



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

METODOLOGÍA PARA MATRICULACIÓN Y  
LEGALIZACIÓN DE REFORMA CONSISTENTE EN  
LA INSTALACIÓN DE CARROCERÍA TAUTLINER

METHODOLOGY FOR REGISTRATION AND  
LEGALIZATION OF REFORM CONSISTING OF THE  
INSTALLATION OF TAUTLINER BODYWORK

*Autor/es*

David Aladrén Zarazaga

*Director/es*

Santiago Baselga Ariño  
Mario Ciria Izuel

*Titulación del autor*

Ingeniería de Tecnologías Industriales

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

2024



## **RESUMEN**

Este Trabajo Fin de Grado aborda la metodología de matriculación de un vehículo en España, seguido de la legalización de reforma consistente en la instalación de una carrocería tautliner (lonas laterales). Para ello, se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo del marco legal aplicable, lo que ha permitido asentar las bases para comprender y justificar ambos procesos.

Posteriormente, se ha detallado paso a paso el proceso de matriculación de un vehículo de importación en España a través de un caso práctico, justificando cada procedimiento en base a la normativa vigente.

Por último, se ha realizado un proyecto de reforma al vehículo objeto de estudio, conforme a los requisitos establecidos en el Manual de Reformas de Vehículos. Adicionalmente, se han realizado una serie de cálculos (fijación de la carrocería, reparto de cargas, resistencia del bastidor y estabilidad) para justificar que la reforma en cuestión es viable y segura.

## **ABSTRACT**

This Final Degree Project addresses the methodology for registering a vehicle in Spain, followed by the legalization of a modification involving the installation of a tautliner body (side curtains). To achieve this, an exhaustive analysis of the applicable legal framework was carried out, laying the groundwork to understand and justify both processes.

Subsequently, the step-by-step process for registering an imported vehicle in Spain is detailed through a practical case, with each procedure justified based on the current regulations.

Finally, a modification project was undertaken for the vehicle under study, in accordance with the requirements established in the Vehicle Retrofitting Manual. Additionally, a series of calculations (body attachment, load distribution, frame resistance, and stability) were performed to demonstrate that the proposed modification is both feasible and safe.



## Índice de contenido

1	Introducción.....	1
1.1	Justificación del tema.....	1
1.2	Objetivo .....	2
1.3	Metodología.....	2
1.4	Estructura.....	2
2	Marco teórico.....	4
2.1	Normativa.....	4
2.1.1	RD 750/2010.....	4
2.1.2	Reglamento general de vehículos, RGV (RD 2822/1998).....	4
2.1.3	Directiva 2007/46/CE y Reglamento (UE) 2018/858.....	5
2.1.4	RD 2028/1986.....	5
2.1.5	Manual de Reformas de Vehículos.....	5
2.1.6	Real Decreto 866/2010.....	5
2.2	Conceptos clave.....	6
3	Legalización del vehículo.....	8
3.1	Procedimientos para homologar vehículos de importación .....	8
3.2	Identificación del vehículo.....	10
3.3	Descripción del proceso de homologación individual .....	11
3.3.1	Inspección del vehículo por parte de un ingeniero .....	12
3.3.2	Subsanaciones.....	12
3.3.3	Inspección por parte de un laboratorio certificado.....	13
3.3.4	Elaboración de ficha reducida.....	13
3.3.5	Emisión de acta por parte del laboratorio.....	13
3.3.6	Resolución del Ministerio.....	13

---

3.3.7	Inspección Técnica de Vehículos (ITV).....	14
3.3.8	Último paso: matriculación.....	14
4	Reforma.....	15
4.1	Objeto .....	15
4.2	Antecedentes.....	16
4.3	Normativa aplicable .....	17
4.4	Características del vehículo antes de la reforma.....	18
4.5	Características del vehículo después de la reforma.....	18
4.6	Descripción de la reforma.....	19
4.6.1	Desmontajes realizados .....	19
4.6.2	Variaciones y sustituciones .....	19
4.6.3	Materiales empleados .....	20
4.6.4	Montajes realizados .....	20
5	Cálculos justificativos .....	21
5.1	Reparto de masas por ejes.....	21
5.2	Cálculo fijación de elementos añadidos (Fijación de la carrocería en el chasis)...	22
5.3	Esfuerzos sobre el bastidor (Cortantes, flectores) .....	24
5.4	Resistencia del bastidor.....	26
5.4.1	Módulo resistente y momentos de inercia .....	26
5.5	Estabilidad.....	30
5.5.1	Estabilidad longitudinal .....	30
5.5.2	Estabilidad lateral.....	30
6	Pliego de condiciones .....	32
6.1	Calidad de los materiales empleados .....	32
6.2	Normas de ejecución .....	32
6.3	Certificados y autorizaciones .....	33

---

7	Conclusiones .....	34
	BIBLIOGRAFÍA .....	36
	ANEXOS.....	37
	ANEXO I – FOTOS GENERALES DEL VEHÍCULO.....	37
	ANEXO II – DOCUMENTACIÓN DEL VEHÍCULO .....	41
	II.1 - Documentación.....	41
	II.2 - Ficha técnica .....	42
	II.3 - Permiso de circulación .....	43
	II.4 - Certificado de Conformidad (COC) del vehículo base.....	45
	ANEXO III – HOJA TOMA DE DATOS .....	47
	ANEXO IV – SUBSANACIÓN DE LAS INCIDENCIAS DETECTADAS .....	50
	IV.1 - Instalar tapas de goma en los extremos de la protección trasera.....	50
	IV.2 - Adjuntar foto de la placa del gancho de remolque legible .....	50
	IV.3 - Instalar tapas de los guardabarros traseros .....	51
	IV.4 - Instalar marcado de contorno lateral y trasero.....	51
	IV.5 - Tapar los huecos de las protecciones laterales.....	52
	IV.6 - Instalar dispositivo de alumbrado lateral.....	52
	ANEXO V – FICHA REDUCIDA .....	53
	ANEXO VI – JUSTIFICACIÓN DE LOS ACTOS REGLAMENTARIOS.....	70
	VI.1 - Dispositivos de protección trasera .....	70
	VI.2 - Emplazamiento de la placa de matrícula posterior .....	70
	VI.3 - Mecanismos de dirección.....	70
	VI.4 - Frenado .....	70
	VI.5 - Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética) .....	71
	VI.6 - Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa .....	71
	VI.7 - Dispositivos de remolcado .....	71

---

VI.8 - Protección lateral .....	71
VI.9 - Sistemas de antiproyección .....	71
VI.10 - Salientes exteriores de las cabinas.....	72
VI.11 - Neumáticos.....	72
VI.12 - Dispositivos de acoplamientos.....	72
VI.13 - Masas y dimensiones.....	72
VI.14 - Protección delantera contra el empotramiento.....	72
VI.15 - Dispositivos de visión indirecta.....	73
VI.16 - Resistencia a la cabina.....	73
VI.17 - Estabilidad contra el vuelco de vehículos cisternas.....	73
VI.18 - TITV.....	73
ANEXO VII – PLANOS.....	74
VII.1 - ESQUEMA DEL VEHÍCULO Y SUS CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES ANTES DE LA REFORMA .....	74
VII.2 - ESQUEMA DEL VEHÍCULO Y SUS CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DESPUÉS DE LA REFORMA .....	75
VII.3 - DETALLES CONSTRUCTIVOS.....	76
ANEXO VIII – CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	77
VIII.1 - REPARTO DE MASAS .....	77
VIII.2 - FIJACIÓN DE ELEMENTOS AÑADIDOS.....	81
VIII.3 - RESISTENCIA DEL BASTIDOR .....	84
VIII.4 - ESTABILIDAD .....	86
ANEXO IX – CERTIFICADOS.....	90
IX.1 - Informe de Conformidad.....	90
IX.2 - Certificado del taller ejecutor de la reforma .....	91

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1 – Tractora Mercedes [2] .....	9
Ilustración 2 – Sprinter chasis cabina [3] .....	9
Ilustración 3 – Emisiones que debe cumplir el vehículo en España según el año de matriculación .....	12
Ilustración 4 – Tipos y modelos de tarjetas ITV [7].....	14
Ilustración 5 – Sistema de viga apoyada en dos puntos .....	21
Ilustración 6 – Fijación de la estructura del chasis mediante placas atornilladas.....	22
Ilustración 7 – Diagrama de cargas en función de la longitud del vehículo (mm).....	24
Ilustración 8 – Diagrama de los esfuerzos cortantes, kg (eje Y) vs longitud del vehículo, mm (eje X).....	25
Ilustración 9 – Diagrama de los momentos flectores, kg x mm (eje Y) vs longitud del vehículo, mm (eje X).....	25
Ilustración 10 – Sección 1: bastidor (izquierda) y sección 2: bastidor + sobrebastidor (derecha).....	26
Ilustración 11 – Diagrama del módulo resistente ( $\text{cm}^3$ ) y área de las secciones ( $\text{cm}^2$ ) en función de la longitud del vehículo (mm) .....	27
Ilustración 12 – Tensión combinada ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), tensión cortante ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) y módulo resistente ( $\text{cm}^3$ ) en función de la longitud del vehículo (mm).....	29
Ilustración 13 – Coeficiente de seguridad en función de la longitud del vehículo (mm).....	30
Ilustración 14 – Número VIN o bastidor troquelado.....	37
Ilustración 15 – Placa de fabricante de base.....	37
Ilustración 16 – Marca y contraseña de homologación de la protección trasera.....	38

---

Ilustración 17 – Gancho de remolque.....	38
Ilustración 18 – Interior de la cabina: dos plazas de asiento, sin litera y trampilla en el techo .....	39
Ilustración 19 – Foto $\frac{3}{4}$ del vehículo desde la parte delantera del lado del copiloto.....	39
Ilustración 20 – Foto $\frac{3}{4}$ del vehículo desde la parte trasera del lado del copiloto.....	40
Ilustración 21 – Foto $\frac{3}{4}$ del vehículo desde la parte trasera del lado del conductor.....	40
Ilustración 22 – Foto $\frac{3}{4}$ del vehículo desde la parte delantera del lado del conductor...	40
Ilustración 23 – Parte delantera de la documentación del vehículo .....	41
Ilustración 24 – Parte trasera de la documentación del vehículo .....	41
Ilustración 25 – Ficha técnica del vehículo .....	42
Ilustración 26 – Permiso de circulación del vehículo.....	43
Ilustración 27 – Descripción de los códigos del permiso de circulación.....	44
Ilustración 28 – Primera página del COC.....	45
Ilustración 29 – Segunda página del COC.....	46
Ilustración 30 – Hoja toma de datos a rellenar por un ingeniero durante la inspección del vehículo .....	47
Ilustración 31 – Forma del depósito .....	48
Ilustración 32 – Identificación de los retrovisores.....	49
Ilustración 33 – Protección trasera .....	50
Ilustración 34 – Placa de gancho de remolque .....	50
Ilustración 35 – Guardabarros eje trasero.....	51

---

Ilustración 36 – Marcado de contorno lateral y trasero .....	51
Ilustración 37 – Protección lateral .....	52
Ilustración 38 – Ficha reducida de tipo europeo .....	54
Ilustración 39 – Masas máximas autorizadas por ejes en función del tipo de eje .....	57
Ilustración 40 – Masas máximas autorizadas en función del número de ejes .....	57
Ilustración 41 – Ejemplo de un remolque de barra de tracción .....	58
Ilustración 42 – Ejemplo de un semirremolque .....	59
Ilustración 43 – Ejemplo de un remolque de eje central .....	59
Ilustración 44 – Suspensión neumática (izquierda) vs suspensión mecánica (ballestas, derecha) .....	62
Ilustración 45 – Dimensiones del neumático del eje delantero .....	62
Ilustración 46 – Comprobación de los neumáticos del eje delantero .....	63
Ilustración 47 – Comprobación de los neumáticos del eje trasero .....	63
Ilustración 48 – Fotos $\frac{3}{4}$ del vehículo tras la reforma .....	76
Ilustración 49 – Esquema de aplicación de una carga puntual .....	77
Ilustración 50 – Esquema de aplicación de una carga distribuida .....	77
Ilustración 51 – Ubicación del centro de gravedad del vehículo .....	78
Ilustración 52 – Introducción de masas máximas y dimensiones en el programa .....	78
Ilustración 53 – Introducción de cargas puntuales y distribuidas en el programa .....	79
Ilustración 54 – Introducción del resto de cargas en el programa .....	79
Ilustración 55 – Esquema del reparto de cargas .....	80

