



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Jaén

DISEÑO Y CREACIÓN DE UNA PRUEBA DE CONCEPTO PARA LA CAMPERIZACIÓN DE UNA FURGONETA INDUSTRIAL

Autor: Guillermo Padilla Rodríguez

Grado: Ingeniería Electrónica Industrial

Director: Javier Gámez García

Co-Director: Alejandro Sánchez García

Departamento de los directores: Ingeniería Electrónica y Automática

Fecha: 25/06/2024

Licencia CC



CREA



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Electrónica

Don Javier Gámez García y Don Alejandro Sánchez García, tutor y cotutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: DISEÑO Y CREACIÓN DE UNA PRUEBA DE CONCEPTO PARA LA CAMPERIZACIÓN DE UNA FURGONETA INDUSTRIAL, que presenta Guillermo Padilla Rodríguez, autorizan su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Junio de 2024

El alumno:

Guillermo Padilla Rodríguez

Los tutores:

Prof. D. Javier Gámez García

Prof. D. Alejandro Sánchez García

Índice General

MEMORIA	5
1. Objeto del proyecto	6
1.1. Alcance y objetivos	6
2. Antecedentes	7
2.1. Camperización y campismo	7
2.2. Nicho de mercado.....	8
2.3. Tipos de vehículos para camping	8
2.4. Estudio de mercado.....	10
2.5. Estado del Arte	20
3. Reglamentación	27
3.1. Leyes y normativa.....	32
4. Programa de necesidades.....	33
5. Análisis de alternativas.....	34
5.1. Selección de modelo de furgoneta.....	34
5.2. Instalación eléctrica	36
5.3. Climatización	60
6. Solución adoptada	66
6.1. Selección de modelo de furgoneta.....	66
6.2. Instalación eléctrica	68
6.3. Climatización	85
6.4. Sensórica de nivel depósito de limpias	87
6.5. Emplazamiento de la instalación.....	89
7. Orden de prioridad	90
8. Presupuesto	91
9. Conclusiones.....	92
PLANOS	93
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	105
PRESUPUESTO	114

Índice de Figuras

Figura 1. Acampada al aire libre o en lugares habilitados.....	7
Figura 2. Autocaravanas capuchina, perfilada e integral. De izquierda a derecha.....	9
Figura 3. Mini camper Volkswagen Caddy.....	11
Figura 4. Mini camper Citroën Berlingo	11
Figura 5. Camper mediana Volkswagen T6.....	12
Figura 6, Camper Mediana Renault Trafic.....	13
Figura 7. combinaciones furgonetas comerciales	14
Figura 8. Variaciones longitudes y alturas furgonetas comerciales.....	16
Figura 9. Mercedes Sprinter y Fiat Ducato	17
Figura 10. Camper Fiat Ducato L1H2	17
Figura 11. Dimensiones típicas furgonetas Extra Grandes	18
Figura 12. Instalación eléctrica camper a 12V	24
Figura 13. Instalación eléctrica camper con instalación a media y baja tensión y elementos de control	25
Figura 14. Marcado CE	31
Figura 15. Esquema de conexión en serie.....	40
Figura 16. Esquema de conexión en paralelo.....	40
Figura 17. Conexión más común de baterías en paralelo	41
Figura 18. Circuito ejemplo baterías en paralelo.....	42
Figura 19. Carga desigual de baterías en paralelo	42
Figura 20. Generación de corrientes de desequilibrio entre baterías	43
Figura 21. Demandas distintas a cada batería	43
Figura 22. Batería demandando energía a las demás	44
Figura 23. Conexión mejorada de baterías en paralelo	45
Figura 24. Circuito conexión mejorada	45
Figura 25. Pérdidas en conexión óptima	46
Figura 26. Conexión en paralelo óptima.....	46
Figura 27. Pérdidas mínimas en conexión óptima	47
Figura 28. La mejor conexión en paralelo para DOS baterías	47
Figura 29. Carga de conexión óptima de dos baterías en paralelo	48
Figura 30. Descarga de conexión óptima de dos baterías en paralelo.....	48
Figura 31. Relé manual	50
Figura 32. Relé automático	50
Figura 33. Diagrama etapas de carga de baterías.....	51
Figura 34. Displays LED de distintos sensores.....	53
Figura 35. Pantallas LCD de estado de baterías	53
Figura 36. Centralitas de estado de sistema electrónico completo	54
Figura 37. Métodos de instalación según UNE-HD 60364-5-52:2014.....	55
Figura 38. Intensidades admisibles cableado según UNE-HD 60364-5-52:2014.....	56
Figura 39. Electrodomésticos calefacción	61
Figura 40. Calentadores a gas	61
Figura 41. Calentador a diésel.....	62
Figura 42. Calefacciones estacionarias diésel Webasto, Carbest y Planar. Respectivamente	62
Figura 43. Electrodomésticos ventilación	63

Figura 44. Climatizadores evaporativos.....	64
Figura 45. Aires acondicionados de techo para camper y autocaravanas	65
Figura 46. Vistas y medidas Fiat Ducato (FiatProfessional, 2024)	67
Figura 47. Distribución de partida.	68
Figura 48. Ubicación toma externa 220 V.....	71
Figura 49. Configuración y ubicación placas solares	73
Figura 50. Ficha técnica Regulador MPPT	73
Figura 51. Mecanismo de inclinación retraído	75
Figura 52. Mecanismo de inclinación extendido	76
Figura 53. Vistas del mecanismo de inclinación extendido	76
Figura 54. Modelos EasySolar 12/1600 y EasySolar-II 24/3000, respectivamente	79
Figura 55. Esquema cuadro eléctrico	85
Figura 56. Webasto Cool Top Trail 28	86
Figura 57. Ubicación aire acondicionado.....	87
Figura 58. Circuito sensor de nivel de aguas limpias.....	87
Figura 59. Esquema sensor nivel de aguas limpias.....	88
Figura 60. Sensor de nivel de aguas grises.....	89
Figura 61. Vistas emplazamiento instalación.....	89
Figura 62. Vistas emplazamiento instalación II.....	89



UNIVERSIDADDEJAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

MEMORIA

1. Objeto del proyecto

El objeto de este proyecto consiste en el diseño de una instalación eléctrica y el sistema de control de la transformación de una furgoneta comercial en un vehículo vivienda de acuerdo a unos requerimientos específicos de necesidades y legales, partiendo de una distribución y modelo previamente diseñados. Se compararán distintas alternativas existentes en el mercado y se seleccionará la mejor opción sobre la que se adoptará la solución final.

1.1. Alcance y objetivos

Para la correcta realización de un buen proyecto, hay que tener bien afianzadas las metas del mismo. Acto seguido, se detallan los aspectos más importantes que se van a llevar a cabo:

- I. **Realizar un estudio e investigación de mercado**, analizando los distintos grupos de furgonetas existentes y su capacidad de conversión en camper. Se revisarán las características de cada segmento, viendo los puntos fuertes y desfavorables de cada uno.
- II. **Definir un programa de necesidades**. En él se detallarán todos los requerimientos específicos en cuanto a funcionalidad, equipamiento y costes.
- III. **Análisis de alternativas**. Para los problemas descritos en el programa de necesidades se evalúan las distintas opciones que satisfacen dicha necesidad, ofreciendo las ventajas y contras de cada alternativa.
- IV. **Selección de modelo a camperizar**. Tras analizar los distintos grupos de furgonetas y modelos existentes, se elegirá al candidato idóneo de acuerdo al programa de necesidades descrito.
- V. **Diseño de las soluciones adoptadas** en base a las características del modelo y a los requerimientos tanto específicos como legales. Estos últimos se estudiarán según se especifique en el reglamento.

2. Antecedentes

En el actual siglo XXI hemos presenciado la aparición de nuevas tendencias y modas que acompañan a la sociedad. Una de ellas ha sido el mundo del camping que poco a poco le ha ido comiendo terreno a las formas de viaje y ocio tradicionales como son los hoteles y cruceros puesto que permite más independencia tanto en horarios como en lugares. Pero esto ha tenido especial repercusión con el desarrollo de lo que denominamos vehículos vivienda. Desde inicios del siglo las caravanas han sido las reinas del sector aunque en la última década las denominadas *camper* les han robado el puesto debido a su coste mucho menor sin pecar de fiabilidad y eficacia. Estos nuevos vehículos abren un abanico de posibilidades que dan solución a algunos aspectos de los que carecían su competencia.

2.1. Camperización y campismo

Una camperización es el método por el cual se convierte el habitáculo de un vehículo en un lugar habitable que incluya todo lo necesario para que una persona o un grupo de personas puedan vivir en su interior durante un tiempo relativamente corto que suele oscilar entre la semana y un mes. En dicho proceso de transformación se dota al vehículo con equipamiento en materias de abastecimiento eléctrico y energético, entre otras. Esto varía en mayor o menor medida según las necesidades de cada proyecto.

El término viene del término acampar (*camp* en inglés) que consiste en la pernoctación al aire libre o en lugares de acampada (véase la Figura 1), lo que permite una mayor versatilidad a la hora de desplazarse y visitar lugares. Aunque el mayor atractivo de este mundo es su abaratado coste en comparación con otras formas de recreación.



Figura 1. Acampada al aire libre o en lugares habilitados

Es por eso que una camper debe tener todo lo necesario para facilitar la vida al usuario y dotarla de una comodidad plena.

2.2. Nicho de mercado

La demanda de furgonetas camperizadas en los últimos años ha sido enorme y en ellas se abre un campo de mercado en el que no hay límites mientras se dé rienda suelta a la imaginación. La diferencia de estos tipos de vehículos erradica en su versatilidad y comodidad a la hora de realizar viajes ya sean cortos o largos. Dada su estructura son mucho más prácticas que las autocaravanas para adentrarse en zonas de difícil acceso o incluso ciudades. Dicho esto, podemos concluir en que el cliente habitual de este negocio se trata de personas que buscan mayor movilidad y son bastante nómadas. Todo ello dependiendo de una menor inversión.

Como grupo objetivo destacamos a personas que viajen en pareja, sin dependencia de hijos y con un poder adquisitivo no tan fuerte. Un ejemplo podrían ser los jóvenes. También encontramos a deportistas de temporada que necesitan una casa móvil durante unos meses.

2.3. Tipos de vehículos para camping

En el pasado, el mundo del camping consistía en acampar con tiendas de campaña de menor o mayor tamaño. Sin embargo, en la actualidad se ha estandarizado el viajar con algún tipo de vehículo para más cobijo. Estos son los principales:

- Autocaravana: Consisten en un vehículo motorizado de grandes dimensiones en el que encontramos todas las características de una casa: cocina, nevera, baño, ducha, cama, armarios y un largo etcétera. Están pensados para familias de 4 personas o más. Sus principales ventajas son la comodidad y el espacio. Por contras tenemos el precio y la movilidad.

Encontramos 3 tipos. Capuchina, perfilada e integral. Las primeras contienen una cama litera encima de la cabina de conducción. Las

segundas en lugar de tener una cama en la zona superior, albergan un armario. Por último, las integrales, son las más aerodinámicas y tienen un habitáculo más espacioso. También son las más caras por esos detalles. (Blázquez, 2020)



Figura 2. Autocaravanas capuchina, perfilada e integral. De izquierda a derecha.

- Caravana: Las caravanas tienen las mismas características que las autocaravanas en cuanto a diseño interior y cualidades para la vida del campista. La diferencia de estas está en que no son motorizadas y requieren de un vehículo para ser remolcadas. Aunque eso les da un punto a favor en cuanto a movilidad debido a que se pueden anclar y permite moverse fácilmente con el coche tanto en ciudades como por montaña.
- Camper: Este tipo de vehículo vivienda combina las cualidades de los vistos anteriormente, puesto que se modifica el interior de furgonetas de reparto en sus distintos tamaños, añadiendo elementos acordes con el espacio disponible, pero a su vez, pecando de movilidad. Al tener tanta posibilidad de configuración permite seleccionar según el interés de cada usuario.

La idea se basa en el mismo concepto: una forma de viajar llevando tu casa contigo. Aunque en este caso, chasis y vivienda constituyen el mismo cuerpo. Un vehículo utilizado como turismo que puede pasar discreta y cómodamente por las ciudades y aparcamientos. Comparando las campers con sus rivales anteriores podemos ver que las fortalezas de una son las debilidades de la otra, y viceversa. Las autocaravanas son más acordes para viajes de larga duración al estar muy bien preparadas, mientras que las campers son más ágiles y tienen un menor coste y consumo.

En el mercado se pueden encontrar las campers ya instaladas vendidas por los fabricantes automovilísticos o empresas de camperización. Otra forma es conseguir la furgoneta y camperizarla posteriormente mediante una homologación.

2.4. Estudio de mercado

Para entender mejor el mundo de las camper primero debemos conocer los tipos de furgonetas comerciales existentes en el mercado. Esto nos va a dar una mejor perspectiva para asimilar las capacidades de cada segmento de furgones industriales y así poder hacer una mejor elección.

Podemos distinguir cuatro tipos de furgonetas camperizables basándonos en su tamaño:

- Furgonetas Camper pequeñas o “Mini campers” (S)
- Furgonetas Camper Medianas (M)
- Furgonetas Camper Grandes o Gran Volumen (L)
- Furgonetas Camper Extra Grandes (XL)

En los sucesivos apartados, abordaremos el estudio de cada grupo, explicando características y analizando ventajas e inconvenientes. Mostrando algunos ejemplos para así hacer una comparativa. (Álvarez, 2023)

2.4.1. Furgonetas Camper Pequeñas o “Mini Campers” (S):

Comenzando con el grupo de menor tamaño, podríamos decir que son turismos de grandes dimensiones por su geometría y su bajo consumo. Son ideales para personas que las quieren utilizar como vehículo principal en su día a día, pero también para algún viaje corto de escapada en fin de semana.

Otras de sus principales ventajas es que por su tamaño adquieren una movilidad que las hace únicas para poder pernoctar en prácticamente cualquier lugar.

Dicho esto, la capacidad de carga de estas furgonetas y el espacio disponible para agregar elementos es muy limitado. Normalmente se suelen diseñar

exclusivamente para dormir, guardar equipaje y algunos útiles de la vida campista. El resto de actividades diarias como cocinar o asearse se deben realizar en el exterior.

Suelen estar acomodadas con un sofá-cama convertible y algunos cajones de almacenamiento. Evidentemente, la opción de introducir opciones de aseo o ducha no se puede contemplar en vehículos de estas características.

Otro factor determinante de las mini camper es el número de pasajeros que pueden albergar, puesto que en la mayoría de los casos no pueden pasar de 2 plazas.

Entre los modelos más destacables encontramos: Volkswagen Caddy, Citroën Berlingo y Peugeot Partner.

- Volkswagen Caddy, de la empresa Kangaroo campers



Figura 3. Mini camper Volkswagen Caddy

- Citroën Berlingo XL por la empresa Kangaroo campers



Figura 4. Mini camper Citroën Berlingo

2.4.2. Furgonetas Camper Medianas (M)

Este segmento de furgonetas ha sido el abanderado de las campers desde sus inicios y por ello el que más modelos tiene en el mercado y más camperizaciones recibe dada su versatilidad y polivalencia tanto en prestaciones como en precio y consumo.

Las furgonetas de este grupo comparten cualidades con sus hermanas pequeñas y mayores puesto que se encuentran a mitad de camino. Ofrecen mayor espacio en cuanto a habitáculo aunque manteniendo la maniobrabilidad y agilidad en cualquier terreno. Siguen siendo una opción para personas que en su vida diaria necesiten un coche de grandes dimensiones y además un vehículo que les permita realizar viajes más longevos de incluso un par de semanas. Su consumo es mayor al de las Mini Campers pero no muy excesivo, rondando los 8 litros por cada 100 km.

Al proporcionar más espacio, en estos modelos ya podemos encontrarnos con equipamiento como asientos giratorios, cocina, fregadero y nevera. Todo ello dependiendo del modelo y la distribución diseñada. Las instalaciones de saneamiento como una ducha o inodoro son prácticamente imposibles en estos modelos de furgonetas, aunque en alguna excepción inusual se pueden ver como ducha exterior (Figura 6).

Las camperizaciones que se hacen para las furgonetas medianas están destinadas para dos personas, en algunos casos se pueden encontrar para cuatro, a pesar de no ser habitual. Es por esto que son la mejor opción para viajar en pareja.

Son sobradamente mejores que las Mini Campers en cuanto a prestaciones y manteniendo las ventajas que estas últimas ofrecen con respecto a la competencia. Dicho esto, podríamos pensar que son la mejor opción, sin embargo, teniendo en cuenta que no disponen de baño interior y además, el principal hándicap con respecto a las Campers grandes que es no poder estar erguido, habrá gran parte de mercado que prefiera decantarse por la opción mayor.

- Volkswagen T6, empresa BimbosVan



Figura 5. Camper mediana Volkswagen T6

- Renault Trafic, por la empresa Soul camper



Figura 6, Camper Mediana Renault Trafic

2.4.3. Furgonetas Camper Gran Volumen (L)

Cuando hablamos de furgonetas "gran volumen", nos referimos a aquellas de mayor tamaño. Sin embargo, esta ventaja en espacio y comodidades viene acompañada de una reducción en la movilidad. Conducir por carreteras estrechas o con curvas pronunciadas puede ser complicado, y es poco probable que estas furgonetas quepan en la mayoría de los estacionamientos subterráneos. No obstante, ofrecen la posibilidad de incluir una amplia variedad de elementos que proporcionan todas las comodidades que podríamos encontrar en un hogar, como dormitorio, salón, cocina y baño. Además, permiten moverse de pie en su interior, convirtiéndolas en la opción ideal para transformarlas en vehículos vivienda.

Una furgoneta de gran volumen es la opción ideal para emprender viajes largos de larga duración, no quiere decir unas simples vacaciones de una semana, sino a viajes que abarcan varias semanas. Además, su capacidad para albergar cómodamente a cuatro usuarios la convierte en la compañera perfecta para aventuras en familia o con amigos.

Por otro lado, hay que considerar que un vehículo de este tamaño no es tan versátil para el uso diario. Dependiendo del lugar de residencia y del estilo de vida, puede ser necesario contar con un segundo vehículo, lo que implica una mayor inconveniencia y un mayor gasto en comparación con furgonetas más pequeñas. Además, el tamaño mayor de estas furgonetas conlleva un mayor consumo de combustible, aproximadamente alrededor de más de diez litros por cada 100 kilómetros recorridos.

A pesar de estas consideraciones, las furgonetas de gran volumen son ampliamente preferidas para proyectos camper, y como mencionado anteriormente,

su demanda ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años. Esto se debe en parte a la amplia diversidad de modelos disponibles en el mercado. Dentro de esta amplia gama, se pueden encontrar diferentes tamaños y alturas, lo que brinda a los usuarios una gran variedad de opciones para adaptarse a sus necesidades específicas.

Existen cuatro categorías de longitud o batalla, que van desde L1 hasta L4 (L, longitud), y tres categorías de altura, que van desde H1 hasta H3 (H, altura). A partir de estas medidas, es factible combinarlas entre sí para obtener furgonetas de diversos volúmenes y tamaños.

Estas son las medidas de las diferentes alturas y larguras para las furgonetas gran volumen:

Longitud L	Altura H
L1: 5 m	H1: 2,25 m
L2: 5,4 m	H2: 2,52 m
L3: 6 m	H3: 2,76 m
L4: 6,4 m	

Tabla 1. Dimensiones Furgonetas GV

Existen hasta ocho combinaciones posibles entre largura y altura de las furgonetas Gran Volumen, y son las siguientes:

L1H1 - L1H2 - L2H1 - L2H2 - L3H2 - L3H3 - L4H2 - L4H3.

L1	L2	L3	L4	I
		 15 m³	 17 m³	H3
 9,5 m³	 11,5 m³	 13 m³	 15 m³	H2
 8 m³	 10 m³			H1

Figura 7. combinaciones furgonetas comerciales

Los 8 tipos de furgonetas GV se pueden diferenciar en 2 grupos. El primer grupo comprende los 4 primeros tipos, los cuales tienen menor volumen y tamaño. Estos modelos combinan las longitudes L1 y L2 con las alturas H1 y H2, resultando en los

tipos L1H1, L1H2, L2H1 y L2H2. Además, ofrecen 4 opciones de volumen que van desde los 8 metros cúbicos hasta los 11,5 metros cúbicos. Concretamente, los volúmenes respectivos de estos 4 tipos son: 8 m³, 9,5 m³, 10 m³ y 11,5 m³.

El segundo grupo comprende los 4 tipos de furgonetas GV de mayor tamaño. Estos modelos combinan las longitudes L3 y L4 con las alturas H2 y H3, dando lugar a los tipos L3H2, L3H3, L4H2 y L4H3. Este grupo será analizado más detalladamente más adelante en el contexto de las furgonetas camper XL.

Volviendo a las medidas de la Tabla 3 y centrándonos en la altura (H), para calcular la altura interior de las furgonetas, es necesario restar 590 mm a la altura total de las tres opciones. De esta manera, observamos que el modelo H1 tiene una altura interior de 1,66 m, lo que dificulta que la mayoría de los usuarios puedan estar de pie cómodamente dentro de la furgoneta. Por otro lado, el modelo intermedio, H2, ofrece una altura interior de 1,93 m, que supera la estatura de la mayoría de los usuarios, permitiéndoles estar de pie con comodidad. En caso de que esto no sea suficiente, existe una tercera altura, H3, con una dimensión interior de 2,17 m.

Al analizar la longitud (L), es crucial tener en cuenta que a medida que esta aumenta, la movilidad de la furgoneta disminuirá y se requerirá una mayor atención durante la conducción. Por ejemplo, al tomar una curva cerrada, será necesario realizar una maniobra más amplia para evitar que el lateral de la furgoneta choque. La movilidad se verá más comprometida a medida que la longitud de la furgoneta aumente, desde el modelo L1, donde las dificultades pueden ser mínimas, hasta el modelo L4, que presenta más restricciones de movimiento. Además, el voladizo de la furgoneta es de gran importancia, ya que abarca desde la rueda trasera hasta el final del vehículo. Este voladizo varía según el modelo de la furgoneta de gran volumen, con medidas que van desde 1,01 m en los modelos L1, L2 y L3, hasta casi 1,40 m en el modelo L4. Esta parte del vehículo influye en la capacidad de la furgoneta para maniobrar en giros, y en curvas estrechas podría llegar a impactar.

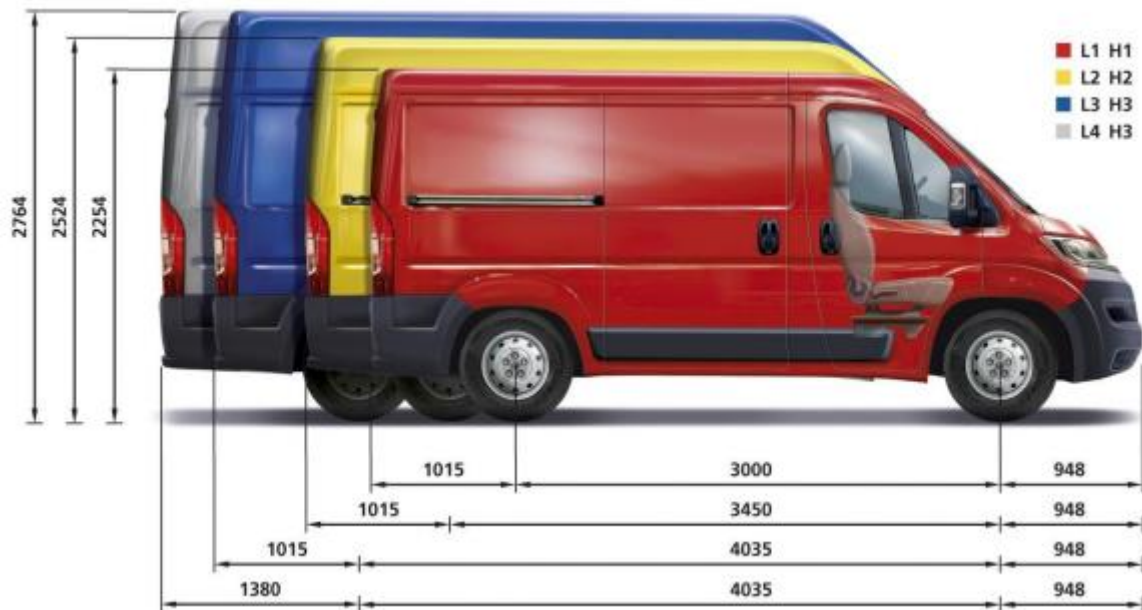


Figura 8. Variaciones longitudes y alturas furgonetas comerciales

Las numerosas opciones que ofrecen las furgonetas de gran volumen al momento de elegir la adecuada para la camperización amplían considerablemente su mercado, brindando así una solución para cada tipo de usuario. Dependiendo de las necesidades y preferencias individuales, es posible combinar la longitud y altura apropiadas para encontrar la furgoneta ideal.

Si se prioriza el bajo consumo, lo más adecuado sería optar por una furgoneta con una altura H1 o H2. Esto se debe a que la altura es un factor determinante en el consumo de combustible de una furgoneta, ya que afecta su aerodinámica. Una menor altura resulta en una menor resistencia al viento, lo que contribuye a un menor consumo de combustible.

Si se prioriza la movilidad, la mejor opción sería una furgoneta de gran volumen con una longitud más corta, como una L1. En este caso, la longitud es el factor determinante, ya que una furgoneta más corta será más ágil y fácil de maniobrar en espacios reducidos. La altura tendrá menos impacto en la movilidad del vehículo, y una menor altura permitirá que la furgoneta de gran volumen pueda entrar en cualquier aparcamiento subterráneo sin dificultad.

Si se prioriza el espacio, la elección es clara. Cada centímetro cuenta en una furgoneta, y si la decisión se reduce a elegir entre una L2 o una L3, no hay duda de que una L3 ofrecerá muchas más posibilidades de espacio.

En el mercado existe una amplia variedad de furgonetas de Gran Volumen, gracias a las múltiples combinaciones de tamaños disponibles. Además, estas furgonetas son las más empleadas en el ámbito profesional para el transporte de mercancías, lo que contribuye a aumentar tanto su oferta como su demanda. En el ámbito de los proyectos camper, entre las principales furgonetas más utilizadas se encuentran la Citroën Jumper, la Fiat Ducato, la Peugeot Boxer, la Iveco Daily, la Renault Master, la Volkswagen Crafter, la Mercedes Sprinter y la Ford Transit. Sin embargo, dos de ellas destacan por tener la mejor fiabilidad y las medidas más favorables: la Fiat Ducato y la Mercedes Sprinter.



Figura 9. Mercedes Sprinter y Fiat Ducato

- Camper Ducato L1H2, por Freekampers



Figura 10. Camper Fiat Ducato L1H2

2.4.4. Furgonetas Camper Extra Grandes (XL)

Este grupo abarca los tipos de furgonetas más grandes disponibles en el mercado, que incluyen las combinaciones de mayor tamaño del grupo anterior. Estas son las furgonetas Gran Volumen con la mayor longitud y altura, pertenecientes al segundo grupo de las furgonetas GV, con una altura H2-H3 combinada con una longitud L3-L4. Como ejemplo, se presenta la combinación más grande posible de las furgonetas de gran volumen:

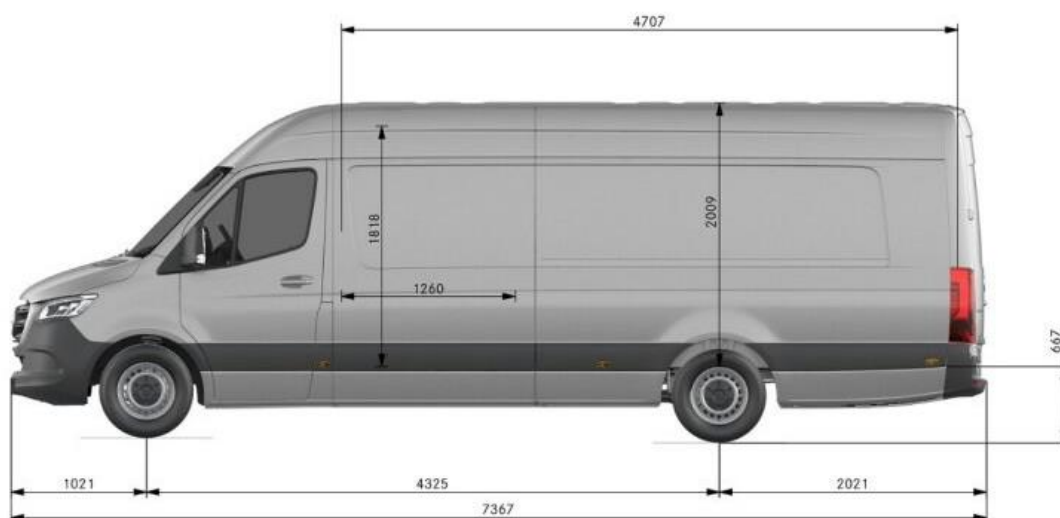


Figura 11. Dimensiones típicas furgonetas Extra Grandes

Estas furgonetas ofrecen un amplio espacio para realizar conversiones camper con una gran variedad de elementos. Tienen suficiente espacio interior para instalar un equipamiento completo, sin excepciones, y sin comprometer la comodidad. Pueden incluir todas las áreas de una casa, como cocina, sala de estar, dormitorio y baño, con todos sus muebles y accesorios necesarios, sin sacrificar el confort. A diferencia de las campers de longitud estándar, estas pueden tener más dormitorios o camas. Sin embargo, el gran tamaño de la furgoneta afecta su maniobrabilidad. Las largas batallas de estos campers dificultan el acceso a múltiples lugares y calles donde se necesitan maniobras más complicadas. Además, el acceso a estacionamientos subterráneos y algunos espacios de estacionamiento diseñados para automóviles más pequeños está restringido.

Un aspecto destacado de las camper XL es la capacidad de realizar viajes de larga duración. Esta es una de sus principales fortalezas, ya que en una furgoneta

camper de estas dimensiones es posible emprender viajes de cualquier duración. El equipamiento proporciona al usuario una estancia completa, independiente de cualquier necesidad exterior. Por supuesto, el equipamiento puede incluir un baño completo con lavabo, ducha e inodoro. Además, el número de plazas puede aumentar en comparación con otras furgonetas de gran volumen, con conversiones camper diseñadas típicamente para alojar de cuatro a seis personas, lo que las hace ideales para familias numerosas.

No obstante, toda la amplitud y equipamiento conllevan un costo considerable. Las campers XL tienen el precio más alto en el mercado de las furgonetas camper debido a su diseño más completo y su mayor tamaño. Esta alta inversión también se justifica por su elevado consumo de combustible, que puede alcanzar los 12 o 14 litros por cada 100 kilómetros recorridos.

En términos generales, este tipo de campers representa una excelente alternativa para viajar con la comodidad de llevar tu hogar contigo, acercándose bastante al nivel siguiente de vehículo-vivienda o *motorhome*, como las autocaravanas. En cuanto a equipamiento y espacio, están bastante equiparadas, pero una furgoneta camper ofrece la ventaja adicional de permitir al usuario diseñar sus propias ideas y disfrutar de un nivel de diseño personalizado que caracteriza tanto al mundo camper.

Al analizar los volúmenes disponibles, se identifican tres posibilidades que varían desde los 13 metros cúbicos hasta los 17 metros cúbicos de espacio interior en la furgoneta. El volumen intermedio es de 15 metros cúbicos, y existen dos opciones diferentes para aprovecharlo: la primera implica aumentar la altura, utilizando una furgoneta L3H3; la segunda consiste en extender el espacio a lo largo, optando por una furgoneta L4H2.

En resumen, las características de las furgonetas camper XL son muy similares a las de las camper L, dado que pertenecen al mismo grupo de furgonetas, las Gran Volumen. La distinción radica en el incremento de sus longitudes y alturas. Por ende, sus ventajas y desventajas son las mismas, aunque ligeramente más acentuadas.

Los modelos más comercializados coinciden con las furgonetas de gran tamaño, solo varían las dimensiones de longitud, altura y batalla.

2.5. Estado del Arte

A la vista de lo mencionado anteriormente, la composición y estructura de cada camperización es única y distinta de las demás porque depende las necesidades de cada usuario. Para un mismo modelo de furgoneta se pueden realizar muchos proyectos diferentes. Ahora analizaremos varios proyectos realizados por empresas y particulares para las distintas dimensiones de furgonetas que se encuentran. El objetivo es estudiar las distintas soluciones de diseño que se emplean en la actualidad y tener más perspectiva a la hora de afrontar nuestro proyecto.



FIAT DUCATO L1H2:

- **Empresa:** WOODVANS (Sueca, Valencia) (WOODVANS, 2019)

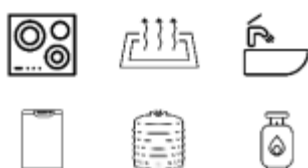
Plazas: 3 viaje / 2+1 noche

Estancias:

- ✓ Dormitorio
- ✓ Comedor
- ✓ Cocina
- ✗ Baño



Equipamiento:



Almacenamiento:



Este diseño tiene la capacidad de convertir el sofá en una cama individual, proporcionando así tres lugares para dormir.

- **Empresa:** BUNKERVAN (Alpedrete, Madrid) (BUNKERVAN, 2019)

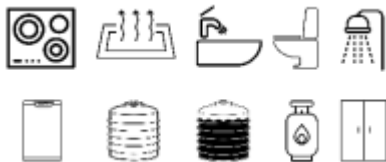
Plazas: 4 viaje / 4 noche

Estancias:

- ✓ Dormitorio
- ✓ Comedor
- ✓ Cocina
- ✓ Baño



Equipamiento:



Almacenamiento:



En esta versión, la cama inferior se transforma en una zona de comedor equipada con una mesa y dos asientos homologados.

FIAT DUCATO L2H2

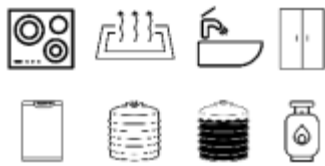
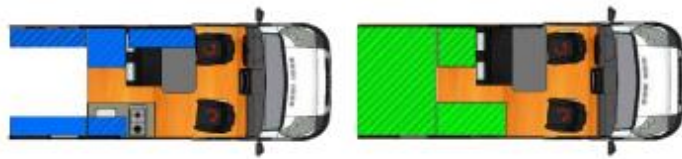
- **Empresa:** IZADIVAN (Zizur Mayor, Navarra) (IZADIVAN, 2024)

Plazas: 4 viaje / 3 noche

Estancias:

- ✓ Dormitorio
- ✓ Comedor
- ✓ Cocina
- ✗ Baño



Equipamiento:**Almacenamiento:**

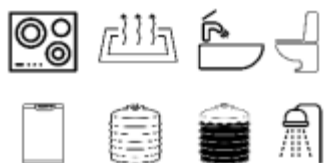
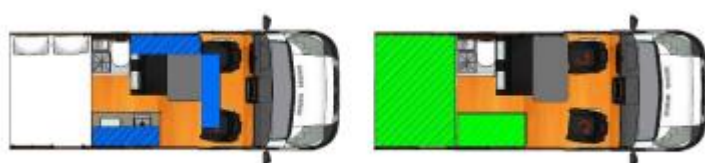
Los dos asientos traseros se convierten en una cama individual, proporcionando así una tercera plaza para dormir.

