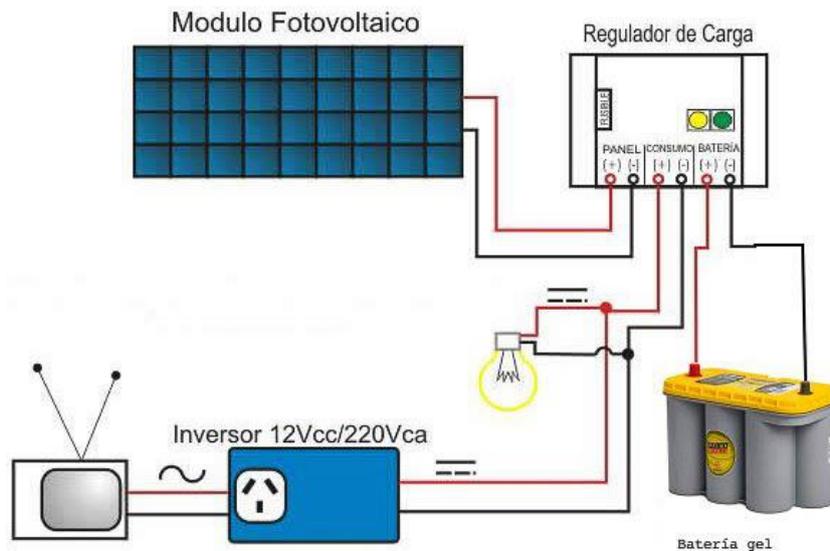


Figura 10 – Instalación Eléctrica – Fuente: SinCódigoPostal

Finalmente se ha procedido a la reducción del nº de plazas a 3 mediante la desinstalación de las 3 plazas traseras, así como sus cinturones y anclajes.

La instalación de todo el conjunto ha modificado la tara del vehículo, pasando a ser de 1817 Kg y la altura del mismo, pasando a ser de 1950 mm.

Se comprueba que el elemento más desfavorable de los instalados dispone de un radio de curvatura de 6 mm, cumpliendo con la Normativa aplicable a este respecto.

Todas las modificaciones respetan la normativa ya que están realizadas con formas suaves sin dejar cantos vivos, respetando el reglamento 26 de salientes exteriores.



1.9 CONCLUSIÓN

En base a todos los datos aportados en la presente memoria del proyecto se concluye afirmando que la reforma a realizar en el vehículo cumple con la legislación vigente sin alterar desfavorablemente las condiciones de seguridad y medio ambiente del vehículo.

2. CÁLCULOS

2.1 REPARTO DE CARGAS

Para la realización de los cálculos del reparto de cargas se sigue la siguiente configuración:

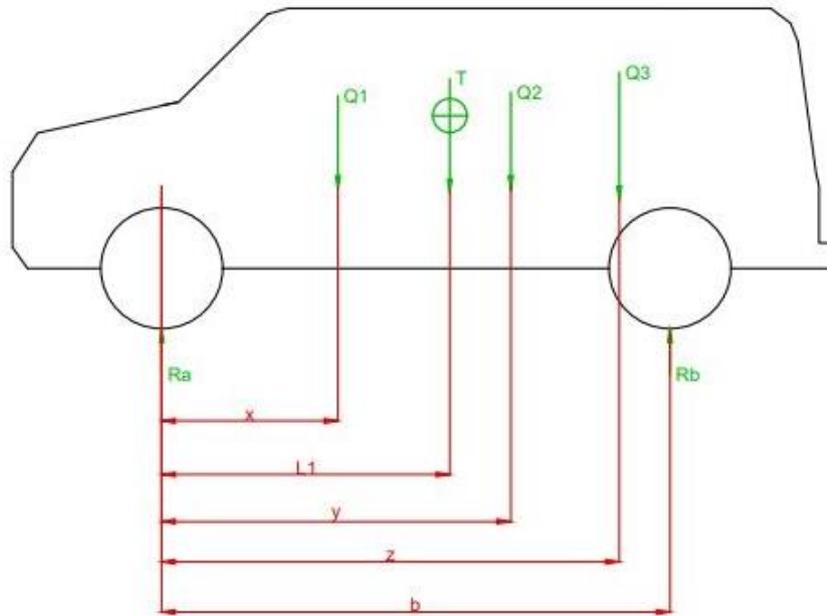


Figura 11 – Reparto de cargas – Elaboración Propia

2.1.1 ANTES DE LA REFORMA

Datos iniciales del vehículo:

Nº PAZAS DELANTERAS		3	
Nº PLAZAS TRASERAS		3	
MMA	Masa Máxima Autorizada	2600	Kg
MMA1	Masa Máxima Autorizada EJE 1	1420	Kg
MMA2	Masa Máxima Autorizada EJE 2	1330	Kg
T	Tara	1700	Kg
Q1	Carga Pasaje Delantero	225	Kg
Q2	Carga Pasaje Trasero	225	Kg
Q3	Carga Útil	450	Kg
x	Distancia EJE 1 a Q1	1123	mm
y	Distancia EJE 1 a Q2	1978	mm
z	Distancia EJE 1 a Q3	2744	mm
L1	Distancia EJE 1 a CDG	1107	mm
b	Distancia entre ejes	3000	mm

- El peso del pasaje debe ser por normativa 75Kg multiplicado por el número de asientos en cada parte
- El cálculo de la Carga Útil se realiza siguiendo la fórmula:
C. Útil = MMA – T – Peso de las plazas

Para comprobar que el reparto de cargas cumple con los requisitos especificados se debe calcular las reacciones que provocan las cargas en cada eje y comparar los resultados con las Masas Máximas Autorizadas para cada uno de os ejes.