---

Ilustración 56 – Justificación del coeficiente de seguridad con 8 tornillos .....	83
Ilustración 57 – Justificación del coeficiente de seguridad con 6 tornillos .....	84
Ilustración 58 – Dimensiones y resultados de la sección 1 .....	85
Ilustración 59 – Dimensiones y resultados de la sección 2 .....	85
Ilustración 60 – Aplicación de las secciones a los largueros del bastidor en el programa .....	86
Ilustración 61 – Resultados del cálculo de resistencia del bastidor en la sección con menor coeficiente de seguridad .....	86
Ilustración 62 – Esquema estabilidad longitudinal.....	87
Ilustración 63 – Esquema estabilidad lateral .....	89
Ilustración 64 – Certificado de informe de conformidad que se debe presentar .....	90
Ilustración 65 – Certificado del taller que se debe presentar.....	91

## Índice de tablas

Tabla 1 – Códigos de reforma .....	17
Tabla 2 – Reglamentación aplicable.....	17
Tabla 3 – Ficha reducida de características técnicas antes y después de la reforma.....	19
Tabla 4 – Informes H empleados en la reforma y su correspondiente Reglamento.....	20
Tabla 5 – Reparto de cargas .....	22
Tabla 6 – Resultados del cálculo de fijación de elementos añadidos.....	24
Tabla 7 – Cota y valor del esfuerzo cortante y momento flector máximo .....	26
Tabla 8 – Resultados del cálculo del módulo resistente y momento de inercia .....	27
Tabla 9 – Resultados del cálculo de la resistencia del chasis.....	29
Tabla 10 – Resultados del cálculo de estabilidad lateral.....	31
Tabla 11 – Datos.....	53
Tabla 12 – Constitución general del vehículo .....	55
Tabla 13 – Masas y dimensiones.....	55
Tabla 14 – Unidad motriz.....	60
Tabla 15 – Transmisión .....	61
Tabla 16 - Suspensión .....	61
Tabla 17 – Dirección .....	64
Tabla 18 – Frenado.....	64
Tabla 19 – Carrocería .....	65

---

Tabla 20 – Dispositivos de alumbrado .....	66
Tabla 21 – Varios .....	67
Tabla 22 – Dimensiones del vehículo antes de la reforma .....	74
Tabla 23 – Dimensiones del vehículo tras la reforma .....	75
Tabla 24 - Datos en función de la métrica del tornillo .....	81
Tabla 25 - Datos en función de la calidad del material .....	82
Tabla 26 - Área neta y límite elástico del tornillo .....	82
Tabla 27 – Incógnitas que afectan a la estabilidad del vehículo .....	88





# 1 Introducción

La globalización y el aumento del comercio internacional han hecho posible la adquisición de vehículos en cualquier parte del mundo. No obstante, la importación de un vehículo extranjero a España implica una serie de procedimientos administrativos y requisitos legales que deben cumplirse para que dicho vehículo pueda circular de manera legal. Además, en muchos casos, estos vehículos requieren reformas o modificaciones, tanto para adaptarse a la normativa española (por ejemplo, mejoras en seguridad o la implementación de tecnologías para la reducción de emisiones) como para ajustarse a las necesidades específicas del cliente (como cambios en la carrocería o la adaptación para personas con discapacidad).

Este proyecto tiene como objetivo analizar en detalle ambos procesos, la legalización de un vehículo importado y su reforma posterior, a través de un caso real, en el que un cliente solicitó la homologación en España de un vehículo adquirido en el extranjero para reformarlo posteriormente. A lo largo del trabajo, se revisarán los pasos necesarios para llevar a cabo estos procedimientos, tomando en cuenta la normativa vigente y los requisitos técnicos aplicables.

## 1.1 Justificación del tema

Realicé mis prácticas universitarias en la empresa Homologación Integral de Vehículos, S.L, una gestoría especializada en asesoramiento y estudios técnicos para la homologación de vehículos. Fueron ellos los que me propusieron hacer este proyecto, ya que, además de permitirme cumplir con mi trabajo de fin de grado, les resultaba útil para completar un caso real y crear una base documental que facilite en el futuro la explicación de estos procedimientos. Para mí, fue una oportunidad de futuro que me permitió conocer en profundidad los distintos departamentos de la empresa y familiarizarme tanto con los procedimientos técnicos como con los requisitos legales necesarios en la homologación de vehículos.

## 1.2 Objetivo

El objetivo principal de este trabajo es facilitar la comprensión del proceso de homologación y reforma de vehículos importados en España, un tema que a menudo resulta complejo para quienes no están familiarizados con la normativa. A través de este proyecto, se busca clarificar los pasos y los requisitos necesarios, brindando una herramienta útil tanto para futuros profesionales en el ámbito de la homologación como para particulares interesados en importar vehículos. Además, se pretende mostrar un caso práctico real para ilustrar las distintas fases del proceso y ofrecer una perspectiva aplicada del tema.

## 1.3 Metodología

Para alcanzar los objetivos propuestos, se utilizará una metodología teórico-práctica. En primer lugar, se realizará una revisión documental de la normativa vigente en España relacionada con la homologación y las reformas de vehículos. Posteriormente, se analizará un caso práctico real detallando los pasos seguidos para la legalización del vehículo importado y las modificaciones realizadas. Esta metodología permite combinar una base teórica sólida con una aplicación práctica real, facilitando una comprensión más profunda del proceso.

## 1.4 Estructura

El presente trabajo fin de grado se estructura fundamentalmente en siete capítulos. En el primero, se muestra una breve descripción del tema, así como los motivos de su elección, su metodología y estructura.

En el segundo capítulo podemos encontrar el marco teórico, donde se analiza la normativa aplicable y los principales conceptos que ayudarán a comprender la memoria del proyecto.

En tercer lugar, se explica el proceso de legalizar un vehículo de importación en España, con una pequeña introducción teórica que sienta la base para desarrollar el caso práctico.



En el cuarto capítulo se explica la reforma realizada al vehículo, justificando los montajes y desmontajes en base a los actos reglamentarios y a la normativa vigente.

En el capítulo quinto se detallan aquellos cálculos que justificarán que la reforma se ha hecho de manera correcta y segura.

El penúltimo capítulo se centra en el pliego de condiciones de la reforma, parte fundamental como exige el Manual de Reformas. Deberá contener tres subapartados: calidad de los materiales empleados, normas de ejecución, y certificado y autorizaciones.

En último lugar, se recogen las conclusiones del trabajo fin de grado, tanto de la legalización del vehículo como de su posterior reforma.

## 2 Marco teórico

Este marco teórico servirá como punto de referencia para el análisis práctico de la legalización y reforma del vehículo en cuestión. En él se presentan las bases teóricas y normativas necesarias para comprender ambos procesos. La homologación y cualquier reforma realizada en los vehículos están reguladas por un conjunto de normativas técnicas y legales que aseguran la seguridad, el respeto al medio ambiente y el cumplimiento de los estándares europeos.

Primero, se revisará la normativa vigente y las principales directivas a nivel nacional e internacional. Seguidamente, se explicarán los conceptos clave necesarios para entender los términos y procedimientos del proyecto.

### 2.1 Normativa

#### 2.1.1 RD 750/2010

El Real Decreto 750/2010, de 4 de junio, regula en España la homologación de vehículos y las reformas de importancia en vehículos matriculados, unificando los criterios técnicos y administrativos para asegurar el cumplimiento de las normativas de seguridad, emisiones y protección ambiental de la UE. Establece los requisitos para homologar vehículos nuevos, alineando la legislación española con las directivas europeas, y regula las reformas en vehículos ya matriculados mediante la inspección técnica de vehículos (ITV).

#### 2.1.2 Reglamento general de vehículos, RGV (RD 2822/1998)

El Reglamento General de Vehículos, establecido por el Real Decreto 2822/1998, regula en España las condiciones técnicas que deben cumplir los vehículos para circular por vías públicas. Este reglamento establece normas sobre construcción, homologación, características técnicas y equipamiento de vehículos, así como las condiciones para su matriculación, inspección y mantenimiento. Su objetivo es garantizar la seguridad vial y el cumplimiento de estándares ambientales y de seguridad, adaptándose a las directivas europeas y nacionales.

### 2.1.3 Directiva 2007/46/CE y Reglamento (UE) 2018/858

La Directiva 2007/46/CE, aprobada en 2007, estableció un marco unificado para la homologación de vehículos, remolques y componentes en la UE, permitiendo que los vehículos homologados pudieran ser comercializados y matriculados en cualquier país miembro sin homologaciones adicionales. Introdujo la homologación de tipo europeo a través del Certificado de Conformidad (COC) como proceso estándar para simplificar la matriculación.

Esta directiva fue reemplazada por el Reglamento (UE) 2018/858, que entró en vigor en 2020, con el objetivo de fortalecer la seguridad, protección ambiental y vigilancia del mercado europeo.

### 2.1.4 RD 2028/1986

El Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, regula la aplicación en España de las directivas europeas sobre homologación de vehículos de motor, remolques y sus componentes. Su objetivo es asegurar que los vehículos comercializados y matriculados en España cumplan con los estándares de seguridad y medioambientales de la Comunidad Económica Europea (CEE), actualizándose periódicamente para incorporar las normativas comunitarias más recientes. Esto garantiza que los vehículos, tanto de fabricación nacional como importados, respeten las exigencias técnicas europeas.

### 2.1.5 Manual de Reformas de Vehículos

Se trata de un documento elaborado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en colaboración con los órganos competentes en materia de ITV de las comunidades autónomas, que establece las descripciones de las reformas tipificadas, su codificación y la documentación precisa para su tramitación. El manual será actualizado cuando se modifique la tipificación de las reformas o los criterios reglamentarios en materia de vehículos, tanto de carácter nacional como de la Unión Europea

### 2.1.6 Real Decreto 866/2010

Constituye el objeto de este Real Decreto la regulación del procedimiento para la realización y tramitación de las reformas efectuadas en vehículos después de su

matriculación definitiva en España con el fin de garantizar que tras la reforma se siguen cumpliendo los requisitos técnicos exigidos para su circulación.

## 2.2 Conceptos clave

Cuando hablamos de vehículo nos referimos a todo vehículo a motor y sus remolques, incluidos los vehículos especiales. A continuación, se detallan aquellos conceptos claves para comprender la memoria del trabajo [1]:

- *Carrocero*: profesional o empresa especializada en diseñar, fabricar o modificar la carrocería de vehículos, adaptándolos a usos específicos, y cumpliendo requisitos de homologación y seguridad.
- *Certificado de conformidad (COC)*: documento expedido por el fabricante por el que se certifica que el vehículo fabricado es conforme con el tipo de vehículo homologado y cumple con todos los actos reguladores que eran aplicables en el momento de su producción.
- *Informes H*: homologaciones parciales aplicadas a los carrozados. Un carrocero debe tener informe H de todas las directivas que se vean afectadas en el carrozado.
- *Vehículo incompleto*: todo vehículo que deba pasar por lo menos por una fase más para ser completado y cumplir los requisitos técnicos pendientes establecidos en la legislación aplicable.
- *Vehículo completo*: todo vehículo que no necesita ser completado para satisfacer los requisitos técnicos pertinentes establecidos en la legislación aplicable.
- *Vehículo completado*: vehículo, producto del procedimiento de homologación de tipo multifásico, que cumpla los requisitos técnicos establecidos en la legislación aplicable.
- *Autoridad de homologación*: La autoridad competente supervisa y gestiona la homologación de vehículos, sistemas y componentes, incluyendo la emisión, retirada de certificados, coordinación con otros Estados miembros, designación de servicios técnicos y verificación de la conformidad de producción por parte del fabricante. En la actualidad, es el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- *Servicio técnico*: una organización u organismo designados por la autoridad de homologación como laboratorio de ensayos o como organismo de evaluación de

la conformidad para llevar a cabo la evaluación inicial y otros ensayos o inspecciones.