- **Empresa:** FURGOPLÓN (Alhaurín de la Torre, Málaga) (Furgoplón, 2024)

Plazas: 4 viaje / 2 noche

Estancias:

- ✓ Dormitorio
- ✓ Comedor
- ✓ Cocina
- ✓ Baño

**Equipamiento:****Almacenamiento:**

- **Empresa:** : BIMBOSVAN (Santa Coloma de Farners, Girona) (BIMBOSVAN, 2024)

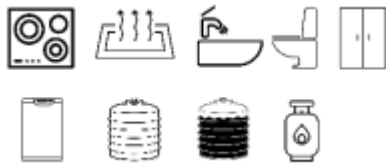
Plazas: 4 viaje / 2 noche

Estancias:

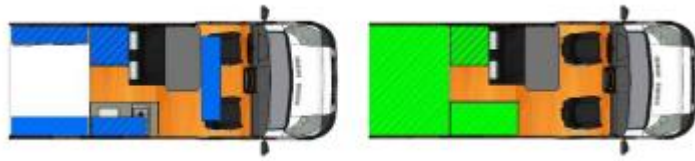
- ✓ Dormitorio
- ✓ Comedor
- ✓ Cocina
- ✗ Baño



Equipamiento:



Almacenamiento:



CITRÖEN JUMPER L3H2

- **Empresa:** NORTHKAMP (Zaratamo, Vizcaya) (NORTHKAMP, 2024)

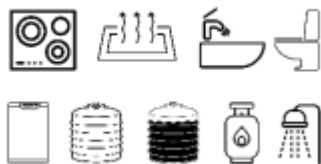
Plazas: 4 viaje / 4 noche

Estancias:

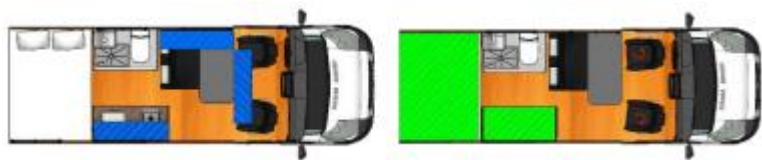
- ✓ Dormitorio
- ✓ Comedor
- ✓ Cocina
- ✓ Baño



Equipamiento:



Almacenamiento:



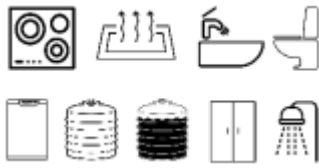
- **Empresa:** SOUL CAMPER (Sevilla, España) (SoulCamper, 2024)

Plazas: 4 viaje / 3 noche

Estancias:

- ✓ Dormitorio
- ✓ Comedor
- ✓ Cocina
- ✓ Baño



Equipamiento:**Almacenamiento:**

Se puede incorporar una tercera plaza para pernoctar transformando los dos asientos traseros en una cama.

Una vez estudiadas las distribuciones y complejidades de distintos proyectos de varias empresas procedemos a ver algunas soluciones del mercado en cuanto a electrónica y las necesidades que puede llegar a satisfacer este aspecto.

La complejidad puede ir desde una instalación tan simple como solo emplear la ya instalada de serie en el vehículo hasta una bien compleja con parámetros de control incorporados:



Figura 12. Instalación eléctrica camper a 12V

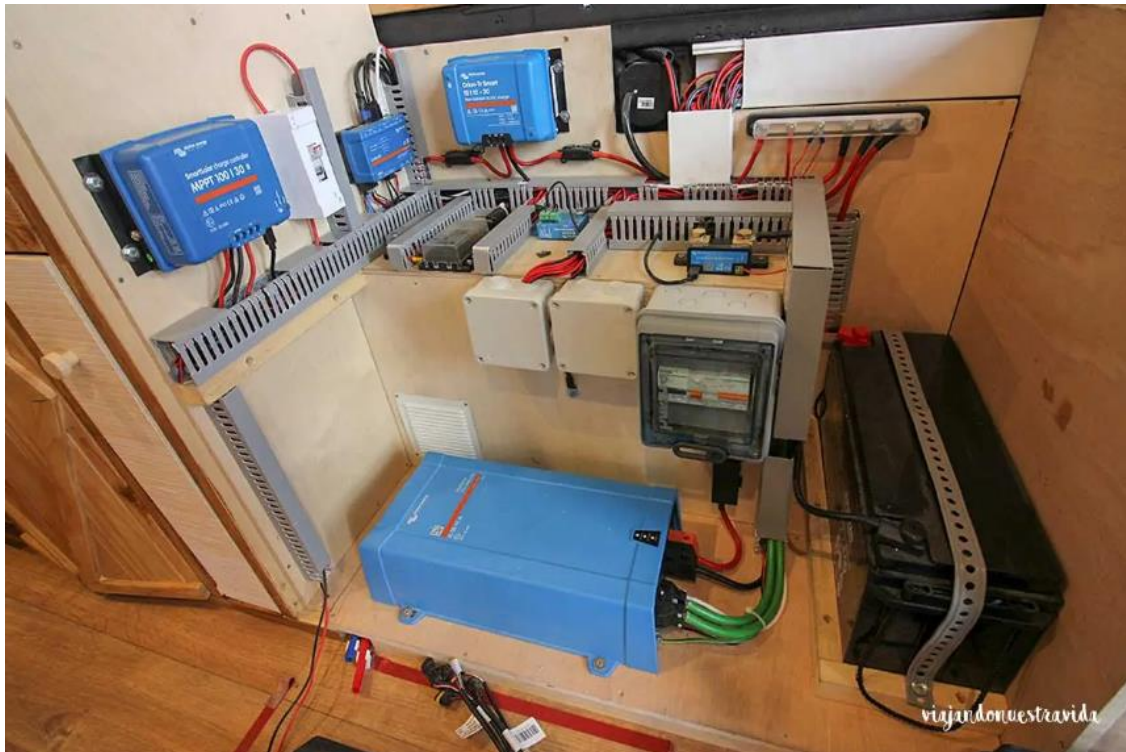


Figura 13. Instalación eléctrica camper con instalación a media y baja tensión y elementos de control

Conclusiones:

Tras analizar la variedad de diseños para los diferentes tamaños de furgonetas de distintas empresas dedicadas al sector, se puede observar varios patrones similares a la hora de resolver distintas cuestiones de diseño y distribuciones de los elementos y estancias empleados en la mayoría de los casos vistos:

- El dormitorio se emplaza en la zona trasera de la furgoneta, orientando la cama a lo ancho del habitáculo, algunos casos camas de matrimonio a una altura considerable o literas individuales e incluso literas de camas doble.
- La cocina se sitúa en la pared del portón de entrada, cercana a esta.
- El comedor y los asientos homologados se hallan en la zona delantera izquierda, permitiendo la entrada por la derecha y aprovechando los asientos de conducción rotatorios.
- En los casos que incluyen baño, se suele colocar en la zona entre comedor y dormitorio.

Estos son los aspectos característicos del espacio habitable en las campers. Dicho esto, se pueden sacar otras valoraciones más detalladas que tienen menos referencias: los asientos de piloto y copiloto suelen tener base giratoria para emplearlos en el comedor; los asientos traseros homologados se convierten en cama para añadir más espacios de noche.

En cuanto al almacenamiento, lo más común es encontrar un gran maletero ubicado debajo del dormitorio, al que se le añaden distintos armarios ya sean verticales u horizontales en los altillos tanto de cama como cocina.

Estas son las características más significativas de las camperizaciones existentes en el mercado. Evidentemente, pueden variar en ciertos aspectos, sobre todo si se trata de distintos tamaños de furgonetas. Este es el mayor hándicap a la hora de realizar un diseño. A pesar de eso, se observa por lo general una línea de diseño predominante con soluciones similares en la mayoría de casos.

3. Reglamentación

A la hora de hacer un diseño para un proyecto de camperización electrónica, no solo debemos tener en cuenta las necesidades del cliente. También debemos ceñirnos a una serie de requisitos de índole técnica especificados en la normativa vigente.

Dado que la finalidad del proyecto es que nuestro vehículo vivienda pueda circular de acuerdo con la norma, este debe pasar una inspección ITV. Pero no una inspección periódica como se suele hacer con la mayoría de turismos. Se trata de una inspección por Reforma de Importancia con Proyecto. Este proceso se denomina homologación.

Partimos del hecho de que una furgoneta tiene un uso diferente al que se le dará una vez realizada la obra. Inicialmente, una furgoneta se utiliza exclusivamente para transportar carga sujeta, no anclada. Y con una separación entre el conductor y la zona de carga. Sin embargo, al llevar a cabo el proceso de camperización, toda la carga estará anclada al chasis. Por lo tanto, la homologación es necesaria para registrar en una ficha técnica las modificaciones que ha experimentado el vehículo, asegurando la seguridad tanto de los propietarios como de otros vehículos.

Según recoge la ITV en el Real Decreto 866/2010 de tipificación de las reformas para vehículos, se considera una reforma de vehículo como “toda modificación, sustitución, actuación, incorporación o supresión efectuada en un vehículo después de su matriculación y en remolques ligeros después de ser autorizados a circular, que o bien cambia alguna de las características del mismo, o es susceptible de alterar los requisitos reglamentariamente aplicables contenidos en el Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio. Este término incluye cualquier actuación que implique alguna modificación de los datos que figuran en la tarjeta de ITV del vehículo.” (Ministerio de la presidencia, 2010)

La normativa de la ITV afecta a todos los vehículos en general, aunque en el caso de vehículos reformados o camperizados existe otro reglamento expedido por el Ministerio de Industria, Energía y turismo de España: el Manual de Reformas de Vehículos (Manual de Reforma de Vehículos. 7ª edición., 2022). Este texto es válido

en todas las ITV del territorio nacional. En él se detallan las modificaciones que requieren homologación y cuáles no. Con todo, por norma general, casi la totalidad de la camperización debe homologarse puesto que modifica la estructura de la furgoneta.

Para no tener que homologar ningún apartado de nuestra camperización debemos cumplir los siguientes requisitos: no instalar elementos exteriores fijos; no alterar la estructura de la furgoneta; no instalar una calefacción estacionaria; y por último, no modificar los asientos como podría ser incluyéndoles base giratoria.

Tras la modificación de nuestro vehículo se debe plasmar en la ficha técnica del mismo. Conforme al Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, los vehículos vienen clasificados con un código según sea su grupo y dicho código está presente en la ficha técnica. Según las características de la furgoneta que se vaya a camperizar el código será:

- **10 – Turismo:** “Automóvil distinto de la motocicleta, especialmente concebido y construido para el transporte de personas y con capacidad hasta 9 plazas, incluido el conductor”.
- **24 - Furgón/Furgoneta MMA 3.500 kg:** “Automóvil destinado al transporte de mercancías cuya cabina está integrada en el resto de la carrocería con masa máxima autorizada igual o inferior a 3.500 kg”.
- **30 - Derivado de turismo:** “Vehículo automóvil destinado a servicios o a transporte exclusivo de mercancías, derivado de un turismo del cual conserva la carrocería y dispone únicamente de una fila de asientos”.
- **31 - Vehículo mixto adaptable:** “Automóvil especialmente dispuesto para el transporte, simultáneo o no, de mercancías y personas hasta un máximo de 9 incluido el conductor, y en el que se puede sustituir eventualmente la carga, parcial o totalmente, por personas mediante la adición de asientos”.

Estos tipos de vehículos son los más utilizados para proyectos camper, los cuales corresponden al grupo de vehículos tipo 2 del Real decreto 29822/1998. Tras las modificaciones, el cambio de código debería efectuarse a las siguientes dos opciones en las que las dos últimas cifras del código hacen referencia a los criterios de utilización:

- **1048 - Turismo vivienda:** La clasificación previa debe ser turismo o mixto adaptable (10 o 31) y debe incluir algún tipo mobiliario debidamente anclado a la estructura. Pasará la primera ITV a los cuatro años, después cada dos años hasta los diez y, con más de diez años de antigüedad, es obligatorio pasarla cada 4 años. La MMA deberá ser menor o igual a 2500 kg y se mantiene el límite de velocidad de 120 km/h en autovía.
- **2448 - Furgón vivienda:** debe disponer obligatoriamente de cama o asiento convertible en cama, así como un mueble adicional para almacenaje. Todo debe estar rígidamente fijado y anclado. MMA menor o igual a 3.500 kg y mantiene la limitación de velocidad en 120 km/h. ITV similar a los turismos.
- **3200 – Autocaravana MMA 3.500 Kg:** Vehículo de motor concebido y construido para ser utilizado como vivienda, que consta como mínimo de los siguientes elementos, estando éstos rígida y permanentemente colocados: asientos y mesa, camas o literas que puedan ser convertidos en asientos, cocina y armarios o similares. MMA menor o igual a 3.500 kg. Pasa la ITV con la misma periodicidad que un turismo. El límite de velocidad en autopista es 100Km/h.

Una vez descrita la normativa y el tipo de inspección de ITV a realizar, a continuación, se describen los distintos documentos y pasos necesarios para la completa legalización de la obra:

- Proyecto Técnico

Este es el principal documento del que consta una camperización. Solo lo puede realizar un ingeniero técnico industrial. Como explica el Manual de Reformas de Vehículos, “deberá identificarse: técnico competente, el vehículo (marca, tipo, variante, denominación comercial, número de identificación, matrícula) y las reformas realizadas”. El contenido mínimo del proyecto deberá incluir: memoria, cálculos justificativos, pliego de condiciones y planos. (Manual de Reforma de Vehículos. 7º edición., 2022)

El contenido del mismo consta de todas las modificaciones llevadas a cabo, así como los cálculos que estas impliquen, incluyendo el nuevo peso y dimensiones de la furgoneta.

- Certificado de Dirección Final de Obra

Suele ir unido al proyecto técnico y en él se detalla que las modificaciones descritas en el proyecto se han realizado conforme lo planificado. Este documento debe realizarlo el mismo ingeniero técnico responsable del proyecto. “Deberá identificarse: técnico competente, el vehículo (marca, tipo, variante, denominación comercial, número de identificación, matrícula y una o varias fotografías del vehículo después de la reforma), reformas realizadas y taller/es donde se ha/n ejecutado la/s reforma/s”. (Manual de Reforma de Vehículos. 7º edición., 2022)

- Informe de conformidad

“Si la transformación de un vehículo implica distintas reformas, el emisor del informe deberá identificarlas mediante los códigos de reformas asignados en este Manual” (Manual de Reforma de Vehículos. 7º edición., 2022). Este informe lo realiza un laboratorio de automóviles, en base al Proyecto Técnico.

- Instalación eléctrica

Si la envergadura de la camperización es notable, esta conlleva una instalación eléctrica a 220V, por lo que en la ITV se deberá presentar un informe adicional en el que se recoja que la instalación cumple con la normativa de baja tensión conforme el Real Decreto 842/2002, que garantice el empleo de materiales de seguridad adecuados y una correcta instalación de fusibles y demás elementos de protección. El informe deberá redactarlo un instalador profesional autorizado.

- Instalación de gas

En caso de que la reforma también incluya instalación de gas butano fija, se requiere otro certificado, también expedido por un instalador de gas autorizado, que la describa según el Real Decreto 919/2002.

- Certificado de Taller (Según modelo del Anexo III del Real Decreto 866/2010)

“Cualquier equipo o sistema modificado, sustituido o incorporado, debe ser identificado indicando sus referencias (marca, modelo, número de homologación o marcaje), si éstas existen, en el informe de conformidad, en el proyecto técnico y en el certificado del taller, debiendo coincidir con la modificación, sustitución o incorporación que se haya realizado”. (Manual de Reforma de Vehículos. 7º edición., 2022). La emisión de este certificado debe hacerla el taller responsable de la reforma. Debe especificar en el apartado de Observaciones la identificación de los equipos o sistemas modificados y especificando antes de su apartado de firma que se garantiza que se cumple lo previsto en el artículo 6 del Reglamento General de vehículos y, en su caso, en el artículo 9 del Real Decreto 1457/1986, de 10 de enero, por el que se regula la actividad industrial en talleres de vehículos automóviles, de equipos y sus componentes, modificado por 455/2010, de 16 de abril.

Estos son todos los documentos que serán necesarios para aprobar la Inspección por Reforma de Importancia con Proyecto en la ITV.

Según lo estipulado en el proyecto técnico, todos los elementos que se instalen en la furgoneta deben tener el marcado CE. De lo contrario, se enfrentarán a mayores dificultades para obtener la homologación correspondiente.



Figura 14. Marcado CE

3.1. Leyes y normativa

- **Manual de reformas de vehículos. 7ª Revisión.**
- Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, que aprueba el Reglamento general de vehículos.
- Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- UNE-HD 60364-5-52:2022. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE-HD 60364-4-43:2024. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-43: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las sobreintensidades.
- UNE-HD 60364-7-721:2020. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-721: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Instalaciones eléctricas en caravanas y caravanas con motor.
- UNE-EN 1648-1:2018. Vehículos habitables de recreo. Instalaciones eléctricas a muy baja tensión de 12 V en corriente continua. Parte 1: Caravanas.
- Normativa autonómica de aplicación.

4. Programa de necesidades

Para la correcta elección del equipamiento, materiales y diseño; es necesario definir las necesidades y requerimientos de nuestra instalación final, así como el uso al que estará destinado.

Es evidente que la función principal de la furgoneta es estar capacitada como una vivienda temporal para un grupo de personas, en nuestro caso será para 2 personas. De las muchas posibilidades por las que se podrían optar, se ha de elegir una que consiga una confortabilidad y funcionalidad adecuadas. Por lo que deberemos elegir una furgoneta de dimensiones grandes y, además, dotarla con equipamiento necesario para ello. Por ende, para albergar unas instalaciones con diversos elementos que faciliten la vida diaria se requiere de bastante espacio. El diseño de la instalación se dimensionará acorde a los días de autonomía que se indican más adelante.

Otro aspecto necesario de nuestra camperización será la posibilidad de mantenerse totalmente erguido en el interior. Solo con una furgoneta con la suficiente altura interior puede permitir esto.

Ahora se detallan las características y equipamiento de la camperización de la furgoneta:

- Instalación eléctrica a 12V. La mayoría de dispositivos funcionaran en esta red de trabajo, acoplada a la propia del vehículo de fábrica.
- Instalación eléctrica a 220V. Esta red suministrará a los equipos de funcionamiento exclusivo en corriente alterna.
- El almacenaje de energía se realiza empleando la batería principal del vehículo y otra auxiliar sobre la que derivará la instalación entera.
- Carga de las baterías estando en marcha y en estacionamiento. Además de posibilidad de conectar a red externa.
- Instalación de control que permita medir, parametrizar y ajustar las variables de distintos puntos de la instalación.
- Equipamiento necesario para todos los aspectos de la rutina diaria en materia de iluminación, cocina, abastecimiento de agua y calefacción.

5. Análisis de alternativas

En este punto del proyecto, se procede a estudiar varias alternativas de solución a distintos aspectos de la camperización, ofreciendo las ventajas e inconvenientes de cada elemento y comparando las distintas casuísticas. Analizaremos cada tema según el orden cronológico de obra:

5.1. Selección de modelo de furgoneta

Este aspecto es el fundamental y más primordial de todos, pues nos determina las capacidades de camperización de nuestro vehículo y, por ende, la complejidad del diseño. También afecta a las dimensiones del habitáculo y la superficie útil.

Como se especifica en el apartado de Programa de necesidades del trabajo, requerimos una furgoneta de los segmentos grandes para poder instalar todo el equipamiento especificado y cumplir con los objetivos de comodidad y calidad. En base a los segmentos analizados en el apartado 2.4, habrá que elegir un modelo de los grupos de Camper Gran Volumen y las Camper GV Extra Grandes. Igualmente, hay que descartar la altura H1 de este grupo porque debe ser posible estar erguido en el interior y esta altura no suele ser mayor de los 166 cm dentro de la zona de carga. Así, los modelos disponibles que satisfacen estas necesidades son los siguientes:

Gran Volumen	L1	L2	L3	L4
H2	✓	✓	✓	✓
H3	x	x	✓	✓

Tabla 2. Combinaciones GV disponibles en el mercado

Tras analizar las medidas totales de los modelos se ha llegado a la conclusión de que dentro de las marcas más comunes existen dos grupos diferenciados. Por una parte las furgonetas Mercedes Sprinter y Volkswagen Crafter tienen medidas similares tanto exterior como interiormente. Por otro lado, están los modelos Peugeot Boxer, Citroën Jumper y Fiat Ducato. Ambos grupos se diferencian en que cada uno comparte plataforma y chasis con sus compañeros de grupo.

Seguidamente, se muestra una tabla comparativa con las medidas en metros de cada modelo:

	H2L2	H2L3	H2L4	H3L3	H3L4
Volkswagen Crafter	Altura: 2,59 Largura: 5,98 Anchura:1,9	Altura: 2,59 Largura: 6,83 Anchura:1,9	Altura: 2,59 Largura: 7,39 Anchura:1,9	Altura: 2,80 Largura: 6,83 Anchura:1,9	Altura: 2,80 Largura: 7,39 Anchura:1,9
Mercedes-Benz Sprinter	Altura: 2,62 Largura: 5,93 Anchura:1,87	Altura: 2,62 Largura: 6,96 Anchura:1,87	Altura: 2,62 Largura: 7,36 Anchura:1,87	Altura: 2,86 Largura: 6,96 Anchura:1,87	Altura: 2,86 Largura: 7,36 Anchura:1,87

Tabla 3. Comparativa dimensiones plataforma grupo 1

	H2L2	H2L3	H2L4	H3L3	H3L4
Fiat Ducato	Altura: 2,52 Largura: 5,41 Anchura:2,05	Altura: 2,52 Largura: 5,99 Anchura:2,05	Altura: 2,52 Largura: 6,36 Anchura:2,05	Altura: 2,76 Largura: 5,99 Anchura:2,05	Altura: 2,76 Largura: 6,36 Anchura:2,05
Peugeot Boxer	Altura: 2,52 Largura: 5,41 Anchura:2,05	Altura: 2,52 Largura: 5,99 Anchura:2,05	Altura: 2,52 Largura: 6,36 Anchura:2,05	Altura: 2,76 Largura: 5,99 Anchura:2,05	Altura: 2,76 Largura: 6,36 Anchura:2,05
Citroen Jumper	Altura: 2,52 Largura: 5,41 Anchura:2,05	Altura: 2,52 Largura: 5,99 Anchura:2,05	Altura: 2,52 Largura: 6,36 Anchura:2,05	Altura: 2,76 Largura: 5,99 Anchura:2,05	Altura: 2,76 Largura: 6,36 Anchura:2,05

Tabla 4. Comparativa dimensiones plataforma grupo 2

Estudiando los datos que arrojan las tablas se puede observar por una parte que los modelos Volkswagen y Mercedes-Benz son más estrechas que sus competidoras del otro grupo. Esto les aporta mayor maniobrabilidad y facilidad a la hora de aparcar. Por otro lado, es importante tener en cuenta que para que una cama de 135 x 180 centímetros quepa adecuadamente, debe ser colocada en sentido longitudinal. El ancho interior de este tipo de furgonetas es de 180 centímetros (sin considerar el aislamiento). Una cama con estas dimensiones sería bastante ajustada y podría

resultar incómoda para personas altas, especialmente porque este espacio se reduce aún más con el recubrimiento de la camper y los aislantes correspondientes. Una ventaja de colocar la cama en sentido longitudinal es que se puede aprovechar el espacio adicional en los laterales para almacenamiento o como mesita de noche. Sin embargo, al optar por esta disposición de la cama, se limitan las opciones a furgonetas de mayor tamaño.

En definitiva, no existen diferencias muy significativas entre los modelos que ofrece cada marca. La única valoración destacable sería el ancho del grupo Volkswagen-Mercedes con respecto al otro grupo, y preferencias personales del usuario en lo que respecta a la fiabilidad y precio de cada marca y modelo. Cabe destacar que este segundo grupo suelen ser modelos más económicos.

5.2. Instalación eléctrica

En este punto del trabajo se abordará la composición de la instalación eléctrica completa y la distribución de los distintos elementos que la forman. Cada proyecto de este tipo puede variar mucho en este aspecto pues, depende en gran medida de las necesidades del usuario y las capacidades de la furgoneta que se vaya a tratar. Podemos hablar de dos tipos de instalaciones:

- Instalación a 12V: Instalación de baja tensión, equipada de serie en el vehículo. No requiere certificado de instalación eléctrica para homologar el proyecto. Es la instalación más simple que se puede diseñar en una camper.
- Instalación a 220V: Instalación de media tensión. Requiere de certificado de instalación eléctrica para la homologación(?). Para incorporar una instalación de estas características es necesaria la incorporación de un inversor de corriente para convertir la tensión de 12 V (DC) a 220 V (AC). Teniendo en cuenta que este dispositivo consume una gran cantidad de energía y puede provocar una descarga rápida de la batería Las viviendas suelen incluir una instalación de estas propiedades.

La mayoría de diseños proponen la combinación de ambas instalaciones. Estos son los más comunes dentro del segmento específico según el programa de

necesidades del apartado 4 de este proyecto. La de baja tensión se emplea para consumibles como las iluminarias, bombas de agua e incluso para la propia señalización e iluminación exterior del vehículo. La instalación de media, se ciñe al uso de cargas que requieren más potencia como pueden ser los enchufes habituales de un domicilio, la cocina o la nevera.

Cualquier voltaje, ya sea media o baja tensión, puede generar altas intensidades y provocar la quemadura de un cable, dando lugar a un incendio indeseado dentro de la furgoneta. Por ello es de vital importancia efectuar la instalación debidamente y con los elementos de seguridad necesarios como fusibles.

Independientemente de la tensión, en toda instalación eléctrica son necesarios una serie de elementos para generar, almacenar, medir y conducir la electricidad. Se describen ahora, explicando también el trabajo que realizan y como deben utilizarse:

5.2.1. Baterías

Sirven como dispositivo de almacenamiento de energía. El vehículo cuenta con su propia batería, la cual se recarga mientras el motor está en funcionamiento a través de un alternador. Este dispositivo aprovecha el movimiento del motor para generar electricidad y almacenarla en la batería principal del vehículo. Para adaptar la furgoneta como camper, es necesario instalar una batería auxiliar o secundaria. Esta batería se utiliza cuando el motor no está en marcha. Su instalación es crucial, ya que el uso de la batería principal mientras el vehículo está apagado agotaría su energía almacenada, lo que impediría arrancar el motor cuando sea necesario. La batería auxiliar se encarga de suministrar energía para las necesidades del usuario mientras el vehículo está estacionado. Al igual que la batería principal, la auxiliar se recarga mediante el alternador, ya que ambas baterías están conectadas entre sí.

- **Batería de plomo-ácido:** Estas baterías están compuestas principalmente por placas de plomo sumergidas en una solución de ácido sulfúrico (electrolito). Son populares debido a su costo relativamente bajo, disponibilidad generalizada y capacidad para proporcionar la corriente necesaria para arrancar el motor de un automóvil. No se aconseja su instalación en un proceso de camperización porque en cada ciclo de carga/descarga emiten gases perjudiciales para la salud.

- **Batería de litio:** Las baterías de ion de litio están ganando popularidad en la gran mayoría de vehículos dado su tamaño compacto, a pesar de su mayor coste y una durabilidad menor que el resto de baterías del mercado.
- **Batería de Gel:** Aunque son bastante costosas, son las más duraderas de la competencia. Funcionan muy bien a temperaturas extremas. El inconveniente radica en que no son capaces de cargarse mediante el alternador del vehículo si no se emplea un transformador de corriente que ajuste al punto óptimo de su funcionamiento.
- **Baterías de AGM:** Las baterías de AGM son un tipo de baterías de plomo-ácido selladas. Estas son muy seguras porque aguantan muy bien los ciclos de carga y descarga y, además, resisten muy bien las vibraciones. Todo esto junto a un muy bajo coste en mantenimiento debido al sellamiento, las hace las baterías idóneas para vehículos recreativos.
- **Baterías LiFePo4:** También conocidas como litio ferrofosfato, constituidas por celdas de distinto voltaje que, unidas una a una en serie, conforman baterías de 12, 24 o hasta 48 voltios. Estas baterías sobresalen con respecto a las anteriormente mencionadas por diversas características:

Baterías LiFePo4 vs Monoblock		
	LiFePo4	Plomo-Ácido / AGM / GEL
Tamaño y peso	TRES veces menos las baterías LiFePo4	
Profundidad de descarga	80%	50%
Estabilidad del voltaje	Por encima de 12V hasta el 20% de SOC	Por encima de 12V hasta el 40% de SOC
Ciclos de carga/descarga	4.500 ciclos al 80% DOD 10.000 ciclos hasta al 50% DOD	675 ciclos al 80 % DOD 1.150 ciclos al 50% DOD

Máxima corriente carga/descarga	Hasta 1C	Hasta 0.2C
Temperatura óptima de trabajo	Entre 15°C y 35 °C	Entre 20°C y 25°C

	Capacidad	Dimensiones (largo x ancho x alto)	Peso
AGM	100 Ah	34 x 17 x 23	28 kg
LiFePo4	105 Ah	15 x 13 x 20	8 kg
AGM	160 Ah	51 x 19 x 22	39 kg
LiFePo4	150 Ah	27 x 17 x 15	14 kg
AGM	250 Ah	51 x 27 x 24	59 kg
LiFePo4	280 Ah	28 x 17 x 20	23 kg

Tabla 5. Comparativa tipos de baterías auxiliares

Cabe destacar que todas las celdas de la batería están controladas por una placa electrónica llamada BMS, esta placa recopila la información y la previene frente a sobretensiones, subtensiones y altas corrientes, e incluso la podemos monitorear desde un dispositivo móvil.

Cuando hablamos del consumo energético de una camper, puede haber casos en los que se requiera una batería de gran capacidad para poder dotar a la camperización de una autonomía decente. Sin embargo, en algunos diseños de furgonetas no tan grandes puede que estas baterías, dadas sus dimensiones, no sean viables o simplemente por precio mucha gente se decante por otra alternativa como elegir una más pequeña y conectarlas en paralelo. Existen dos formas para el conexionado entre baterías: en serie o en paralelo. Para aclarar las diferencias entre ambas veamos ambos casos.

- **Conexión en serie**

Este tipo de conexión se basa en unir el polo positivo de una batería con el negativo de la siguiente y se repite el proceso según el número de baterías que se necesiten.

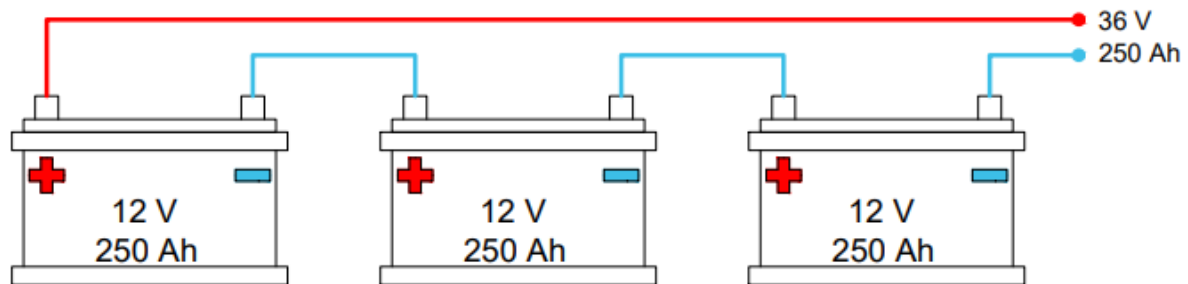


Figura 15. Esquema de conexión en serie

Si analizamos el circuito mostrado en la Figura 15 podemos apreciar que las intensidades y capacidades que recorren la rama se mantiene constante aunque en el caso de la tensión se van sumando los potenciales de cada batería pues, en este caso, la suma de las tres baterías de 12 V nos daría 36 V mientras que la capacidad del sistema seguiría siendo 250 Ah.

Los sistemas fotovoltaicos suelen emplear mucho este diseño pues en ellos toda la instalación se monta en 24 V, pero en camperizaciones, lo más común son circuitos de 12 V, por lo que la conexión de baterías en serie no suele tener mucho efecto.

- **Conexión en paralelo**

Para la realización de una conexión en paralelo se ha de unir todos los polos positivos por un lado y todos los negativos por otro:

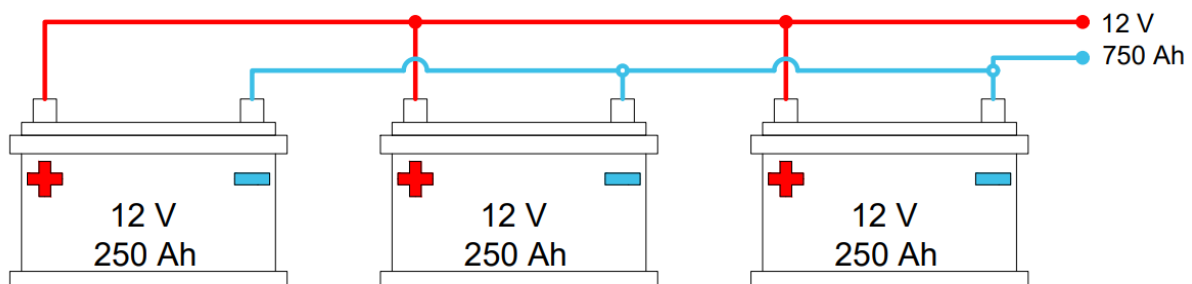


Figura 16. Esquema de conexión en paralelo

Al contrario que ocurre con el conexionado en serie, en estos circuitos la tensión suministrada por cada batería no afecta al sistema, manteniéndose esta constante. Por otra parte, las capacidades se suman. En el circuito mostrado se triplica la capacidad total. Esto es lo más común en camperizaciones de furgonetas porque empleando baterías más pequeñas y baratas conseguimos prestaciones muy buenas. A pesar de ofrecer esta posibilidad, hay precauciones a tomar con este tipo de conexión.

Todas las baterías, aunque muy pequeña, presentan una resistencia interna. Además, el funcionamiento de las baterías consiste en reacciones químicas y como todo en la naturaleza, ninguna es igual. Es por ello que, aunque instalemos el mismo modelo de la misma serie del mismo fabricante, esta resistencia interna será distinta. Estas resistencias rondan valores de los 10 mΩ. Si a ello le sumamos la resistencia interna propia de los cables (que son aún menores) podrían parecer valores insignificantes, aunque como veremos más adelante, pueden provocar efectos indeseados en la instalación.