En primer lugar, se realiza un equilibrio de fuerzas verticales:

$$R_a + R_b = T + Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$R_a + R_b = 2600 \text{ Kg}$$

A continuación, se calcula el sumatorio de momentos en el punto A y se iguala a 0:

$$\Sigma M_a = 0$$

$$R_b \cdot b + Q_1 \cdot x + Q_2 \cdot y + Q_3 \cdot z + T \cdot L_1 = 0$$

$$R_b \cdot 3000 + 225 \cdot 1123 + 225 \cdot 1978 + 450 \cdot 2744 + 1700 \cdot 1107 = 0$$

$$R_b = \frac{1107 \cdot 1700 + 1123 \cdot 225 + 1978 \cdot 225 + 2744 \cdot 450}{3000} = 1271,475 \text{ Kg}$$

$$R_a = 2600 - R_b = 1328,525 \text{ Kg}$$

Ambos cumplen la condición ya que son menores que la Masa Máxima Autorizada de sus respectivos ejes.

$$R_b = 1271,457 \text{ Kg} < \text{MMA}_2 = 1330 \text{ Kg}$$

$$R_a = 1328,525 \text{ Kg} < \text{MMA}_1 = 1420 \text{ Kg}$$

2.1.2 DESPUÉS DE LA REFORMA

Datos del vehículo:

Nº PAZAS DELANTERAS		3	
Nº PLAZAS TRASERAS		-	
MMA	Masa Máxima Autorizada	2600	Kg
MMA1	Masa Máxima Autorizada EJE 1	1420	Kg
MMA2	Masa Máxima Autorizada EJE 2	1330	Kg
T	Tara	1817	Kg
Q1	Carga Pasaje Delantero	225	Kg
Q2	Carga Pasaje Trasero	-	Kg
Q3	Carga Útil	558	Kg
x	Distancia EJE 1 a Q1	1123	mm
y	Distancia EJE 1 a Q2	-	mm
z	Distancia EJE 1 a Q3	2500	mm
L1	Distancia EJE 1 a CDG	1285	mm
b	Distancia entre ejes	3000	mm

- El peso del pasaje debe ser por normativa 75Kg multiplicado por el número de asientos en cada parte. Después de la reforma, en la parte trasera no hay asientos.
- El cálculo de la Carga Útil se realiza siguiendo la misma fórmula pero con los datos actualizados de después de la reforma:
C. Útil = MMA – T – Peso de las plazas

Para comprobar que el reparto de cargas cumple con los requisitos especificados se debe calcular las reacciones que provocan las cargas en cada eje y comparar los resultados con las Masas Máximas Autorizadas para cada uno de os ejes.

En primer lugar, se realiza un equilibrio de fuerzas verticales:

$$R_a + R_b = T + Q_1 + Q_3$$

$$R_a + R_b = 2600 \text{ Kg}$$



A continuación, se calcula el sumatorio de momentos en el punto A y se iguala a 0:

$$\Sigma M_a = 0$$

$$R_b \cdot b + Q_1 \cdot x + Q_3 \cdot z + T \cdot L_1 = 0$$

$$R_b \cdot 3000 + 225 \cdot 1123 + 558 \cdot 2500 + 1817 \cdot 1285 = 0$$

$$R_b = \frac{225 \cdot 1123 + 558 \cdot 2500 + 1817 \cdot 1285}{3000} = 1327,5 \text{ Kg}$$

$$R_a = 2600 - R_b = 1272,5 \text{ Kg}$$

Ambos cumplen la condición ya que son menores que la Masa Máxima Autorizada de sus respectivos ejes y se establece una nueva Carga Útil para el vehículo.

$$R_b = 1327,5 \text{ Kg} < MMA_2 = 1330 \text{ Kg}$$

$$R_a = 1272,5 \text{ Kg} < MMA_1 = 1420 \text{ Kg}$$

2.2 ESTUDIO DE ANCLAJES MOBILIARIO INTERIOR

La sujeción del mobiliario interior se ha efectuado con tornillería de acero de M6, así como arandelas planas de seguridad DIN 127. Para proceder a la justificación del uso de los tornillos anteriormente mencionados se parte de la base hipotética de que el bloque más pesado del mobiliario pesa 75kg y está anclado únicamente por cuatro puntos en la base. Para aportar un mayor margen de seguridad se utilizará para el estudio una situación de frenado de emergencia, ya que los elementos se someten a una mayor aceleración y son las peores condiciones que tendría que soportar el material. A continuación, se procede a estudiar la sollicitación de agotamiento de los tornillos a cortadura. Para ello se tienen los siguientes datos:

K – coeficiente adimensional que vale 0,65 para tornillos ordinarios

σ_t – resistencia de cálculo que vale 235MPa

n – número de secciones transversales - 4

As – sección resistente del vástago $As = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$, siendo d = 6mm

X - coeficiente de seguridad que vale 1,25

T – Sollicitación de agotamiento de un tornillo a cortadura $T = \frac{K \cdot \sigma_t \cdot As}{X}$

a – aceleración de frenado estimada – $9,81 \frac{m}{s^2}$

m – masa del elemento a soportar – 75kg

Teniendo en cuenta todos los datos mencionados, para que la instalación del elemento se considere segura, se debe de cumplir que la fuerza soportada por cada tornillo en caso de frenada de emergencia no supere la sollicitación teórica a cortadura. Para ello se procede a los cálculos:

Condición: $T > F / n$ siendo $F = m \cdot a$,

Aplicando los números obtenemos que $T = 3455N$

Por otra parte, obtenemos que $F = 735,75 N$, por tanto, $F / 4 = 183,9375 N$

Se cumple de manera holgada la condición de que la fuerza resultante en cada uno de los tornillos en caso de frenada de emergencia sea menor que la sollicitación por agotamiento a cortadura.