- *Actos reglamentarios*: una directiva particular, un reglamento (CE) o un reglamento CEPE/ONU anexo al Acuerdo revisado de 1958 relativo a la adopción de prescripciones técnicas para los vehículos de ruedas, el equipo y piezas que pueden montarse y/o usarse en los vehículos de ruedas y las condiciones para el reconocimiento recíproco de las homologaciones concedidas en base a estas prescripciones.
- *Homologación de tipo*: procedimiento mediante el cual un Estado miembro certifica que un tipo de vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente cumple las correspondientes disposiciones administrativas y requisitos técnicos particulares.
- *Homologación de tipo nacional*: procedimiento de homologación de tipo establecido por la legislación nacional de un Estado miembro; la validez de dicha Homologación queda limitada al territorio de este Estado miembro.
- *Homologación de tipo europeo*: procedimiento mediante el cual un Estado miembro certifica que un tipo de vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente cumple las correspondientes disposiciones administrativas y requisitos técnicos de las Directivas 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- *Estación de Inspección Técnica de Vehículos (ITV)*: las instalaciones que tienen por objeto la ejecución material de las inspecciones técnicas que, de acuerdo con el Reglamento General de Vehículos, aprobado por Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, y demás normas aplicables, deban hacerse en los vehículos y sus componentes y accesorios, y que estén habilitadas por el órgano competente de la Comunidad Autónoma del territorio donde estén radicadas.
- *Taller*: entidad debidamente inscrita en el registro oficial de talleres de reparación de vehículos. También tendrán la consideración de taller las instalaciones de los fabricantes de vehículos cuando intervengan en la ejecución de las reformas en el ámbito que se determine en el Registro de fabricantes y firmas autorizadas del Ministerio.

### 3 Legalización del vehículo

La importación de vehículos ha experimentado un crecimiento constante en los últimos años, con un notable aumento en el movimiento de vehículos entre países. Como ocurre con cualquier proceso, es necesario seguir una serie de pasos para que los vehículos puedan ser matriculados correctamente.

Dado el escaso conocimiento que muchos compradores tienen sobre la importación de vehículos, tanto pequeñas empresas como particulares suelen recurrir a gestorías especializadas para llevar a cabo estos trámites. Este es el caso de la empresa donde realicé mis prácticas, que acompaña a los clientes a lo largo de todo el proceso de legalización. En este apartado, se presenta un ejemplo real de un vehículo importado cuya legalización gestioné personalmente, describiendo paso a paso el proceso seguido para cumplir con la normativa vigente en España.

#### 3.1 Procedimientos para homologar vehículos de importación

En primer lugar, es fundamental conocer los criterios para la legalización de vehículos importados, los cuales dependen principalmente de si el país de origen pertenece o no al Espacio Económico Europeo (EEE). Este espacio, que incluye a los 27 países de la Unión Europea junto con Islandia, Liechtenstein y Noruega, fue creado en 1994 para extender las disposiciones del mercado interior de la Unión a los países de la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC). Por lo tanto, según el país de origen, el vehículo deberá cumplir lo siguiente:

- *Vehículos procedentes de la EEE*: deben ajustarse al RD 2028/1986 a fecha de primera matrícula.
- *Vehículos procedentes de fuera de la EEE*: deben adaptarse al RD 2028/1986 como vehículo nuevo. Esto significa que deben adaptarse a las normativas técnicas vigentes en España en el momento de su importación y homologación, lo cual puede implicar mayores ajustes y adaptaciones.

El siguiente paso consiste en legalizar el vehículo, lo cual se puede lograr mediante tres procedimientos: ficha reducida particularizada, certificado de correspondencia y homologación individual.

- *Ficha reducida particularizada*: documento técnico que recoge las características esenciales del vehículo para su legalización. Puede ser emitido por un ingeniero técnico industrial colegiado o un laboratorio acreditado.

Existen dos tipos:

- o *De primera fase*: aplica exclusivamente a vehículos que salen completamente terminados de fábrica, con todas sus partes ensambladas y listos para su uso (como tractoras o coches), y cuyo fabricante cuenta con homologación de tipo europeo.



*Ilustración 1 – Tractora Mercedes [2]*

Cabe señalar que un chasis-cabina, aunque cumpla con esta homologación, no podrá matricularse en España, ya que se considera un vehículo incompleto.



*Ilustración 2 – Sprinter chasis cabina [3]*

- *De segunda fase*: es válido para vehículos que han sido carrozados por un carrocerero que disponga de homologación de tipo europeo.

En ambos casos, los vehículos con esta homologación dispondrán de un COC emitido por el fabricante, el cual garantiza que cumple con todas las especificaciones técnicas y normativas de la homologación de tipo europeo.

- *Certificado de correspondencia*: es emitido por el fabricante o su representante en España y acredita que el vehículo cumple con las mismas normativas y especificaciones que un vehículo homologado en España, es decir, se ajusta a un tipo nacional español. Este procedimiento es válido para vehículos cuya fecha de primera matriculación sea anterior a la instauración de las contraseñas europeas en 2012. Además, se deberá entregar una ficha particularizada del vehículo.
- *Homologación individual*: este procedimiento certifica que un vehículo, ya sea singular o no, cumple con las disposiciones administrativas y los requisitos técnicos establecidos en la legislación aplicable. Se recurrirá a esta opción cuando no sea posible utilizar ninguno de los procedimientos anteriores.

### 3.2 Identificación del vehículo

A continuación, se presenta el vehículo a estudiar correspondiente a los siguientes datos de identificación:

- Marca: DAF
- Tipo: M4EN3
- Variante: ---
- Versión: ---
- Denominación comercial: CF 400 FA
- N° de bastidor: XLRAEM4100G073174

En el Anexo I se incluyen fotografías con sus características generales. Se trata de un vehículo de segunda fase, es decir, un carrocerero adquiere un vehículo base (chasis-cabina) homologado con un tipo europeo, y lo carroza en función a unos usos específicos (en este caso, instalando una carrocería porta-contenedores).

Tras descartar el procedimiento de ficha reducida particularizada de segunda fase debido a que el carrocerero no cuenta con una homologación de tipo europeo, y la opción de certificado de correspondencia, al tratarse de un vehículo cuya primera matriculación es posterior a 2012 y que, por tanto, el vehículo base dispone de contraseña europea, se procederá con el proceso de homologación individual para la legalización del vehículo.

### 3.3 Descripción del proceso de homologación individual

Antes de importar cualquier vehículo a España, lo primero que se debe hacer es asegurarse de que puede ser matriculado verificando su documentación.

En el campo B de la documentación (ver Anexo II.1, Ilustración 23), se observa que el vehículo se matriculó por primera vez el 21/08/2015 en Países Bajos (perteneciente a la EEE). Por lo tanto, deberá cumplir la normativa vigente en España en la fecha de su primera matriculación. Esto implica que, si en 2015 la legislación española exigía la instalación de protección lateral, aunque no fuera obligatoria en el momento de su matrícula en los Países Bajos deberá instalarse para poder ser matriculado en España.

Uno de los requisitos más importantes que debe cumplir es el de las emisiones. Se debe distinguir entre vehículos pesados y ligeros [4]:

- *Vehículo ligero*: acondicionado para el transporte de mercancías cuyo peso máximo autorizado no exceda de 6 toneladas, o que, aun sobrepasando dicho peso, tenga una capacidad de carga útil no superior a 3,5 toneladas. Deberá cumplir con la normativa de emisiones Euro numeradas en arábigo: Euro 1, Euro 2...
- *Vehículo pesado*: acondicionado para el transporte de mercancías cuyo peso máximo autorizado sea superior a 6 toneladas y cuya capacidad de carga exceda de 3,5 toneladas. Deberá cumplir los estándares de emisiones Euro designados en números romanos: Euro I, Euro II...

El vehículo en cuestión es pesado ( $MMA > 3.500$  kg) y, según la Ilustración 3, todas las matrículas nuevas en España desde el 31/12/2013 deben cumplir con la normativa Euro VI para este tipo de vehículos. En el campo 47 del COC (ver Anexo II.4, Ilustración 29)

se puede verificar que el vehículo cumple con el requisito de emisiones, ya que está certificado para la norma Euro VI A.

ETAPA EURO VI (denominación oficial)			Valores límite de emisiones en la etapa Euro VI							Norma	
Categorías a las que se aplica	Obligatoria a partir de:		Ciclo de pruebas (Tipo motor)	CO (mg/kWh)	THC (mg/kWh)	NMHC (mg/kWh)	CH4 (mg/kWh)	NOx <sup>(1)</sup> (mg/kWh)	NH3 (ppm)	Masa PM (mg/kWh)	Nº part <sup>(2)</sup> (#/kWh)
	Nuevos Tipos	Nuevas matriculas									
M3, N3			WHSC (CI)	1500	130	---	---	400	10	10	8,0 x 10 <sup>11</sup>
M1 con RW>2610 kg	31-12-2012		WHTC (CI)	4000	160	---	---	460	10	10	6,0 x 10 <sup>11</sup>
M2 con RW>2610 kg		31-12-2013	WHTC (PI)	4000	---	160	500	460	10	10	(3)
N1 con RW>2610 kg			(1) = El nivel admisible del componente NO <sub>x</sub> en el valor límite de los NO <sub>x</sub> podrá definirse posteriormente.							CI = Motores de encendido por compresión	
N2 con RW>2610 kg			(2) = Se introducirá un nuevo procedimiento de medición antes del 31 de diciembre de 2012.							PI = Motores de encendido por chispa	
			(3) = Se introducirá un nuevo límite de partículas antes de 31 de diciembre de 2012.							RW = Masa de Referencia (Masa Vacía+100 kg)	

Ilustración 3 – Emisiones que debe cumplir el vehículo en España según el año de matriculación

Además, es necesario asegurarse de que el vehículo ha sido matriculado en un país del EEE, verificando que los campos B e I de la documentación coinciden, y que el vehículo no ha sufrido ninguna reforma. Es decir, que su carrocería coincide con la indicada en el campo J de la documentación (ver Anexo II.1, Ilustración 24).

Una vez evaluada la viabilidad de su posible matriculación y confirmado que es posible, comienza el proceso de legalización del vehículo. Para ello, se contacta con un laboratorio certificado, que será el encargado de acreditar que el vehículo cumple con todos los actos reglamentarios.

### 3.3.1 Inspección del vehículo por parte de un ingeniero

El primer paso es llevar a cabo una inspección técnica del vehículo por parte de un ingeniero, quien completará una hoja de toma de datos (ver Anexo III) con detalles específicos como dimensiones, neumáticos, luces, tipo de suspensión..., así como contraseñas de homologación de los dispositivos. Además, se identificarán aquellas incidencias que podrían impedir su matriculación, las cuales serán comunicadas al cliente para su subsanación antes de la inspección por parte de un técnico de laboratorio.

### 3.3.2 Subsanaciones

En segundo lugar, el cliente deberá subsanar todas las incidencias notificadas, las cuales se detallan en el Anexo IV junto con sus respectivas subsanaciones y las justificaciones normativas correspondientes. Asimismo, remitirá la contraseña de homologación de todos aquellos dispositivos nuevos que haya instalado y fotos acreditativas de todas las modificaciones realizadas.

### 3.3.3 Inspección por parte de un laboratorio certificado

En esta ocasión será un técnico del laboratorio quien realice la inspección. Se encargará de comprobar que todos los actos reglamentarios que afectan al vehículo en cuestión cumplan (protección lateral, alumbrado, antiempotramiento posterior, neumáticos...)

En el caso de que alguno no cumpla, deberá ser subsanado por el cliente y acreditarlo para poder continuar con el proceso.

### 3.3.4 Elaboración de ficha reducida

En este paso, se procede a la realización de la Ficha Reducida de Características necesaria para que el laboratorio pueda emitir el certificado de homologación. La información que debe contener está recogida en el Real Decreto 750/2010 [5]. La Ficha Reducida en su totalidad se encuentra en el Anexo V, explicada detalladamente.

Para su resolución, además de la hoja toma de datos resuelta durante la inspección, se dispondrá tanto de la documentación del vehículo, como del COC (y por tanto del tipo europeo) del vehículo de primera fase. De este último, se podrán obtener aquellas características originales que permanecen inalteradas tras carrozar el vehículo, como pueden ser los datos referentes al motor, el sistema de transmisión, la dirección o las masas máximas declaradas por el fabricante de base.