En la siguiente figura se muestra la conexión más típica para el conexionado de baterías en paralelo:

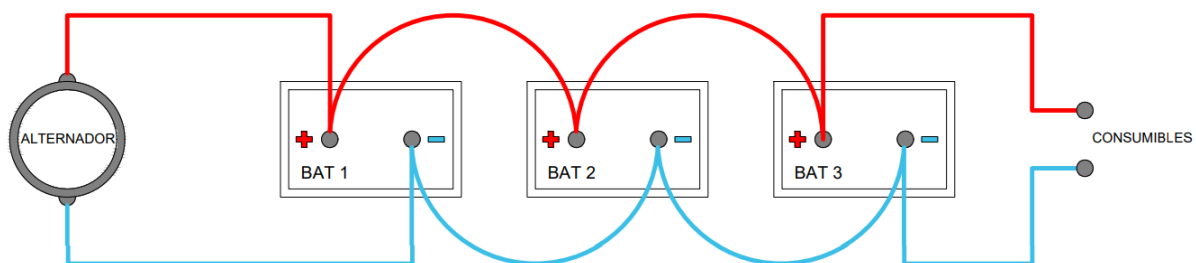


Figura 17. Conexión más común de baterías en paralelo

Teniendo en cuenta que cada cable con sus terminales y tornillos poseen una resistencia, ya podemos darnos cuenta de que la última batería (BAT 3) recibirá menos corriente que la primera que se encuentra desde el alternador, entonces se cargará menos que las demás. También, si conectamos las cargas consumirán más energía de la batería 3 puesto que se encontrarán menos camino que para las otras dos. En definitiva, la batería número 3 se carga menos y es la que más energía entrega. Por tanto, será la primera en morir de la instalación porque está sometida a unos ciclos de carga y descarga más agresivos.

Vamos a mostrarlo mejor con un ejemplo

Se disponen 3 baterías de 12 V en paralelo:

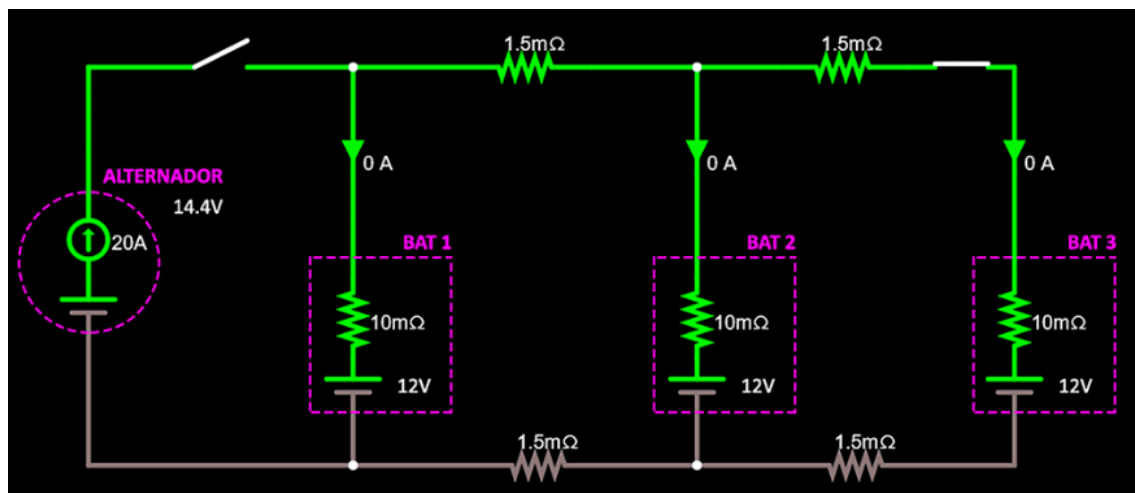


Figura 18. Circuito ejemplo baterías en paralelo

Tras el arranque de nuestro motor el alternador se conecta y comienza a cargar nuestras generando una tensión de 14.4 V. Ya en este primer paso se ven las diferencias. A cada batería le llegan intensidades diferentes debido a la resistencia interna tanto de baterías como de cableado.

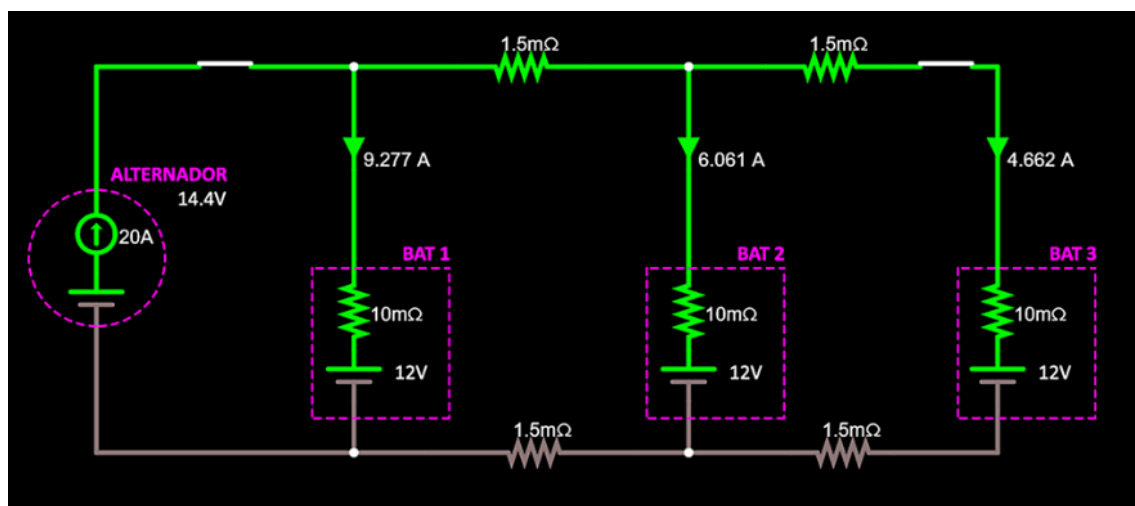


Figura 19. Carga desigual de baterías en paralelo

Tras un tiempo de carga procedemos a parar la furgoneta y el alternador se desconecta. Al haberle llegado una corriente distinta a cada batería estas tienen cargas desiguales (12.8 V, 12.5 V y 12.3 V). Esto provoca caídas de tensión distintas en cada rama y se producen corrientes de desequilibrio que pretenden igualar las tensiones de las baterías.

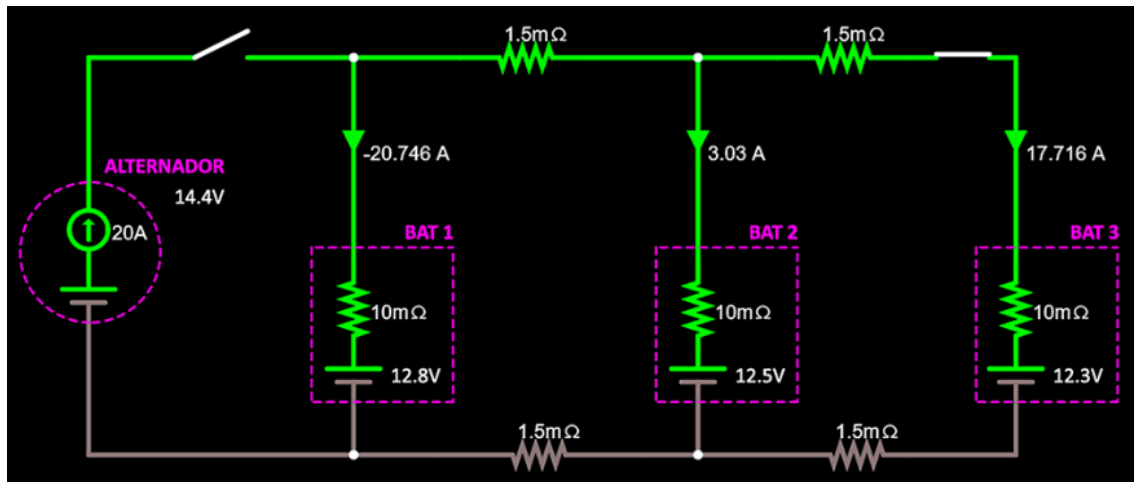


Figura 20. Generación de corrientes de desequilibrio entre baterías

De igual forma si conectamos un consumo al sistema por mucho que la carga sea la misma podemos ver como se generan demandas de intensidad distintas debido a la resistencia que encuentra la carga al paso de cada batería.

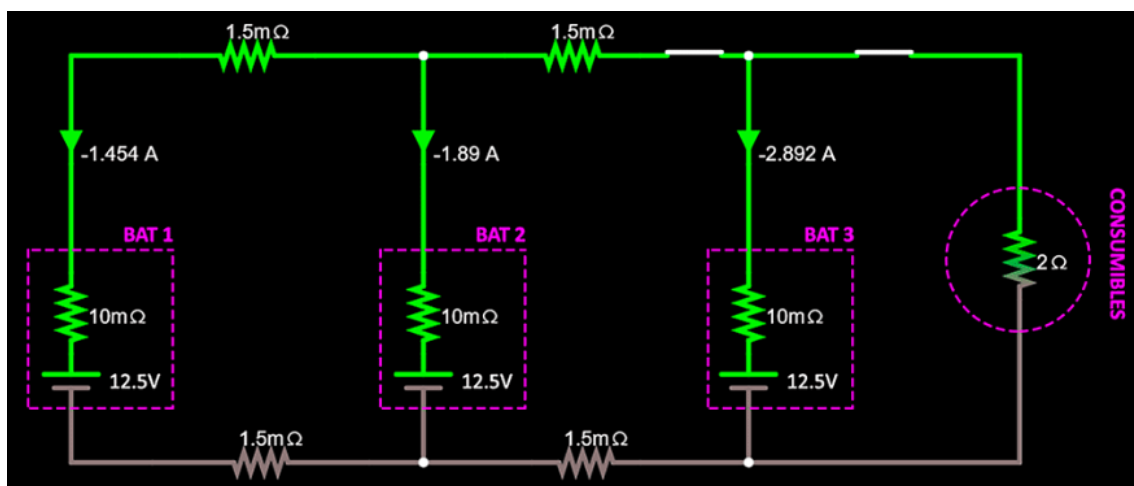


Figura 21. Demandas distintas a cada batería

Este hecho nuevamente provoca una descompensación en las baterías que, junto con la carga descompensada, puede provocar que la batería en ocasiones incluso llegue a demandar energía a las demás en lugar de suministrarla:

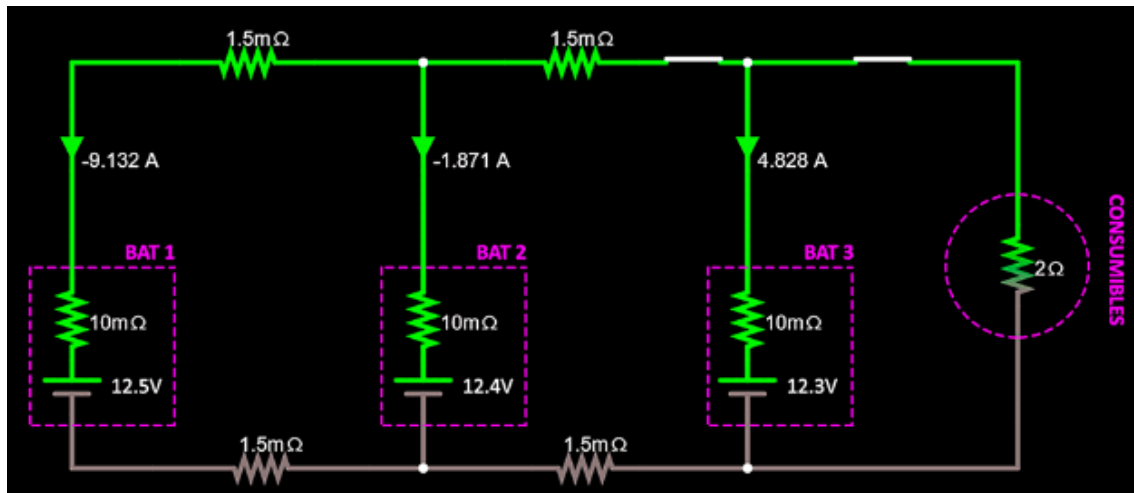


Figura 22. Batería demandando energía a las demás

A la vista del ejemplo de la Figura 22. Batería demandando energía a las demás, y en una distribución como la mostrada, la batería número 3 (BAT 3) es la que más sufre. Tanto en la carga como en la descarga. Estos ciclos de carga/descarga tan acusados reducirán notoriamente la vida de nuestra batería.

Yendo más allá, estos detalles no solo influyen de la forma que hemos mencionado. Indirectamente tienen otras adversidades como el calentamiento de cables. Este calentamiento es producido por la descompensación de cargas y la consecuente intensidad elevada generada, pudiendo llegar a provocar un incendio.

Además, las baterías están compuestas por una sucesión en serie de celdas de 2 V unidas formando un bloque con dos terminales. Si una de estas celdas falla, la batería estará a 10 V. Generando grandes demandas de corriente en las celdas contiguas y 'sanas'.

En definitiva: mejor solución colocar una sola batería de más capacidad que instalar varias en paralelo.

A pesar de toda la información recabada anteriormente, Puede haber casos en los que sea imposible instalar una batería de las características requeridas y no quede otra opción para la realización del proyecto camper el conexionado en serie. Vamos a mostrar la manera más eficiente para evitar algunos de los contras que se producían.

Bajo ningún concepto se debe:

- Combinar baterías de distinta tecnología (Plomo, Gel, AGM...)
- Combinar baterías de distintas capacidades.
- Combinar baterías de distintos fabricantes.
- Mezclar baterías viejas y nuevas.

Conexión óptima 1: banco de baterías en paralelo

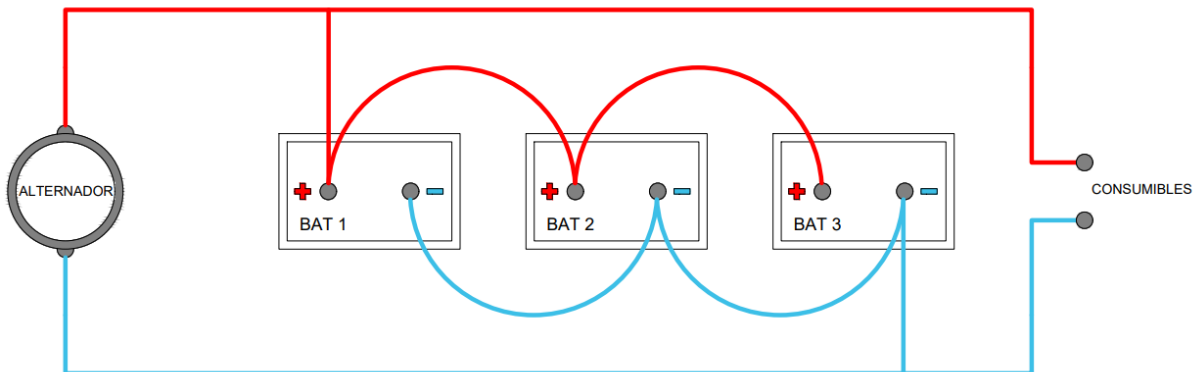


Figura 23. Conexión mejorada de baterías en paralelo

Aquí el camino que tiene que recorrer la corriente entre cada una de las baterías y el alternador/cargas es el mismo.

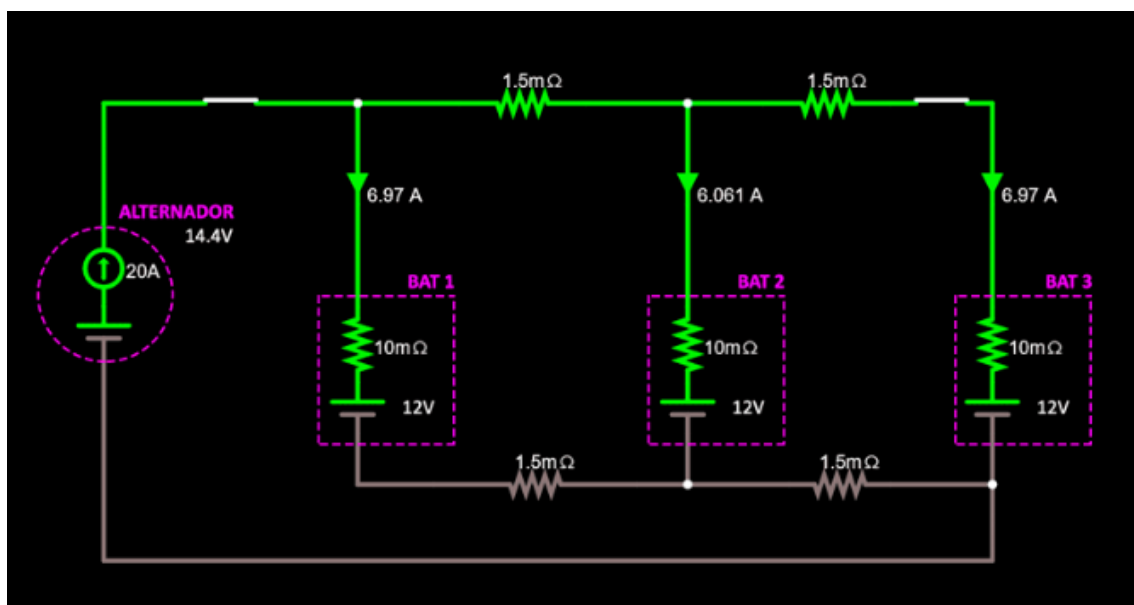


Figura 24. Circuito conexión mejorada

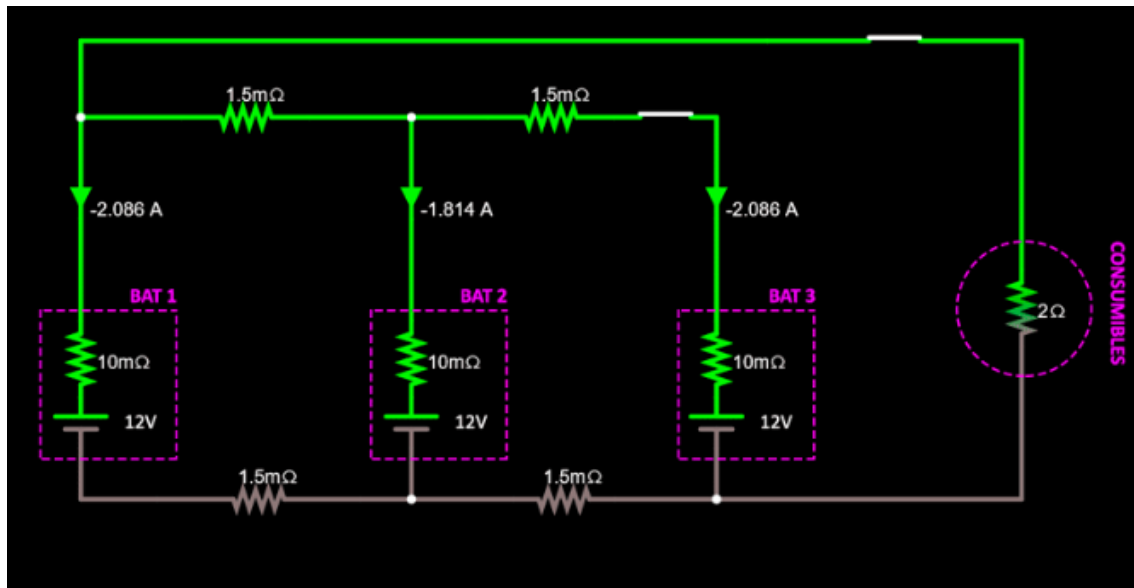


Figura 25. Pérdidas en conexión óptima

A pesar de haber mejorado mucho con respecto al caso anterior, se sigue apreciando una diferencia de corriente en la rama de la segunda batería.

Conexión 2: banco de baterías en paralelo

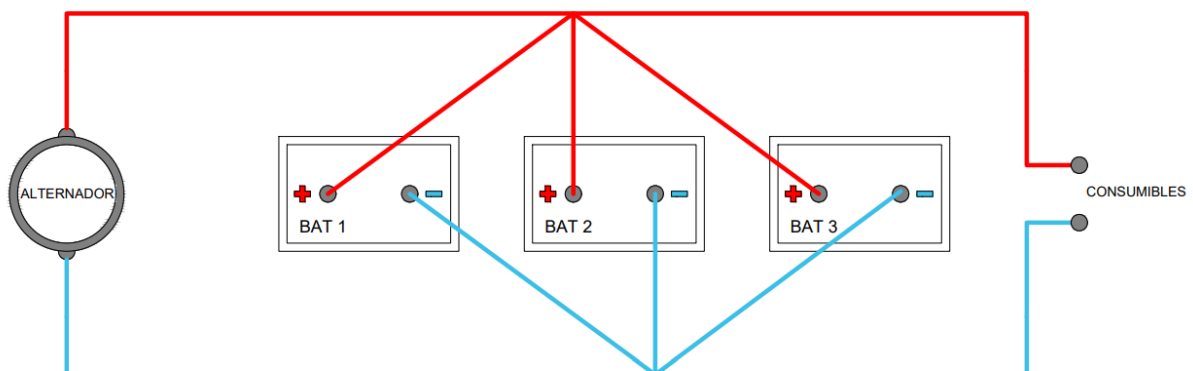


Figura 26. Conexión en paralelo óptima

En este caso la corriente que circula por cada rama es la misma. Este sistema ya es bastante estable. La única pega que puede tener recae en las conexiones entre baterías debido a los tornillos y terminales de cada una.

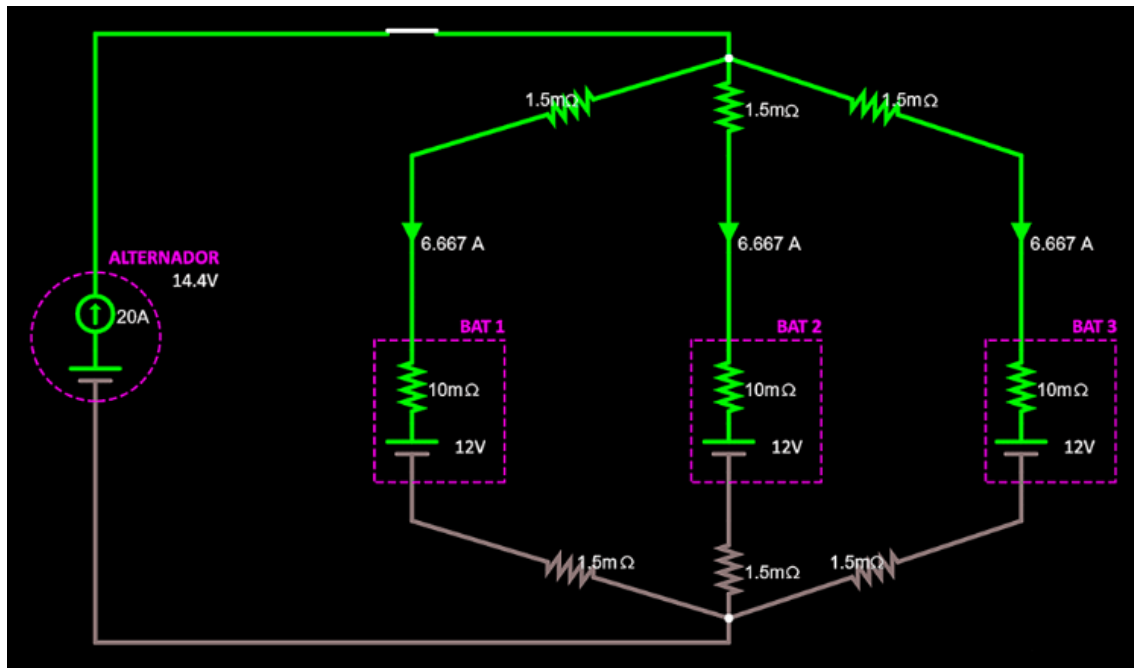


Figura 27. Pérdidas mínimas en conexión óptima

Conexión óptima de dos baterías en paralelo

Una camper no suele requerir tanta energía eléctrica como para necesitar más de dos baterías. Por eso es lo más común de encontrar en la mayoría de instalaciones en paralelo. En este caso, la mejor distribución es como en el primer esquema mostrado en la Figura 28:

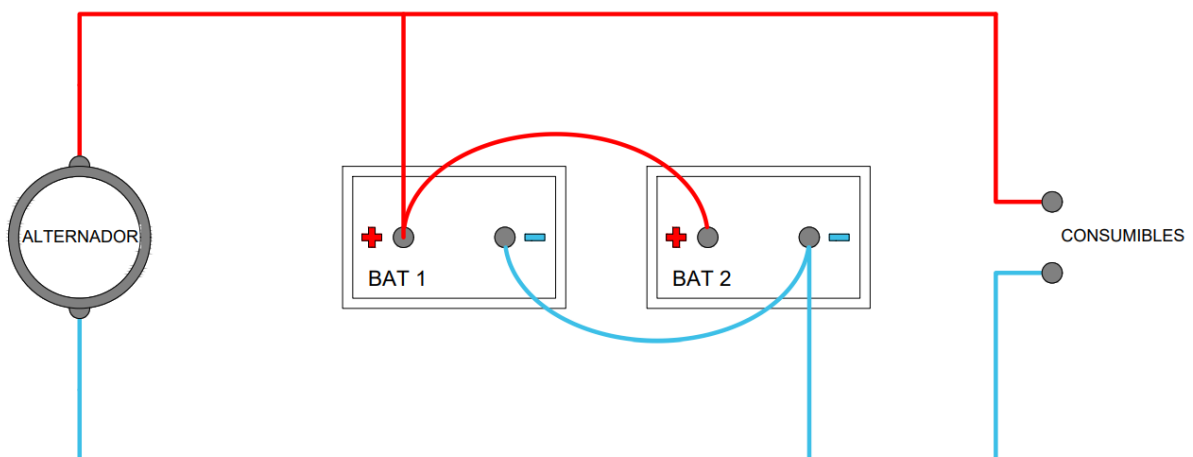


Figura 28. La mejor conexión en paralelo para DOS baterías

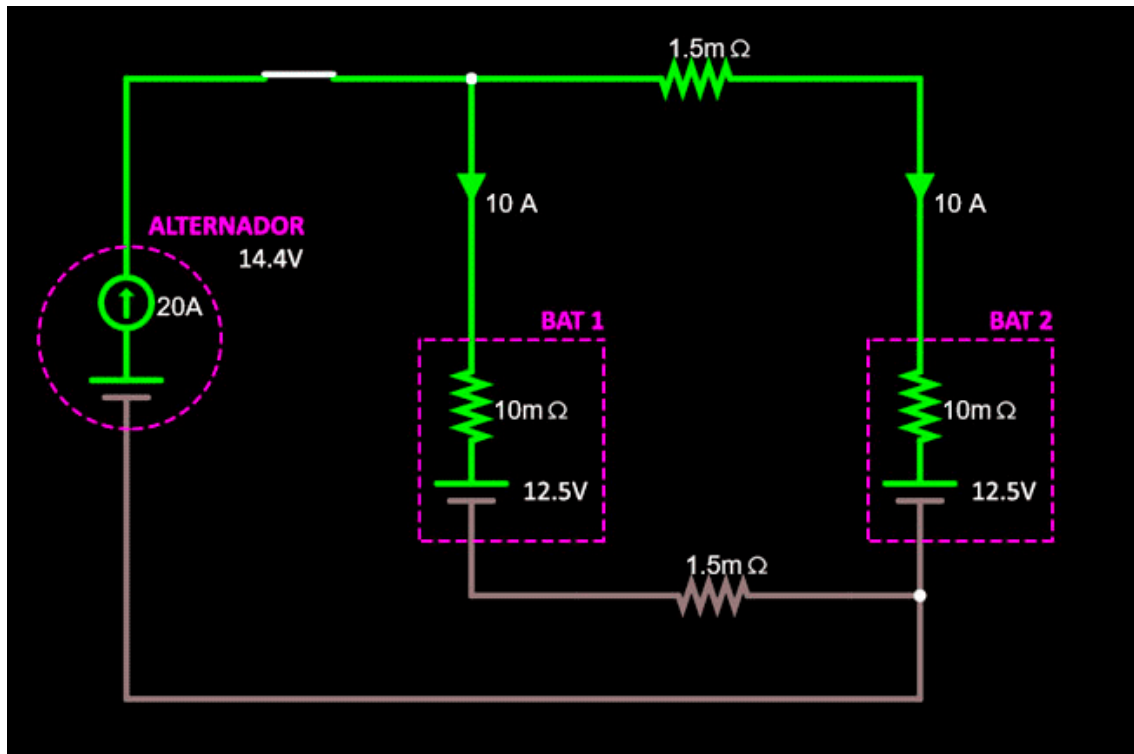


Figura 29. Carga de conexión óptima de dos baterías en paralelo

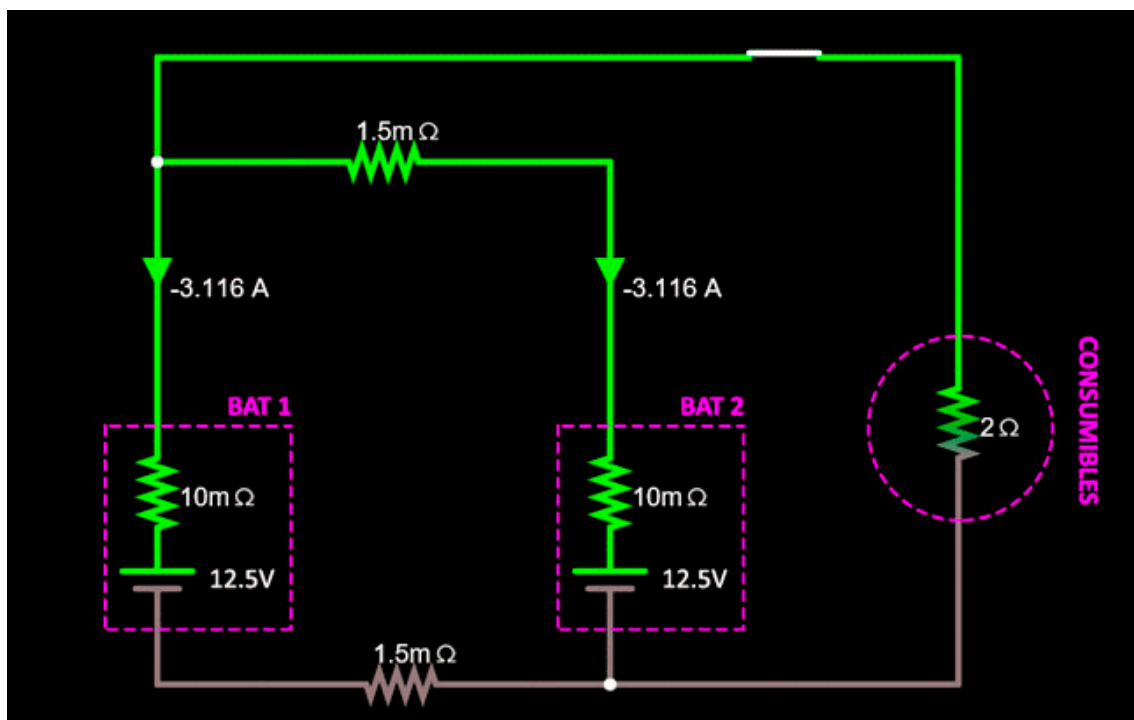


Figura 30. Descarga de conexión óptima de dos baterías en paralelo

Un plus que se podría añadir a este sistema sería conectar las baterías tanto a la carga del alternador como a la descarga en los consumibles con puentes de diodos para así aislar físicamente las baterías entre sí. De este modo ya no deberíamos tener

mucho problema, pero a la vista está que es una solución más costosa y compleja de montar.

5.2.2. Relé separador frente al Booster

Los relés son dispositivos que tienen la función de gestionar cómo se utilizan las baterías, actuando como un interruptor para controlar su carga. Su operación implica activar o desactivar el flujo de electricidad de las baterías, con el objetivo de prevenir el agotamiento de la batería principal:

- A-** Mientras el alternador esté en operación, es decir, cuando el vehículo esté en movimiento, el relé facilita la conexión entre ambas baterías, tanto la principal como la auxiliar. Esto significa que el alternador, que está conectado a la batería principal, cargará ambas baterías simultáneamente.
- B-** Cuando el motor está apagado, el relé interrumpe el flujo de electricidad desde la batería principal y solo permite el uso de la batería auxiliar. De esta manera, si la batería se descarga mientras el vehículo está estacionado, no hay inconvenientes, ya que solo se descarga la batería secundaria que alimenta los dispositivos electrónicos, sin afectar el funcionamiento del motor.

El relé se puede instalar automático o manual:

- **Relé manual:** Este relé cuenta con cuatro terminales, dos de los cuales se emplean para el flujo de corriente, mientras que los otros dos se destinan a la activación manual del circuito. Se requiere un impulso eléctrico para activar el relé y permitir la conexión entre las baterías. A pesar de ser más económicos, estos relés son menos convenientes debido a que su activación manual puede ocasionar problemas técnicos debidos al factor humano.



Figura 31. Relé manual

- Relé automático: Este tipo de relés opera mediante la detección de la corriente de entrada. Funciona con un umbral de voltaje, activándose cuando la corriente supera este umbral y desactivándose cuando desciende por debajo del mismo. Por ejemplo, si el umbral del relé es de 13 V, cuando el alternador del vehículo se activa al arrancar, genera una tensión superior a 13 V, lo que activa el relé y permite el flujo de corriente. Sin embargo, cuando el motor se apaga, la tensión desciende por debajo de los 13 V, lo que apaga el relé. Aunque este tipo de relé es menos económico, es más adecuado para una furgoneta camper debido a su capacidad de activarse automáticamente según las condiciones de voltaje.



Figura 32. Relé automático

Estos dispositivos son los más extendidos dentro del sector por su coste tan barato. Aunque, presentan ciertos problemas que a priori no son muy relevantes aunque a la larga si pueden tener un efecto contundente en el sistema eléctrico.

Previamente se ha descrito el funcionamiento básico del alternador del vehículo. Al arrancar, este genera una tensión constante de entre 14.2 V y 14.4 V según el modelo. El inconveniente está en que la intensidad que produce depende de las revoluciones del motor, es decir, es variable. Y esto produce la sulfatación de la batería auxiliar, provocando un envejecimiento prematuro de esta. Además, el regulador del alternador no realiza etapas de carga idóneas para las baterías puesto que está diseñado para la alimentación de la batería principal de arranque que tiene un nivel de descarga muy bajo. Para entender mejor este último punto vamos a detallar mejor las etapas de carga de una batería:



Figura 33. Diagrama etapas de carga de baterías

Etapas de carga inicial (Bulk): En esta primera etapa se abastece la batería con la máxima intensidad posible de manera que el voltaje aumente rápidamente hasta que alcance los 12.5 V aproximadamente, posteriormente aumenta paulatinamente hasta un primer límite de voltaje. En dicho límite la batería ya se encuentra cargada un 80-90%. Alcanzado este punto el suministro de corriente de carga se reduce drásticamente, alcanzando en ese momento un potencial que ronda los 14.6 V según el modelo.