2.3 ESTUDIO DE ANCLAJES PANELADO Y REVESTIMIENTO

La sujeción del panelado y del revestimiento se ha efectuado con tornillería rosca chapa de acero de M3.5. Para proceder a la justificación del uso de los tornillos se parte de los siguientes datos:

K – coeficiente adimensional que vale 0,65 para tornillos ordinarios

σ_t – resistencia de cálculo que vale 235MPa

n – número de secciones transversales - 3

As – sección resistente del vástago $As = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$, siendo d = 3,5mm

X - coeficiente de seguridad que vale 1,25

T – Solicitación de agotamiento de todos los tornillos a cortadura $T = \frac{K \cdot \sigma_t \cdot As \cdot n}{X}$

a – aceleración de frenado estimada - $9,81 \frac{m}{s^2}$

Aplicando los datos se obtiene que la solicitud de todos los tornillos a cortadura es de $T = 3527,1$ N. Aplicando el caso más desfavorable de frenada de emergencia obtenemos una masa soportable de 359,54 Kg. Los valores son más que admisibles para la correcta sujeción de estos elementos ya que su masa real es mucho menor.

2.4 ESTUDIO DE ANCLAJES NEVERA Y FREGADERO

La sujeción de la nevera y del fregadero se ha efectuado con tornillería rosca madera de acero de M3.5. Para proceder a la justificación del uso de los tornillos se parte de los siguientes datos:

K – coeficiente adimensional que vale 0,65 para tornillos ordinarios

σ – resistencia de cálculo que vale 235MPa

n – número de secciones transversales - 3

As – sección resistente del vástago $As = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$, siendo d = 3,5mm

X - coeficiente de seguridad que vale 1,25

T – Solicitación de agotamiento de todos los tornillos a cortadura $T = \frac{K \cdot \sigma t \cdot As \cdot n}{X}$

a – aceleración de frenado estimada - 9,81 $\frac{m}{s^2}$

Aplicando los datos se obtiene que la solicitud de todos los tornillos a cortadura es de T = 3527,1 N. Aplicando el caso más desfavorable de frenada de emergencia obtenemos una masa soportable de 359,54 Kg. Los valores son más que admisibles para la correcta sujeción de estos elementos ya que su masa real es mucho menor.

2.5 ESTUDIO DE ANCLAJES CLARABOYA

La sujeción de la claraboya se ha efectuado con tornillería de acero de M4, así como arandelas planas de seguridad DIN 127. Para proceder a la justificación del uso de los tornillos se parte de los siguientes datos:

K – coeficiente adimensional que vale 0,65 para tornillos ordinarios

σ – resistencia de cálculo que vale 235MPa

n – número de secciones transversales - 4

As – sección resistente del vástago $As = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$, siendo d = 4mm

X - coeficiente de seguridad que vale 1,25

T – Solicitación de agotamiento de todos los tornillos a cortadura $T = \frac{K \cdot \sigma t \cdot As \cdot n}{X}$

a – aceleración de frenado estimada - $9,81 \frac{m}{s^2}$

Aplicando los datos se obtiene que la solicitud de todos los tornillos a cortadura es de $T = 6142,44$ N. Aplicando el caso más desfavorable de frenada de emergencia obtenemos una masa soportable de 626,14 Kg. Los valores son más que admisibles para la correcta sujeción de estos elementos ya que su masa real es mucho menor.

2.6 ESTUDIO DE ANCLAJES CALEFACCIÓN

La sujeción del sistema de calefacción se ha efectuado con tornillería de acero de M6, así como arandelas planas de seguridad DIN 127. Para proceder a la justificación del uso de los tornillos se parte de los siguientes datos:

K – coeficiente adimensional que vale 0,65 para tornillos ordinarios

σ – resistencia de cálculo que vale 235MPa

n – número de secciones transversales - 4

As – sección resistente del vástago $As = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$, siendo d = 6mm

X - coeficiente de seguridad que vale 1,25

T – Solicitación de agotamiento de todos los tornillos a cortadura $T = \frac{K \cdot \sigma t \cdot As \cdot n}{X}$

a – aceleración de frenado estimada - 9,81 $\frac{m}{s^2}$

Aplicando los datos se obtiene que la sollicitación de todos los tornillos a cortadura es de $T = 13820,5$ N. Aplicando el caso más desfavorable de frenada de emergencia obtenemos una masa soportable de 1408,82 Kg. Los valores son más que admisibles para la correcta sujeción de estos elementos ya que su masa real es mucho menor.

2.7 ESTUDIO DE ANCLAJES BOMBA DE AGUA Y VASO DE EXPANSIÓN

La sujeción de la bomba de agua y del vaso de expansión se ha efectuado con tornillería rosca macho de acero de M3.5. En el caso de estos dos elementos, deben ir instalados en posición vertical para asegurar su correcto funcionamiento, razón por la cual se utilizarán los datos de la gravedad en sustitución de la desaceleración en caso de frenado brusco. Para proceder a la justificación del uso de los tornillos se parte de los siguientes datos:

K – coeficiente adimensional que vale 0,65 para tornillos ordinarios

σ – resistencia de cálculo que vale 235MPa

n – número de secciones transversales - 3

As – sección resistente del vástago $As = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$, siendo d = 3,5mm

X - coeficiente de seguridad que vale 1,25

T – Solicitación de agotamiento de todos los tornillos a cortadura $T = \frac{K \cdot \sigma t \cdot As \cdot n}{X}$

a – aceleración de la gravedad – $9,81 \frac{m}{s^2}$

Aplicando los datos se obtiene que la sollicitación de todos los tornillos a cortadura es de T = 3527,1 N. Aplicando el caso más desfavorable de frenada de emergencia obtenemos una masa soportable de 359,54 Kg. Los valores son más que admisibles para la correcta sujeción de estos elementos ya que su masa real es mucho menor.