### 3.3.5 Emisión de acta por parte del laboratorio

Una vez verificado que el vehículo cumple con la normativa vigente y que los datos de la ficha reducida coinciden con los registrados por el personal del servicio técnico, el laboratorio emite un acta para solicitar el certificado de homologación individual al Ministerio de Industria, Comercio y Turismo a través de su página web (GIAVEH [6]).

### 3.3.6 Resolución del Ministerio

El Ministerio, tras comprobar que la documentación presentada es correcta, emite una resolución y asigna un número de homologación. Para un vehículo industrial como es el caso, la contraseña ira precedida del prefijo HIC.

### 3.3.7 Inspección Técnica de Vehículos (ITV)

Una vez se tiene el documento emitido por Ministerio, el siguiente paso es pasar una inspección de ITV. Ahí se certificará que el automóvil cumple con los estándares exigidos en materia de seguridad y medioambiente que dictaminan las autoridades.

Tras completar este trámite, el órgano competente de la administración entregará la tarjeta ITV del vehículo para poder realizar el último paso. La Tarjeta de Inspección Técnica de Vehículos es un documento obligatorio para circular y forma parte de la documentación de un vehículo junto con el Permiso de circulación. Este documento acredita la identidad del vehículo y asegura que está homologado. En la Ilustración 4 se presentan los diferentes tipos y modelos de tarjetas ITV disponibles. La tarjeta entregada en este caso corresponde al tipo A (ver Anexo II.2, Ilustración 25).

**EXTENDIDA POR LOS ÓRGANOS COMPETENTES DE LA ADMINISTRACIÓN PARA VEHÍCULOS COMPLETOS O COMPLETADOS (A PETICION)**

**Tipo A** Vehículos completos / completados de las categorías M, N y O distintos de los agrícolas, de obras y servicios y los de categoría L.

**Tipo AT** Vehículos agrícolas y de obras y servicios completos – completados distintos de los remolques o máquinas remolcadas agrícolas o de obras y servicios.

**Tipo AR** Remolques agrícolas o de obras y servicios/máquinas remolcadas agrícolas o de obras y servicios.

**Tipo AL** Vehículos completos de categoría L.

**EXTENDIDAS POR LOS FABRICANTES DE VEHÍCULOS, EXCLUSIVAMENTE PARA VEHÍCULOS DE TIPOS COMPLETOS (DISPONIBLES)**

**Tipo B** Vehículos completos de las categorías M, N y O distintos de los agrícolas, de obras y servicios y los de categoría L.

**Tipo BT** Vehículos agrícolas y de obras y servicios completos distintos de los remolques o máquinas remolcadas agrícolas o de obras y servicios.

**Tipo BR** Remolques agrícolas o de obras y servicios/máquinas remolcadas agrícolas o de obras y servicios.

**Tipo BL** Vehículos completos de categoría L.

**EXTENDIDAS POR LOS FABRICANTES DE VEHÍCULOS, EXCLUSIVAMENTE PARA VEHÍCULOS HOMOLOGADOS DE TIPOS INCOMPLETOS (DISPONIBLES)**

**Tipo C** Vehículos incompletos de las categorías M, N y O distintos de los agrícolas, de obras y servicios y los de categoría L.

**Tipo CT** Vehículos agrícolas y de obras y servicios incompletos distintos de los remolques o máquinas agrícolas o de obras y servicios.

**Tipo CR** Remolques incompletos agrícolas o de obras y servicios.

**Tipo CL** Vehículos incompletos de categoría L.

**EXTENDIDAS POR LOS FABRICANTES DE VEHÍCULOS, EXCLUSIVAMENTE PARA VEHÍCULOS HOMOLOGADOS DE TIPO COMPLETADOS (DISPONIBLES)**

**Tipo D** Vehículos completados de las categorías M, N y O distintos de los agrícolas, de obras y servicios y los de categoría L.

**Tipo DT** Vehículos agrícolas y de obras y servicios completados distintos de los remolques o máquinas agrícolas o de obras y servicios.

**Tipo DR** Remolques completados agrícolas o de obras y servicios.

**Tipo DL** Vehículos completados de categoría L.

*Ilustración 4 – Tipos y modelos de tarjetas ITV [7]*

### 3.3.8 Último paso: matriculación

Por último, ya solo queda matricular el vehículo. Para ello, habrá que acudir a la Jefatura Provincial de Tráfico y proporcionarles toda la documentación solicitada.

Entre otros documentos, proporcionarán el permiso de circulación, el cual identifica la titularidad de cualquier tipo de vehículo (ver Anexo II.3, Ilustración 26), y el número de matrícula. Con esta documentación se podrán adquirir las placas de matrícula.

## 4 Reforma

Una vez que el vehículo ha sido matriculado, puede ser reformado de manera legal. Este procedimiento se detallará en los siguientes apartados. Sin embargo, es importante entender qué se considera una reforma y qué implica [1].

Se entiende por reforma 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.

Se consideran reformas las modificaciones relativas a las funciones siguientes: identificación, unidad motriz, transmisión, ejes, suspensión, dirección, frenos, carrocería, dispositivos de alumbrado y señalización, uniones entre vehículos tractores y sus remolques o semirremolques, y modificaciones de los datos que aparecen en la tarjeta de ITV.

La tramitación de reformas podrá requerir todos o alguno de los siguientes documentos a presentar ante los órganos de la Administración competentes en materia de inspección técnica de vehículos (ITV), en función de lo indicado en el manual de reformas:

- Proyecto técnico detallado de la reforma a efectuar y certificación final de obra en la que se indique que la misma se ha realizado según lo establecido en dicho proyecto, suscritos ambos por técnico titulado competente. Dicho proyecto es el que realizaremos a continuación.
- Informe de conformidad emitido por el servicio técnico de reformas designado o alternativamente por el fabricante del vehículo.
- Certificado de taller en el que se efectuó la reforma.

### 4.1 Objeto

La reforma se ha realizado según el Real Decreto 866/2010 de 2 de Julio [8], por el que se regula la tramitación de las Reformas de vehículos, así como el Manual de Reformas

de Vehículos en vigor a la fecha del presente proyecto, ambas explicadas en el capítulo 2.1.

El vehículo objeto de la reforma es el presentado en el capítulo 3.2. Se verificará que el vehículo reformado mantiene los niveles de seguridad tanto en orden de marcha como en orden de servicio.

Se trata, en primer lugar, de comprobar que la reforma efectuada se ajusta a lo reflejado en el manual de reformas. Así mismo, derivado de este cumplimiento, se verifica que no se modifican las condiciones de seguridad del vehículo para circular por las vías públicas.

Es, pues, principalmente un proyecto de seguridad, y, en segundo lugar, un proyecto constructivo. Por ello, se comprobará que los esfuerzos que deberán soportar los ejes del vehículo, una vez efectuada la reforma, debidos al propio peso del chasis más el de las cargas que gravitan sobre el mismo, no sobrepasan las condiciones de seguridad reglamentarias.

También se determinarán las solicitaciones en el bastidor del vehículo debidas a esfuerzos cortantes y momentos flectores, así como la fatiga máxima en la sección del bastidor sometida al máximo esfuerzo, y se comprobará que los valores obtenidos son perfectamente admisibles.

## 4.2 Antecedentes

Se parte de un camión tipo porta-contenedores (ver las fotos generales en el Anexo I).

Las reformas que se realizarán en el vehículo consisten en:

- Sustitución de la carrocería anotada en ficha técnica por otra tipo caja abierta de lonas laterales. Reubicación de los dispositivos de alumbrado y señalización laterales y traseros en función de la nueva configuración. Reubicación de la placa de matrícula posterior debajo del piloto trasero izquierdo. Instalación de señal V-23 de marcado de contorno lateral y trasero.
- Modificación de la MTMA total.

- Cambio de clasificación a 22.11 (Camión MMA > 12.000 kg, caja abierta). La nueva clasificación se adopta con base a las reformas realizadas y al uso al que será destinado el vehículo.

Tipificadas según Real Decreto 866/2010 de 2 de Julio, con los códigos de reforma 8.50, 8.60, 11.1 y 11.3. En la Tabla 1 se puede ver a que código pertenece cada reforma.

*Tabla 1 – Códigos de reforma*

8.50	Transformaciones que modifiquen la longitud del voladizo delantero y/o trasero.
8.60	Sustitución o modificación del carrozado de un vehículo.
11.1	Cambio de clasificación.
11.3	Variación de cualquiera de las Masas Máximas Técnicas Admisibles del vehículo.

### 4.3 Normativa aplicable

La normativa que ha de cumplirse para proceder a la matriculación o puesta en circulación del vehículo es la siguiente:

- Real Decreto 866/2010 de 2 de Julio, por el que se regula la tramitación de las Reformas de vehículos.
- Manual de Reformas en vigor a la fecha de emisión del proyecto.
- Reglamento General de Vehículos vigente en lo que a pesos, dimensiones y clasificación se refiere.
- Normativa del fabricante acerca de la modificación e incorporación de superestructuras en vehículos.

Para un vehículo de categoría N3, la normativa aplicable en relación a los actos reglamentarios que pueden verse afectados es la mostrada en la Tabla 2:

*Tabla 2 – Reglamentación aplicable*

Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	(2)
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CEE	(2)
Mecanismos de dirección	70/311/CEE	(1)
Frenado	71/320/CEE	(1)
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	(2)
Salientes exteriores	74/483/CEE	-
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE	(2)
Dispositivos de remolcado	77/389/CEE	(2)
Protección lateral	89/297/CEE	(2)

Sistemas antiproyección	91/226/CEE	(2)
Salientes exteriores de las cabinas	92/114/CEE	(2)
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	-
Neumáticos	92/23/CEE	(1)
Dispositivos de acoplamiento	94/20/CE	(2)
Masas y dimensiones (resto vehículos)	97/27/CE	(1)
Protección delantera contra el empotramiento	2000/40/CE	(2)
Dispositivos de visión indirecta	2003/97/CE	(2)
Protección de los peatones	2003/102/CE	-
Resistencia a la cabina	Reglamento CEPE/ONU 29R	(2)
Resistencia mecánica a la estructura	Reglamento CEPE/ONU 66R	-
Autobuses y autocares	Reglamento CEPE/ONU 107R	-
Estabilidad contra el vuelco de vehículos cisternas	Reglamento CEPE/ONU 111R	(2)
TITV	ANEXO II RGV	(1)

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

#### 4.4 Características del vehículo antes de la reforma

Las características del vehículo antes de la reforma se detallan en la Tabla 3. Además, en el Anexo VII.1 se incluye un plano del mismo.

#### 4.5 Características del vehículo después de la reforma

Se utiliza el formato de ficha reducida de características técnicas correspondiente al tipo de vehículo que se trate contemplado en el RD 750/2010. En este caso, corresponde a un N3.

Sólo será necesario identificar el vehículo e indicar las características que cambian antes y después de la reforma (ver Tabla 3), no siendo necesario incluir el formato completo de las descripciones contempladas en el RD 750/2010.

Tabla 3 – Ficha reducida de características técnicas antes y después de la reforma

DATOS	ANTES	DESPUÉS
Marca:	DAF	DAF
Tipo/variante/versión:	M4EN3 / --- / ---	M4EN3 / --- / ---
Denominación comercial:	CF 400 FA	CF 400 FA
Categoría del vehículo	N3	N3
Parte fija VIN:	XLRAEM4100G073174	XLRAEM4100G073174
<b>Vehículo completo/completado:</b>		
Nº de homologación (incluyendo la extensión correspondiente)	HIC-86843	HIC-86843
<b>MASAS Y DIMENSIONES:</b>		
Masa real	7.871	10.045 (1)
Masa máxima en carga técnicamente admisible (MMTA)	20.500	18.000 (1)
Longitud, F.6	9.600	9.620 (1)
Altura (en orden de marcha), F.4	3.850	3950 (1)
Voladizo trasero, F.8	2.850	2.870 (1)
Anchura	2.490	2.550 (1)
<b>CARROCERÍA</b>		
Tipo de carrocería (según Directiva o Reglamento de la Unión Europea vigente en la materia)	BA-08	BA-06 (1)
<b>VARIOS</b>		
Clasificación del vehículo	22 12	22 11 (1)

(1) Valor modificado después de la reforma.

Además, en el Anexo VII.2 se incluye un plano del vehículo que muestra las dimensiones finales del vehículo.