Etapas de Absorción: En esta fase la corriente disminuye lentamente hasta que se alcanza una carga completa, trabajando al voltaje alcanzado en la etapa anterior (límite de absorción). Es de vital importancia conocer los valores de voltaje exactos indicados por el fabricante. La finalidad de esta etapa es recuperar el electrolito que se haya podido consumir en procesos de descarga profunda mientras la batería suministraba energía. Así pues, en baterías que hayan sufrido una descarga profunda prolongada, esta fase de absorción requerirá más tiempo para asegurarnos de una completa recuperación.

Etapas de Flotación: En este momento la carga de la batería está al 100% y se suministra una corriente mínima que compense la auto descarga propia que presenta la batería en reposo para mantenerla al 100% de capacidad. En esta fase se trabaja con diferencias de potencial muy bajas y constantes.

Etapas de Ecualización: Esta etapa solo se utiliza en baterías abiertas y en el caso de los vehículos de recreo no es posible su uso. En las baterías selladas esta fase no se debe realizar. (AutoSolar, 2024)

Una vez analizados los ciclos de carga de las baterías se puede concluir que los relés, a cambio de su bajo coste, pueden repercutir en la vida de la batería puesto que el relé da paso al alternador sin tener en cuenta la demanda de corriente en ninguna de las tres etapas. Es por ello que se puede considerar la opción de instalar un transformador de carga, también llamado **Booster**.

- **Booster:** Este dispositivo no es más que un regulador de carga al que le llegan unos valores de tensión y corriente del alternador y, conociendo la carga total de la batería auxiliar, se encarga de realizar las diferentes etapas de carga.

En definitiva, las ventajas de los relés recaen en su abaratado coste y la simpleza de su instalación. Por contra, hemos estudiado los problemas que estos pueden acarrear a nuestra batería auxiliar. El Booster nos satisface dicha necesidad, pero tiene un precio mucho mayor y su sistema es más complejo. Aun así, es muy probable que el empleo del booster sea más económico a lo largo del tiempo dado que la batería, que es otro elemento de la instalación bastante caro, pueda aguantar bastante más tiempo.

5.2.3. Display de control y automatización

Estos dispositivos ofrecen datos sobre el sistema electrónico. Estos elementos varían en complejidad y a su vez en precio. Hay desde simples LEDs indicadores de la tensión y carga de las baterías hasta pantallas que permiten monitorear la instalación completa. Los indicadores LED más elementales solo nos permiten ver ciertos rangos de carga por lo que no son una opción muy recomendable.



Figura 34. Displays LED de distintos sensores

Estos displays de carga normalmente reproducen la carga de la batería midiendo el voltaje que esta entrega pero realmente esto es un error porque la resistencia interna de la batería va variando con el tiempo y aunque entregue un voltaje determinado no pueden saber la carga real sin conocer el valor de la resistencia. La solución consiste en hacer pasar la corriente directamente a través de los aparatos mediante unos terminales denominados Shunt. Hay ciertos monitores que incorporan esta opción. Se pueden encontrar en pantallas LCD que brindan más información sobre el sistema y permiten ajustar algunos parámetros para mantener las baterías en un correcto funcionamiento.



Figura 35. Pantallas LCD de estado de baterías

Las últimas opciones analizadas dan más juego a la hora de controlar la batería y poder configurar varios parámetros, no obstante, se puede llegar mucho más lejos en ese aspecto. Las centralitas son lo último del mercado en cuanto a control electrónico de camperizaciones. Son dispositivos que poseen una CPU integrada que, junto con las entradas y puertos para conectar dispositivos asociados y sensores, permiten parametrizar y controlar prácticamente la instalación completa del vehículo.



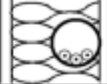
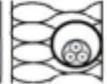
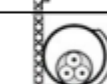
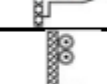
Figura 36. Centralitas de estado de sistema electrónico completo

Estos métodos son beneficiosos para monitorear tanto la batería principal como la auxiliar, lo que ayuda a prevenir su descarga excesiva si se utiliza con frecuencia durante el estacionamiento. No solo permiten parametrizar la batería. Mediante conectores de datos se sincronizan con otros dispositivos como pueden ser los reguladores de carga de la batería o el inversor y así poder ajustar a la perfección el sistema completo en función de las necesidades del momento. Eso sí, todas estas opciones conllevan una inversión importante aunque, a la larga, puede conllevar una amortización en cuanto a vida útil de elementos muy importantes.

5.2.4. Cableado

Los cables son esenciales para conectar todos los componentes del sistema eléctrico, facilitando el flujo de corriente de uno a otro. En este aspecto no hay mucha alternativa, debemos elegir la opción más asequible pero siempre cumpliendo la normativa. Es crucial seleccionar la sección adecuada para cada cable, lo cual se refiere al diámetro mínimo necesario para evitar sobrecalentamientos y garantizar que el cable pueda soportar la corriente que pasa a través de él. Para cada tipo de cable y grosor específico, existe una capacidad máxima de tensión que puede ser transportada de manera segura. De acuerdo con las normas UNE-HD 60364-5-52 y UNE 21144, se muestran a continuación varias tablas que establecen los límites de intensidad en función del método de instalación de referencia y tanto material como número de conductores empleados:

TABLA B.52-1 (UNE-HD 60364-5-52: 2014) Métodos de instalación de referencia

Instalación de referencia			Tabla y columna			
			Intensidad admisible para los circuitos simples			
			Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR	
			Número de conductores			
			2	3	2	3
	Local Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 7b	Tabla C.52-1 bis columna 6b
	Local Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 2	Tabla C.52-1 bis columna 6b	Tabla C.52-1 bis columna 5b
	Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 10b	Tabla C.52-1 bis columna 8b
	Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 8b	Tabla C.52-1 bis columna 7b
	Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 11	Tabla C.52-1 bis columna 9b
	Cable multiconductor en conductos enterrados	D1	Tabla C.52-2 bis columna 3	Tabla C.52-2 bis columna 4	Tabla C.52-2 bis columna 5	Tabla C.52-2 bis columna 6
	Cables con cubierta unipolares o multipolares directamente en el suelo	D2				
	Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E	Tabla C.52-1 bis columna 9a	Tabla C.52-1 bis columna 7a	Tabla C.52-1 bis columna 12	Tabla C.52-1 bis columna 10b
	Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F	Tabla C.52-1 bis columna 10a	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 13	Tabla C.52-1 bis columna 11
	Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	G	Ver UNE-HD 60364-5-52			

XLPE: Polietileno reticulado (90°C) EPR: Etileno-propileno (90°C) PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

Cobre: $\rho_{20} = 1/56 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$; Aluminio: $\rho_{20} = 1/35 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$

$$\rho = K_{\theta} \cdot \rho_{20}$$

Para el cobre y el aluminio: $\theta = 70^{\circ}\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,20$; $\theta = 90^{\circ}\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,28$

POTENCIAS NORMALIZADAS DE TRANSFORMADORES (EN KVA):

5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000

FACTORES DE MAYORACIÓN K_{θ} : 1,25 para motores y 1,8 para lámparas de descarga

Figura 37. Métodos de instalación según UNE-HD 60364-5-52:2014

TABLA C.52-1 bis (UNE-HD 60364-5-52: 2014)
Intensidades admisibles en amperios Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Método de instalación de la tabla B.52-1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																	
	A1	PVC 3	PVC 3	PVC 2				XLPE 3		XLPE 2								
A2	PVC 3	PVC 2			XLPE 3		XLPE 2											
B1				PVC 3		PVC 2				XLPE 3					XLPE 2			
B2			PVC 3	PVC 2				XLPE 3		XLPE 2								
C						PVC 3			PVC 2			XLPE 3				XLPE 2		
E							PVC 3				PVC 2				XLPE 3		XLPE 2	
F									PVC 3					PVC 2			XLPE 3	XLPE 2
1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
Sección mm ²																		
Cobre																		
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	—
2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	—
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	—
6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	—
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	—
16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	—
25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
35	—	—	—	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
50	—	—	—	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
70	—	—	—	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
95	—	—	—	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
120	—	—	—	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
150	—	—	—	—	—	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
185	—	—	—	—	—	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
240	—	—	—	—	—	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617
Alu- minio																		
2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	—
4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	—
6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	—
10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60	—
16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	—
25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110
35	—	—	—	74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136
50	—	—	—	90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167
70	—	—	—	115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215
95	—	—	—	140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262
120	—	—	—	161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306
150	—	—	—	—	—	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353
185	—	—	—	—	—	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406
240	—	—	—	—	—	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427	482
Aislamientos termoestables (90°C)										Aislamientos termoplásticos (70°C)								
XLPE: Polietileno reticulado					EPR: Etileno-propileno					PVC: Policloruro de vinilo								

Figura 38. Intensidades admisibles cableado según UNE-HD 60364-5-52:2014

De nuevo, dependerá del precio que se desee gastar en cuestión de seguridad para este aspecto, pero siempre cumpliendo con lo mínimo exigible por la normativa. Lo más común por su relación precio-seguridad es la instalación de cables sueltos con un aislamiento de PVC. En este caso habría que consultar la fila 'F' y la columna de intensidades será la '10a', en cables de cobre.

También hay que tener en cuenta algunos coeficientes de calentamiento debido a la densidad de corriente máxima. Como suposición trataremos que la temperatura de sobrecalentamiento no supere los 15°C para una temperatura de 50° en el exterior. Obteniendo una total de 65° la cual es suficientemente baja. De acuerdo con el reglamento 'UNE – 21144: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible a carga 100%. Y cálculo de pérdidas.', se emplea la siguiente fórmula para dar intensidades máximas de cada sección normalizada de cobre:

$$S = \frac{2L * I}{56 * \%cdt} \quad \dots(1)$$

Donde:

- S = Sección del conductor
- L = Longitud del conductor
- I = Intensidad máxima de circulación
- 56 es una constante de resistividad para el cobre
- %cdt es la caída de tensión admisible que estipulemos para el circuito

SECCIÓN (mm ²)	DENSIDAD (A/mm ²)	AMPERIOS MAX (A)	FUSIBLE MAX (A)
1.5	10	15	15
2.5	9	22	20
4.0	8	32	35
6.0	7	42	40
10	6	60	63
16	5	80	80
25	4	100	100
35	3.5	123	125
50	3	150	160

Tabla 6. Secciones comerciales cableado e intensidades admisibles

Esta tabla es solo orientativa pues la sección exacta de conductor dependerá de la disposición de los elementos para así saber la longitud de cable que se va a necesitar y la consiguiente caída de tensión producida. Este hecho carece de

importancia en corriente alterna pues las pérdidas de potencial en AC son muy bajas en tiradas de cable tan cortas.

Como ya se ha comentado, cuando se intenta llevar una corriente alta a través de un cable de bajo grosor, existe el riesgo de sobrecalentamiento del cable y, en consecuencia, el riesgo de incendio. Para prevenir este problema, es crucial instalar fusibles en el circuito eléctrico. Un fusible es un dispositivo de seguridad diseñado para proteger el cable contra el sobrecalentamiento. Consiste en una pieza pequeña con una lámina de metal de bajo punto de fusión. En caso de aumento repentino de la corriente, el metal del fusible se fundirá, interrumpiendo el flujo de corriente en el cable al que está conectado, lo que evita que se sobrecaliente. Es importante que los fusibles estén calibrados para soportar una corriente igual o menor que la capacidad del cable que protegen.

5.2.5. Consumibles

Los consumibles son dispositivos que se conectan al sistema eléctrico de la furgoneta, incluyendo los enchufes a los que se conectan. A continuación, se presenta una lista de los consumibles más utilizados en las camperizaciones:

- Tomas de corriente: puertos USB, tomas de mechero, enchufes, tomas convencionales.
- Inversor de corriente: un inversor o convertidor de corriente sirve para transformar la corriente de 12 V que tiene la instalación eléctrica en una tensión de 220 V. Una tensión de 220 V es la utilizada para la mayoría de los aparatos eléctricos de una vivienda, por lo que el inversor permite conectarlos a la instalación si fuese necesario. Los hay de dos tipos: onda senoidal pura y de onda rectificada. Los últimos emplean una onda cuadrada rectificada que intenta imitar la senoide pura, pero solo sirven para ciertos aparatos simples como la iluminación o la TV. Evidentemente son mucho más baratos que los primeros, sin embargo por su poca usabilidad no suelen estar muy extendidos.
- Calefacción estacionaria: Es un sistema de calefacción independiente del sistema de serie que funciona empleando combustible del vehículo o gas.

- Luces: En prácticamente la totalidad de proyectos se utilizan las luces LED por su bajo consumo y alta eficiencia. Normalmente se conectan a la red de 12V.
- Nevera: Suele ser una de las cargas que más consume debido a su largo tiempo de funcionamiento (aproximadamente un tercio del día, unas 8 horas)
- Bomba de agua: No suelen tener un consumo excesivo y además, no es común su funcionamiento durante largos periodos de tiempo.

5.2.6. Conexión y carga externa

Hay otras opciones disponibles para recargar la batería además de depender exclusivamente del alternador del vehículo. Estas opciones incluyen la conexión a una fuente externa de energía y el uso de paneles solares.

- Conexión externa: Este método implica instalar una toma de corriente externa en la furgoneta para conectarla a una fuente de carga externa, como las disponibles en campings. La toma de corriente externa de la furgoneta funciona a 220 V, por lo que se requiere instalar un diferencial de protección y un cargador conectado a la batería auxiliar para transformar la tensión de 220 V a 12 V.
- Placas solares: Una alternativa adicional para cargar la batería es mediante placas solares, que suelen actuar como una carga secundaria, complementando la carga principal proporcionada por el alternador. Estas placas ayudan a mantener la carga de la batería auxiliar cuando el motor está apagado, representando una opción favorable al aprovechar una fuente de energía limpia y autónoma. Existen dos tipos de placas: policristalinas y monocristalinas. Las primeras son ideales para climas cálidos puesto que rinden mejor a temperaturas altas y absorben muy bien la luz solar directa. Por el contrario, las monocristalinas funcionan mucho mejor en ambientes fríos y nublados. Absorben estupendamente la radiación solar pero el sobrecalentamiento les afecta en exceso.

En la actualidad es casi obligado el empleo de placas solares en cualquier camper para tener más autonomía cuando están en la intemperie. Por eso, la mejor solución consiste en instalar la combinación de ambos métodos.

5.3. Climatización

Todo buen proyecto camper debe ir acompañado de un sistema de frío y calor eficiente y que realmente proteja de las adversidades climáticas del entorno puesto que estos tipos de vehículos recreativos permiten hacer viajes en cualquier época del año y en cualquier zona geográfica. Antes de analizar los tipos de climatizaciones cabe decir que la forma más primordial y que está por encima de cualquier sistema alternativo es un buen aislamiento. De nada servirá la instalación que se incorpore si en las capas aislantes hay fugas o no se ha llevado a cabo correctamente. Existen varias alternativas en el mercado, unas más eficientes y eco-friendly que otras pero pecan de efectividad.

5.3.1. Sistemas de calefacción

En lo que respecta a los sistemas calefactables dentro del mundo camping, hay varios tipos. No obstante, dentro de ellos resalta uno por prestaciones y eficiencia. Lo más básico es usar el propio sistema de calefacción que viene de serie en la furgoneta aunque este tiene muy poca potencia y además requiere tener el vehículo arrancado. Otra opción es adquirir un electrodoméstico portátil ya sean calefactores, braseros o radiadores. El empleo de estos es inadmisibles dado su alto consumo y poca eficiencia energética. A pesar de consumir una gran cantidad de energía para una camper (su uso estaría casi obligado a zonas habilitadas donde se pudiera conectar la camper a una red eléctrica externa) no hacen un calentamiento efectivo pues el calor es momentáneo y en el momento de desconexión el frío se apodera rápidamente de la zona de confort.



Figura 39. Electrodomésticos calefacción

Otra forma de calentamiento, esta más viable, son los calentadores a gas. Con ellos se obtiene un calor homogéneo en toda la célula y además no consumen electricidad, pero si gas. Estos se pueden encontrar en el mercado de varias formas, ya sean calentadores portátiles con inyección de bombonas de gas o empotrados: Los calentadores por gas empotrados si tienen su repercusión en bastantes instalaciones pues son discretos al estar conectados a una bombona situada en una zona estanca de la furgoneta y es una forma relativamente económica ya que el precio del gas es bastante más barato que la electricidad. Aun así, se siguen consumiendo dos tipos de combustibles lo que afecta económicamente y además deja más huella medioambiental.



Figura 40. Calentadores a gas

Sin duda la última opción que se analiza es la mejor en cuanto a eficiencia y consumos, aunque no siempre en cuanto a precio. El último método consiste en la instalación de una calefacción estacionaria fija. Estas están alimentadas por el combustible del propio vehículo bien sea conectándose al depósito o al sistema de inyección mediante un codo en T. Esto permite que el equipo funcione

independientemente del arranque del motor. Existen algunos modelos 'portátiles' pero estos tienen su propio depósito de gasolina y por ende ocupan más espacio.

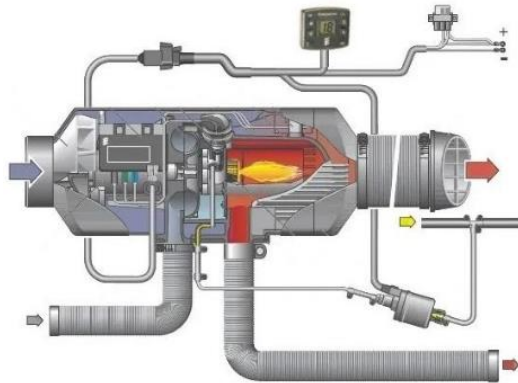


Figura 41. Calentador a diésel

Se podría pensar que estas calefacciones tienen un gasto económico importante al estar consumiendo gasoil aunque el gasto volumétrico no pasa de 2 litros estando funcionando durante toda una noche, rondando normalmente el litro. La principal ventaja de las calefacciones estacionarias de diésel frente a las de gas es que ofrecen más autonomía por la facilidad de encontrar combustible en comparación con los puntos de venta de gas y, además, se puede llevar más carga al no contar con las bombonas ocupando espacio útil. Ciertos modelos de algunos fabricantes también permiten calentar agua simultáneamente. En adición, obtienen buenos resultados a la hora de mantener la zona a una temperatura adecuada. Pues de esta forma, obtenemos un método eficiente, económico y con bastante autonomía que tiene un impacto medioambiental muy bajo con respecto a cualquier otra forma de calefacción.

Normalmente se suelen diferenciar estos tipos de calefacciones diésel, por un lado, están las denominadas 'originales' que son manufacturadas por empresas occidentales europeas y se adecuan a la normativa vigente, por el otro, están los modelos 'chinos' que son de origen asiático y al no estar amparados por la legislación europea pueden dar problemas con las homologaciones.



Figura 42. Calefacciones estacionarias diésel Webasto, Carbest y Planar. Respectivamente

5.3.2. Sistemas de refrigeración

De un extremo a otro nos encontramos ahora en la casuística de viajar por zonas de climas cálidos. Puede hacerse una aventura muy agobiante si no se dispone de una temperatura fresca y adecuada. Como en el caso anterior, hay dispositivos más básicos y otros más sofisticados. Cada uno con sus ventajas y desventajas que se proceden a analizar.

Al igual que para el caso de los sistemas calefactables, la opción más rústica consiste en adquirir electrodomésticos como ventiladores o climatizadores que proporcionen un mayor flujo de aire dentro de la célula habitable. De esta forma, incide directamente la configuración de ventanas y claraboyas. Estos tienen un precio muy bajo y tampoco consumen una cantidad de energía muy considerable, por lo que pueden valer como solución de emergencia sin embargo, no es el método más confortable y efectivo.

También se pueden adquirir equipos compactos portátiles que se colocan en la ventana con dos partes: una en el exterior y otra en el interior. Estos mejoran en efectividad frente a los anteriores pero presentan un consumo más acusado.



Figura 43. Electrodomésticos ventilación

A pesar de ser soluciones muy baratas, las alternativas vistas no cumplen con los requisitos de diseño tanto por confort, como en prestaciones. No hacen una refrigeración efectiva, no son estéticamente bonitos y ocupan un espacio considerable que se podría emplear en otros elementos. Ahora vemos los equipos compactos empotrados que solventan estos problemas. Se diferencian en dos tecnologías.

Los primeros sistemas integrados son los climatizadores evaporativos. Estos recogen aire procedente del exterior y este aire pasa por un conducto que contiene un

filtro humedecido con agua. En el interior de dicho filtro, el agua se evapora y en el proceso absorbe el calor del aire. Una vez enfriado, este flujo se inyecta en la cabina del vehículo para mantener el ambiente fresco. De esta forma se obtiene una climatización natural basada en el principio de evaporación y una huella de carbono nula puesto que no consume ningún tipo de combustible mas que agua. El consumo eléctrico es muy bajo (unos 7 A/h a 12V) y puede usarse con el vehículo estacionado. El inconveniente de estos radica en que su efectividad se reduce según el clima debido a su naturaleza de funcionamiento. Al trabajar humedeciendo el aire aspirado, es evidente que de encontrarse en una zona donde la humedad del ambiente ya es alta, el equipo no tendrá el rendimiento deseado.



Figura 44. Climatizadores evaporativos

Por último, llegamos a la alternativa más efectiva existente en el mercado, aunque también tiene sus defectos. Hablamos de los aires acondicionados típicos hogareños. El funcionamiento de estos se basa en el empleo de gases refrigerantes que, mediante condensación y evaporación, extraen el calor del aire interior y lo expulsan fuera. Los aires acondicionados de techo son la opción más efectiva en términos de enfriamiento, llegando a alcanzar los 3 kW (10.000 BTU) de potencia refrigerante algunos modelos top. Como es de esperar, esto se traduce en un gran gasto energético. La gran mayoría de estos equipos funcionan en instalaciones de corriente alterna a 220 V por lo que implica también el consumo del inversor. La potencia consumida suele rondar el kilovatio. Así, su mayor punto negativo está en la poca autonomía de estos puesto que solo permitirían unas pocas horas de funcionamiento si la furgoneta no está conectada a una toma externa de 220 V. Otro inconveniente es el empleo de gases refrigerantes en el sistema que, junto con el alto consumo, tienen un impacto medioambiental resaltable. Aunque esto se puede solventar mediante el uso de placas solares que proporcionen energía extra y así aumentar la autonomía y proporcionar una energía limpia. Cabe destacar que estos

también ofrecen la opción de calentar el habitáculo, ahorrando en precio y un consumo menos para la camperización.



Figura 45. Aires acondicionados de techo para camper y autocaravanas

La elección del sistema para climatizar el habitáculo dependerá principalmente del uso que se vaya a hacer con la camper. Si se desea viajar por libre gozando de autonomía, los aires acondicionados no son la opción más viable debido a su elevado consumo. Pueden descargar la batería en cuestión de horas. Habría que decantarse por los evaporadores en este caso. Por el contrario, si la intención es viajar haciendo parada en campings o parkings con zona de carga y teniendo posibilidad de conectarse a la red de 220 V, los aires acondicionados son la mejor opción sin lugar a dudas.

6. Solución adoptada

Este punto del proyecto resulta en definir el diseño final de toda la camperización, proponiendo la mejor solución tras haber estudiado las alternativas en el capítulo previo. Destacar que todas las medidas presentadas en los esquemas tienen **unidades de milímetros**. Analizamos el diseño según el orden cronológico de obra:

6.1. Selección de modelo de furgoneta

Dentro del grupo de modelos mencionados en el análisis de alternativas, hay uno que destaca entre el resto, la Fiat Ducato, dada su fiabilidad en el campo que se trata. No son simples palabras. La marca ha consagrado por decimosexta vez el primer puesto como mejor base para camper.

El Fiat Ducato ha ganado el premio al Mejor base camper 2024 por decimosexta vez consecutiva, un galardón asignado por los lectores de la revista alemana Promobil, revista especializada alemana que ha sido un importante punto de referencia en el sector de los vehículos recreativos durante más de 30 años. El chasis Ducato es la única base creada específicamente para el sector camper, una industria en rápido crecimiento, hasta el punto de que las matriculaciones en 2023 registraron un aumento de más del 10 %. Con el paso de los años, la base camper Ducato ha evolucionado continuamente, tanto en lo que se refiere al producto como al desarrollo de servicios adaptados a las necesidades de los usuarios de camper. Fiat dispone un centro de atención al cliente específico donde cualquier usuario puede acceder a los conocimientos y a la experiencia en el mundo camper, y una asistencia en carretera lista para brindar ayuda rápidamente en toda Europa y más allá. (FiatProfessional, 2024)

Un vistazo detallado al Fiat Ducato: Este vehículo se destaca principalmente por su robustez, fiabilidad, eficiencia y bajos gastos de mantenimiento. Las mejoras del nuevo modelo del 2024 incluyen:

- Estética y funcionalidad en el diseño del frontal, con el paragolpes dividido en cuatro secciones para reducir los costos de reparación. Además, el nuevo diseño del capó facilita la accesibilidad al compartimento del motor.

- Se le ha dado mayor importancia a la aerodinámica, lo que ha resultado en una reducción significativa del coeficiente de resistencia al aire hasta 0.31, lo que a su vez disminuye el consumo de combustible.
- Se ha logrado reducir el peso del vehículo mediante el uso de materiales y componentes más ligeros, lo cual compensa el aumento de peso debido a los refuerzos en la carrocería. Además, las suspensiones traseras especiales de material compuesto contribuyen a una mayor eficiencia y menores emisiones de CO₂.

Por ello, la **Fiat Ducato** será la furgoneta elegida para llevar a cabo el proyecto del diseño camper. Optaremos por la combinación L3H2 porque se adecúa a las necesidades de comodidad y dimensiones descritas en el apartado 4. del proyecto y, a su vez, nos dan mayor movilidad que el modelo extragrande. En la Figura 46 se muestran los planos y dimensiones del modelo:

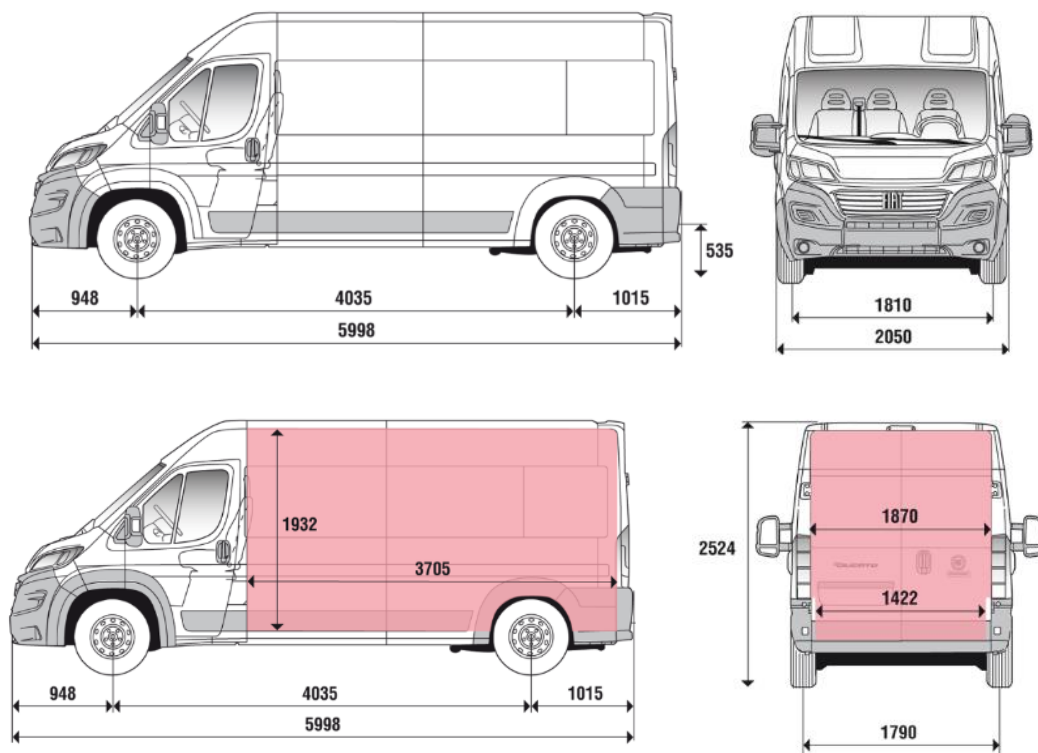


Figura 46. Vistas y medidas Fiat Ducato (FiatProfessional, 2024)

Para las actuaciones posteriores se parte de un diseño y distribución previo sobre el que poder ajustar la ubicación de los distintos elementos que conformen la instalación, la cual se emplazará en el cajón inferior derecho de la cama. En la Figura 47 se puede ver el modelado referido:

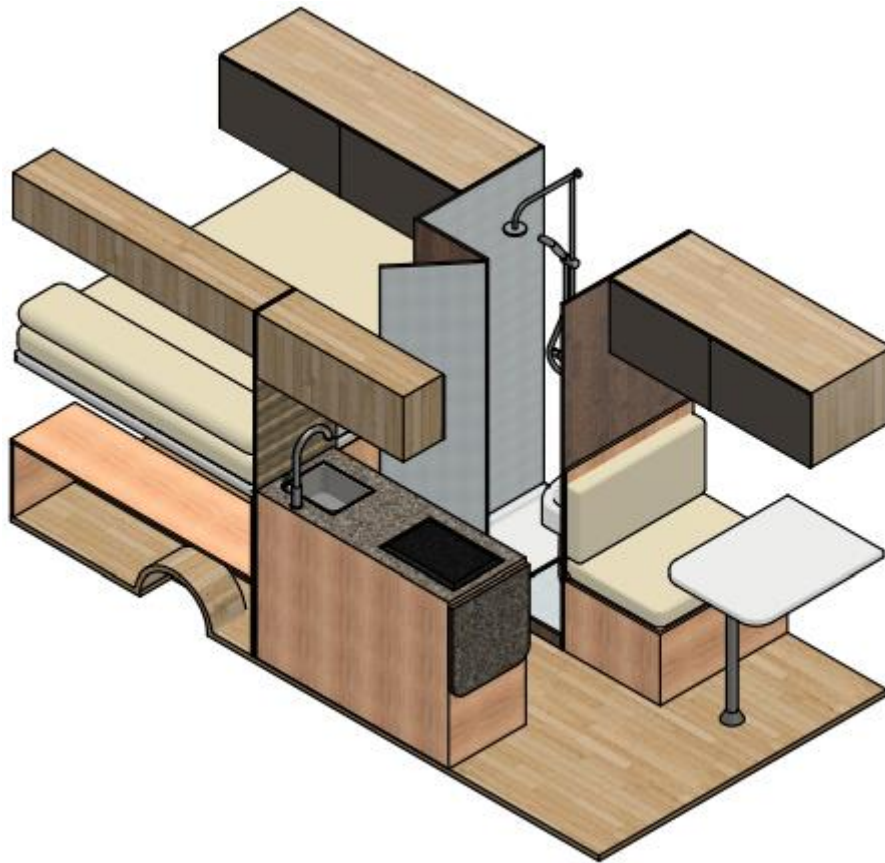


Figura 47. Distribución de partida.

6.2. Instalación eléctrica

En lo que respecta al tema eléctrico, la camperización cuenta con una instalación muy completa que pueda abastecer todas las necesidades indicadas en el apartado 4. Cuenta con dos circuitos a distinto voltaje empleando un inversor para así poder conectar las distintas cargas a cada uno según requieran corriente continua o alterna. En esta sección se describen los componentes, se dimensionan y se muestra la interconexión entre ellos.

6.2.1. Batería

En el análisis de alternativas se han descrito los pros y contras de los tipos de baterías y claramente optaremos por las de litio ferrofosfato. Por las prestaciones que ofrecen merece la pena invertir un poco más de dinero y así evitamos todos los problemas que conllevan las baterías convencionales.

A la hora de decidir la capacidad de la batería se debe tener en cuenta el gasto energético promedio de nuestra camper. También se deben tener en cuenta algunas consideraciones para que la batería entregue el máximo rendimiento, pero a la vez alargarle la vida el mayor tiempo posible.

1. Calcular el consumo diario medio de la furgoneta.
2. Evitar profundidades de descarga mayores del 60%.
3. Batería con autonomía para 2-3 días.

Los cálculos necesarios para la obtención de la capacidad de la batería se ocupan en el documento de Cálculos Justificativos En esta sección se procede a actuar de acuerdo con los datos obtenidos en dicho documento. La capacidad calculada se estima de 240 Ah para obtener una autonomía de al menos dos días sin contar carga externa alguna.



Batería de litio LiFePO4

Capacidad 240 Ah

Voltaje 12.8 V

Dimensiones: 355 x 245 x 180 (mm)

Distribuidor: [Aliexpress](#)

Como se explica en el apartado 5.2.1, estas baterías son modulares y se pueden confeccionar añadiendo celdas de 3.2 V en serie y paralelo. Se podría optar por montarlas y configurarlas manualmente pero se opta por una prefabricada con la controladora BMS y balanceadores ya instalados.

Si se desea una autonomía de 3 días, la elección sería una batería de una capacidad muy grande (300 Ah) y, por ende, su precio (500€). Además, el tamaño varía directamente con la capacidad. Una solución podría ser la conexión de dos baterías de menor capacidad en paralelo aunque como se ha indicado en la sección 5.2.1, esta opción puede acarrear problemas fatídicos para las baterías. Lo más óptimo para este caso sería la instalación de la batería de 240 Ah. En nuestro diseño se opta por reducir la autonomía y emplear una batería de menor capacidad dado que en los cálculos se ha sobredimensionado y, además, no se ha tenido en cuenta el efecto de la carga solar como veremos más adelante.

También hemos visto que la opción de instalar relés como interruptor entre alternador y batería a pesar de ser económica, tiene muchas consecuencias negativas. Por ello elegimos un booster para regular la intensidad que este suministra a la batería:



Controlador de carga batería auxiliar (Booster)

Máxima corriente de carga: 20 A

Distribuidor: [Amazon](#)

Para la elección del Booster se ha de observar la corriente máxima de carga que especifique el fabricante de la batería porque si el booster entrega más de la estipulada esto la perjudica.

6.2.2. Carga externa

Como formas alternativas, que no secundarias, se incorporan una toma exterior de 220 V y placas solares:

- Toma externa 220 V:

En el caso de encontrarnos en un camping o un área habilitada para caravanas y campers, podemos conectarnos a la red y así poder abastecernos o bien para cargar las baterías. Para esta instalación se ha de instalar un diferencial y un cargador que rectifique la señal a 12 V para la batería.