2.8 ESTUDIO DE ANCLAJES TOMA EXTERNA DE AGUA

La sujeción de la toma de agua al exterior del vehículo se ha efectuado con tornillería rosca chapa de acero de M3.5. Para proceder a la justificación del uso de los tornillos se parte de los siguientes datos:

K – coeficiente adimensional que vale 0,65 para tornillos ordinarios

σ – resistencia de cálculo que vale 235MPa

n – número de secciones transversales - 3

As – sección resistente del vástago $As = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$, siendo d = 3,5mm

X - coeficiente de seguridad que vale 1,25

T – Solicitación de agotamiento de todos los tornillos a cortadura $T = \frac{K \cdot \sigma t \cdot As \cdot n}{X}$

a – aceleración de frenado estimada - $9,81 \frac{m}{s^2}$

Aplicando los datos se obtiene que la solicitud de todos los tornillos a cortadura es de $T = 3527,1$ N. Aplicando el caso más desfavorable de frenada de emergencia obtenemos una masa soportable de 359,54 Kg. Los valores son más que admisibles para la correcta sujeción de estos elementos ya que su masa real es mucho menor.

2.9 ESTUDIO DE ANCLAJES DEPÓSITO DE AGUAS GRISES

La sujeción del depósito de aguas grises se ha efectuado con tornillería de acero de M8, así como arandelas planas de seguridad DIN 127. Para proceder a la justificación del uso de los tornillos se parte de los siguientes datos:

K – coeficiente adimensional que vale 0,65 para tornillos ordinarios

σ – resistencia de cálculo que vale 235MPa

n – número de secciones transversales - 4

As – sección resistente del vástago $As = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$, siendo d = 8mm

X - coeficiente de seguridad que vale 1,25

T – Solicitación de agotamiento de todos los tornillos a cortadura $T = \frac{K \cdot \sigma t \cdot As \cdot n}{X}$

a – aceleración de frenado estimada – $9,81 \frac{m}{s^2}$

Aplicando los datos se obtiene que la sollicitación de todos los tornillos a cortadura es de $T = 24569,77$ N. Aplicando el caso más desfavorable de frenada de emergencia obtenemos una masa soportable de 2504,56 Kg. Los valores son más que admisibles para la correcta sujeción de estos elementos ya que su masa real es mucho menor.

2.10 ESTUDIO DE ANCLAJES INVERSOR Y CAJAS FUSIBLES

La sujeción del inversor y de la caja de fusibles se ha efectuado con tornillería rosca madera de acero de M3.5. En el caso de estos dos elementos, deben ir instalados en posición vertical para asegurar su correcto funcionamiento, razón por la cual se utilizarán los datos de la gravedad en sustitución de la desaceleración en caso de frenado brusco. Para proceder a la justificación del uso de los tornillos se parte de los siguientes datos:

K – coeficiente adimensional que vale 0,65 para tornillos ordinarios

σ – resistencia de cálculo que vale 235MPa

n – número de secciones transversales - 3

As – sección resistente del vástago $As = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$, siendo d = 3,5mm

X - coeficiente de seguridad que vale 1,25

T – Solicitación de agotamiento de todos los tornillos a cortadura $T = \frac{K \cdot \sigma t \cdot As \cdot n}{X}$

a – aceleración de la gravedad – $9,81 \frac{m}{s^2}$

Aplicando los datos se obtiene que la solicitud de todos los tornillos a cortadura es de $T = 3527,1$ N. Aplicando el caso más desfavorable de frenada de emergencia obtenemos una masa soportable de 359,54 Kg. Los valores son más que admisibles para la correcta sujeción de estos elementos ya que su masa real es mucho menor.

2.11 ESTUDIO DE ANCLAJES PLACA SOLAR

La sujeción de la placa solar al exterior del vehículo se ha efectuado con tornillería rosca chapa de acero de M3.5. Para proceder a la justificación del uso de los tornillos se parte de los siguientes datos:

K – coeficiente adimensional que vale 0,65 para tornillos ordinarios

σ – resistencia de cálculo que vale 235MPa

n – número de secciones transversales - 3

As – sección resistente del vástago $As = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$, siendo d = 3,5mm

X - coeficiente de seguridad que vale 1,25

T – Solicitación de agotamiento de todos los tornillos a cortadura $T = \frac{K \cdot \sigma t \cdot As \cdot n}{X}$

a – aceleración de frenado estimada – $9,81 \frac{m}{s^2}$

Aplicando los datos se obtiene que la solicitud de todos los tornillos a cortadura es de $T = 3527,1$ N. Aplicando el caso más desfavorable de frenada de emergencia obtenemos una masa soportable de 359,54 Kg. Los valores son más que admisibles para la correcta sujeción de estos elementos ya que su masa real es mucho menor.

2.12 ESTUDIO DE ANCLAJES REGULADOR

La sujeción del regulador de carga de la placa solar al interior del vehículo se ha efectuado con tornillería rosca madera de acero de M3.5. En el caso de este elemento, debe ir instalado en posición vertical para asegurar su correcto funcionamiento, razón por la cual se utilizarán los datos de la gravedad en sustitución de la desaceleración en caso de frenado brusco. Para proceder a la justificación del uso de los tornillos se parte de los siguientes datos:

K – coeficiente adimensional que vale 0,65 para tornillos ordinarios

σ_t – resistencia de cálculo que vale 235MPa

n – número de secciones transversales - 3

As – sección resistente del vástago $As = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$, siendo d = 3,5mm

X - coeficiente de seguridad que vale 1,25

T – Solicitación de agotamiento de todos los tornillos a cortadura $T = \frac{K \cdot \sigma_t \cdot As \cdot n}{X}$

a – aceleración de la gravedad – $9,81 \frac{m}{s^2}$

Aplicando los datos se obtiene que la solicitud de todos los tornillos a cortadura es de T = 3527,1 N. Aplicando el caso más desfavorable de frenada de emergencia obtenemos una masa soportable de 359,54 Kg. Los valores son más que admisibles para la correcta sujeción de estos elementos ya que su masa real es mucho menor.

3. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fueron definidos en 2015 por las Naciones Unidas con la finalidad de mejorar el bienestar general de todo el planeta. Fueron adoptados como un “llamamiento universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que para el 2030 todas las personas disfruten de paz y prosperidad”.

Los 17 ODS están interconectados entre sí ya que su finalidad es la de promover un equilibrio entre todos los aspectos mejorables hoy en día. La acción en un área afectará los resultados en otras áreas y el “desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad social, económica y ambiental”.



Figura 12 – Fuente: United Nations Development Programme

Viajar en furgoneta camper puede estar relacionado con varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ya que esta forma de viajar promueve prácticas más sostenibles y alinea varios objetivos de la Agenda 2030. En concreto, de entre los 17 objetivos, el presente trabajo se relaciona directamente con los enumerados a continuación:

- **ODS 3: Salud y bienestar:** Viajar en furgoneta camper promueve un estilo de vida activo, la exploración al aire libre y una mayor conexión con la naturaleza, lo que puede mejorar la salud y el bienestar.
- **ODS 6: Agua limpia y saneamiento:** Al tener un volumen de agua limitado y del cual se debe estar pendiente durante cualquier viaje que se desee realizar, los

viajeros deberán reducir al máximo su consumo de agua limpia. De manera obligada se ven concienciados por la necesidad acuciante de reducir el gasto.

- **ODS 7: Energía asequible y no contaminante:** La gran mayoría de furgonetas camper utilizan fuentes de energía renovable, como paneles solares, para satisfacer sus necesidades de energía, contribuyendo así a un sistema de energía más sostenible.
- **ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico:** La industria del turismo en furgonetas camper crea y apoya el empleo en áreas rurales y contribuye al crecimiento económico de zonas que de no ser por el turismo estarían en riesgo.
- **ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles:** El uso de furgonetas camper permite a las personas vivir de manera temporal en entornos rurales o urbanos de manera sostenible, fomentando la movilidad y la integración en comunidades locales.
- **ODS 12: Producción y consumo responsables:** Viajar en furgoneta camper fomenta la reducción del consumo de recursos y la generación de residuos, ya que se utiliza un espacio limitado y se busca maximizar la eficiencia de los recursos disponibles.
- **ODS 13: Acción por el clima:** Las furgonetas campers más modernas suelen utilizar tecnologías más eficientes en cuanto a emisiones y consumo de combustible, reduciendo así su huella de carbono en comparación con opciones de viaje menos sostenibles.
- **ODS 14: Vida submarina:** El turismo en furgonetas camper puede fomentar la conciencia sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas acuáticos y la gestión sostenible del agua, ya que a menudo se visitan áreas costeras y acuáticas.
- **ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres:** El viaje en furgoneta camper permite a las personas acercarse a la naturaleza y a zonas de conservación, promoviendo la apreciación y protección de los ecosistemas terrestres.

4. BIBLIOGRAFÍA

- <https://periodismodelmotor.com/historia-volkswagen-t1-bulli/368151/>
- <https://www.pinterest.com/mariangelamaggi/volkswagen-hippie/>
- <https://www.hemmings.com/stories/2015/03/10/the-volkswagen-bus-turns-65>
- <https://lulukabaraka.com/fitxaProducte.aspx?idproducte=CZRV50>
- <https://www.amazon.es/dp/B0183IXEFI?tag=camperizaunaf-21&linkCode=ogi&th=1&psc=1>
- <https://dcamper.com/comprar/vaso-de-expansion-comet/>
- https://www.mecatech.com/es-ES/bomba-de-membrana-shurflo-10l-min-12v-autocaravanasycaravanas_CW10040.htm?msclkid=363ddce190c016e1b06bb9d70630b7f4&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=MT%20-%20ES%20-%20SHP%20-%20All%20Products&utm_term=4578984926263484&utm_content=All%20Products
- <https://spiritcamper.com/products/calefaccion-autoterm-air-2d-2kw-con-pantalla>
- <https://www.leroymerlin.es/productos/energias-renovables/baterias-solares-y-cargadores/baterias-agm/bateria-solar-agm-u-power-12v-120ah-82461681.html>
- https://es.rs-online.com/web/p/inversores-de-potencia/1793330?cm_mmc=ES-PLA-DS3A- -bing- -PLA ES ES Catch+All- -Componentes+Electr%C3%B3nicos,+Interconexi%C3%B3n,+Alimentaci%C3%B3n+El%C3%A9ctrica- -1793330&matchtype=e&pla-4575274063299206&gclid=d2e57732528b1f6849e81204c881f7fb&gclsrc=3p.ds&msclkid=d2e57732528b1f6849e81204c881f7fb
- https://www.miravia.es/p/i1356327944787345-s2069549687850385.html?awc=37166_1698077416_7fc57ac797990d58ce2d19ac3abca2de&promotype=Comparison+Shopping+Service+%28CSS%29&publishertagid=616241%7C622677&sitename=Redbrain&affiliatedomain=es.redbrain.shop&publishertagname1=Comparador-CSS%7CFeed&exlaz=d_a:mm_100000091_2000000077_3000000092:clkgg70121hdekq7en27gg::
- <https://todocampers.com/es/1277-kit-placa-solar-semi-flexible-monocristalina-regulador-pwm-10a-150w-3613750070840.html>
- <https://sincodigopostal.com/paneles-solares-en-furgoneta-camper-guia-para-elegir-la-adecuada-y-como-instalarla/>
- <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- https://boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2022-13158

5. ANEXO

A.I. ESTIMACIÓN FRENADA DE EMERGENCIA

Para el estudio de los anclajes del apartado 2 de este documento, se ha partido de unas condiciones máximas desfavorables calculadas en base a una estimación de frenado de emergencia. Para el cálculo de dicha deceleración, se parte de la hipótesis de que el vehículo puede reducir su velocidad desde 100 km/h hasta su completa detención en una distancia de 65m. Esta situación es posible siempre que el pavimento y los neumáticos estén en perfectas condiciones y no pierdan en ningún momento las propiedades de agarre. En esta situación, la transmisión de cargas es más crítica para todos los elementos instalados en el interior del vehículo y es por ello por lo que se ha escogido para la realización de los cálculos de seguridad. Proporcionando todavía más margen de seguridad.