## 4.6 Descripción de la reforma

### 4.6.1 Desmontajes realizados

Se realizan las siguientes operaciones:

- Desmontaje de la placa de matrícula trasera para ser reubicada.
- Desmontaje de los grupos ópticos laterales y traseros para ser reubicados.
- Desmontaje de la carrocería para ser sustituida.

### 4.6.2 Variaciones y sustituciones

Debido a la reforma se modifican en la ficha técnica los siguientes valores:

- Masa real (kg):	10.045
- MMTA, F.1 (kg):	18.000
- Altura total, F.4 (mm):	3.950
- Longitud total, F.6 (mm):	9.620
- Anchura total, F6 (mm):	2.550
- Voladizo posterior, F.8 (mm):	2.870
- Clasificación, CL:	22 11
- Carrocería empleada, J.1:	BA-06

#### 4.6.3 Materiales empleados

- Tornillos calidad 8.8 o superior.
- Pintura anticorrosiva.

#### 4.6.4 Montajes realizados

Los montajes realizados, explicados en el punto 4.2, se han llevado a cabo en un taller debidamente inscrito en el registro oficial de talleres de reparación de vehículos.

Se ha realizado la reforma conforme a los informes H que se muestran en la Tabla 4:

*Tabla 4 – Informes H empleados en la reforma y su correspondiente Reglamento*

Protección trasera	Reglamento 58
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	Reglamento 2021/535 – Anexo III
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	Reglamento 48
Masas y dimensiones	Reglamento 2021/535 – Anexo XIII
Protección lateral	Reglamento 73
Antiproyección	Reglamento 2021/535 – Anexo VIII

## 5 Cálculos justificativos

En este apartado se presentan los cálculos justificativos que demuestran la correcta ejecución de la reforma, asegurando que el vehículo cumple con las normativas técnicas y de seguridad vigentes. Se incluyen los análisis necesarios para verificar la viabilidad estructural y funcional de las modificaciones realizadas. El procedimiento completo y detallado se desarrolla en el Anexo VIII.

### 5.1 Reparto de masas por ejes

Para determinar el reparto de cargas del vehículo, se considera al vehículo como una viga apoyada en los puntos A y B (ver Ilustración 5). Se calculan los momentos y fuerzas a partir de las ecuaciones 1 y 2:

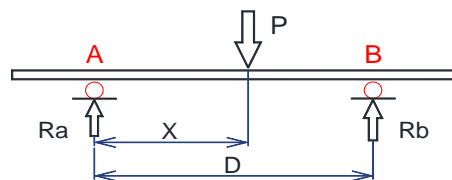


Ilustración 5 – Sistema de viga apoyada en dos puntos

$$\Sigma M(A) = 0 \rightarrow P * X = Rb * D \quad (1)$$

$$\Sigma Fz = 0 \rightarrow P = Ra + Rb \quad (2)$$

Donde:

- P, carga puntual o cg de carga distribuida
- X, distancia entre A y P
- Ra, reacción en A debida a carga P (A es el 1º eje)
- Rb, reacción en B debida a carga P (B es cg de los ejes traseros)
- D, distancia entre A y B (5.400,0 mm)

Los cálculos se han realizado con el vehículo a carga máxima, es decir, teniendo en cuenta la carga de los pasajeros, el depósito lleno y la carga útil máxima. En la Tabla 5 se observa el reparto de cargas resultante.

Tabla 5 – Reparto de cargas

	<b>X (mm)</b>	<b>Ra, 1ºE (kg)</b>	<b>Rb, 2ºE (kg)</b>	<b>Total (kg)</b>
+ Peso chasis	-	5.145	3.585	8.730
+ Depósito	2.000	309	181	490
+ Carrocería	4.455	131	619	750
= Tara	-	5.585	4.385	9.970
+ Conductor y pasajeros	0	150	0	150
+ Enganche	7.120	-319	1.319	1.000
+ Carga útil, carrocería	4.455	1.204	5.676	6.880
= Reparto de Cargas	-	6.620	11.380	18.000
-	-	36,8 %	63,2 %	-
<b>MTMA</b>	-	<b>8.000</b>	<b>12.600</b>	<b>18.000</b>
<b>MMA</b>	-	<b>8.000</b>	<b>11.500</b>	<b>18.000</b>

A la vista de los resultados, se puede afirmar que el reparto de cargas es adecuado, ya que no existen sobrecargas en los ejes y sobre el eje motor gravita al menos el 25% de la masa total del vehículo.

## 5.2 Cálculo fijación de elementos añadidos (Fijación de la carrocería en el chasis)

En este apartado se analiza la seguridad de la fijación de la carrocería al chasis del vehículo. La unión se realiza mediante placas atornilladas, tal como se muestra en la Ilustración 6. Para ello, se emplearán 22 tornillos de medida M-16 y calidad 8.8 en cada lado, sumando un total de 44 tornillos.



Ilustración 6 – Fijación de la estructura del chasis mediante placas atornilladas



Para determinar la resistencia de las juntas atornilladas, se usan las ecuaciones 3, 4 y 5.

$$Ec = 1,07 * No * \mu * n \quad (3)$$

$$No = 0,80 * \sigma_e * An \quad (4)$$

$$\eta = Ec/F \quad (5)$$

Donde:

- $No$ , esfuerzo axial de pretensado (kg).
- $\eta$ , coeficiente de seguridad (se limita a un valor mínimo de 3)
- $\mu$ , coeficiente de rozamiento entre las superficies (0,30)
- $n$ , número de superficies en contacto (en este caso 1)
- $\sigma_e$ , límite elástico del material del tornillo ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )
- $An$ , área neta del núcleo del tornillo ( $\text{mm}^2$ )
- $Ec$ , resistencia al agotamiento en los tornillos (kg/tornillo)
- $F$ , fuerza transversal, longitudinal o una combinación de las dos, aplicada a los tornillos (kg)

Se considera que los tornillos se encuentran sometidos a la fuerza generada entre el chasis y la carrocería al detener el vehículo desde una velocidad de 100 km/h en un tiempo de 5 segundos ( $a=5,5 \text{ m/s}^2$ ). Esta fuerza se determina a partir de la ecuación 6.

$$F = m * a \quad (6)$$

$$F = (18.000 - 8.730) \text{kg} * 5,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 50.985 \text{ N} = 5.203 \text{ kg}$$

Donde:

- $F$ , fuerza cortante generado por la fuerza de frenado.
- $m$ = Masa inercial (MTMA – peso del chasis) (kg)
- $a$ =Deceleración desde 100 a 0 km/h en 5 seg. ( $5,5 \text{ m/s}^2$ )

Los resultados de los cálculos correspondientes a las ecuaciones previamente citadas se encuentran descritos en el Anexo VIII.2. Estos se presentan resumidos en la Tabla 6.

Tabla 6 – Resultados del cálculo de fijación de elementos añadidos

Tornillo	M-16
Calidad	8.8
Nº de tornillos	44
$\sigma_e$	64
An	144,0
No	7.375
EC	104.164
F	5.203
$\eta$	20,0

El coeficiente de seguridad obtenido es cercano a 20, lo que indica que el sistema puede soportar 20 veces la carga esperada antes de alcanzar su límite. Se concluye que el sistema de fijación es altamente seguro, dado que el valor mínimo que se ha limitado es 3.

### 5.3 Esfuerzos sobre el bastidor (Cortantes, flectores)

A continuación, se muestran los diagramas de cargas, esfuerzos cortantes y momentos flectores correspondientes al caso de carga del punto 5.1.

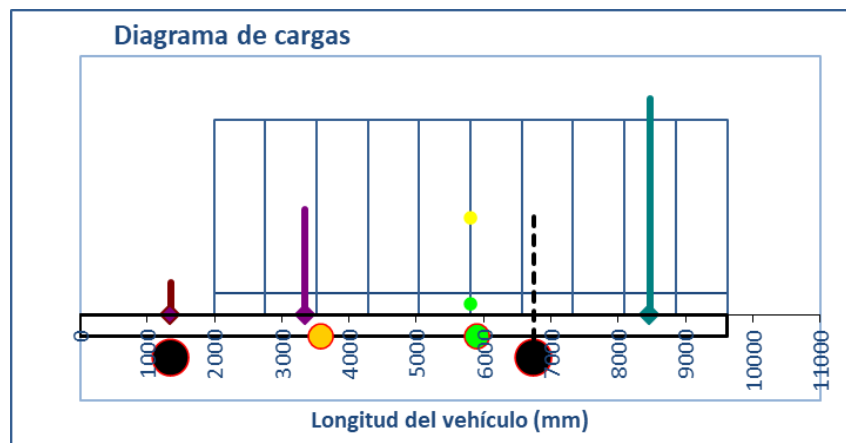


Ilustración 7 – Diagrama de cargas en función de la longitud del vehículo (mm)

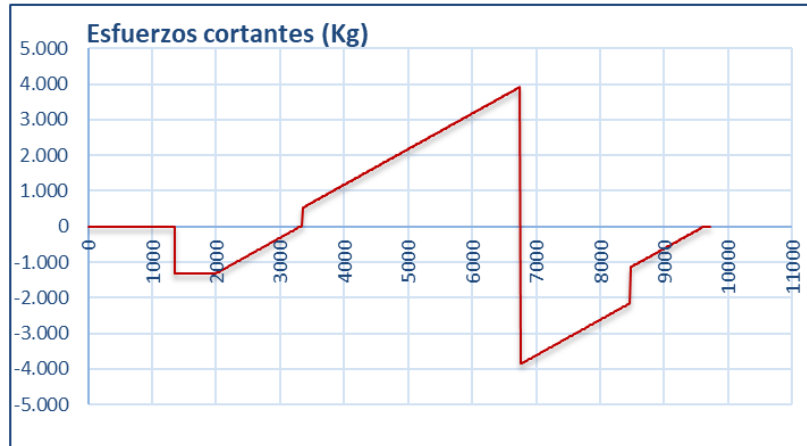


Ilustración 8 – Diagrama de los esfuerzos cortantes, kg (eje Y) vs longitud del vehículo, mm (eje X)

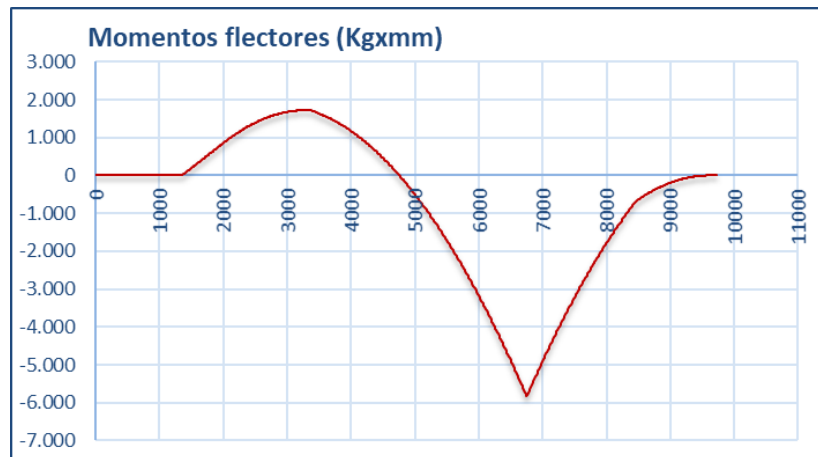


Ilustración 9 – Diagrama de los momentos flectores, kg x mm (eje Y) vs longitud del vehículo, mm (eje X)

El diagrama de cargas (Ilustración 7) muestra cómo se distribuyen las fuerzas a lo largo del bastidor del vehículo. Estas fuerzas generan esfuerzos cortantes, fuerzas internas perpendiculares al eje del bastidor. En el diagrama de la Ilustración 8 se observa que las cargas puntuales generan pendientes de  $90^\circ$ , mientras que las cargas distribuidas generan pendientes inclinadas constantes. Los momentos flectores derivan de integrar los esfuerzos cortantes y reflejan las deformaciones por flexión en el bastidor (Ilustración 9).

Con este análisis se identifican las zonas críticas en las que existe riesgo de fallo. En la Tabla 7 se muestra el punto en el que se debería prestar mayor atención a la hora del diseño del bastidor.