Conector empotrado CEE

230 V

16 A

Grado protección IP: IP44

Distribuidor: [Amazon](#)

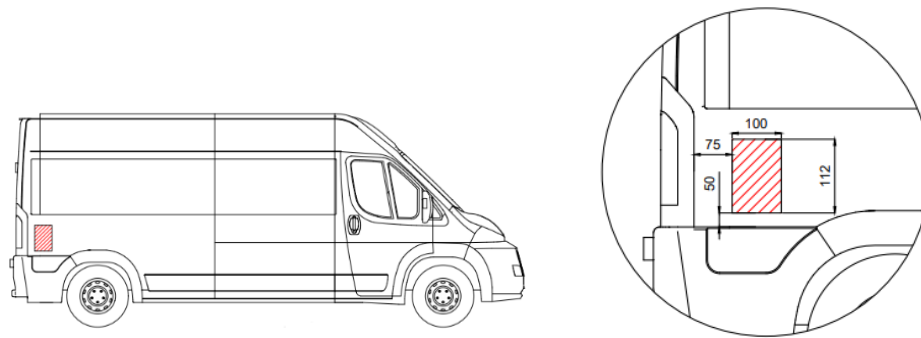


Figura 48. Ubicación toma externa 220 V

6.2.3. Instalación Fotovoltaica

La mejor opción sin lugar a dudas para una camper consiste en añadir una placa solar en el techo para captar la energía solar. Cuando estemos en marcha con el motor arrancado el alternador junto con el booster hará su función. Cuando estemos estacionados sin opción de conectarnos a ninguna red externa será el momento de la instalación fotovoltaica, la cual cargará la batería a través de un regulador de carga. Del mismo modo, la referida instalación también carga las baterías incluso estando en marcha. Mejor dicho, siempre que el sol irradie las placas indistintamente de la situación del vehículo camper. Con esta tercera y última opción cubriremos todas las posibilidades y situaciones, brindando mucha más autonomía de la estipulada en el apartado 6.2.1. En esta sección se describen los componentes elegidos. El cálculo de potencia necesaria del generador se deduce en el documento de Cálculos Justificativos.

La potencia obtenida del generador es de 500W. Conocida la potencia necesaria de la instalación que podría abastecer nuestro consumo en el peor de los casos, ahora se procede a diseñar el número de módulos y la conexión entre ellos.

Dada la naturaleza de nuestra instalación solo podemos decantarnos por dos opciones: colocar un solo panel de la potencia deseada o añadir varios módulos en paralelo o en serie puesto que, al sumarse ya sea la tensión o la intensidad como ocurría en el apartado 5.2.1 con las baterías, también se suman las potencias. Vamos a optar por la inserción de tres módulos para brindar más versatilidad en caso de haber alguna sombra que impidiera la captación y por el espacio ajustado en el techo de la furgoneta.

Podría parecer contraproducente la conexión en serie debido a la naturaleza de la instalación de tensión a 12V. Si se conecta más de un módulo se alcanzaría un voltaje superior ya que las placas trabajan a 12 V también. A pesar de esto, no es un problema puesto que entre los módulos y las placas instalamos un regulador que permite ajustar la señal recibida en la batería. No obstante, este aspecto se abarca al final de esta sección.

Los módulos elegidos son paneles solares monocristalinos dada su eficiencia en situaciones de poca nubosidad. Ideales por si se desea viajar a países fríos pero también funcionarían en zonas calurosas. Potencia de 200 W:



Placa solar Enjoy solar

- Tecnología: Monocristalino
- Potencia: 200 W
- Tensión: 12 V
- Imp: 11.06 A
- Vmp: 18.10 V
- Voc: 20.25 V
- Icc: 12,68 A

Dimensiones: 1480 x 670 x 35 mm

Distribuidor: [Amazon](#)

La configuración de los paneles se realizará en serie. Con esta configuración mantenemos la intensidad y triplicamos la potencia sumando el voltaje de las tres placas, obteniendo un generador fotovoltaico de 600 W en total. La tensión del generador será de 48V, con una tensión en circuito abierto de 60.75V y una intensidad de cortocircuito de 12.68A.

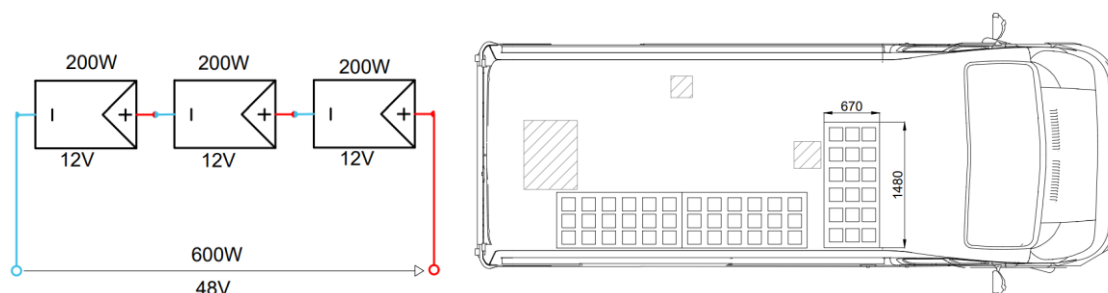


Figura 49. Configuración y ubicación placas solares

Dentro de los dos tipos de reguladores existentes en el mercado: Pulse Wide Modulation (PWM) y los MPPT, se elige un modelo de estos últimos debido a sus buenas prestaciones y en la mayoría de los casos ofrecen mejor rendimiento.



Regulador MPPT Victron Energy

Modelo: SmarSolar MPPT 150/35

35 A salida

Tensión de trabajo 12/24/48 V

Distribuidor: [Amazon](https://www.amazon.es)

Controlador de carga SmartSolar	MPPT 150/35	MPPT 150/45
Tensión de la batería	Selección Automática 12 / 24 / 36 / 48 V (se necesita una herramienta de software para seleccionar 36 V)	
Corriente de carga nominal	35 A	45 A
Potencia FV nominal 1a,b)	35 A 12 V: 500 W / 24 V: 1000 W / 36 V: 1500 W / 48 V: 2000 W 45 A 12 V: 650 W / 24 V: 1300 W / 36 V: 1950 W / 48 V: 2600 W	
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	40 A	50 A
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo	
Eficacia máxima	98 %	
Autoconsumo	12 V: 20 mA 24 V: 15 mA 48 V: 10mA	
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6 V (ajustable)	
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2 V (ajustable)	
Algoritmo de carga	variable multietapas (ocho algoritmos preprogramados)	
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C	
Protección	Polaridad inversa FV Cortocircuito de salida Sobretensión	
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40 °C)	
Humedad	95 %, sin condensación	
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct Consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web	

Figura 50. Ficha técnica Regulador MPPT

De la Figura 50. Ficha técnica Regulador MPPT, apreciamos como nuestro generador fotovoltaico cumple con todas las necesidades del regulador: no sobrepasamos la corriente de cortocircuito ni tampoco la tensión máxima del circuito abierto. De igual forma, la potencia nominal de los módulos en serie no supera el máximo para 48V de funcionamiento.

6.2.4. Mecanismo de inclinación

La inclinación de los módulos solares juega un papel muy importante a la hora de obtener la energía solar. Es cierto que una inclinación horizontal puede abastecer razonablemente bien un sistema en los meses de verano cuando la radiación solar es predominantemente vertical, aunque en el resto del año, los rayos incidentes del sol tienen una inclinación distinta a lo largo de los días. Por este factor mismo se diseña un mecanismo de elevación de las placas solares mediante actuadores lineales eléctricos. Estos actuadores se controlan con un pulsador y permiten inclinar los módulos solares en cualquier posición. De esta forma rentabilizamos mucho más la eficiencia.

El diseño del mecanismo se detalla en el documento de Cálculos Justificativos de este proyecto. Se procede en este apartado a definir los elementos y la disposición.

Se instalarán dos actuadores lineales eléctricos a 12 V que se albergarán debajo de las placas, separados por una estructura metálica de tubos rectangulares de 10x10 cm donde irán apoyados los módulos.



Actuador lineal DCHOUSE

Accionamiento eléctrico 12V

Fuerza 1000N

Carrera: 255mm

Longitud extendido: 605mm

Estos dispositivos van anclados a unos soportes mediante un pasador (ambos incluidos). Los mencionados soportes van uno fijado a la chapa del techo de la furgoneta y el otro al módulo solar de acuerdo con las distancias especificadas en el plano correspondiente y en los Cálculos Justificativos.

Las placas ubicadas en el eje longitudinal se deben unir mediante una fijación de chapa metálica para que los actuadores se muevan uniformemente. Se instala un dispositivo debajo de cada módulo solar.

Las placas solares se fijarán a la estructura empleando bisagras que permitan el giro y la consecuente inclinación. Además, se debe incluir un sistema de cierre de seguridad para cada módulo y así evitar que se puedan levantar accidentalmente en caso de ir circulando. Esto nos facilitará la homologación para cumplir con las respectivas leyes de tráfico. El sistema consiste en una bisagra anclada al techo con un orificio en uno de los extremos por donde se inserta un pasador fijo en el módulo.

Los actuadores al ser accionados desde el interior de la furgoneta se van extendiendo y realizan el giro sobre el eje de las placas.

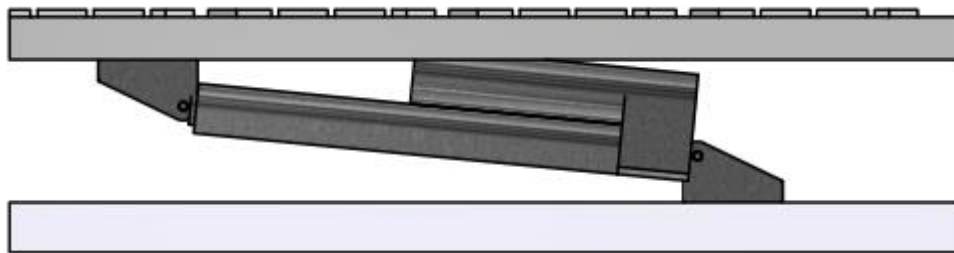


Figura 51. Mecanismo de inclinación retraído



Figura 52. Mecanismo de inclinación extendido

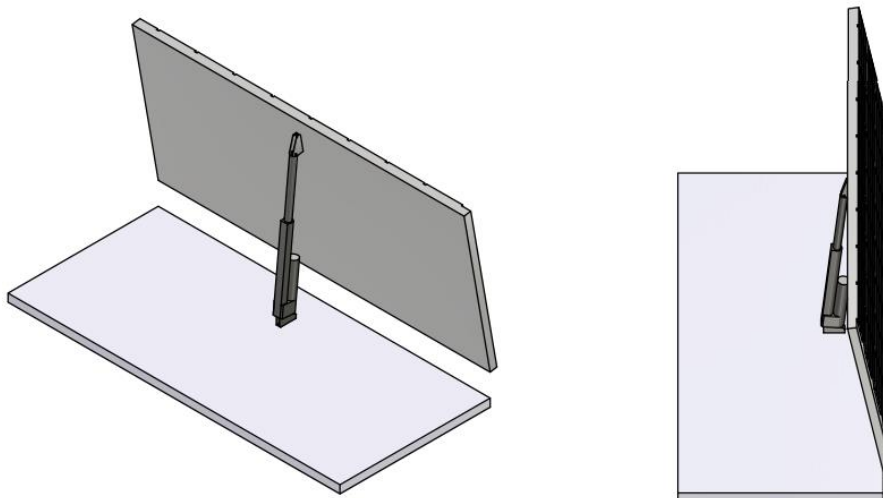


Figura 53. Vistas del mecanismo de inclinación extendido

6.2.5. Consumibles

En lo que respecta a este apartado se muestran las cargas de la instalación y sus datos técnicos, en especial la potencia consumida porque esto es el principal condicionante de toda la instalación:

- Tomas de corriente: puertos USB, tomas de mechero, enchufes, tomas convencionales.



Doble cargador USB y toma de mechero

- Entrada de energía: DC 12V-24V
- Voltaje de salida USB: 5V
- Corriente de salida: 4.2A (2.1A y 2.1A)
- Potencia MAX: 240W

Distribuidor: [Amazon](#)

Para los enchufes hay infinidad de opciones, a gusto del usuario. Se escogen unos genéricos blancos:



Enchufe de pared Schuko

16 A

250 V

Distribuidor: [Amazon](#)

Para completar, se añadirán unos cuantos interruptores para controlar cada terminal:



Interruptores LED

Distribuidor: [Amazon](#)

- Inversor de corriente

La elección de este dispositivo es muy importante pues es el que nos proporcionará la alimentación de 220 V cuando no estemos conectados a la red. Por ello hay que seleccionar uno con potencia suficiente para abastecer todos los consumibles de alterna y alguna carga puntual adicional (considerando la que más pueda consumir). También se ha de tener en cuenta la potencia de pico dado que algunos aparatos suelen demandar picos de energía grandes en el arranque como puede ser la bomba de agua o el frigorífico.

El modelo elegido es de la marca Victron Energy, la cual ofrece una enorme fiabilidad en el sector de carga y conversión de energía eléctrica especialmente para vehículos de recreo.



Inversor y cargador Victron Energy

MultiPlus-II 12/3000

Salida: 3000 W a 220 V

Potencia de pico 5500 W

Consumo en vacío: 13 W

Distribuidor: [Amazon](#)

MultiPlus-II 230V	12/3000/120-32 24/3000/70-32 48/3000/35-32	12/5000/220-50 24/5000/120-50 48/5000/70-50	48/8000/ 110-100	48/10000/ 140-100	48/15000/ 200-100
PowerControl y PowerAssist	Sí				
Conmutador de transferencia	32 A	50 A	100 A	100 A	100 A
Corriente máxima de entrada CA	32 A	50 A	100 A	100 A	100 A
INVERSOR					
Rango de tensión de entrada CC	12V - 9,5-17 V 24V - 19-33V 48V - 38-66 V				
Salida	Tensión de salida: 230 V CA $\pm 2\%$ Frecuencia: 50 Hz $\pm 0,1\%$ ⁽¹⁾				
Potencia cont. de salida a 25 °C ⁽³⁾	3000 VA	5000 VA	8000 VA	10000 VA	15000 VA
Potencia cont. de salida a 25°C	2400 W	4000 W	6400 W	8000 W	12000 W
Potencia cont. de salida a 40 °C	2200 W	3700 W	5500 W	7000 W	10000 W
Potencia cont. de salida a 65 °C	1700 W	3000 W	4000 W	6000 W	7000 W
Balance neto máximo aparente (corriente retornada a la red)	3000 VA	5000 VA	8000 VA	10000 VA	15000 VA
Pico de potencia	5500 W	9000 W	15000 W	18000 W	27000 W
Eficacia máxima	93%/94%/95%	95%/96%/96%	95%	96%	95%
Consumo en vacío	13 / 13 / 11 W	15 / 18 / 18 W	29 W	38 W	55 W
Consumo en vacío en modo AES	9 / 9 / 7 W	11 / 12 / 12 W	19 W	27 W	39 W
Consumo en vacío en modo búsqueda	3 / 3 / 2 W	3 / 3 / 2 W	3 W	4 W	6 W

Tabla 7. Ficha técnica Inversor

Este inversor nos permite convertir a una onda senoidal pura de 220 V y, en adición, hace la función de cargador de la batería en los momentos que nos encontremos conectados a una red externa mediante la toma exterior. Ofrece potencia suficiente para abastecer los dispositivos de alterna estipulados y un pico de potencia

generoso por si se diera el caso de conectar alguna carga que requiera grandes picos de potencia como un secador de pelo que en arranque demanda un pico más alto.

Llegados a este punto, cabe destacar que la marca de producción de los dispositivos de carga y control solar seleccionados ofrece también alternativas muy interesantes con soluciones todo en uno. Combinando las funciones de Inversor, cargador y regulador MPPT. En concreto los modelos EasySolar que se pueden apreciar en la Figura 54:



Figura 54. Modelos EasySolar 12/1600 y EasySolar-II 24/3000, respectivamente

Estas opciones combinan las tres funciones buscadas en la mayoría de instalaciones solares en vehículos de recreo por lo que su implementación sería más sencilla de cablear, más compacta e incluso más barata. En nuestro caso no se puede optar por las citadas soluciones debido a que se requiere más potencia de salida que la ofrecida por el modelo básico (1600 VA) y el segundo modelo no funciona con sistemas a 12V.

- Luces: Para la iluminación como se comenta en el análisis de alternativas, se instalarán focos LED



4 focos LED de 12 V

2.5 W potencia

Luminosidad 240 lm

En prácticamente la totalidad de las aristas de la zona del techo se instalará una tira LED con intensidad regulable. Proporcionando un ambiente muy agradable a la vista:



Tira LED regulable

Luminosidad 1200 lm

Calidez 6000 K

Alimentación 12 V

Consumo 2 A

- Bomba de agua: No se requiere una bomba de gran potencia puesto que las distancias y el caudal necesitado son muy pequeños. Con un caudal de unos diez litros por minuto es suficiente.



Bomba Fiamma Aqua 8 12 V

Caudal: 10 litros por minuto

Presión: 1.5 bar

Consumo: 40 W

Distribuidor: [Amazon](#)

- Calentador de agua: Para suministrar agua caliente, se proyecta en la instalación un termo eléctrico de la marca Elgena. Posee protección contra sobrecalentamiento y control de congelación. Permite regular la temperatura mediante termostato entre 30° C y 85 °.



Boiler agua eléctrico marca Reimo

Tensión a 12 V

Consumo 200 W

Capacidad 6 L

Distribuidor: [TodoCampers](#)

- Nevera: Normalmente es una de las cargas que más consumen dado el largo período de tiempo que emplea en funcionamiento. Suele trabajar durante un tercio del día, unas 8 horas.

Para nuestro diseño se selecciona una nevera con un volumen de 85 l, capacidad más que suficiente para una camper de estas características:



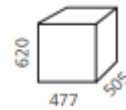
Nevera compresor Webasto 85L Isotherm Cruise Elegance

Volumen: 85 l Dimensiones:

Peso: 21 kg

Consumo: 368 Wh/día

Distribuidor: [MadridCamper](#)



6.2.6. Sistema de control y automatización

Como se vio en el apartado 5.2.3, la mejor opción en cuanto a control del sistema electrónico son los controladores integrados. Llevan instalado un controlador que asimila toda la información que se le entrega y permite ajustar parámetros en función de las instrucciones que se le hayan programado. Son extremadamente eficaces en cuanto a gestión de la vida útil de los dispositivos de la instalación.

El equipo en cuestión es nuevamente de la marca *Victron Energy*, la cual ya hemos elegido varios elementos del diseño de la camperización y nos facilitará la compatibilidad entre ellos. El modelo es el Cerbo GX:



Controlador Cerbo GX

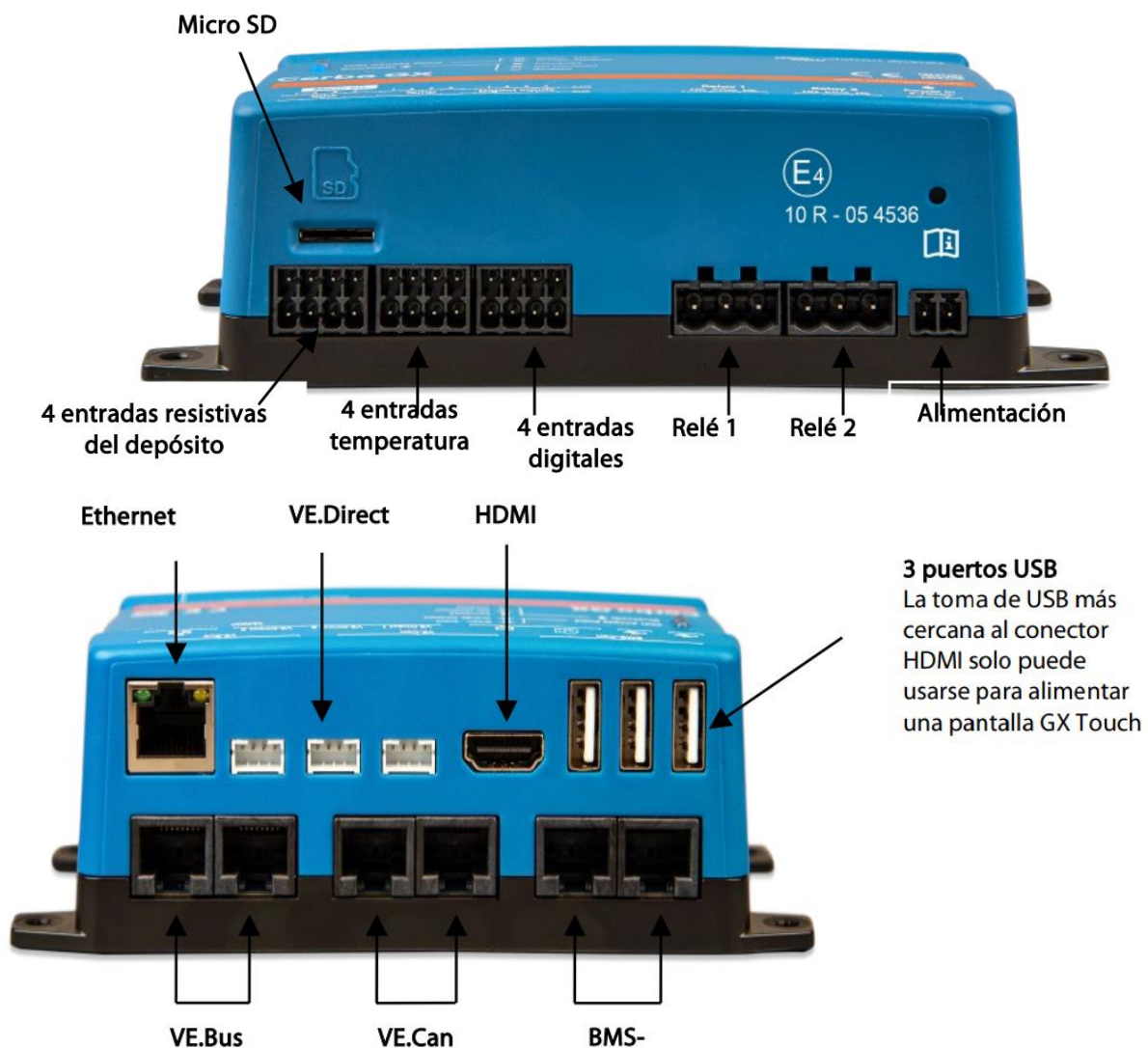
Centro de comunicaciones y control

3 puertos VE.Direct, 2 puertos Bus y 1 Can

Consumo: 4.8 W

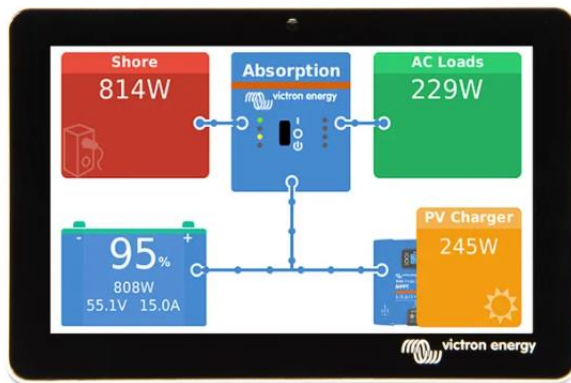
Distribuidor: [Leroy Merlin](#)

El controlador permite la conexión con los distintos dispositivos del sistema como son el inversor/cargador y el regulador MPPT de las placas solares. Para la comunicación de productos externos a la marca, como es el caso del Booster que regula la carga del alternador, se puede hacer uso del puerto Canbus. La interconexión entre los distintos dispositivos de Victron como el regulador de carga se implementa a través de VE.Direct. Por último, la transferencia de datos con el inversor/cargador se realiza mediante el puerto VE.Bus específico para los inversores, haciendo uso de cables RJ45. Mediante este puerto el inversor sincroniza sus salidas AC.



También admite múltiples entradas sensoriales como temperatura niveles de depósito o digitales mismas, junto con dos entradas adicionales para actuadores, en este caso relés. Toda esta información se podría recopilar para su tratamiento offline mediante una tarjeta micro SD externa.

Para completar el sistema de control se suministra una pantalla táctil accesoria del controlador que proporciona un resumen instantáneo del sistema y permite ajustar la configuración rápidamente. Conectadas simplemente con un cable al Cerbo GX, su diseño súper fino y resistente al agua, con posibilidad de montaje en la zona superior y fácil instalación, proporcionan una gran flexibilidad a la hora de crear un panel de control limpio y claro.



GX Touch 50

Monitor del controlador

5 pulgadas

Montaje empotrado

Distribuidor: [Leroy Merlin](https://www.leroymerlin.es)

6.2.7. Cableado

En el documento de Cálculos Justificativos se obtienen las secciones necesarias para cada elemento de la instalación de acuerdo con los aspectos relevantes mencionados en el apartado 5.2.4 del análisis de alternativas. Las variables que tienen efecto en la instalación son la longitud de la tirada de cable y la consecuente caída de tensión producida.

Se muestran las tablas obtenidas para cada circuito de continua y alterna:

- Corriente continua

COMPONENTE	UNIDADES	POTENCIA (W)	LONGITUD DEL CABLE (m)	INTENSIDAD CALCULADA (A)	FUSIBLE PROYECTADO (A)	SECCIÓN CALCULADA (mm ²)	SECCIÓN PROYECTADA (mm ²)
LUMINARIA 1	1	2,5	2,5	0,21	5	0,155	1,5
LUMINARIA 2	1	2,5	2,5	0,21	5	0,155	1,5
LUMINARIA 3	1	2,5	1	0,21	5	0,062	1,5
LUMINARIA 4	1	2,5	2	0,21	5	0,124	1,5
TIRA LED	1	24	2	2,00	5	1,190	1,5
NEVERA	1	15,3	2	1,28	4	0,759	1,5
BOMBA DE AGUA	1	20	1,5	1,67	4	0,744	1,5
TOMAS USB	2	10	2	0,83	2	0,496	1,5
PLACAS SOLARES	3	600	2,5	30,00		22,321	25
INVERSOR	1	2000	0,5	166,67		24,802	25

Tabla 8. Secciones calculadas y proyectadas de cableado DC

- Corriente alterna

COMPONENTE	UNIDADES	POTENCIA (W)	LONGITUD DEL CABLE (m)	INTENSIDAD CALCULADA (A)	MAGNETO PROYECTADO (A)	SECCIÓN CALCULADA (mm ²)	SECCIÓN PROYECTADA (mm ²)
Enchufes 230 V	3	123	5	0,56	16	0,045	2,5
Enchufe 230 V Máxima potencia	1	1000	5	4,55	16	0,369	2,5
Aire Acondicionado	1	1100	3	5,00	16	0,244	2,5

Tabla 9. Secciones calculadas y proyectadas cableado AC

6.2.8. Cuadro eléctrico

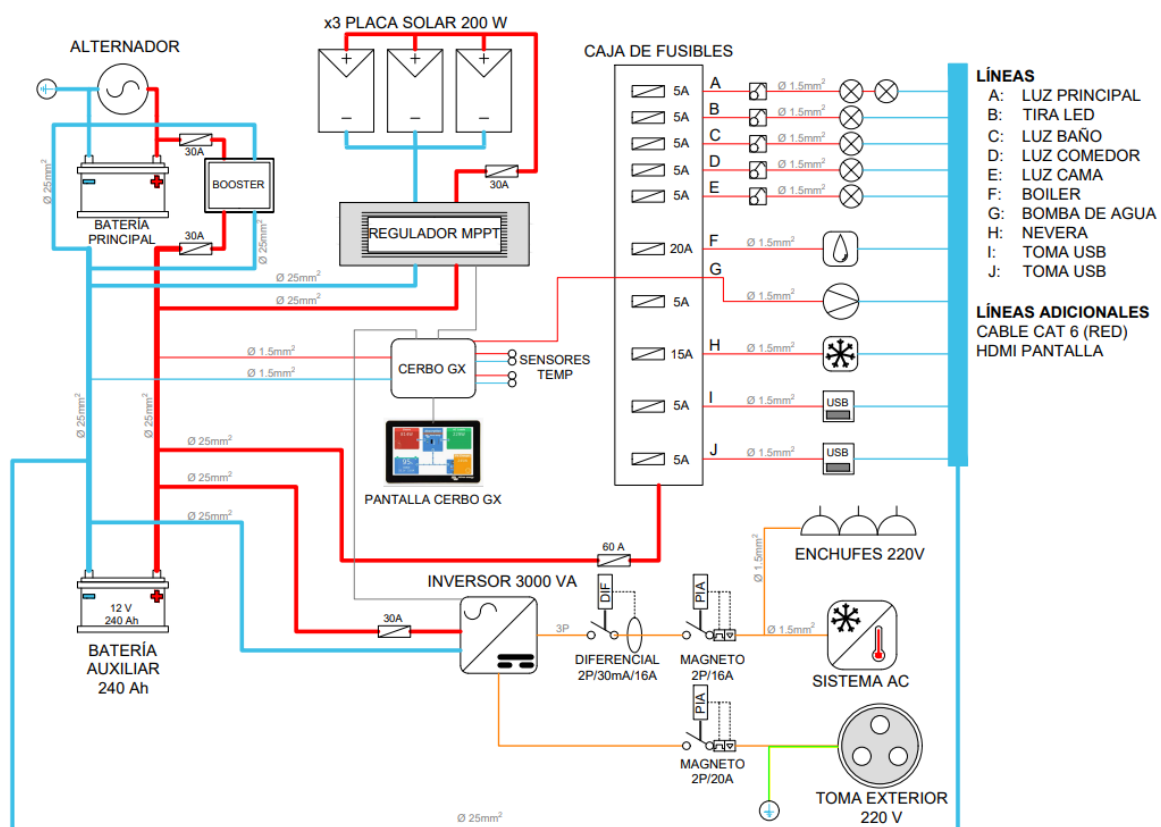


Figura 55. Esquema cuadro eléctrico

6.3. Climatización

El sistema de climatización del proyecto constará de un único equipo de frío y calor. Una vez analizadas las alternativas para calefacción y refrigeración, se opta por un dispositivo polivalente que satisfaga ambas necesidades. A la vista del consumo esperado para un sistema de estas características, no se prevé una estancia de larga duración sin conexión a una toma externa de 220 V, por lo que la capacidad estimada de la batería junto con la potencia suministrada por la instalación fotovoltaica son suficientes para paliar relativamente este aspecto. Es posible el uso esporádico del equipo durante unas horas pero se hace hincapié en que su uso prolongado puede descargar las baterías velozmente.

Se instalará un aire acondicionado de techo específico para autocaravanas de la marca Webasto de origen alemán. La instalación y los equipos cuentan con el certificado europeo por lo que no presentarán ningún inconveniente a la hora de homologar. El modelo en cuestión es el Cool Top Trail 28. El número en el nombre

del modelo indica la potencia de intercambio de calor tanto para calentar como enfriar. Suministra 2800 W de enfriamiento y en el modo calefacción, entrega 2600 W. Según el fabricante, las unidades han sido testeadas en climas extremos por encima de 50° C en Australia y también en zonas frías de hasta -5°. Fabricadas con polipropileno estabilizado contra los rayos UV, las carcasas de las unidades son robustas además de ligeras.



Figura 56. Webasto Cool Top Trail 28

Distribuidor: PBAutoElectrics

	Cool Top Trail 28
Cooling capacity (W)	2,800
Heating capacity (W)	2,600
Rated voltage/frequency (V)/(Hz)	230~/50
Rated current (cooling mode)	5.0
Rated current (heating mode)	4.8
Operating temperature range (°C)	-5 to 50
Current draw start max. peak (A)	23.2
Current draw RMS40* (A)	17.5
Current draw RMS300** (A)	9.1
Roof thickness (mm)	25 to 70
Roof cut-out (mm)	"400 x 400 (360 x 360 with optional adaptor frame)"
Dimensions outdoor unit (mm)	855 x 657 x 215
Dimensions indoor unit (mm)	575 x 556 x 49
Weight total (kg)	35.5

Tabla 10. Ficha técnica aire acondicionado

De acuerdo con la Tabla 10 obtenida de la ficha técnica del equipo, se indica una corriente nominal de 5 A. Esto nos da un consumo de 1100 W. Una cifra bastante elevada si pretendemos gozar de autonomía, pero como se menciona anteriormente, la potencia de las placas solares abastece más de la mitad del consumo, por lo que no es un factor determinante.

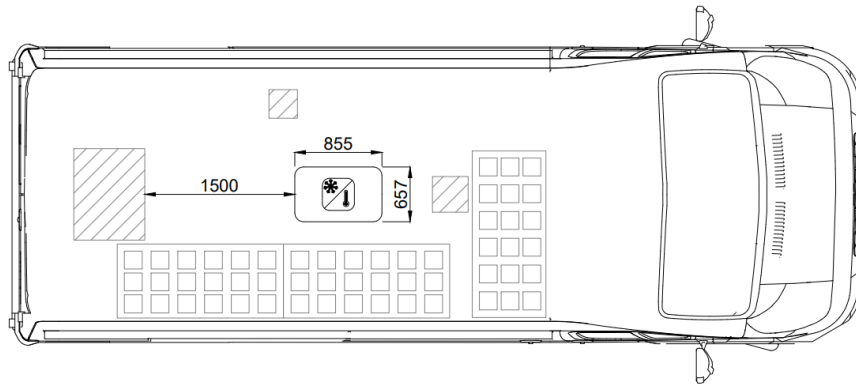


Figura 57. Ubicación aire acondicionado

6.4. Sensórica de nivel depósito de limpias

Para evitar la supervisión constante del nivel de agua restante en el depósito, se implementan unos sensores que facilitan esta tarea. Acto seguido, se muestra el circuito diseñado en la Figura 58:

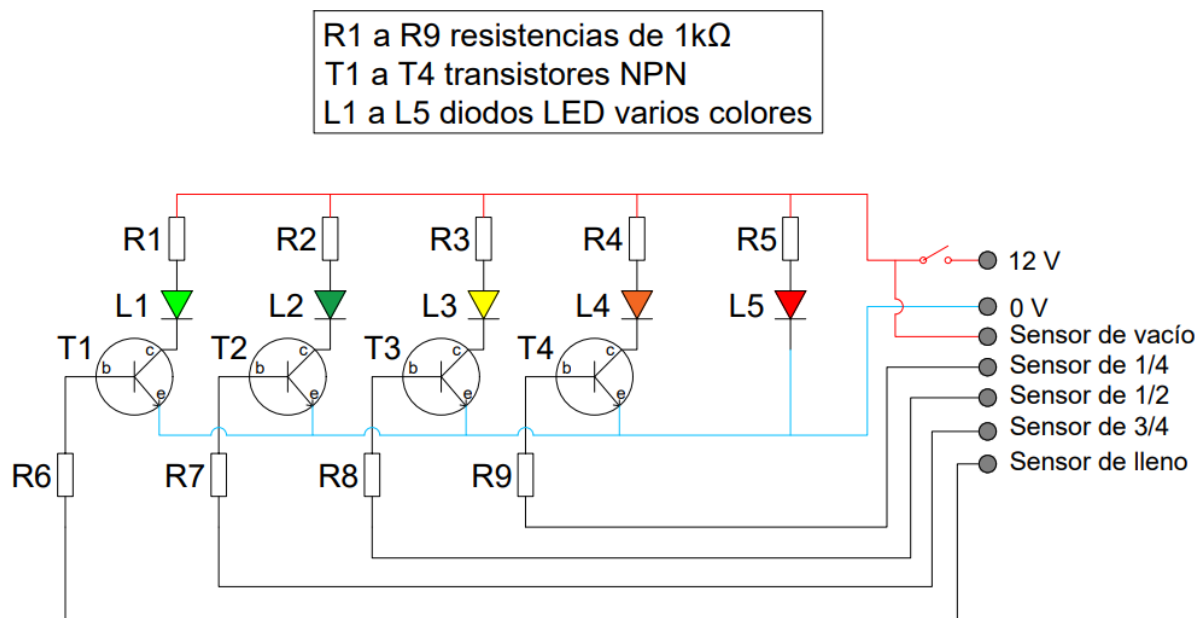


Figura 58. Circuito sensor de nivel de aguas limpias

Se insertan unas varillas metálicas de longitudes variables en función del rango que indique que actúan como sondas. Se introduce una varilla de control que entregará los 12 V al fluido y también funciona como sensor de vacío. El LED rojo nos indicará que el sistema funciona, o en su defecto, que el depósito está prácticamente vacío. Esta debe tener una longitud tal que alcance el fondo del depósito. Ahora se juega con la conductividad que poseen los fluidos. Inicialmente están todos los LEDs encendidos porque el agua conduce la corriente de los 12 V de la varilla de control y se está entregando corriente en la base de los transistores. Estos permiten el flujo entre colector y emisor y los diodos consiguen iluminarse.