DATOS:

Velocidad Inicial	100 km/h
Velocidad Final	0 km/h
Distancia de Frenado	65 m

Cambio de unidades a m/s:

$$100\text{Km/h} * \left(\frac{1000\text{m}}{1\text{km}}\right) * \left(\frac{1\text{h}}{3600\text{s}}\right) = 27,78 \text{ m/s}$$

Cálculo tiempo de frenado:

$$65\text{m} * \left(\frac{1\text{s}}{27,78\text{m}}\right) * 2 = 4,68 \text{ s}$$

Cálculo deceleración:

$$a = \frac{V_f - V_i}{t} = \left| \frac{-27,78}{4,68} \right| = 5,94 \text{ m/s}^2$$

Sin embargo, para proporcionar todavía más seguridad a los cálculos se van a realizar los cálculos con la aceleración debida a la gravedad, es decir $9,81\text{m/s}^2$

A.II. RESISTENCIA DE LA CHAPA A APLASTAMIENTO

Al tener superficies de contacto entre la chapa y algunos tornillos, se procede al cálculo del esfuerzo por aplastamiento al que está sometida la chapa. Para su cálculo se parte de los siguientes datos:

- Su – Resistencia de la chapa – 250MPa
- d – Diámetro tornillo – 3,5 mm
- t – Espesor de la chapa – 0,5 mm
- X – Coeficiente de Seguridad – 1,25

Para el cálculo se requiere la siguiente ecuación:

$$F = \frac{0,5 * 2,5 * Su * d * t}{X} = \frac{0,5 * 2,5 * 250 * 3,5 * 0,5}{1,25} = 437,5 N$$

A.III. RESISTENCIA A PUNZONAMIENTO DE LA CHAPA

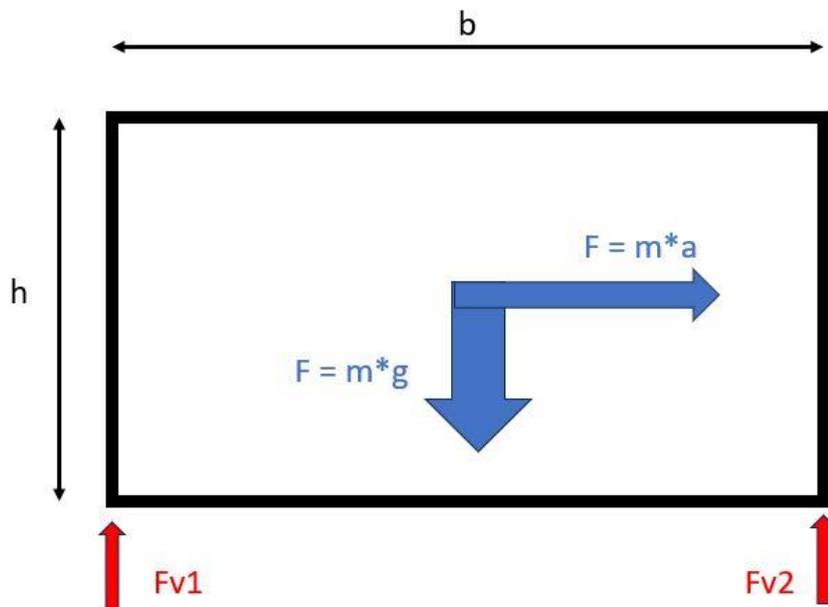
- Su – Resistencia de la chapa – 250MPa
- d – Diámetro medio de la tuerca – 5 mm
- t – Espesor de la chapa – 0,5 mm
- X – Coeficiente de Seguridad – 1,25

Para el cálculo se requiere la siguiente ecuación:

$$B = \frac{0,6 * \pi * dm * t * Su}{X} = \frac{0,6 * \pi * 5 * 0,5 * 250}{1,25} = 942,48 N$$

A.IV. CÁLCULO A TRACCIÓN TORNILLERÍA

Para el cálculo de las fuerzas combinadas se debe tener en cuenta tanto el esfuerzo a cortadura como el esfuerzo debido a la tracción. En este caso, se ha decidido someter a estudio el elemento del mobiliario interior más crítico. Para ello se parte del esquema siguiente:



- h es la altura del mueble – 770mm
- b es la longitud de la base – 1500mm
- Fv1 y Fv2 son las fuerzas de reacción verticales a las que están sometidos los tornillos
- Las fuerzas que se aplican sobre el centro de gravedad del cuerpo son ambas resultado de multiplicar la masa por la aceleración o la gravedad – 735,75 N

Para saber el esfuerzo a tracción al que puede estar sometidos los tornillos se debe hacer en primer lugar un equilibrio de fuerzas verticales:

$$F_{v1} + F_{v2} = 735,75 \text{ N}$$

A continuación, se calcula el sumatorio de los momentos que actúan sobre el punto 1:

$$\Sigma M_1 = 0$$

$$1,5 * F_{v2} = 0,75 * 735,75 + 0,385 * 735,75$$

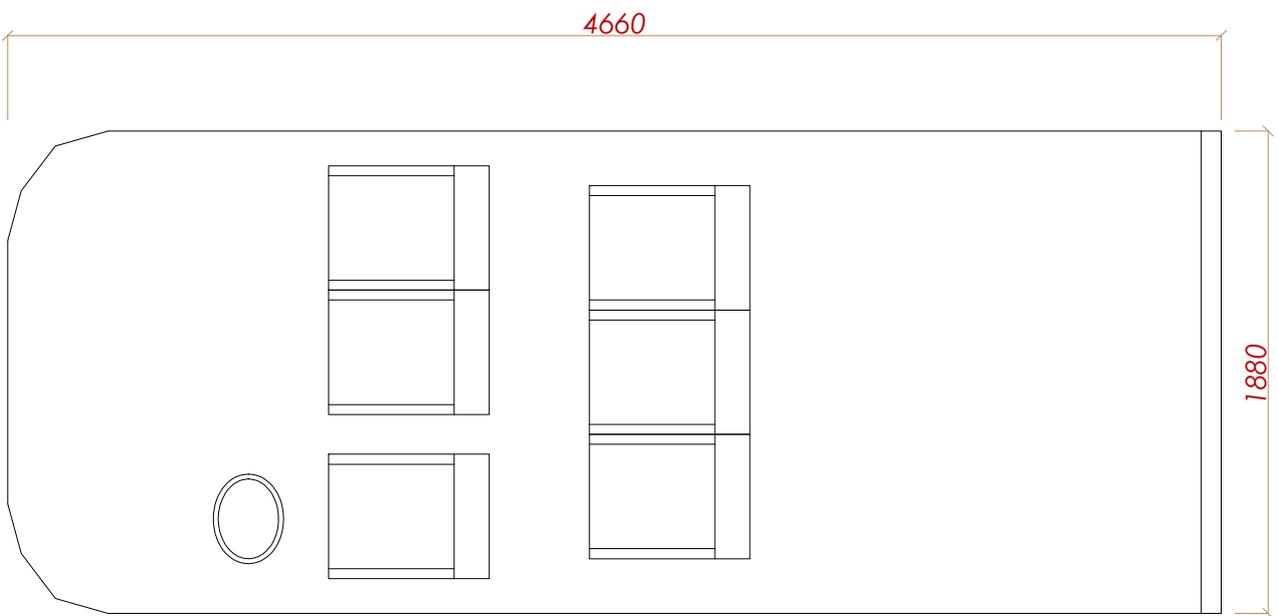
Como resultado se obtiene que: $F_{v1} = 179,0325 \text{ N}$ y $F_{v2} = 556,7175 \text{ N}$

Con lo cual, ningún tornillo se verá sometido a esfuerzo de tracción en caso de que haya una frenada brusca.

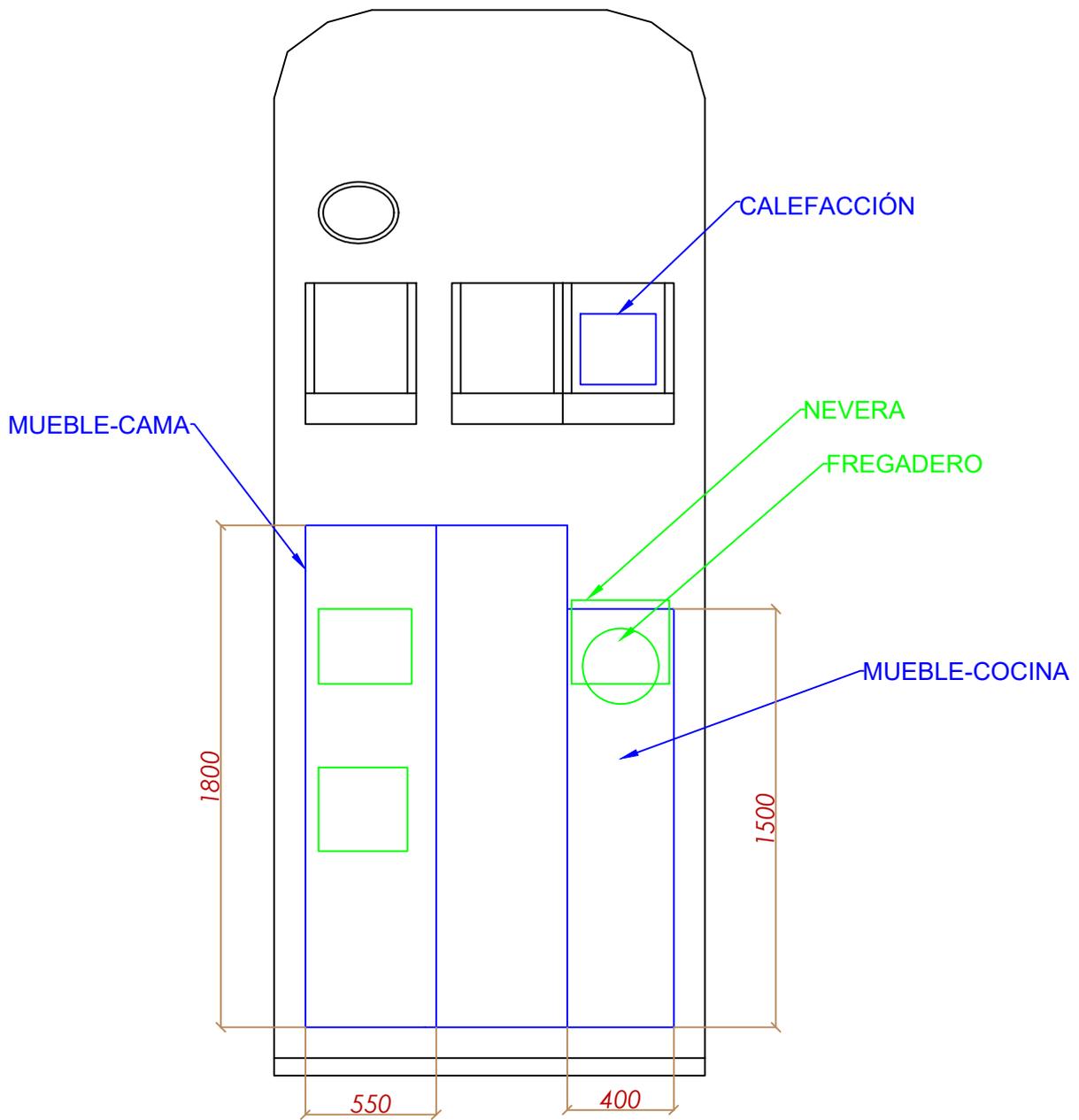




PARTE II PLANOS



 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA	PROYECTO DE REFORMA DE VEHÍCULO MIXTO ADAPTABLE A FURGÓN VIVIENDA	ESCALA 1:300	COTAS EN mm
	PLANO 1 - ANTES DE REFORMA	VICENTE CATALÁN HERNÁNDEZ	