Tabla 7 – Cota y valor del esfuerzo cortante y momento flector máximo

Momento flector máx	5.832.396 (kg x mm)
Esfuerzo cortante máx	3.920 (kg)
X (cota a la que aparecen)	6.748 (mm)

Este punto coincide prácticamente con el segundo eje, ya que en él se concentra la mayor parte de la carga del vehículo, puesto que tanto el centro de gravedad del vehículo como de la carga útil se ubican cercanos a esa cota.

#### 5.4 Resistencia del bastidor

Para determinar la resistencia de la estructura del chasis, previamente se deben calcular las características de las secciones de los perfiles que la componen.

El bastidor del vehículo está formado por dos largueros de sección “U”, fabricados de acero S 355 (material más desfavorable). El sobrebastidor está compuesto por dos largueros de sección “UPN” de acero St-42. Las dimensiones son proporcionadas por el cliente (260 x 70 x 9 mm). En el punto 5.4.1, aparecen tanto las superficies como los límites elásticos del bastidor y sobrebastidor.

Para el presente cálculo, la estructura del chasis se ha simplificado en dos secciones: la primera compuesta únicamente por el bastidor y la segunda añadiendo el sobrebastidor como refuerzo, ya que en esta sección es donde va ubicada la caja (ver Ilustración 10):

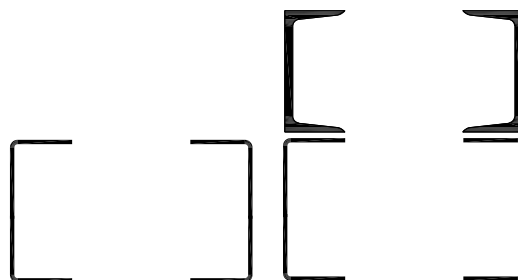


Ilustración 10 – Sección 1: bastidor (izquierda) y sección 2: bastidor + sobrebastidor (derecha)

##### 5.4.1 Módulo resistente y momentos de inercia

El módulo resistente se obtiene a partir de la ecuación 7:

$$W_x = \frac{I_x}{Y_{\text{máx}}} \quad (7)$$

Donde:

- A, sección de la estructura del chasis (cm<sup>2</sup>)
- I<sub>x</sub>, momento de inercia del conjunto (cm<sup>4</sup>)
- Y<sub>máx</sub>, distancia desde el eje neutro a la fibra más alejada.
- W<sub>x</sub>, módulo resistente (cm<sup>3</sup>)

Los resultados obtenidos para cada sección son (ver Tabla 8):

Tabla 8 – Resultados del cálculo del módulo resistente y momento de inercia

	W <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> )	A (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	Ge (kg/cm <sup>2</sup> )	Descripción
Sección 1	234	34	3.048	3.600	U 260x70x9mm
Sección 2	357	48	6.393	2.600	U 260x70x9mm + UPN 100

En la Ilustración 11, se presenta la evolución de estos valores a lo largo del vehículo:

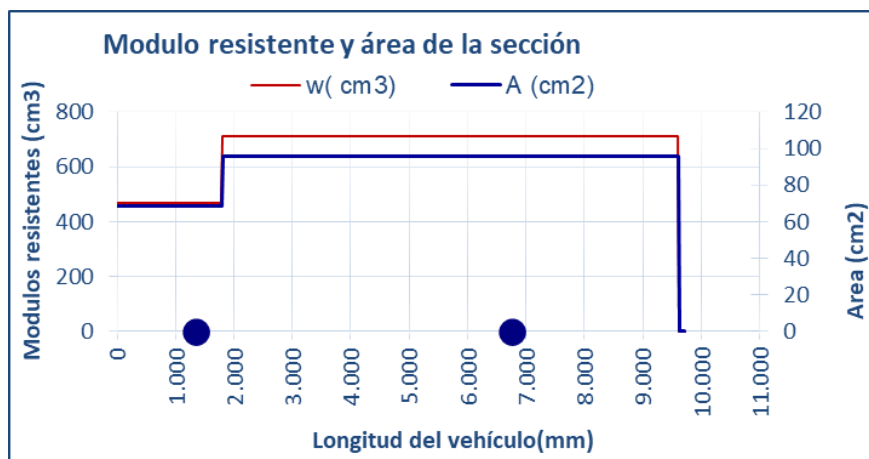


Ilustración 11 – Diagrama del módulo resistente (cm<sup>3</sup>) y área de las secciones (cm<sup>2</sup>) en función de la longitud del vehículo (mm)

El diagrama muestra el módulo resistente (mide la resistencia del material frente a momentos flectores: a mayor módulo, menor deformación para una misma carga) y área (determina la capacidad del bastidor para resistir esfuerzos cortantes y fuerzas axiales) de las dos secciones. Dado que el bastidor consta de dos largueros, los resultados de ambas

propiedades se duplican en la gráfica. Como se observa, la segunda sección al estar reforzado con un sobrestador (a partir de los 1.800 mm), obtiene mejores prestaciones.

Una vez obtenidas las características del chasis, los esfuerzos cortantes y los momentos flectores, se procede a calcular la resistencia del chasis. Para ello, se utilizarán las ecuaciones 8, 9, 10 y 11:

$$\sigma_f = M_f/W_x \quad (8)$$

$$\sigma_c = E_c/A \quad (9)$$

$$\sigma_{co} = \sqrt{\sigma_f^2 + 3\sigma_c^2} \quad (10)$$

$$\eta = \sigma_e / \sigma_{co} \quad (11)$$

Donde:

- $\sigma_f$ , tensión a flexión ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
- $\sigma_c$ , tensión a cortante ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
- $\sigma_{co}$ , tensión combinada máxima ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
- $\sigma_e$ , límite elástico de la sección del chasis sometida a la tensión máxima ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
- $M_f$ , momentos flectores en el bastidor ( $\text{kg} \times \text{cm}$ )
- $E_c$ , esfuerzos cortantes en el bastidor ( $\text{kg}$ )
- $W_x$ , módulo resistente ( $\text{cm}^3$ )
- $A$ , sección de la estructura del chasis ( $\text{cm}^2$ )
- $\eta$ , coeficiente de seguridad (valor mínimo 2)

Los cálculos se realizan en la sección con el menor coeficiente de seguridad, y por tanto la más desfavorable. Como se ha observado en las gráficas del apartado 5.3, se trata de la segunda sección, ya que contiene la zona más crítica del bastidor. Los resultados se presentan en la Tabla 9. El procedimiento completo se describe detalladamente en el Anexo VIII.3.

Tabla 9 – Resultados del cálculo de la resistencia del chasis

$\sigma_f$	817,9
$\sigma_c$	41,0
$\sigma_{co}$	821,0
X	6.748,5
$\eta$	3,2

Se puede afirmar que la resistencia del chasis es adecuada, ya que el coeficiente de seguridad es mayor al requerido ( $\geq 2$ ).

A continuación, se muestran los diagramas de tensiones combinadas y coeficiente de seguridad, relacionados con el punto 5.3.

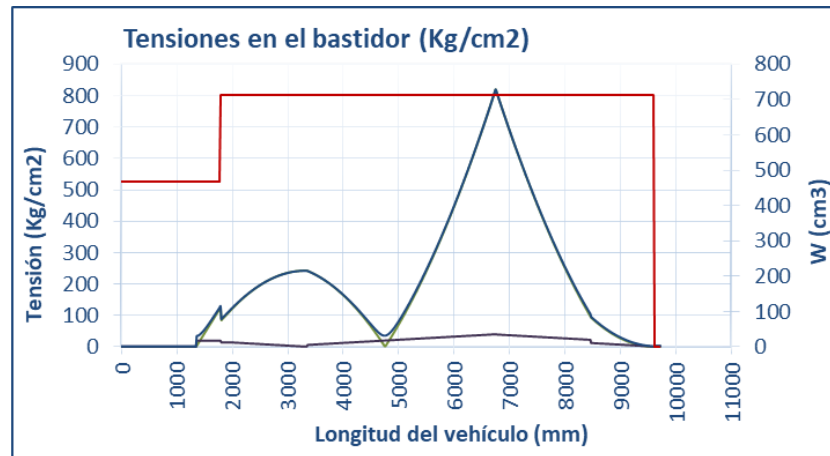


Ilustración 12 – Tensión combinada ( $kg/cm^2$ ), tensión cortante ( $kg/cm^2$ ) y módulo resistente ( $cm^3$ ) en función de la longitud del vehículo (mm)

La gráfica de tensiones (Ilustración 12) refleja cómo se distribuyen las fuerzas internas en el bastidor, distinguiendo entre tensiones cortantes (línea morada), que surgen por las fuerzas que tienden a deslizar las secciones del material y tensiones combinadas (línea azul), que integran las tensiones normales por flexión y las cortantes. En el punto que la tensión sobrepasa la línea del módulo resistente, el material del bastidor puede entrar en una zona de sobrecarga.

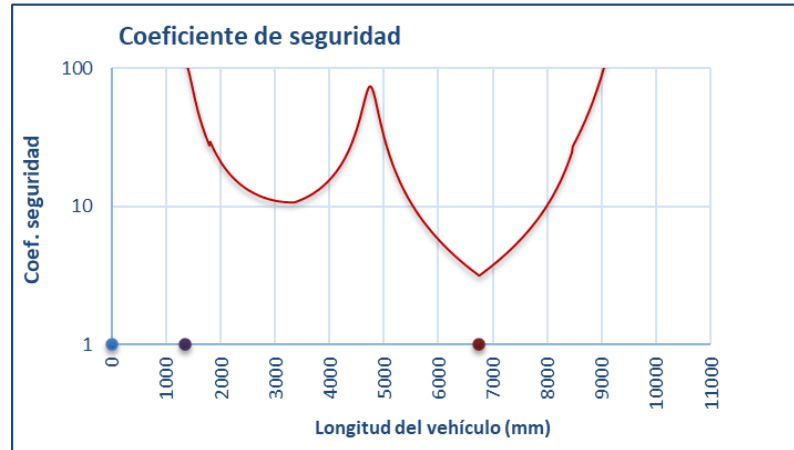


Ilustración 13 – Coeficiente de seguridad en función de la longitud del vehículo (mm)

El coeficiente de seguridad (ver Ilustración 13) es inversamente proporcional a las tensiones. Donde las tensiones son máximas, el coeficiente de seguridad es mínimo. Es ahí donde estará la zona crítica donde hay riesgo de falla.

## 5.5 Estabilidad

### 5.5.1 Estabilidad longitudinal

El reparto de cargas es adecuado (ver punto 5.1), por tanto, la estabilidad longitudinal queda asegurada ya que el peso se distribuye de forma que asegura un centro de gravedad estable y una distribución equilibrada en los ejes. En el Anexo VIII.3, se demuestra esta afirmación mediante cálculos.

### 5.5.2 Estabilidad lateral

A continuación, se calcula la pendiente lateral máxima en la que el vehículo en reposo no vuelca. Para su cálculo, se usan las ecuaciones 12, 13 y 14:

$$H_{cg} = (Hb * T + Hcu * Q) / M \quad (12)$$

$$H_{carga \text{ útil}} = Hb + (H - Hb) / 2 \quad (13)$$

$$\alpha = \arctg\left(\frac{D}{2 * H_{cg}}\right) \quad (14)$$

Donde:

- $\alpha$ , pendiente máxima superable ( $^{\circ}$ )
- Hcg, altura del cg del vehículo (mm)
- Hcu, altura del cg de la carga útil (mm)
- H, altura total (mm)
- Hb, altura del bastidor (mm)
- D, vía menor (mm)
- T, tara del vehículo (kg)
- $Q(\text{carga útil}) = M - T$  (kg)
- M, masa máxima autorizada del vehículo (kg)

En la Tabla 10 se representan de forma resumida los resultados obtenidos de manera desarrollada en el Anexo VIII.4.

*Tabla 10 – Resultados del cálculo de estabilidad lateral*

H (mm)	3.950
Hcg (mm)	1.433
Hb (mm)	710
D (mm)	1.820
M (kg)	18.000
T (kg)	9.970
Q (kg)	8.030
Hcu	2.330
$\alpha$ ( $^{\circ}$ )	32,4 $^{\circ}$

La estabilidad lateral del vehículo se considera adecuada, debido a que el valor del ángulo es lo suficientemente alto.

## 6 Pliego de condiciones

### 6.1 Calidad de los materiales empleados

En caso de soldadura, se realizará mediante procedimiento MIG-MAG con alambre de aportación realizado en acero de alta resistencia.