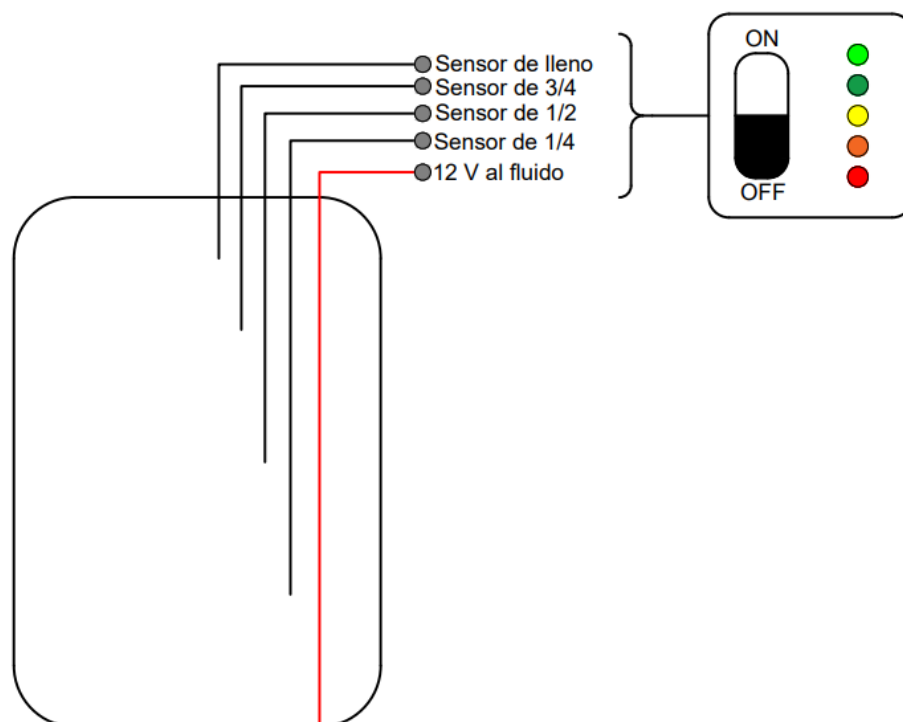


Figura 59. Esquema sensor nivel de aguas limpias

Conforme el nivel de agua va descendiendo se van desactivando los distintos transistores que provocan el apagado del diodo en cuestión. Así pues, tendríamos un sistema de control del nivel de agua.

- Nivel depósito de grises

En el caso del depósito de aguas grises, el circuito para la sensórica es muy sencillo. Tan solo basta con introducir dos terminales metálicos en el tope superior del depósito conectados a la red de 12 V y un diodo rojo seguido. El agua en este caso

hace de interruptor y al alcanzar ambos terminales los conecta permitiendo el flujo a través de ella como en el caso del depósito de aguas limpias.



Figura 60. Sensor de nivel de aguas grises

6.5. Emplazamiento de la instalación

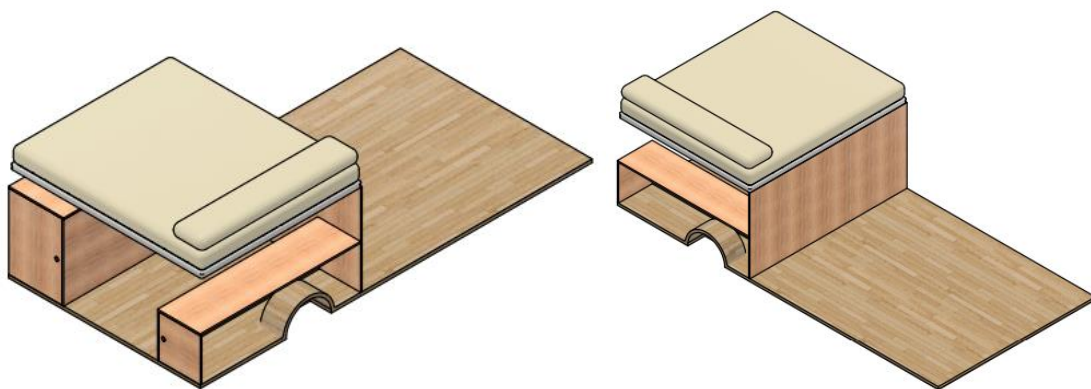


Figura 61. Vistas emplazamiento instalación

En los cajones laterales se albergarán las instalaciones de agua y electricidad a las que se podrá acceder mediante puertas de acceso. El volumen restante se dedica al almacenaje de enseres y útiles.

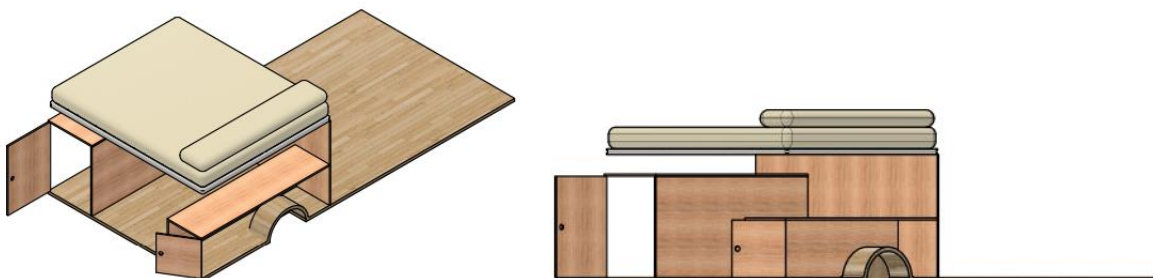


Figura 62. Vistas emplazamiento instalación II

7. Orden de prioridad

Para subsanar cualquier errata, confusión o discrepancia que pudiera surgir en la lectura del proyecto o durante la ejecución de la obra, se establece el orden de prioridad de los distintos documentos del texto:

1. Planos
2. Presupuesto
3. Cálculos justificativos
4. Memoria

8. Presupuesto

El desarrollo completo y extendido del presupuesto completo del proyecto se detalla en el documento específico de Presupuesto. En este apartado de la memoria se incluye un resumen del citado documento.

RESUMEN DE PRESUPUESTO			
CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE (€)	%
1	Adquisición de vehículo	34990,00	85,2
2	Instalación eléctrica	5368,89	13,1
3	Homologación	691,00	1,7

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	41049,89
--	-----------------

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CUARENTA Y UN MIL CUARENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

9. Conclusiones

El citado proyecto partía de base con unas condiciones constructivas, el espacio útil ya se había diseñado de partida y había que implementar un equipamiento que dotara las experiencias del cliente de un disfrute máximo. Este era el fundamento del objeto del proyecto. Habiendo analizado los distintos equipamiento existentes en el mercado y como se adapta cada uno a las distintas casuísticas y presupuestos, se procede a realizar una solución óptima en base a unos requerimientos.

El programa de necesidades exigía limitaciones en cuanto a especificaciones del cliente objeto. Pero no solo estas, dado que también hay que adecuarse a los requerimientos legales, estudiando y evaluando minuciosamente la normativa aplicable.

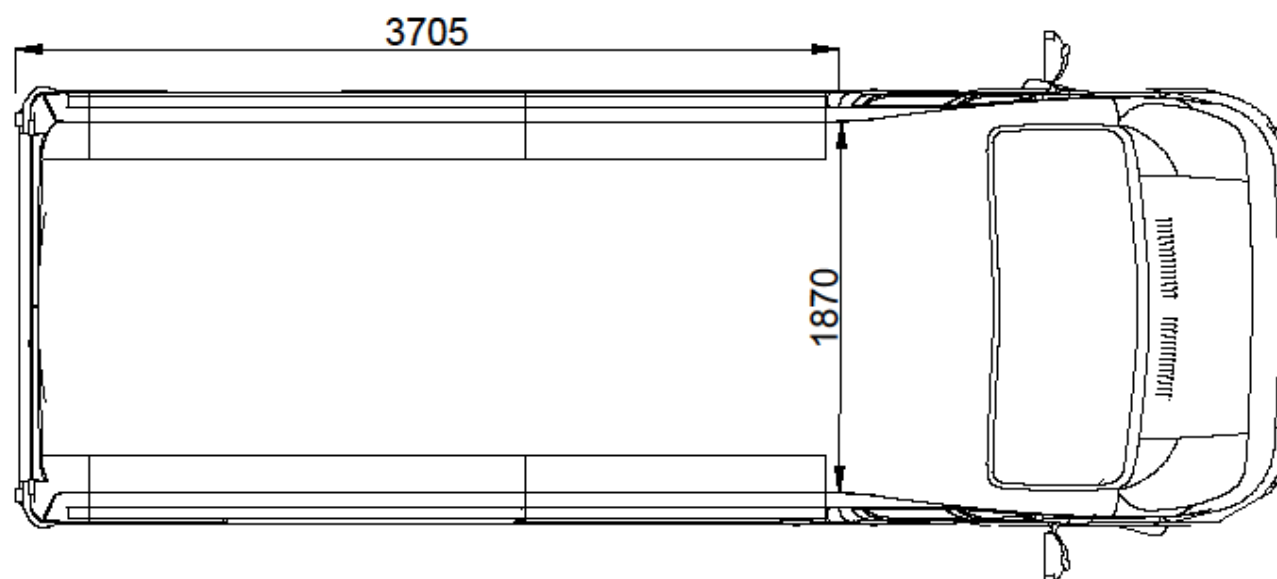
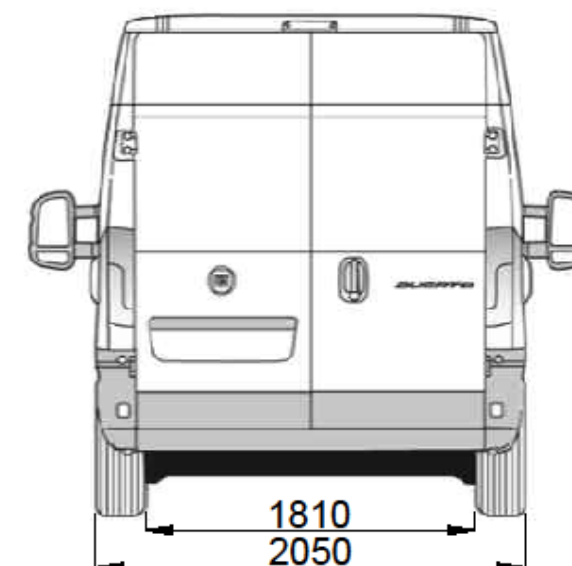
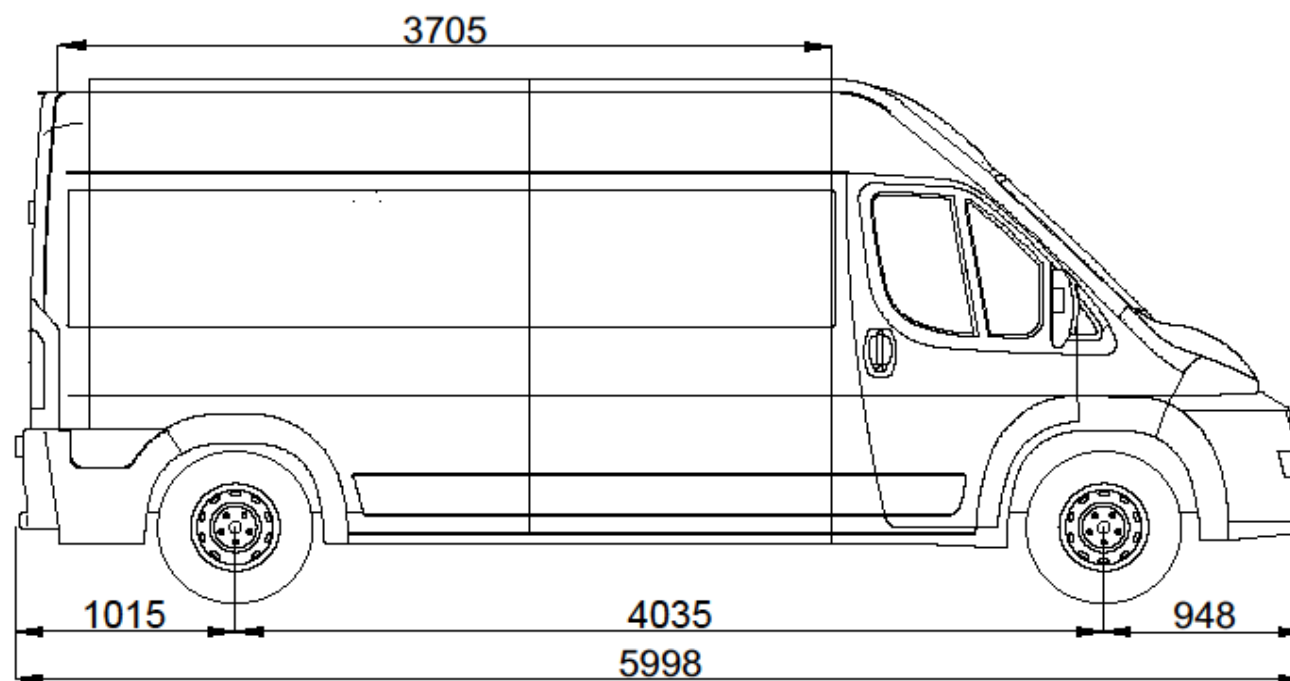
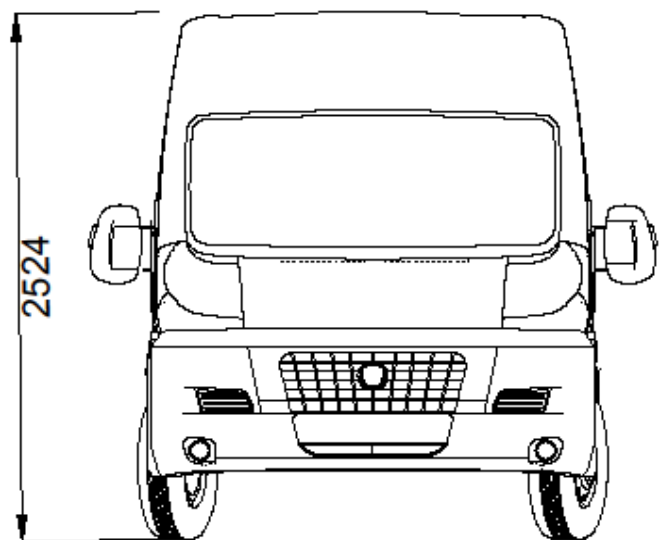
Con dichos conocimientos se realiza el cómputo de la instalación en conjunto, dado que todos los componentes se afectan entre sí, y por ello hay que ajustar delicadamente cada parámetro. Resultando en un equipamiento completo y funcional que goza de una autonomía suficiente para escapadas libres de ciertos días, pero asumiendo la preferencia por la conectividad a la red.

En resumen, el proyecto de camperización electrónica y del sistema eléctrico ha sido un éxito en varios frentes. Se han cumplido todos los objetivos planteados inicialmente, desarrollando un sistema que combina eficiencia, seguridad, sostenibilidad y adaptabilidad. Este enfoque integral y meticuloso asegura que los usuarios disfruten de una experiencia óptima, con un sistema eléctrico robusto y fiable que soporta todas las necesidades energéticas de una furgoneta camper. Con el creciente interés por la vida nómada y las soluciones de movilidad sostenible, este proyecto representa un avance significativo en el sector, proporcionando una solución innovadora y competitiva para el mercado actual.

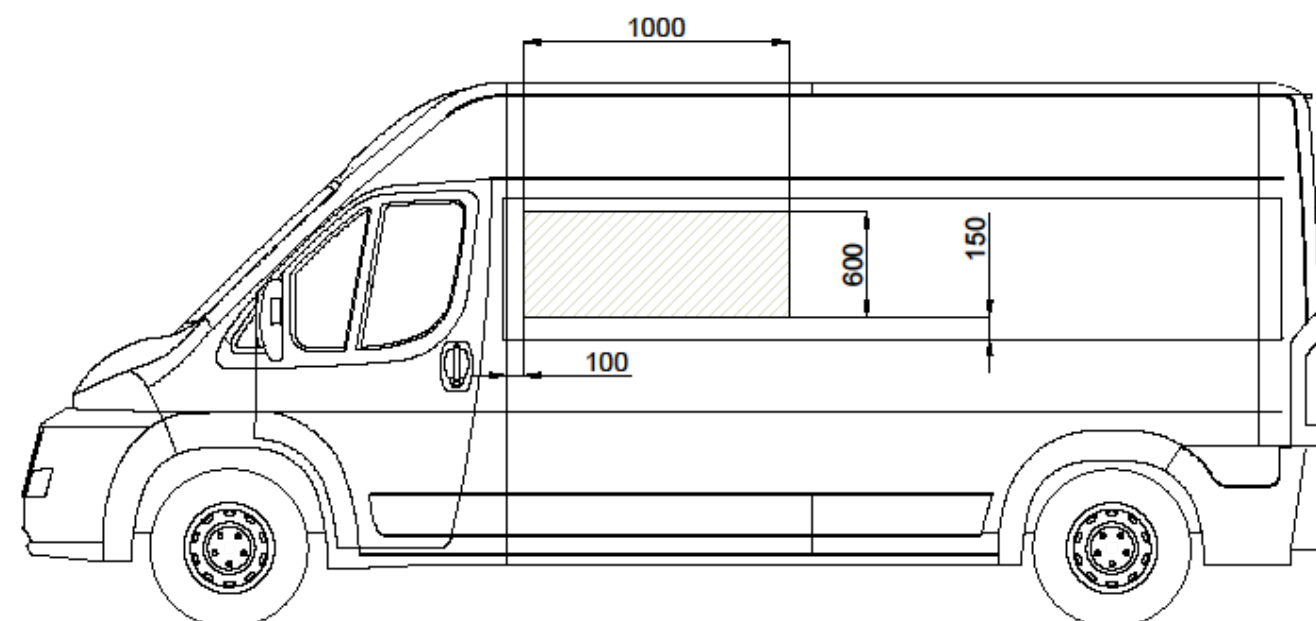
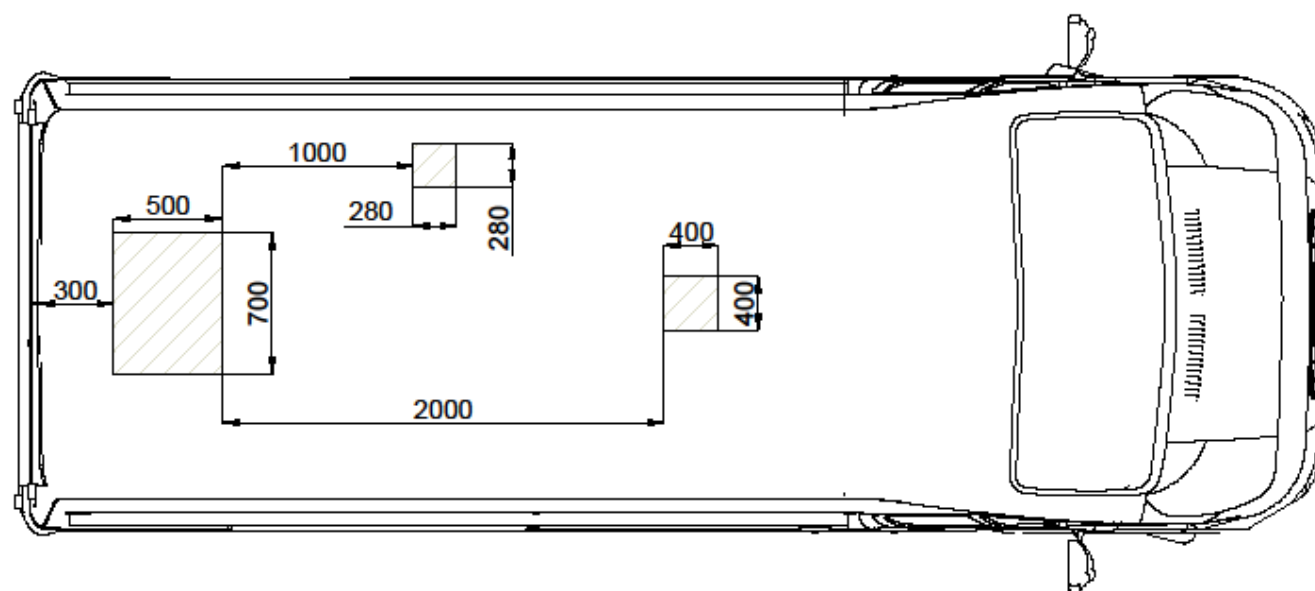
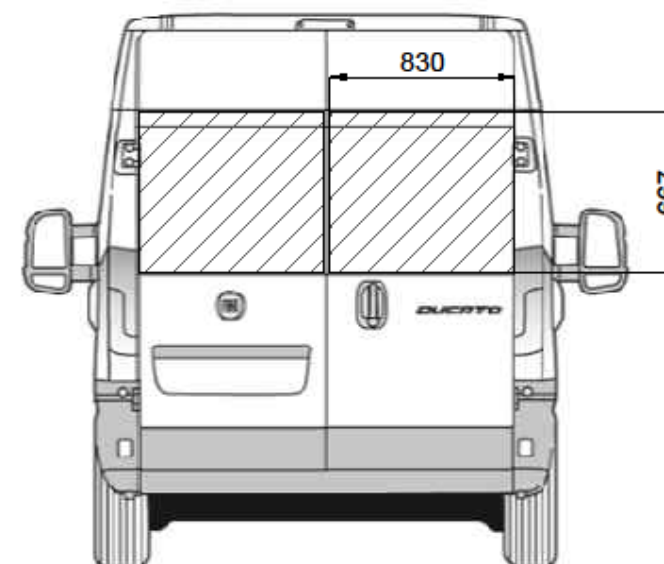
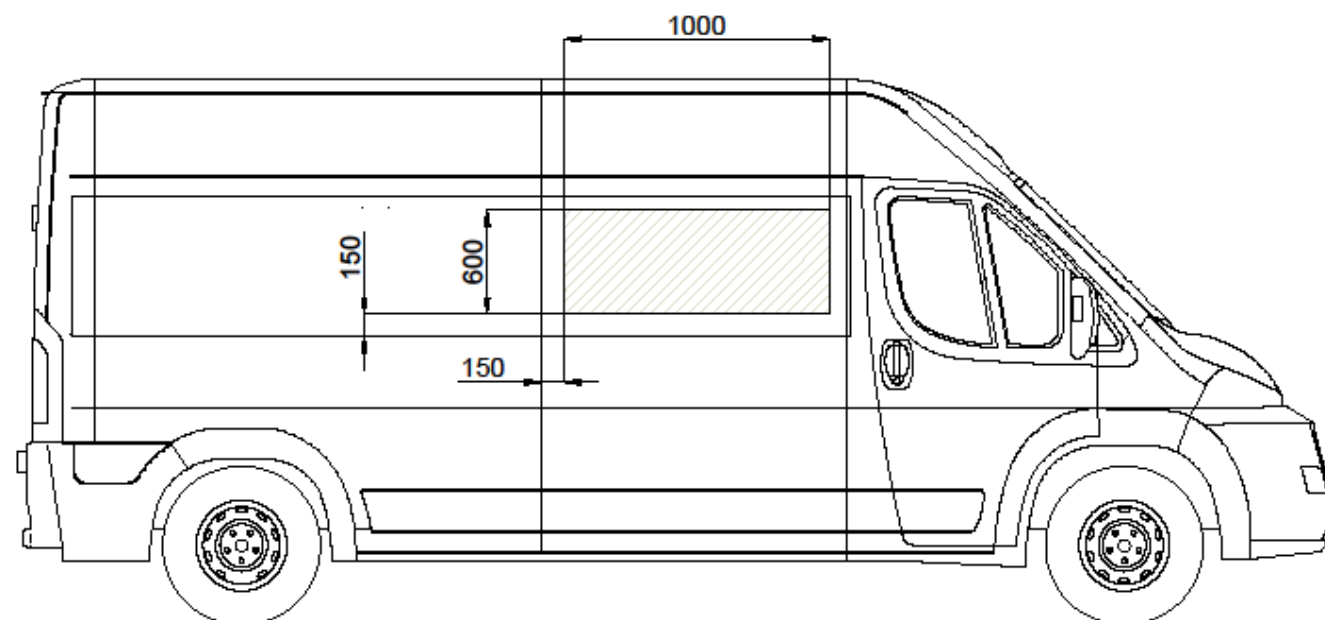


UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

PLANOS



DISEÑO, MODELIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE UNA METODOLOGÍA COMPLETA PARA LA CAMPERIZACIÓN (MECÁNICA) DE FURGONETAS INDUSTRIALES			
Autor: Guillermo Padilla Rodríguez	Id. s. normas: UNE - EN - DIN		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN Grado en Ingeniería mecánica
Fecha: Junio 2024			
ESCALA: 1:25	VISTAS VEHÍCULO		Nº PLANO 1



DISEÑO, MODELIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE UNA METODOLOGÍA COMPLETA PARA LA CAMPERIZACIÓN (MECÁNICA) DE FURGONETAS INDUSTRIALES

Autor:
Guillermo Padilla Rodríguez
Fecha: Junio 2024

Id. s. normas:
UNE - EN - DIN

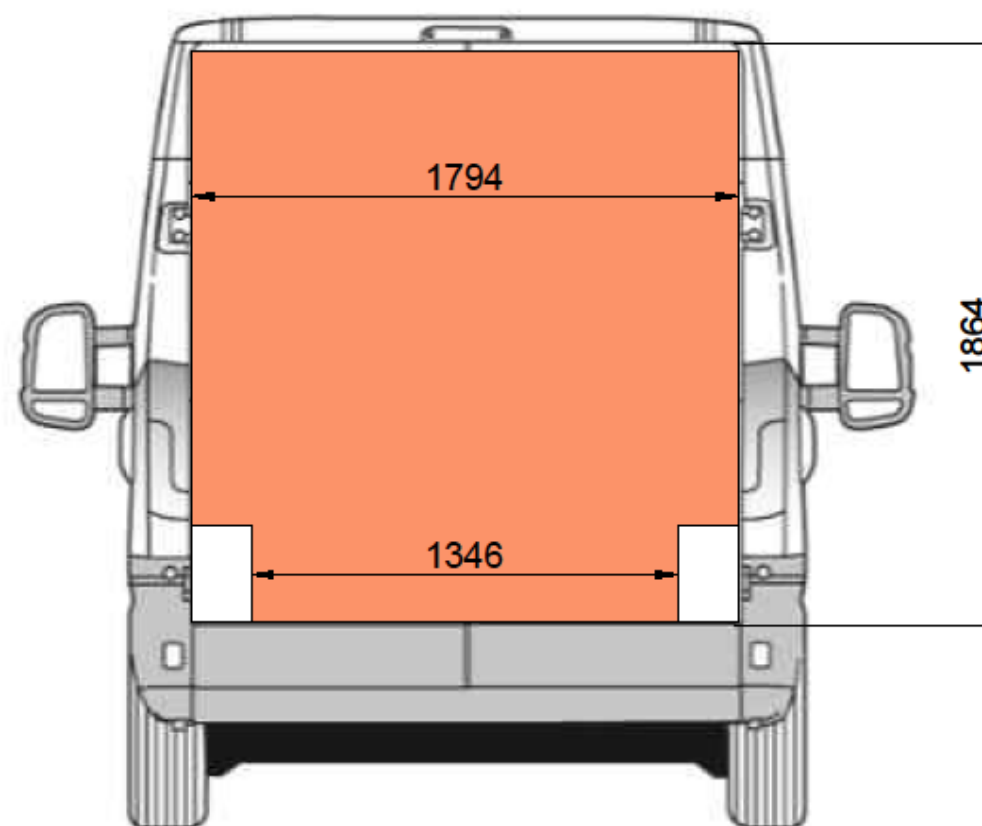
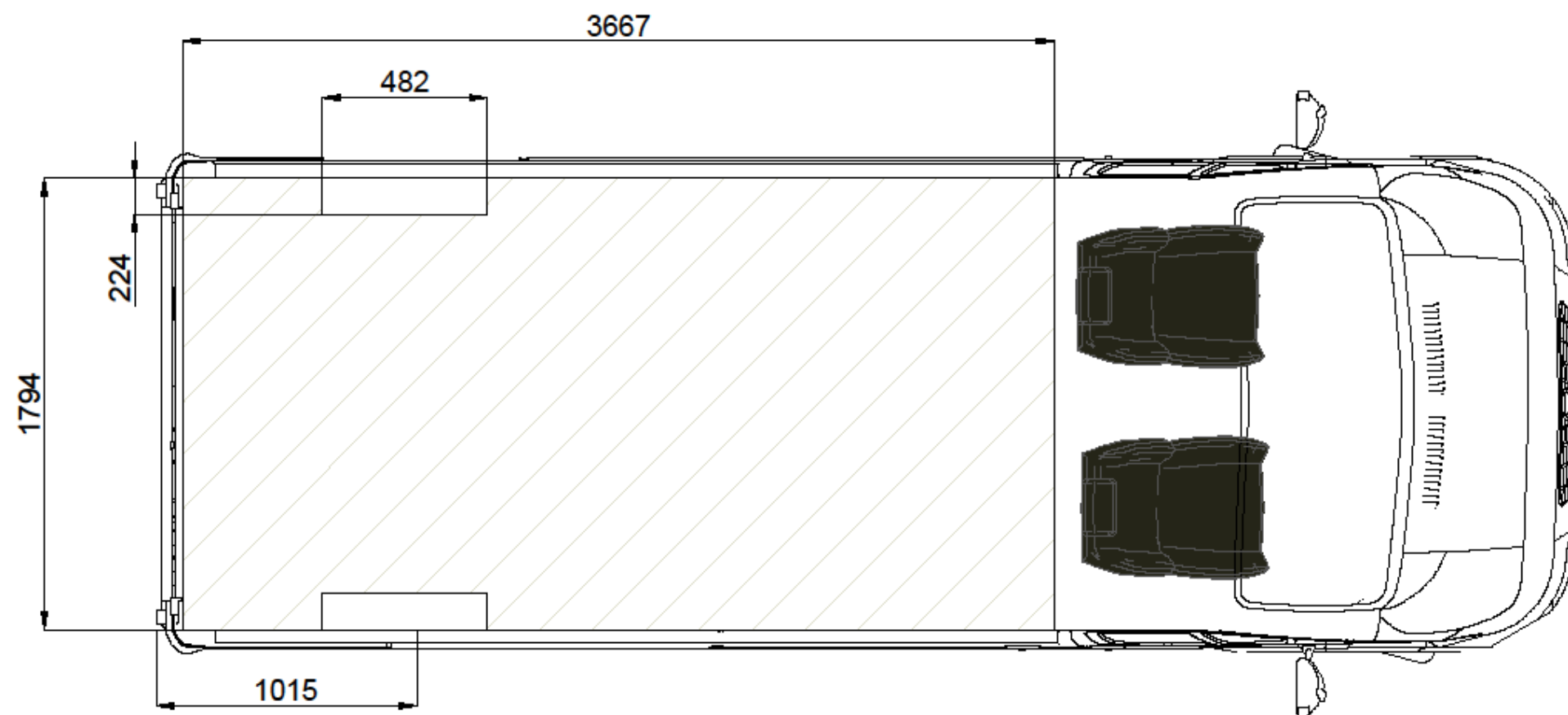


ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE JAÉN
Grado en Ingeniería mecánica

ESCALA:
1:25

VENTANAS Y CLARABOYAS

Nº PLANO
2



DISEÑO, MODELIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE UNA METODOLOGÍA COMPLETA PARA LA CAMPERIZACIÓN (MECÁNICA) DE FURGONETAS INDUSTRIALES

Autor:
Guillermo Padilla Rodríguez
Fecha: Junio 2024

Id. s. normas:
UNE - EN - DIN

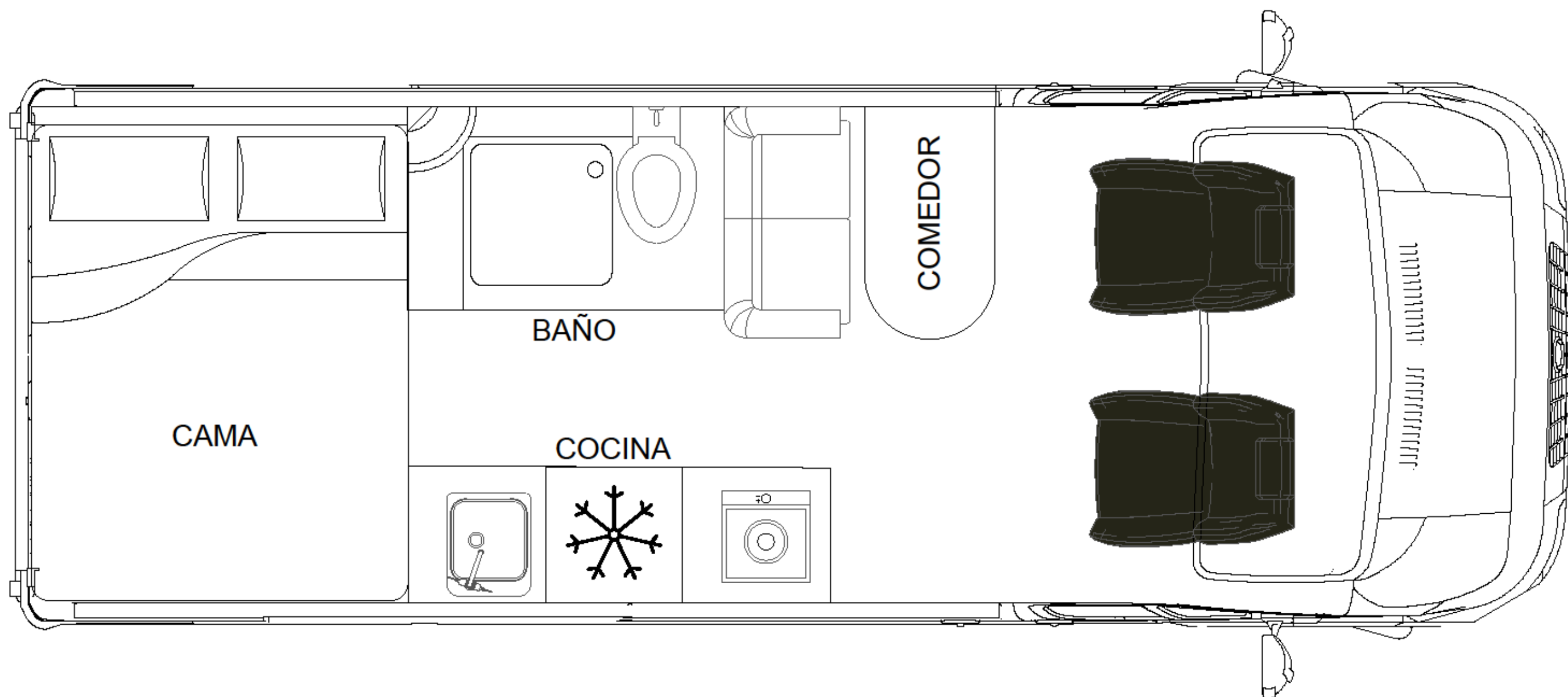


ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE JAÉN
Grado en Ingeniería mecánica