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

PROYECTO DE REFORMA DE
VEHÍCULO MIXTO ADAPTABLE A
FURGÓN VIVIENDA

ESCALA
1:300

COTAS EN
mm

PLANO 2 - DESPUÉS DE REFORMA

VICENTE CATALÁN HERNÁNDEZ





PARTE III

PLIEGO DE CONDICIONES

1. PLIEGO DE CONDICIONES

1.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

La calidad de los materiales utilizados en la reforma están descritos en el apartado 1.8.2 de la memoria.

1.2 NORMAS DE EJECUCIÓN

La normativa a seguir en el proyecto es la siguiente:

- Directiva 2007/46/CE de 5 de septiembre por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos a motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos.
- Real Decreto 866/2010 de 2 de julio por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos
- Real Decreto 2822/1998 de 23 de diciembre por el que se aprueba el reglamento general de vehículos.
- Reglamento General de Vehículos
- Norma UNE 26-192-87
- Actos Reglamentarios indicados en el apartado 1.2.
- Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre de 1997 sobre seguridad
- Orden 28 de Junio de 1988, por la que se aprueba la ITC MIE-AEM2
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Las normas de ejecución se basarán principalmente en la seguridad de la realización de la reforma, para ello se seguirán las siguientes premisas.

1.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL TRABAJO

Todos los trabajos deberán ser ejecutados en el interior de un taller de reparación debidamente actualizado de toda su documentación. El tiempo de ejecución del montaje será aproximadamente de seis jornadas laborales mediante un oficial de taller debidamente cualificado.

1.2.2 DESCRIPCIÓN DE RIESGOS

El trabajo en el taller se debe realizar siendo consciente en todo momento de los riesgos que conlleva el trabajo a realizar. En este caso, los riesgos tanto personales como colectivos son:

- Caída de cualquier herramienta
- Atrapamiento de las manos u otra extremidad
- Golpe en cualquier parte del cuerpo al apretar o aflojar piezas
- Peligro de combustión y explosión del vehículo
- Electrocutación al utilizar máquinas portátiles eléctricas

1.2.3 MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN

Medidas de protección y prevención de riesgos individuales o personales:

- Todas las herramientas estarán en buen estado
- Los operarios dispondrán de calzado antideslizante con puntera de seguridad, guantes de protección y monos de trabajo antiinflamables homologados
- Se utilizarán guantes de protección al realizar trabajos con piezas sucias de aceite o combustible
- Los trabajos que impliquen peligro de escape de objetos se harán con dos personas
- Las conexiones eléctricas se harán sin tensión y por mecánico electricista homologado y corriente de documentación

Por otro lado, las medidas de protección colectivas serán:

- No se permitirá la aproximación de ninguna persona, externa de la empresa o que no esté debidamente formada para este tipo de operaciones, durante la ejecución de montaje ni desmontaje de las piezas.
- No se permitirá la circulación de otros vehículos o personas a una distancia inferior a 1,5m del vehículo
- Todo el personal relacionado con el desmontaje, montaje o reparación del vehículo tendrá que cumplir las normas de seguridad impuestas por la propiedad del taller donde se ejecute el trabajo.

1.2.4 CERTIFICADOS Y AUTORIZACIONES

- Certificado de taller conforme al Anexo III del RD 866/2010
- Informe de conformidad conforme al Anexo II del RD 866/2010
- Certificado de dirección final de obra



1.2.5 TALLER EJECUTOR

El taller ejecutor es XXXXXX domiciliado en Camino de Vera S/N, 46022, Valencia (Valencia) dedicado a la reparación de vehículos con nº de Registro Industrial XX-Y-XXX-XXXXXXXXX.





PARTE IV PRESUPUESTO

1. PRESUPUESTO

1.1 MATERIALES

Descripción	Marca	Cantidad	Coste	Total (€)
Aislamiento	KAIFLEX	6m ²	17 $\frac{€}{m^2}$	102
Contrachapado	10mm	3,75m ²	23,60 $\frac{€}{m^2}$	88,5
Friso de pino	-	5m ²	27,75 $\frac{€}{m^2}$	138,75
Revestimiento DM	10mm	3,45m ²	13,10 $\frac{€}{m^2}$	45,19
Nevera	CoolZone	1	447,83€	447,83
Calefacción	AUTOTERM	1	609€	609
Batería Auxiliar	AGM	1	169€	169
Inversor	RS PRO	1	299,93€	299,93
Claraboya	FIAMMA	1	79,91€	79,91
Kit Placa Solar	Vechline	1	389,90€	389,90
Instalación eléctrica	Varios	-	23,50€	23,50
Instalación agua	Varios	-	87,20€	87,20
Otros	Varios	-	20€	20

Coste total en materiales	2500,71€
----------------------------------	-----------------

1.2 MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad (jornadas)	Coste por jornada	Total
Mano de obra	6	120€	720€



1.3 PRESUPUESTO FINAL

Materiales	2500,71€
Mano de obra	720€
Total	3220,71€

La totalidad del presupuesto asciende a la cantidad de tres mil doscientos veinte euros con setenta y un céntimos.