En caso de tornillos, la calidad mínima será de 8.8.

En caso de las zonas despintadas, se deben reparar con pintura anticorrosiva.

### 6.2 Normas de ejecución

Salvo instrucciones escritas y específicas del Técnico Director de la reforma, la ejecución de la misma se atenderá a las normas que fijan las casas constructoras de vehículos.

Es preceptivo sustituir los elementos del vehículo que, por su desgaste o mal estado, presenten riesgos para la seguridad del vehículo objeto de la reforma.

En el carrozado se deberá procurar un reparto del peso correcto. La diferencia de peso entre las ruedas derechas e izquierdas en un mismo eje, en ningún caso deberá exceder el 2,5%, ya que de lo contrario se ladeará el vehículo.

Una condición importante para un comportamiento seguro del vehículo en carretera es que bajo cualquier circunstancia el peso sobre el eje delantero sea como mínimo el 20% del total.

Para la calidad y la vida útil del vehículo completo, es de esencial importancia que el chasis, antes de empezar el carrozado, se encuentre en posición totalmente plana, es decir:

- Los largueros han de estar paralelos.
- El bastidor del chasis no deberá estar sometido a torsiones.

En caso de realizar operaciones de soldadura sobre el vehículo, deberá tenerse en cuenta;

- Desconectar el alternador, regulador y batería.



- No fijar el terminal de masa a componentes del chasis tales como ejes, ballestas, etc.
- No ejecutar arcos en los componentes anteriores.
- Deben protegerse las tuberías de materiales plásticos, para evitar que queden dañadas por las proyecciones de la soldadura o por exponerlas a temperaturas mayores de 80°C.
- Los electrodos a emplear para soldadura serán los dispuestos en la norma UNE 14003. Se recubrirán con un protector adecuado lo antes posible.

En caso de taladrar los largueros del bastidor del chasis hay que tener en cuenta:

- No deben de taladrarse las zonas curvas de los largueros del bastidor, ni sus alas, salvo instrucción del Técnico.
- Los taladros quedan prohibidos en las proximidades de las ballestas traseras.
- La distancia entre taladros y la de estos al ala del larguero debe ser como mínimo 4 veces el diámetro del taladro y en ningún caso inferior a 45 mm.
- El diámetro máximo de un taladro será 16 mm.
- No deben de exponerse en línea vertical más de dos taladros.
- Después de taladrar hay que desbarbar y escariar todos los taladros.
- Los tornillos a emplear serán de alta resistencia y estarán apretados hasta un par en que empiecen a estirarse.

### 6.3 Certificados y autorizaciones

Como se ha comentado en la introducción de este punto, con el fin de autorizar la presente reforma será necesario presentar ante el Servicio de Industria la siguiente documentación:

- Informe de Conformidad emitido por el fabricante del vehículo o por un Servicio Técnico acreditado por ENAC (ver Anexo IX.1).
- Certificado del taller ejecutor de la reforma (ver Anexo IX.2).
- Certificado de dirección final de obra.

## 7 Conclusiones

Mediante este trabajo se ha logrado cumplir el objetivo principal del TFG: facilitar la comprensión del proceso de homologación y reforma de vehículos importados en España. Es cierto que el sector de las homologaciones es muy amplio (mucho más de lo que inicialmente pensaba antes de realizar las prácticas en la empresa), y sería imposible abarcar en un solo trabajo los distintos casos y excepciones que existen. Sin embargo, creo que, en términos generales, este trabajo puede ayudar a muchas personas a comprender mejor este tema tan desconocido.

Al principio no fue sencillo, ya que no estaba acostumbrado a trabajar con tanta normativa y fue todo un desafío, pero con el tiempo me he ido familiarizando con ella, y considero que esto puede ser beneficioso para mi futuro, dado que la legislación está presente en todos los ámbitos del mundo laboral.

Valoro positivamente haber elegido este proyecto, tanto para mi vida profesional como para mi desarrollo personal. Al tratarse de un caso real, me ha permitido conocer de primera mano cómo se trabaja en una empresa. Aunque no de manera directa (ya que estaba de prácticas), he podido observar cómo se lleva a cabo el trato con los clientes.

En cuanto a la memoria, se ha dividido en tres bloques principales. El primero de ellos expone de manera resumida la normativa que aplica al caso de estudio, así como los conceptos clave. De esta forma, creo que se facilita al lector una mejor comprensión del tema tratado.

El segundo bloque esclarece el proceso de matriculación de un vehículo de importación en España, desde el momento en que el cliente contacta con la empresa para valorar si es posible llevar a cabo el proceso, hasta el último paso, cuando se acude a la Jefatura de Tráfico para realizar la matriculación.

El último bloque engloba tres apartados: reforma, cálculos justificativos y pliego de condiciones. En este caso, es el Manual de Reformas el que establece que deben figurar estos puntos. En él se detalla la reforma realizada al vehículo, indicando los montajes y desmontajes, así como la normativa que le aplica (actos reglamentarios). Además, se



demuestra que la reforma es viable mediante cálculos justificativos y se incorpora un pliego de condiciones que establece la forma de ejecutar el proyecto.

Estos bloques contribuyen de manera estructurada a una comprensión integral del proceso, facilitando que el lector pueda seguirlo de forma ordenada y detallada.

Al final de la memoria se incluyen una serie de anexos, que profundizan en aquellos puntos que se consideran necesarios para comprender de manera más eficaz lo expuesto.

En resumen, considero que este trabajo no solo me ha preparado para comprender mejor el proceso de homologación y reforma de vehículos en España, sino que también me ha proporcionado herramientas para afrontar proyectos futuros con un enfoque más profesional y confiable. Además, abre la posibilidad de seguir investigando y ampliando conocimientos en este sector, ya sea en la mejora de los procedimientos existentes o en la aplicación de la normativa en diferentes contextos.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] *BOE-A-2010-11154 Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos.* (2010, 2 julio).  
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2010/07/02/866/con>
- [2] *Actros L - Mercedes-Benz Trucks - Trucks you can trust.* (s. f.).  
[https://www.mercedes-benz-trucks.com/es\\_ES/models/actros-l.html](https://www.mercedes-benz-trucks.com/es_ES/models/actros-l.html)
- [3] *Sprinter Chasis cabina | Mercedes-Benz Vanes.* (n.d.). Mercedes-Benz.  
<https://www.mercedes-benz.com.mx/es/vans/models/sprinter/cab-chassis/overview.html>
- [4] *BOE-A-1990-24442 Real Decreto 1211/1990, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres.* (1990, September 28). <https://www.boe.es/eli/es/rd/1990/09/28/1211>
- [5] *BOE-A-2010-9994 Real Decreto 750/2010, de 4 de junio, por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos.* (2010, June 4).  
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2010/06/04/750>
- [6] *Gestión Integrada de aplicaciones de vehículos.* (n.d.).  
<https://industria.serviciosmin.gob.es/GIAVEH/>
- [7] *Tipos y Modelos de Tarjetas ITV (Inspección Técnica de Vehículos).* (n.d.).  
<http://tarjetaitv.es/index.php/definiciones/modelos-de-tarjetas-itv>
- [8] *BOE-A-2010-11154 Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos.* (n.d.).  
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2010-11154>

## ANEXOS

### ANEXO I – FOTOS GENERALES DEL VEHÍCULO



Ilustración 14 – Número VIN o bastidor troquelado



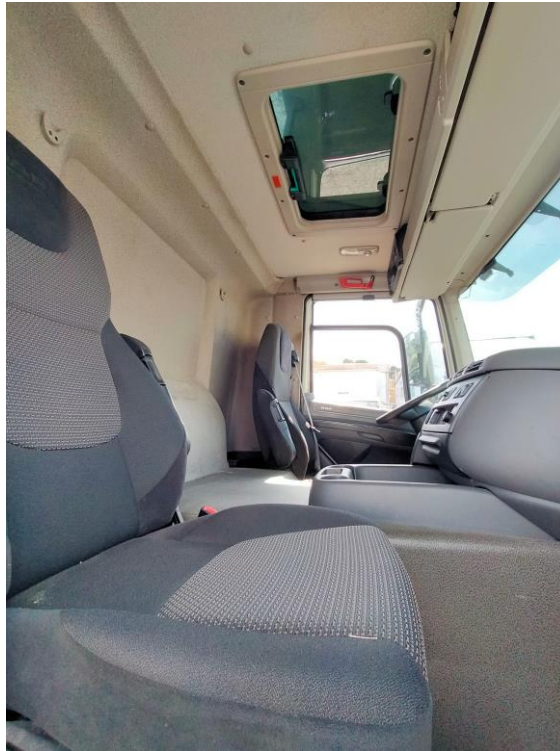
Ilustración 15 – Placa de fabricante de base



*Ilustración 16 – Marca y contraseña de homologación de la protección trasera*



*Ilustración 17 – Gancho de remolque*



*Ilustración 18 – Interior de la cabina: dos plazas de asiento, sin litera y trampilla en el techo*



*Ilustración 19 – Foto ¾ del vehículo desde la parte delantera del lado del copiloto*



*Ilustración 20 – Foto ¾ del vehículo desde la parte trasera del lado del copiloto*



*Ilustración 21 – Foto ¾ del vehículo desde la parte trasera del lado del conductor*



*Ilustración 22 – Foto ¾ del vehículo desde la parte delantera del lado del conductor*

## ANEXO II – DOCUMENTACIÓN DEL VEHÍCULO

### II.1 - Documentación



Ilustración 23 – Parte delantera de la documentación del vehículo



Ilustración 24 – Parte trasera de la documentación del vehículo

II.2 - Ficha técnica

A

<b>Matrícula</b>	<b>Certificado N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>
	081811023005		
<p>C.L. 12212 - Camión MIMA &gt; 12000 Kg. Portacontenedores</p> <p>A.1 DAF TRUCKS N.V.</p> <p>A.2 HUGO VAN DER GOESLAAN, 1 5643 EINDHOVEN (PAISES BAJOS)</p> <p>B.1</p> <p>B.2</p> <p>D.1 DAF</p> <p>D.2 M4EN3 / --- / ---</p> <p>D.3 CF 400 FA</p> <p>E XLR AEM4100G073174</p> <p>J N3</p> <p>J.1 BA 08</p> <p>J.2</p> <p>J.3</p> <p>R</p> <p>D.6 EEE</p> <p>K HIC-86843</p> <p>K.1</p> <p>K.2</p>		<p>--- / ---</p> <p>7871</p> <p>20500</p> <p>8000 / 12600 / --- / ---</p> <p>--- (1)</p> <p>1000</p> <p>8000 / 11500 / --- / ---</p> <p>50000</p> <p>40000</p> <p>---</p> <p>43811</p> <p>---</p> <p>17286</p> <p>750</p> <p>3650</p> <p>2490</p> <p>9600</p> <p>2150</p> <p>1820</p> <p>2850</p> <p>5400 / --- / ---</p> <p>---</p>	<p>L</p> <p>L.0</p> <p>L.1</p> <p>L.2</p> <p>P.5.1</p> <p>P.5</p> <p>P.3</p> <p>P.1</p> <p>P.1.1</p> <p>P.2</p> <p>P.2.1</p> <p>S.1</p> <p>S.2</p> <p>U.1</p> <p>U.2</p> <p>1275</p> <p>---</p> <p>ERUO VI</p>
<p><b>El organismo inspector</b> Applus Iteuve Technology, S.L.</p> <p>Certifica que el vehículo cuyas características se reseñan es apto, para su matriculación o puesta en circulación</p> <div style="text-align: right;"> <p>Fecha de emisión: 20/04/2023</p> </div>		<p><b>Observaciones</b> ITV N° 0818. Tarjeta emitida conforme al art. 5.3.b) del Real Decreto 750/2010. Fecha de la 1ª matriculación 21-08-2015. Equipado con enganche par remolque c. h. E11:59F-Q11.2799. sistema de amarre mediante twist-locks, techo cenital, spoiler. 1 depósito de combustible de 600 litros. Informe inspección n° 081800004386961, de fecha 11/04/2023 válida hasta 11/04/2024. (1) 1000 Valor en punto de acoplamiento (2) E.1. 2-355/50R22.5 156K E2. 4-315/60R22.5 152/148L. ---</p>	
		<p><b>Opciones incluidas en la homologación de tipo</b></p> <p>-----</p>	