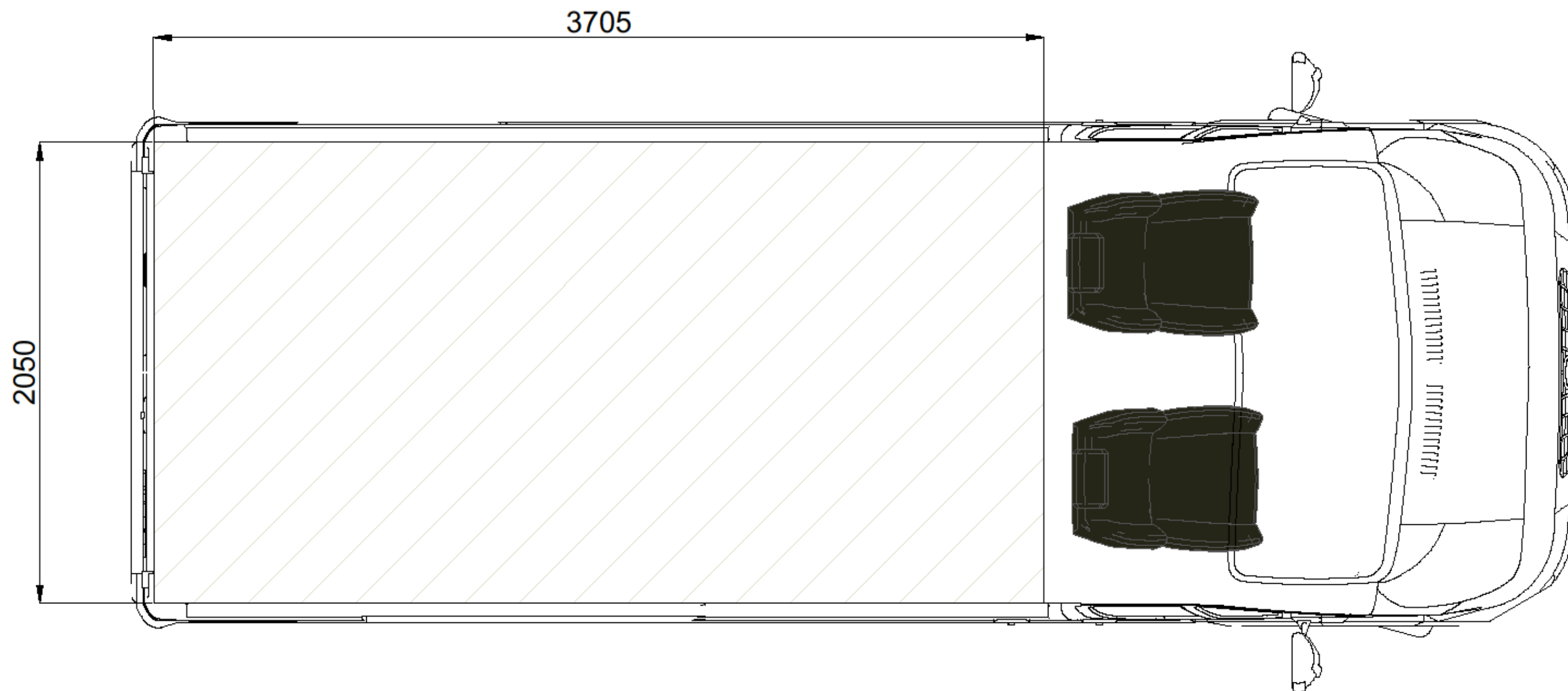
ESCALA:
1:20

ESPACIO ÚTIL VIVIENDA

Nº PLANO
3



ESTANCIAS	SUPERFICIE (m ²)
CAMA	2.48
BAÑO	0.75
COCINA	0.58
COMEDOR	1.02



DISEÑO Y CREACIÓN DE UNA "RUEBA DE CONCEPTO PARA LA CAMPERIZACIÓN DE UNA FURGONETA INDUSTRIAL"

Autor:
Guillermo Padilla Rodríguez
Fecha: Junio 2024

Id. s. normas:
UNE - EN - DIN

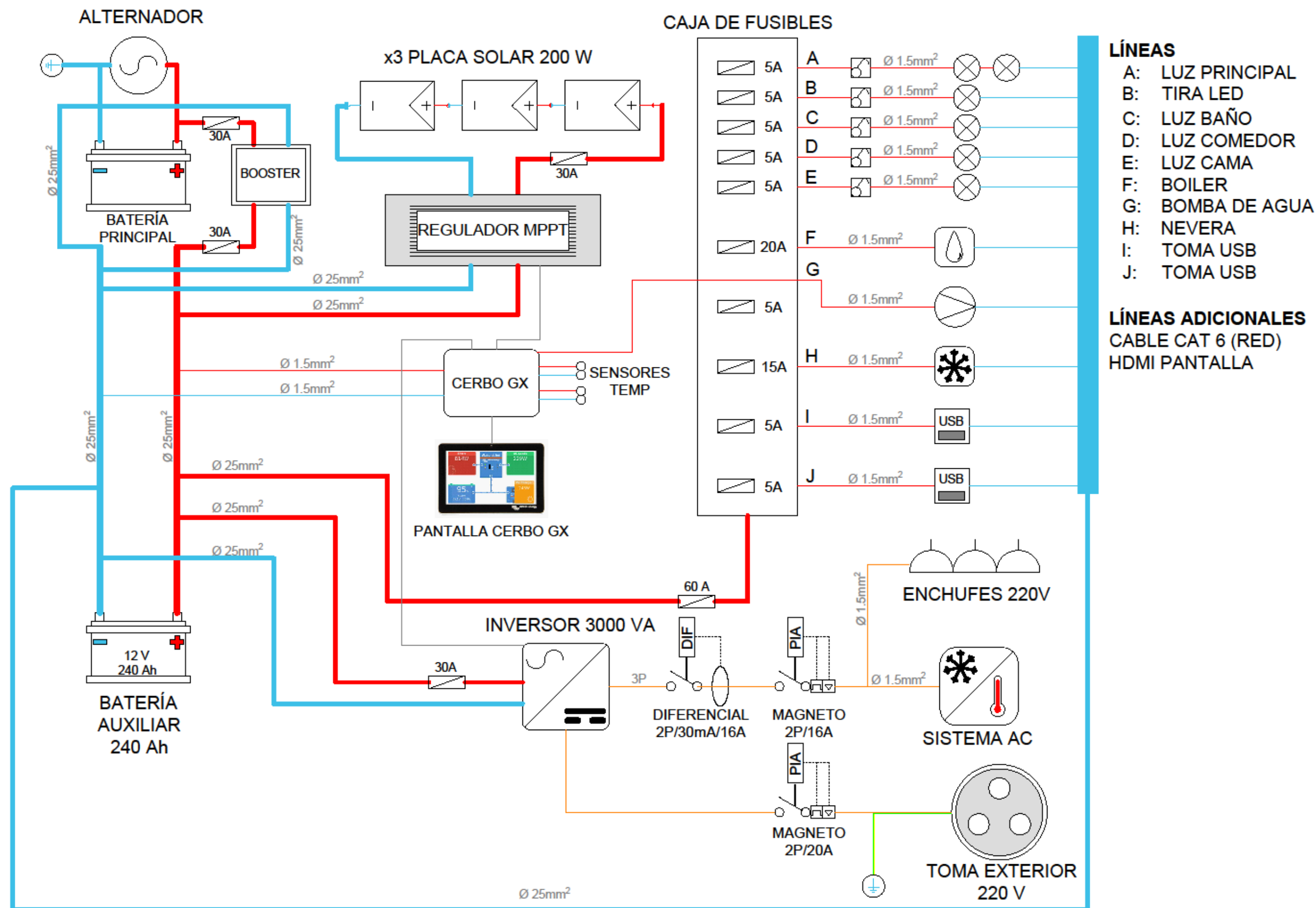


ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE JAÉN
Grado en Ingeniería mecánica

ESCALA:
1:20

ESPACIO ÚTIL TECHO

Nº PLANO
5



DISEÑO Y CREACIÓN DE UNA 'RUEBA DE CONCEPTO PARA LA CAMPERIZACIÓN DE UNA FURGONETA INDUSTRIAL

Autor:
Guillermo Padilla Rodríguez
Fecha: Junio 2024

Id. s. normas:
UNE - EN - DIN

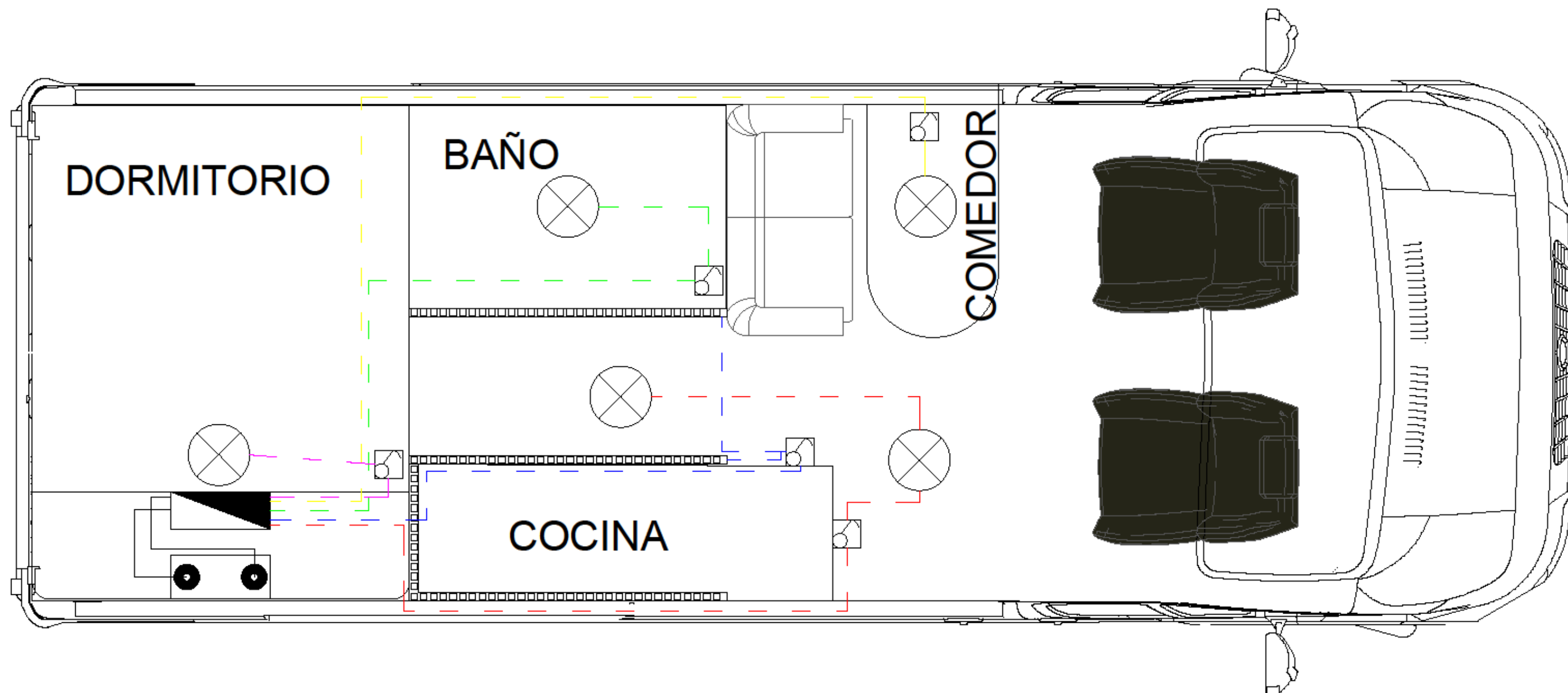


ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE JAÉN
Grado en Ingeniería mecánica

ESCALA:
S/E

ESQUEMA BÁSICO ELECTRICIDAD

Nº PLANO
6



LEYENDA CIRCUITO ILUMINACIÓN

	BATERÍA	A	LUZ PRINCIPAL
	CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN	B	TIRAS LED
	CONMUTADOR SIMPLE	C	ILUMINACIÓN BAÑO
	TIRA LED	D	ILUMINACIÓN COMEDOR
	FOCO LED	E	ILUMINACIÓN CAMA

DISEÑO, MODELIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE UNA METODOLOGÍA COMPLETA PARA LA CAMPERIZACIÓN (MECÁNICA) DE FURGONETAS INDUSTRIALES

Autor:
Guillermo Padilla Rodríguez
Fecha: Junio 2024

Id. s. normas:
UNE - EN - DIN

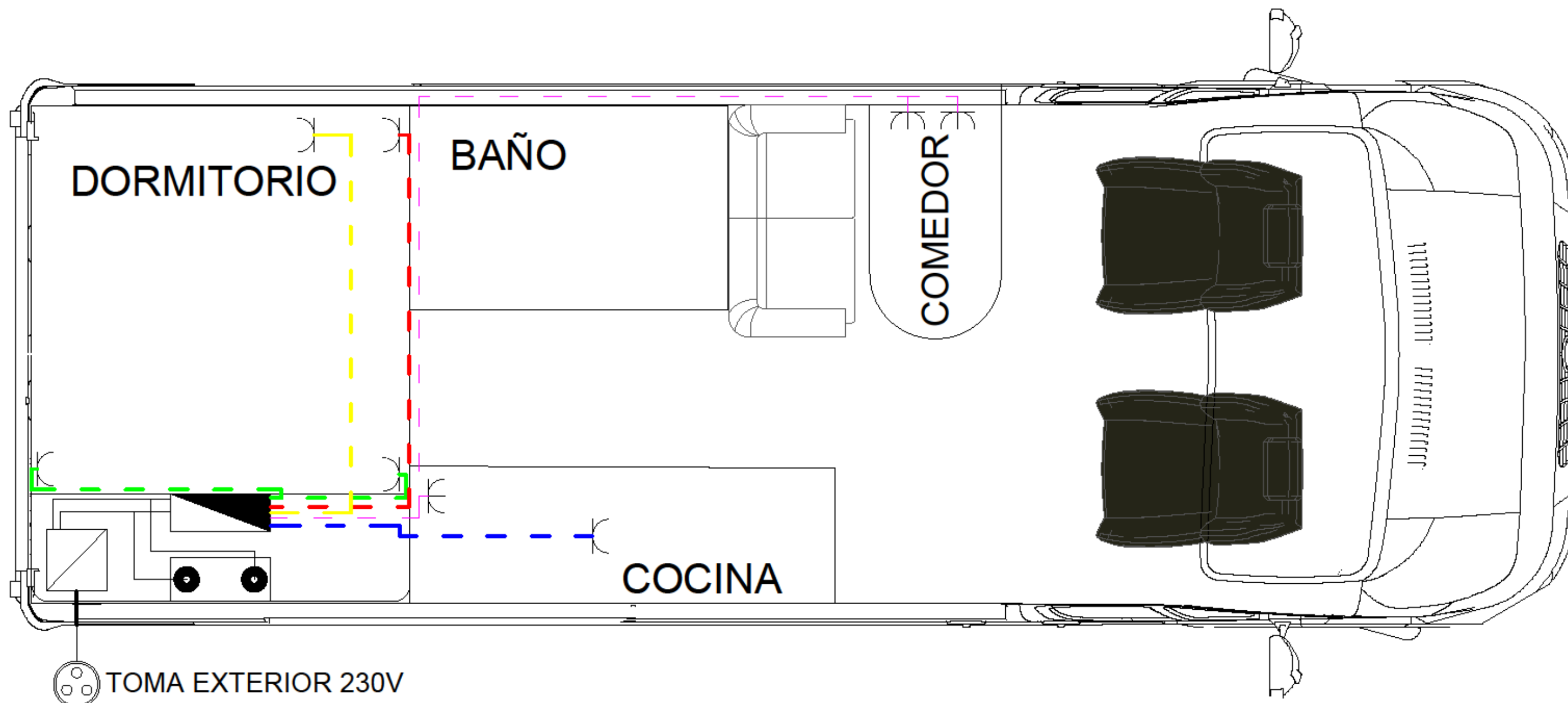


ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE JAÉN
Grado en Ingeniería mecánica

ESCALA:
1:20

ESQUEMA ELÉCTRICO ILUMINACIÓN

Nº PLANO
7



LEYENDA CIRCUITO FUERZA 12V Y 230V

	BATERÍA	F	BOILER AGUA
	CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN	G	BOMBA DE AGUA
	INVERSOR	H	NEVERA
	TOMA 12V	I	TOMAS USB
	TOMA 230V	AC	ENCHUFES AC

DISEÑO, MODELIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE UNA METODOLOGÍA COMPLETA PARA LA CAMPERIZACIÓN (MECÁNICA) DE FURGONETAS INDUSTRIALES

Autor:
Guillermo Padilla Rodríguez
Fecha: Junio 2024

Id. s. normas:
UNE - EN - DIN

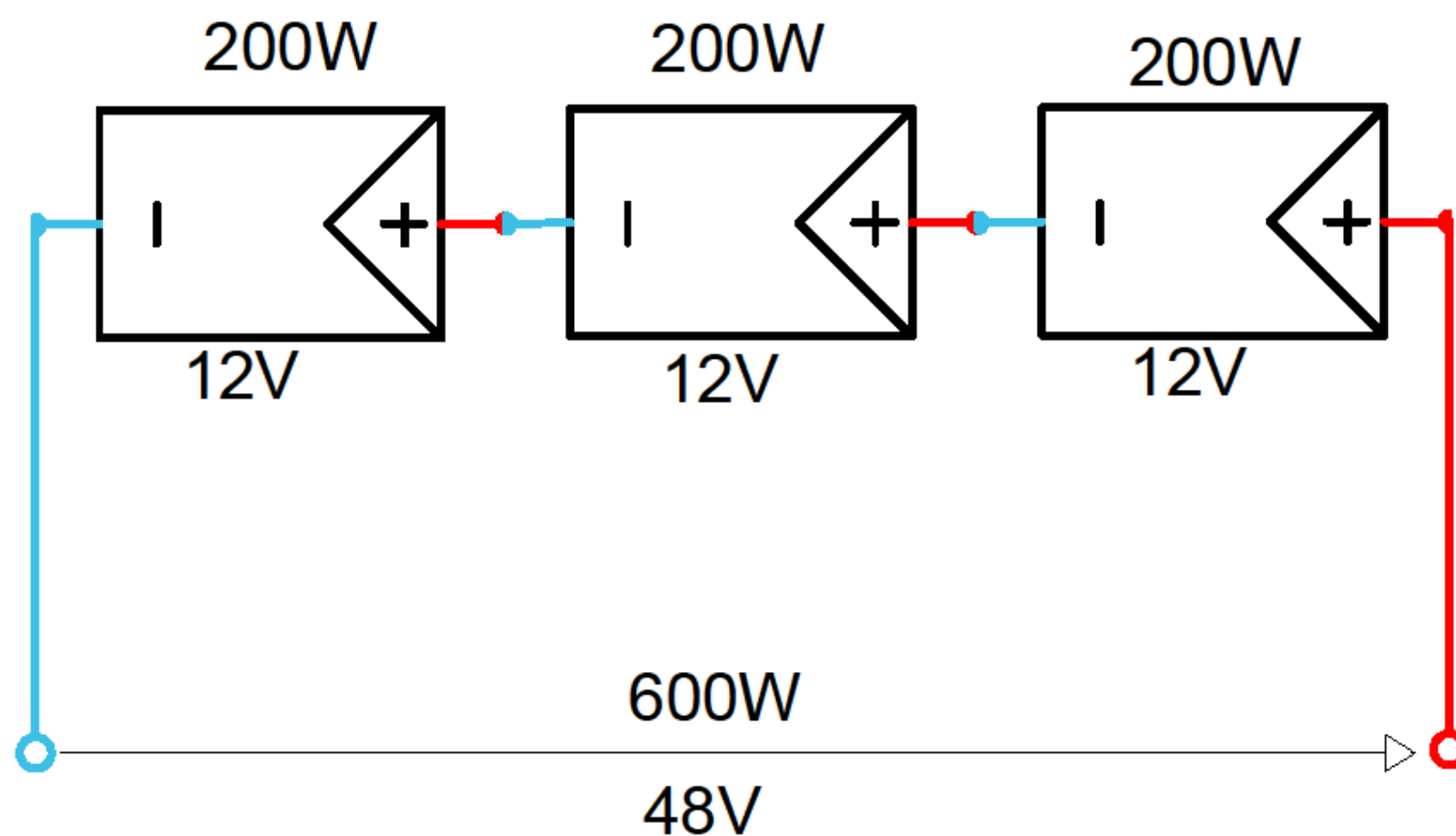
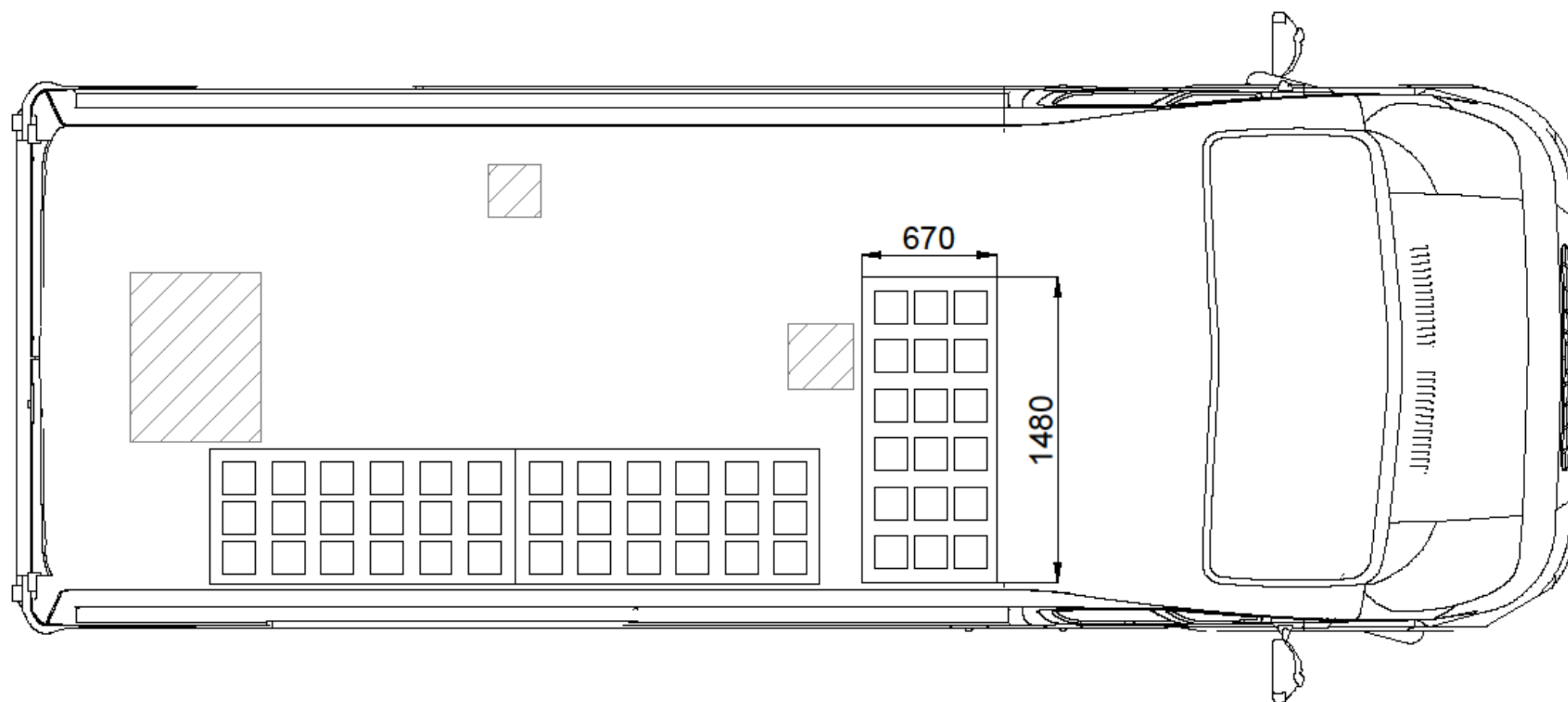


ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE JAÉN
Grado en Ingeniería mecánica

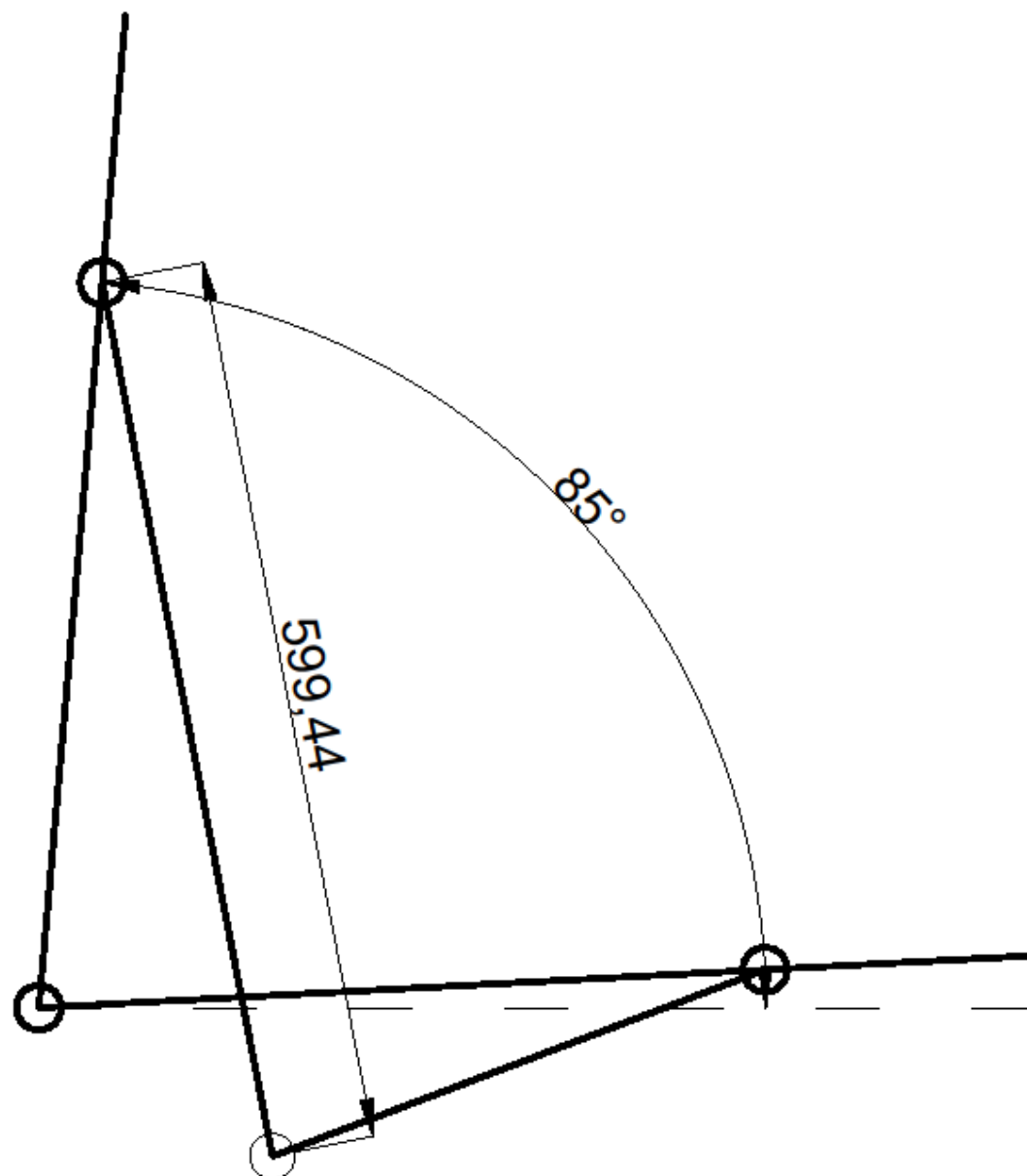
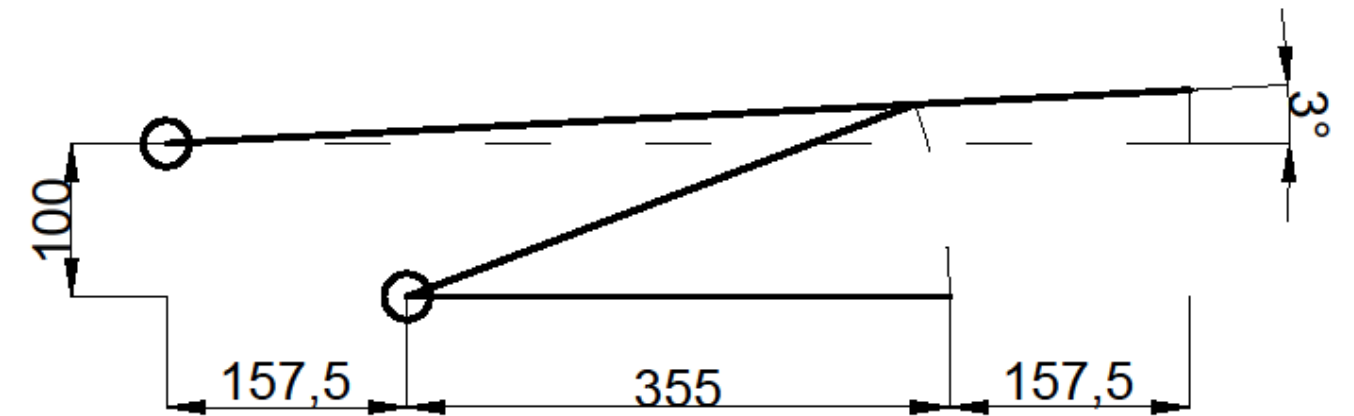
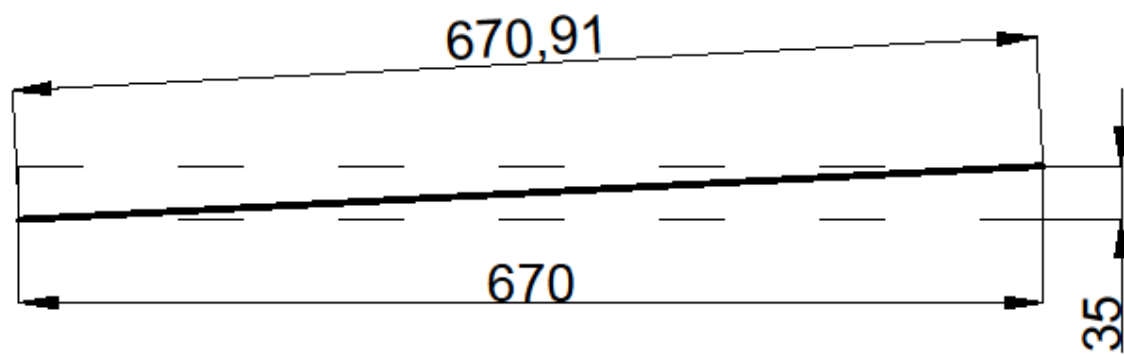
ESCALA:
1:20

ESQUEMA ELÉCTRICO FUERZA 12V Y 230V

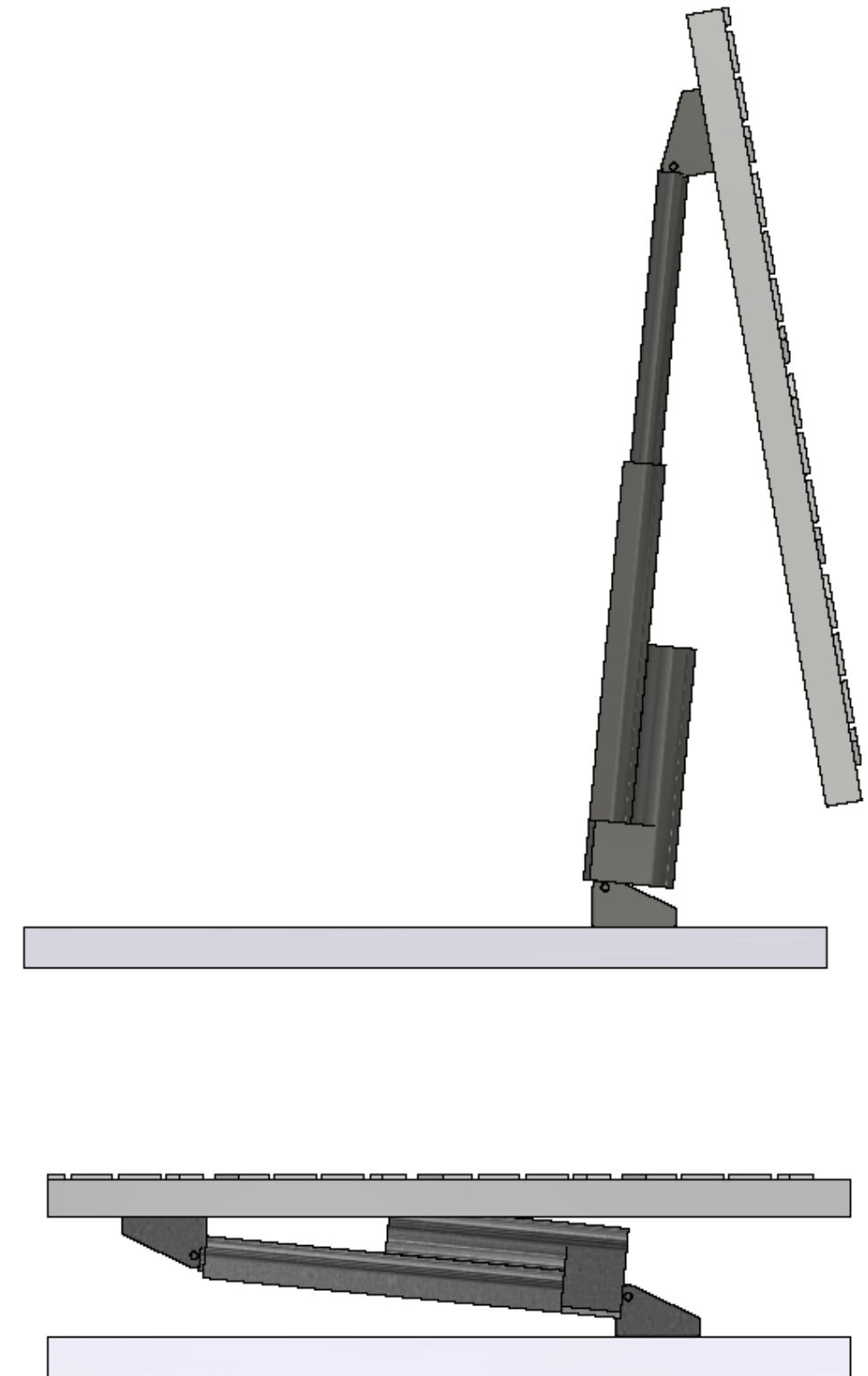
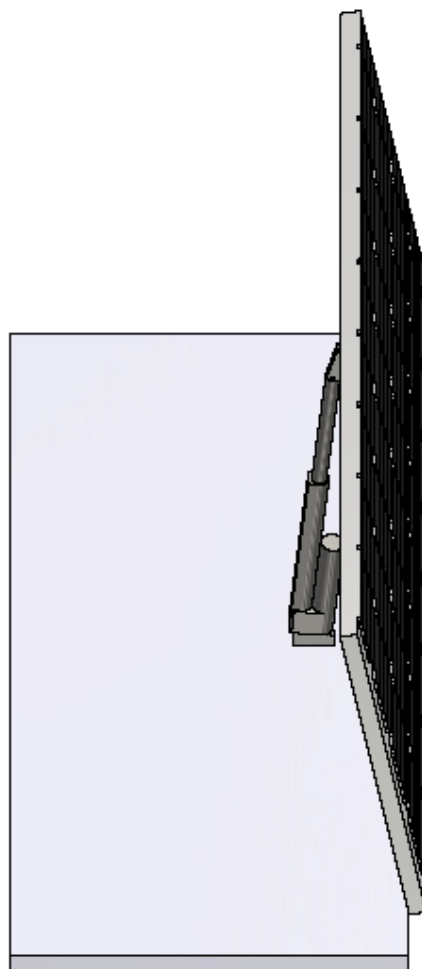
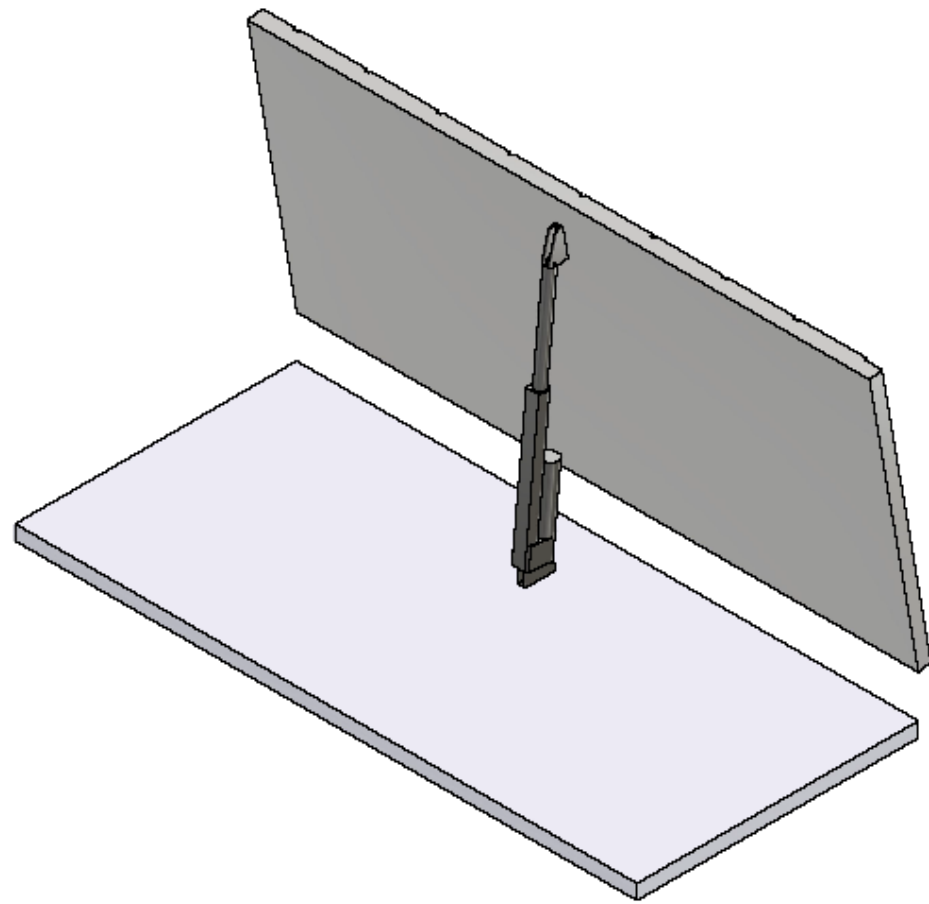
Nº PLANO
8



DISEÑO Y CREACIÓN DE UNA 'RUEBA DE CONCEPTO PARA LA CAMPERIZACIÓN DE UNA FURGONETA INDUSTRIAL			
Autor: Guillermo Padilla Rodríguez	Id. s. normas: UNE - EN - DIN		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN
Fecha: Junio 2024			Grado en Ingeniería mecánica
ESCALA: 1:20 Esquema S/E	CONEXIÓN Y DISPOSICIÓN DE MÓDULOS SOLARES		Nº PLANO 9



DISEÑO, MODELIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE UNA METODOLOGÍA COMPLETA PARA LA CAMPERIZACIÓN (MECÁNICA) DE FURGONETAS INDUSTRIALES			
Autor: Guillermo Padilla Rodríguez	Id. s. normas: UNE - EN - DIN		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN Grado en Ingeniería mecánica
Fecha: Junio 2024			
ESCALA: 1:3.5	ESQUEMA MECANISMO ELEVACIÓN DE PLACAS		Nº PLANO 10





UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

CÁLCULOS **JUSTIFICATIVOS**

Dimensionado de la batería

- Consumo diario aproximado

En la siguiente tabla aparecen las cargas que consumirán energía en la instalación, las horas de funcionamiento y el gasto total diario.

COMPONENTE	UNIDADES	POTENCIA (W)	POTENCIA PREVISTA (W)	HORAS FUNCIONAMIENTO (h)	POTENCIA DIARIA (Wh/día)
FOCO TECHO LED 12 V	5	3	15	4	60
NEVERA	1	46	46	8	368
TOMAS USB	2	5	10	2	20
INVERSOR	1	13	13	1	13
BOMBA DE AGUA	1	40	40	1	40
BOILER	1	200	200	0.5	100
TELEVISOR	1	45	45	2	90
TELÉFONO	2	18	36	2	72
PORTÁTIL	1	60	60	2	120
TOTAL DIARIO					883

El gasto energético total diario es de 883 Wh/día. Seguidamente se aplica la Ley de Ohm para obtener el total de capacidad eléctrica necesaria para un día:

$$P = V \times I \rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{883 \text{ Wh/día}}{12 \text{ V}} = 73.58 \frac{\text{Ah}}{\text{día}} \quad \dots(2)$$

- Profundidad de descarga <60%

Para este paso solo es necesario dividir la capacidad por el valor de profundidad de descarga:

$$\frac{73.58 \frac{Ah}{día}}{0.6} = 122.64 \frac{Ah}{día} \quad \dots(3)$$

- Autonomía para 2 y 3 días

De nuevo se multiplica el número de días por el valor obtenido previamente:

$$115.26 \frac{Ah}{día} \times 2 \text{ días} = 245 \text{ Ah} \quad \dots(4)$$

$$115.26 \frac{Ah}{día} \times 3 \text{ días} = 368 \text{ Ah} \quad \dots(5)$$

A la vista de los cálculos realizados, para una batería con autonomía de dos días, no descargarla más del 60% y con un régimen de descarga de C100 (la batería se descargaría completamente en poco menos de 4 días o 96 horas), se debe seleccionar un modelo comercial de 240 Ah.

Dimensionado de generador fotovoltaico

Ahora se abordará el dimensionado de la instalación. Para el dimensionado del/los módulo/s solar/es hemos de satisfacer la siguiente ecuación:

$$E \left(\frac{Wh}{día} \right) = PR \times P^* \times \frac{H(\alpha, \beta)}{G^*} \quad \dots(6)$$

- E(wh/día): consumo eléctrico diario de la furgoneta = generación de energía de la instalación fotovoltaica
- PR: performance ratio (pérdidas de la instalación)
- P*: Potencia en CEM de la instalación
- H(α,β): Irradiación recibida en el GFV (método del mes peor)
- G*: Irradiancia en CEM
- CEM: condiciones estándares de medida

Como es de esperar, las placas solares en una camperización se suelen instalar en el techo de la furgoneta: Así, asumiremos la radiación solar del peor mes en la

ciudad de Jaén para una inclinación de 0° (horizontal). En este caso es el mes de diciembre como se puede ver en la tabla adjunta (unidades en kWh/m²día) [ofrecida por la Universidad de Jaén](#):

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0°	2,6	3,3	4,7	5,4	6,7	7,4	7,6	7,0	5,7	4,0	2,9	2,1
5°	2,9	3,6	4,9	5,5	6,7	7,4	7,6	7,1	5,9	4,3	3,2	2,3
10°	3,2	3,8	5,1	5,6	6,7	7,3	7,5	7,2	6,2	4,6	3,5	2,5
15°	3,5	4,0	5,3	5,6	6,7	7,2	7,4	7,2	6,3	4,8	3,8	2,7
20°	3,7	4,2	5,5	5,6	6,6	7,0	7,3	7,2	6,5	5,0	4,1	2,9
25°	3,9	4,4	5,6	5,6	6,5	6,9	7,1	7,1	6,6	5,2	4,3	3,1
30°	4,1	4,5	5,7	5,6	6,3	6,6	6,9	7,0	6,6	5,4	4,5	3,2
35°	4,3	4,6	5,7	5,5	6,1	6,4	6,7	6,9	6,6	5,5	4,7	3,4
40°	4,4	4,7	5,7	5,4	5,9	6,1	6,4	6,7	6,6	5,6	4,9	3,5
45°	4,6	4,7	5,7	5,3	5,7	5,8	6,1	6,5	6,5	5,6	5,0	3,5
50°	4,7	4,8	5,7	5,1	5,4	5,5	5,8	6,2	6,4	5,6	5,1	3,6
55°	4,7	4,8	5,6	4,9	5,2	5,2	5,5	5,9	6,3	5,6	5,1	3,7
60°	4,7	4,7	5,3	4,5	4,5	4,4	4,7	5,3	5,9	5,5	5,1	3,7
65°	4,7	4,7	5,3	4,5	4,5	4,4	4,7	5,3	5,9	5,5	5,1	3,7
70°	4,7	4,6	5,1	4,2	4,2	4,0	4,3	4,9	5,6	5,4	5,1	3,6
75°	4,6	4,5	4,9	3,9	3,8	3,6	3,9	4,5	5,3	5,2	5,0	3,6
80°	4,6	4,3	4,7	3,7	3,4	3,2	3,4	4,1	5,0	5,0	4,9	3,5
85°	4,4	4,2	4,4	3,4	3,1	2,8	3,0	3,7	4,6	4,8	4,8	3,4
90°	4,3	4,0	4,1	3,0	2,7	2,5	2,6	3,2	4,2	4,5	4,6	3,3

Una vez conocido este dato, suponemos unas pérdidas en la instalación del 20% (PR=0.8). Ahora solo nos queda despejar la potencia de la instalación completa:

$$P^* = \frac{E \left(\frac{Wh}{día} \right)}{PR \times \frac{H(\alpha, \beta)}{G^*}} \quad \dots(7)$$

El consumo energético de nuestra camper ya se ha calculado en el apartado previamente en este documento para el dimensionado de la batería con un valor total de 830 (Wh/día):

$$P^* = \frac{830 \left(\frac{Wh}{día} \right)}{0.8 \times \frac{2.1 \frac{kWh}{m^2}}{1 \frac{kW}{m^2}}} = 525.6 W \quad \dots(8)$$

Cálculo de secciones del cableado

Como ya se ha mencionado en el apartado 5.2.4, para elegir la sección del cableado se ha de tener en cuenta ciertos factores que pueden repercutir en el buen funcionamiento de la instalación completa y en su seguridad. Para seleccionar una sección transversal de cable correcta influye el amperaje conducido por el cable (este dependerá de la potencia consumida por la carga) y la caída de potencial. Esta caída es un efecto natural de los conductores y es inversamente proporcional con la sección del cable pero directamente proporcional con la longitud de este. Es decir, que a mayor distancia entre la batería y la carga, mayor caída de potencial. De no tenerse en cuenta este hecho, los aparatos como la nevera podrían trabajar de manera incorrecta al entregarles menos de los 12 V a los que están diseñados.

En la instalación propuesta, la caída de tensión admisible será del 1% para garantizar la seguridad y el buen funcionamiento de los aparatos eléctricos:

$$\%cdt = 12 V * 0.01 = 0.12 V \quad \dots(9)$$

Siendo %cdt: caída de tensión admisible en valor absoluto

Una vez estimada la caída de tensión, queda conocer la intensidad circulante por cada cable. Se hace uso de la ley de Ohm:

$$P = V * I \quad \dots(10)$$

Al ser la instalación de corriente continua trabajaremos con los 12 V que suministran las baterías y la potencia será la consumida por cada elemento. La intensidad resultante dará el valor de los fusibles de protección. Por otro lado, se empleará la ecuación ...(11) para determinar la sección del cableado:

$$S = \frac{2L * I}{56 * \%cdt} \quad \dots(11)$$

La ecuación en sí misma y los parámetros quedaron definidos en la sección de análisis de alternativas para el cableado. Ahora se aplicará para dejar definida la interconexión de cada dispositivo:

- Corriente continua

COMPONENTE	UNIDADES	POTENCIA (W)	LONGITUD DEL CABLE (m)	INTENSIDAD CALCULADA (A)	FUSIBLE PROYECTADO (A)	SECCIÓN CALCULADA (mm ²)	SECCIÓN PROYECTADA (mm ²)
LUMINARIA 1	1	2,5	2,5	0,21	5	0,155	1,5
LUMINARIA 2	1	2,5	2,5	0,21	5	0,155	1,5
LUMINARIA 3	1	2,5	1	0,21	5	0,062	1,5
LUMINARIA 4	1	2,5	2	0,21	5	0,124	1,5
TIRA LED	1	24	2	2,00	5	1,190	1,5
NEVERA	1	15,3	2	1,28	4	0,759	1,5
BOMBA DE AGUA	1	20	1,5	1,67	4	0,744	1,5
TOMAS USB	2	10	2	0,83	2	0,496	1,5
PLACAS SOLARES	3	600	2,5	30,00		22,321	25
INVERSOR	1	2000	0,5	166,67		24,802	25

- Corriente alterna

En este caso el valor de la caída de tensión admisible es diferente al variar el voltaje de la línea:

$$\%cdt = 220 V * 0.01 = 2.2 V \quad \dots(12)$$

COMPONENTE	UNIDADES	POTENCIA (W)	LONGITUD DEL CABLE (m)	INTENSIDAD CALCULADA (A)	MAGNETO PROYECTADO (A)	SECCIÓN CALCULADA (mm ²)	SECCIÓN PROYECTADA (mm ²)
Enchufes 230 V	3	123	5	0,56	16	0,045	2,5
Enchufe 230 V Máxima potencia	1	1000	5	4,55	16	0,369	2,5
Aire Acondicionado	1	1100	3	5,00	16	0,244	2,5

Cálculo del mecanismo de elevación de los paneles solares

Se pretende diseñar un mecanismo con actuador lineal que permita elevar las placas solares para modificar su inclinación y rentabilizar al máximo la radiación solar. El factor de la inclinación juega un papel determinante en el rendimiento energético de las placas solares especialmente en los meses de invierno cuando el sol no incide tan verticalmente.

Para ello, se aprovecha el hueco ofrecido por el marco en el que va insertada la placa junto con una estructura metálica sobre la que irán apoyadas las placas. Ahí es donde se ubicarán los actuadores lineales que elevarán las placas mediante accionamiento eléctrico. Este espacio generado además mejorará la refrigeración en gran medida por lo que es una mejora doble en la eficiencia de los módulos.

Para determinar las medidas del mecanismo se debe partir del peso y dimensiones de las placas, y también del actuador elegido:

- Dimensiones de los módulos: 1480 x 670 x 35 mm
- Peso de los módulos: 10.9 kg

Con estos datos se selecciona un dispositivo capaz de levantar dicha masa y que de máximo tenga una longitud de 670 mm estando retraído.



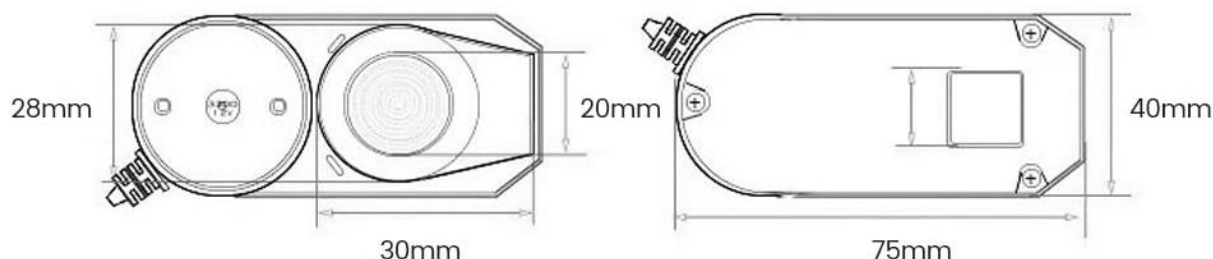
Actuador lineal DCHOUSE
Accionamiento eléctrico 12V
Fuerza 1000N

$$F = m * a \quad \dots(13)$$

$$m = \frac{F}{a} \quad \dots(14)$$

$$m = \frac{1000N}{9.81 \frac{m}{s^2}} = 100 \text{ kg} \quad \dots(15)$$

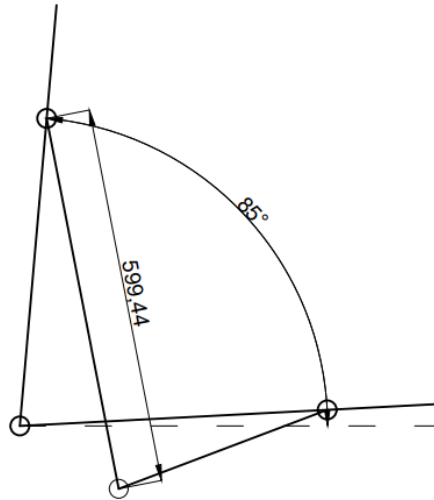
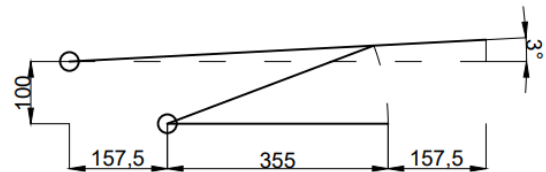
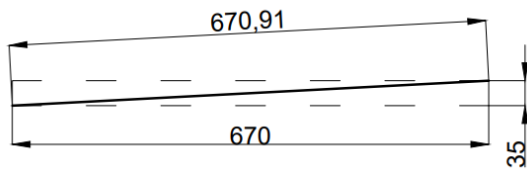
Como vemos el accionamiento tiene fuerza para levantar las placas con creces. Ahora falta determinar la carrera del pistón y calcular la perfilera de la estructura en función a las dimensiones del actuador.



La anchura del elemento actuador es de 75 mm. Instalando una estructura para las placas con perfiles de tubos rectangulares de 100x100 mm es más que suficiente para albergar dichos actuadores debajo de las placas solares.

Carga	Carrera	Longitud retraído	Longitud extendido
	mm	mm	mm
100 kg (1000N)	50	155	205
	100	205	305
	150	255	405
	200	305	505
	250	355	605
	300	405	705
	350	455	805
	400	505	905
	450	555	1005

De todos los modelos disponibles se elige el de carrera de 250 mm cuya longitud extendido es de 605 mm. Esta longitud debería ser suficiente. El dispositivo se ubicará a una distancia central, separado por una distancia igual de cada extremo de la placa. En las siguientes figuras se observa el esquema del mecanismo acotado para ver si cumple con las dimensiones estando retraído y si la extensión permite elevar la placa 80°:



En el primer esquema se muestra el eje sobre el que rota la placa. En la segunda vemos el esquema del mecanismo estando retraído con el actuador ubicado debajo de la placa con las distancias según el perfil de la estructura y estando centrado sobre la placa. En la imagen inferior se observan las distintas posiciones del mecanismo viendo como rota el punto de apoyo del actuador sobre el eje de la placa.

Para una inclinación de hasta 85° la distancia del actuador lineal debe ser de al menos 599.5 mm, por lo que la elección inicial es correcta con una extensión máxima de 605 mm.



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

PRESUPUESTO

En el último documento del trabajo se desglosa el presupuesto de ejecución material completo tanto del proyecto como de la obra en su totalidad, incluyendo homologación posterior.

A continuación, se muestra en orden de sucesión: el cuadro de precios simples, las mediciones y el cuadro de descompuestos. Finalizando con el resumen del presupuesto.

LISTA DE PRECIOS SIMPLES				
MATERIALES				
CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Distribuidor	IMPORTE (€)
P.S.01	ud.	Fiat Ducato L3H2 140 CV,104 kW, diesel	Fiat Professional	34990,00
P.S.02	ud.	Batería de litio LiFePo4 240 Ah a 12 V	Aliexpress	324,61
P.S.03	ud.	Booster Votronic carga alternador	Amazon	169,90
P.S.04	ud.	Toma externa 220V	Amazon	15,99
P.S.05	ud.	Placa solar EnjoySolar 200W, 12V	Amazon	160,23
P.S.06	ud.	Regulador MPPT Placa solar Victron Energy	Amazon	88,66
P.S.07	ud.	Tomas USB	Amazon	10,99
P.S.08	ud.	Enchufes de pared Schuko	Amazon	8,90
P.S.09	ud.	Pack Interruptores LED	Amazon	10,99
P.S.10	ud.	Inversor/cargador Victron Energy 3 kVA	Amazon	1385,00
P.S.11	ud.	Foco LED 12V	Amazon	8,99
P.S.12	ud.	Tira LED 12V	Amazon	17,99
P.S.13	ud.	Nevera Webasto Cruise Elegance 85L	MadridCamper	795,00
P.S.14	ud.	Centralita Cerbo GX Victron Energy	Leroy Merlin	230,00
P.S.15	ud.	Pantalla GX Touch 50	Leroy Merlin	200,00
P.S.16	ud.	Webasto Cool Top Trail 28	PBAutoElectrics	1637,99
P.S.17	ml.	Cable CN25mm (2,5mm) Negro	Lulukabraka	0,68
P.S.18	ml.	Cable CR25mm (2,5mm) Rojo	Lulukabraka	0,68
P.S.19	ml.	Cable CN25MM (25mm) Negro	Lulukabraka	6,75
P.S.20	ml.	Cable CR25MM (25mm) Rojo	Lulukabraka	6,75
P.S.21	ud.	Fusible 5A	Amazon	0,70
P.S.22	ud.	Fusible 15A	Amazon	2,00
P.S.23	ud.	Fusible 20A	Amazon	13,99
P.S.24	ud.	Fusible 30A	Amazon	13,99
P.S.25	ud.	Fusible 60A	Amazon	18,99
P.S.26	ud.	Homologación instalación eléctrica	Personal cualificado	75,00
P.S.27	ud.	Proyecto técnico, certificado final de obra e informe de conformidad	Ingeniero técnico	485,00

P.S.28	ud.	Certificado de taller	Taller especializado	90,00
P.S.29	ud.	Reforma ITV	Centros ITV	41,00
MANO DE OBRA				
M.O.0				
1	h	Mano obra taller especializado camperizaciones	Taller	40,00

MEDICIONES				
CAP.1 Adquisición vehículo				
CÓDIGO	UND	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO/UND (€) PRECIO (€)
U.O.01	ud.	Fiat Ducato L3H2 140 CV,104 kW, diesel	1	34990,00 34990,00
				TOTAL 34990,00
CAP. 2 Instalación eléctrica				
CÓDIGO	UND	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO/UND (€) PRECIO (€)
U.O.02	ud.	Instalación de componentes	1	5165,24 5165,24
U.O.03	ud.	Tirada de cable	1	203,65 203,65
				TOTAL 5368,89
CAP.3 Homologación				
CÓDIGO	UND	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO/UND (€) PRECIO (€)
U.O.04	ud.	Homologación completa de proyecto y obra	1	691,00 691,00
				TOTAL 691,00

CUADRO DE DESCOMPUESTOS				
CAP.1 Adquisición del vehículo				
CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	€/ud Total (€)
U.O.01	ud.	Compra del modelo de furgoneta Fiat Ducato L3H2 140 CV,104 kW, diesel		
P.S.01	ud.	Fiat Ducato L3H2 140 CV,104 kW, diesel	1	34990,00 34990,00
				Total 34990,00
CAP.3 Instalación eléctrica				
U.O.02	ud.	Instalación de componentes	CANTIDAD	€/ud Total (€)
P.S.02	ud.	Batería de litio LiFePo4 240 Ah a 12 V	1	324,61 324,61
P.S.03	ud.	Booster Votronic carga alternador	1	169,90 169,90
P.S.04	ud.	Toma externa 220V	1	15,99 15,99
P.S.05	ud.	Placa solar EnjoySolar 200W, 12V	1	160,23 160,23
P.S.06	ud.	Regulador MPPT Placa solar Victron Energy	1	88,66 88,66

P.S.07	ud.	Tomas USB	1	10,99	10,99
P.S.08	ud.	Enchufes de pared Schuko	1	8,90	8,90
P.S.09	ud.	Pack Interruptores LED	1	10,99	10,99
P.S.10	ud.	Inversor/cargador Victron Energy 3 kVA	1	1385,00	1385,00
P.S.11	ud.	Foco LED 12V	1	8,99	8,99
P.S.12	ud.	Tira LED 12V	1	17,99	17,99
P.S.13	ud.	Nevera Webasto Cruise Elegance 85L	1	795,00	795,00
P.S.14	ud.	Centralita Cerbo GX Victron Energy	1	230,00	230,00
P.S.15	ud.	Pantalla GX Touch 50	1	200,00	200,00
P.S.16	ud.	Webasto Cool Top Trail 28	1	1637,99	1637,99
M.O.01	h	Mano obra taller especializado camperizaciones	2,5	40,00	100,00
				Total	5165,24

U.O.06	ud.	Tirada de cable	CANTIDAD	€/ud	Total (€)
P.S.17	ml.	Cable CN25mm (2,5mm) Negro	10	0,68	6,80
P.S.18	ml.	Cable CR25mm (2,5mm) Rojo	10	0,68	6,80
P.S.19	ml.	Cable CN25MM (25mm) Negro	5	6,75	33,75
P.S.20	ml.	Cable CR25MM (25mm) Rojo	5	6,75	33,75
P.S.21	ud.	Fusible 5A	8	0,70	5,60
P.S.22	ud.	Fusible 15A	1	2,00	2,00
P.S.23	ud.	Fusible 20A	1	13,99	13,99
P.S.24	ud.	Fusible 30A	3	13,99	41,97
P.S.25	ud.	Fusible 60A	1	18,99	18,99
M.O.01	h	Mano obra taller especializado camperizaciones	1	40,00	40,00
				Total	203,65

CAP.6 Homologación					
U.O.14	ud.	Homologación completa de proyecto y obra	CANTIDAD	€/ud	Total (€)
P.S.26	ud.	Homologación instalación eléctrica	1	75,00	75,00
P.S.27	ud.	Proyecto técnico, certificado final de obra e informe de conformidad	1	485,00	485,00
P.S.28	ud.	Certificado de taller	1	90,00	90,00
P.S.29	ud.	Reforma ITV	1	41,00	41,00
				Total	691,00

RESUMEN DE PRESUPUESTO			
CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE (€)	%
1	Adquisición de vehículo	34990,00	85,2
2	Instalación eléctrica	5368,89	13,1
3	Homologación	691,00	1,7

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

41049,89

**Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CUARENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS
CINCUENTA Y TRES EUROS con OCHO CÉNTIMOS**

Bibliografía

- Álvarez, J. (12 de 04 de 2023). *bycamper.es*. Consultado el 26 de 06 de 2024, de <https://bycamper.es/que-son-las-furgonetas-camper-guia-rapida-de-tamanos-y-caracteristicas/>
- Asociación Española de Normalización. (03 de 01 de 2018). *UNE 21144-3-1:2018*. Consultado el 02 de 07 de 2024, de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0059490>
- Asociación Española Normalización. (08 de 11 de 2022). *UNE-HD 60364-5-52:2022*. Consultado el 02 de 07 de 2024, de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0070481>
- AutoSolar. (02 de 07 de 2024). *AutoSolar*. Consultado el 02 de 07 de 2024, de <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/etapas-de-carga-de-una-bateria>
- BIMBOSVAN. (26 de 06 de 2024). Obtenido de <https://www.bimbosvan.com/ducato-h2-l2-camper-con-2-plazas-para-viajar-y-dormir/>
- Blázquez, L. (03 de 10 de 2020). *coches.com*. Consultado el 26 de 06 de 2024, de <https://noticias.coches.com/consejos/autocaravana-tipos/403190>
- BUNKERVAN. (13 de 03 de 2019). Consultado el 26 de 06 de 2024, de <https://bunkervan.com/urban-ducato-l1h2/>
- campermanía*. (20 de 11 de 2022). Consultado el 26 de 06 de 2024, de <https://campermania.es/furgonetas-gran-volumen/>
- campermanía*. (14 de 12 de 2022). Consultado el 26 de 06 de 2024, de <https://campermania.es/bateria-auxiliar-autocaravana/>
- campermanía*. (10 de 12 de 2022). Consultado el 26 de 06 de 2024, de <https://campermania.es/elegir-placa-solar-furgoneta-camper/>
- campermanía*. (20 de 12 de 2022). Consultado el 26 de 06 de 2024, de <https://campermania.es/clasificacion-vehiculos/>
- campermanía*. (07 de 12 de 2022). Consultado el 26 de 06 de 2024, de <https://campermania.es/homologar-furgoneta-camper-como-vehiculo-vivienda/>
- campermanía*. (13 de 01 de 2022). Consultado el 26 de 06 de 2024, de <https://campermania.es/documentos-reforma-importancia/>
- campermanía*. (07 de 01 de 2023). Consultado el 26 de 06 de 2024, de <https://campermania.es/calefaccion-estacionaria-furgoneta-camper/>
- campermanía*. (29 de 01 de 2023). Consultado el 26 de 06 de 2024, de <https://campermania.es/aislar-furgoneta/>

campermanía. (28 de 01 de 2023). Consultado el 26 de 06 de 2024, de
<https://campermania.es/materiales-para-aislar-la-furgoneta/>

campermanía. (07 de 01 de 2023). Consultado el 26 de 06 de 2024, de
<https://campermania.es/madera-para-camperizar-y-fabricar-muebles-camper/>

FiatProfessional. (24 de 01 de 2024). Consultado el 02 de 07 de 2024, de
<https://www.fiatcamper.com/es/noticias/ducato-mejor-promobil-autocaravana>

FiatProfessional. (01 de 2024). Consultado el 15 de 04 de 2024, de
<https://www.fiatprofessional.com/fr/ducato/configurateur>

Furgoplon. (26 de 06 de 2024). Obtenido de <https://www.furgoplon.com/ducato-apple-style/>

furgovw.org. (26 de 06 de 2024). Consultado el 26 de 06 de 2024, de
<https://www.furgovw.org/foro/>

IZADIVAN. (26 de 06 de 2024). Obtenido de <http://izadivan.com/wp/equipamientos/camper-estandar-2/l2h2a/>

Ministerio de Industria. (02 de 2009). *Instalaciones Interiores*. Consultado el 02 de 07 de 2024, de https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Documents/bt/guia_bt_19_feb09R2.pdf

Ministerio de industria. (01 de 11 de 2022). Consultado el 26 de 06 de 2024, de
<https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/vehiculos/Documents/Manual%20de%20Reformas%20de%20Veh%C3%A Dculos%20Revisi%C3%B3n%207%20Correcci%C3%B3n%201.pdf>

Ministerio de la presidencia. (14 de 07 de 2010). Consultado el 26 de 06 de 2024, de
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2010/07/02/866>

NORTHKAMP. (26 de 06 de 2024). Obtenido de
<https://www.northkamp.com/package/confort/>

promobil. (13 de 01 de 2024). Consultado el 26 de 06 de 2024, de
<https://www.promobil.de/neuheiten/basisfahrzeuge-wohnmobil-leserwahl-2024/>

SoulCamper. (26 de 06 de 2024). Obtenido de <https://www.soulcamper.com/camper-citroen-jumper-l3h2/>

tierrasinsolitas.com. (01 de 01 de 2019). Consultado el 26 de 06 de 2024, de
<https://www.tierrasinsolitas.com/como-aislar-una-furgoneta-camper-paso-a-paso/>

tierrasinsolitas.com. (25 de 11 de 2021). Consultado el 26 de 06 de 2024, de
https://www.tierrasinsolitas.com/bateria-auxiliar-para-furgoneta-camper/#TIPOS_de_baterias_auxiliares

tierrasinsolitas.com. (01 de 01 de 2022). Consultado el 26 de 06 de 2024, de
<https://www.tierrasinsolitas.com/conectar-baterias-en-paralelo/>

tierrasinsolitas.com. (15 de 01 de 2022). Consultado el 26 de 06 de 2024, de
<https://www.tierrasinsolitas.com/placa-solar-en-furgoneta-camper/>

tierrasinsolitas.com. (28 de 01 de 2024). Consultado el 26 de 06 de 2024, de
<https://www.tierrasinsolitas.com/instalacion-electrica-en-una-furgoneta-camper/>

WOODVANS. (13 de 03 de 2019). Consultado el 26 de 06 de 2024, de
<https://www.woodvanshandmade.com/jumper-beach>