Ejemplar para el usuario

Ilustración 25 – Ficha técnica del vehículo

### II.3 - Permiso de circulación

A	6335MMC
B	21-08-2015
H	_____
I	14-12-2023
(I.1)	14-12-2023
(I.2)	BARCELONA
C.1.1	TRANSPORTS GERMANS GARCIA SOLE SL
C.1.2	_____
C.1.3	_____
C.4	c
D.1	DAF
D.2	M4EN3/---
D.3	CF 400 FA
(D.4)	PÚBLICO - SIN ESPECIFICAR

E	XLRAEM4100G073174
F.1	20500
F.2	18000
G	7871
K	HIC-86843
P.1	10837
P.2	291.0
P.3	DIESEL
Q	_____
S.1	2
S.2	_____

OBSERVACIONES:  
Documento válido si acompaña ITV en vigor  
Próxima ITV: 11-04-2024

B 0

Ilustración 26 – Permiso de circulación del vehículo

A	Número de matrícula
B	Fecha de primera matriculación
C.1.1	Apellidos o razón social
C.1.2	Nombre
C.1.3	Domicilio
C.4	(c) No está identificado en el permiso de circulación como propietario del vehículo
D.1	Marca
D.2	Tipo/Variante/Versión (si procede)
D.3	Denominación comercial
(D.4)	Servicio a que se destina
E	Número de identificación
F.1	Masa máxima en carga técnicamente admisible (en kg) (excepto para motocicletas)
F.2	Masa máxima en carga admisible del vehículo en circulación en España (en kg)
G	Masa del vehículo en servicio con carrocería, y con dispositivo de acoplamiento si se trata de un vehículo tractor de categoría distinta a la M-1 (en kg)
H	Periodo de validez de la matriculación, si no es ilimitado
I	Fecha de matriculación a la que se refiere el presente permiso
(I.1)	Fecha de expedición
(I.2)	Lugar de expedición
K	Número de homologación (si procede)
P.1	Cilindrada (en cm <sup>3</sup> )
P.2	Potencia neta máxima (en kW) (si procede)
P.3	Tipo de combustible o de fuente de energía
Q	Relación potencia/peso (en kW/kg) (únicamente para motocicletas)
S.1	Número de plazas de asiento, incluido el asiento del conductor
S.2	Número de plazas de pie (en su caso)

RCM-FNMT

Ilustración 27 – Descripción de los códigos del permiso de circulación

II.4 - Certificado de Conformidad (COC) del vehículo base

RDW  
21 AUG. 2015  
ARNHEM

**CERTIFICAAT VAN OVEREENSTEMMING**  
incomplete voertuigen  
MODEL C1 - BLADZIJDE 1

**DAF**  
A PACCAR COMPANY

<p>Ondergetekende verklaart dat het voertuig</p> <p>0.1. Merk (handelsnaam van de fabrikant)</p> <p>0.2. Type - Variant - Uitvoering</p> <p>0.2.1. Handelsbenaming</p> <p>0.4. Voertuigcategorie</p> <p>0.5. Bedrijfsnaam en adres van de fabrikant</p> <p>0.6. Plaats en wijze van bevestiging van de voorgeschreven platen</p> <p>Plaats van het voertuigidentificatienummer</p> <p>0.9. Naam en adres van de eventuele vertegenwoordiger van de fabrikant</p> <p>0.10. Voertuigidentificatienummer</p> <p>in alle opzichten in overeenstemming is met het type als beschreven in goedkeuring die verleend is op</p> <p>niet permanent mag worden geregistreerd zonder verdere goedkeuringen</p>	<p>John de Schrijver Manager Homologation Department DAF Trucks NV</p> <p>DAF</p> <p>M4EN3 - AE205ZD6ZZZ - ECB205JZZZZZZB1291H1</p> <p>CF 400 FA</p> <p>N3</p> <p>DAF Trucks NV Hugo v.d. Goeslaan 1, 5643 TW Eindhoven , Nederland</p> <p>Typeplaatje gemonteerd met popnagels aan de linker / rechterzijde van de cabine ingang, geklonken</p> <p>Ingeslagen ter plaatse van de vooras in rechter chassisbalk</p> <p></p> <p>XLRAEM4100G073174</p> <p>e4*2007/46*0014*12 10-11-2014</p>
--	---

Eindhoven, 01-07-2015

MODEL C1 - BLADZIJDE 2  
Voertuigcategorie N3

1.	Aantal assen en wielen			2	6	
1.1.	Aantal en plaats van de assen met dubbellucht			1	As 2	
2.	Gestuurde assen (aantal en plaats)			1	As 1	
3.	Aangedreven assen (aantal, plaats en onderlinge verbindingen)	1	As 2	Cardanas		
4.	Wielbasis	4.1. As-afstand (1-2, 2-3, 3-4)	5400 mm	5400 mm	n.v.t.	n.v.t.
5.1.	Maximaal toelaatbare lengte	6.1. Maximaal toelaatbare breedte	12000 mm		2600 mm	
8.	Harafstand koppelschotel-achteras voor een trekker (max. en min.)			n.v.t.	n.v.t.	
12.1.	Maximaal toelaatbare overhang aan de achterzijde			3240 mm		
14.	Feitelijke massa van het voertuig			7010 kg		
14.1.	Verdeling van deze massa over de assen (as 1, 2, 3, 4)	4820 kg	2190 kg	n.v.t.	n.v.t.	
15.	Minimum massa van het voertuig wanneer het voltooid is			6100 kg		
15.1.	Verdeling van deze massa over de assen (as 1, 2, 3, 4)	4000 kg	1700 kg	n.v.t.	n.v.t.	
16.	Technisch toelaatbare maximummassa's			20500 kg		
16.1.	Technisch toelaatbare maximummassa in beladen toestand			20500 kg		
16.2.	Technisch toelaatbare maximummassa op iedere as (as 1, 2, 3, 4)	8000 kg	12600 kg	n.v.t.	n.v.t.	
16.3.	Technisch toelaatbare maximummassa op het asstel			n.v.t.		
16.4.	Technisch toelaatbare maximummassa van de voertuigcombinatie			50000 kg		
17.	Beoogde maximaal toelaatbare massa's bij registratie/in bedrijf in het nationale/internationale verkeer			Nationaal	NL	
17.1.	... max. toelaatbare massa in beladen toestand ...			19500 kg		
17.2.	... max. toelaatbare massa op iedere as in beladen toestand ... (as 1, 2, 3, 4)	8000 kg	11500 kg	n.v.t.	n.v.t.	
17.3.	... max. toelaatbare massa op asstel in beladen toestand ...			n.v.t.		
17.4.	... max. toelaatbare massa van de voertuigcombinatie ...			50000 kg		
18.	Technisch toelaatbare getrokken maximum massa in geval van:					
18.1.	Aanhangwagen	18.2. Oplegger	43811 kg	n.v.t.		
18.3.	Middenasaanhangwagen	18.4. Niet-beremde aanhangwagen	17286 kg	750 kg		
19.1.	Technisch toelaatbare maximale statische massa van het koppelpunt (oplegger, aanhanger, middenasaanhanger)			n.v.t.	100 kg	1000 kg
20.	Motorfabrikant	21. Motorcode, zoals vermeld op de motor	DAF Trucks NV		MX-11 291H1	
22.	Werkingsprincipe			Compressie ontsteking 4 takt		

Ilustración 28 – Primera página del COC

**CERTIFICAAT VAN OVEREENSTEMMING**  
incomplete voertuigen  
MODEL C1 - BLADZIJDE 2  
Voertuigcategorie N3

23.	Geheel elektrisch	23.1.	Hybride (elektrisch) voertuig (ja/nee)	Nee	Nee	
24.	Aantal en opstelling van cilinders	25.	Cilinderinhoud	6-in-Jijn	10837 cm <sup>3</sup>	
26.	Brandstof: diesel/benzine/lpg/cng-biomethaan/lng/ethanol/biodiesel/waterstof	Diesel				
26.1.	Monofuel/bifuel/flexfuel/dualfuel	Mono				
26.2.	(alleen dualfuel) type 1A/1B/2A/2B/3B	n.v.t.				
27.	Maximumvermogen					
27.1.	Netto maximumvermogen (verbrandingsmotor)			291 kW	1695 rpm	
27.2.	Maximumvermogen (elektrische motor)	27.3.	Netto maximumvermogen (elektrische motor)	n.v.t.	n.v.t.	
27.4.	Maximumvermogen gedurende 30 minuten	n.v.t.				
28.	Versnellingsbak (type)	29.	Maximalsnelheid	Geautomatiseerd	90 km/h	
31.	Plaats van de liftas(sen)	32.	Plaats van de belastbare as(sen)	n.v.t.	n.v.t.	
33.	Aangedreven as(sen) voorzien van luchtvering of gelijkwaardig	Ja				
35.	Band/wielcombinatie bandmaat (as 1,2) (draagvermogen index, snelheidssymbool, wielmaat) (as 1,2)			375/50R22.5	315/60R22.5	
				156 K 11,75ET135	148 L 9,00ET162	
	Band/wielcombinatie bandmaat (as 3,4) (draagvermogen index, snelheidssymbool, wielmaat) (as 3,4)			n.v.t.	n.v.t.	
				n.v.t. n.v.t. n.v.t.	n.v.t. n.v.t. n.v.t.	
36.	Remverbinding aanhangwagen (mechanisch/elektrisch/pneumatisch/hydraulisch)	Pneumatisch / Elektrisch				
37.	Druk in de toevoerleiding voor het remsysteem van de aanhangwagen	8,5 bar				
44.	Goedkeuringsnummer of merk van de koppelinrichting (indien aanwezig), zie genoemd installatie certificaat	E4 55R-010635				
45.	Type of klassen koppelinrichtingen die kunnen worden gemonteerd	C50-X, C50 or S				
45.1.	Waarde van de kenmerken (DV/S/U)	137 kN	40 kN	1000 kg	n.v.t.	
46.	Geluidsniveau - Stationair draaiende motor bij een toerental van - Tijdens voorbijrijden	89 db(A)	1275 min <sup>-1</sup>	78 db(A)		
47.	Uitlaatemissieniveau: Euro	Euro VI A				
48.	Uitlaatemissies - Nummer van de basisregelgeving en de recentste wijzigingsregelgeving die van toepassing zijn:	595/2009*627/2014/A				
48.1.	1.1. Testprocedure: ESC	CO, HC,	n.v.t.	n.v.t.		
		NO <sub>x</sub> , HC+NO <sub>x</sub>	n.v.t.	n.v.t.		
		Deeltjes , Rookcapaciteit (ELR)	n.v.t.	n.v.t.		
	1.2. Testprocedure: WHSC (Euro VI)	CO, THC	0,94 mg/kWh	0,30 mg/kWh		
		NO <sub>x</sub> , NMHC	21,79 mg/kWh	n.v.t.		
		CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub>	n.v.t.	1,46 ppm		
		Deeltjesmassa, Deeltjesaantal	0,35 mg/kWh	1,7E10 #/kWh		
	2.1. Testprocedure: ETC (indien van toepassing)	CO, NO <sub>x</sub>	n.v.t.	n.v.t.		
		NMHC, THC	n.v.t.	n.v.t.		
		CH <sub>4</sub> , Deeltjes	n.v.t.	n.v.t.		
	2.2. Testprocedure: WHTC (Euro VI)	CO, THC	66,49 mg/kWh	0,57 mg/kWh		
		NO <sub>x</sub> , NMHC	104,52 mg/kWh	n.v.t.		
CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub>		n.v.t.	0,62 ppm			
Deeltjesmassa, Deeltjesaantal		0,64 mg/kWh	2,1E10 #/kWh			
48.1.	Rook (gecorrigeerde absorptiecoëfficiënt)	n.v.t.				
52.	Opmerkingen:					
	Aantal stoelen	2 stoelen, 1 bestuurder en 1 bijrijder				
	Retarder type	Exhaust Brake + Engine Brake				

Ilustración 29 – Segunda página del COC

### ANEXO III – HOJA TOMA DE DATOS

A continuación, se presenta un ejemplo de hoja toma de datos utilizada para recopilar información técnica del vehículo (ver Ilustración 30). Cabe destacar que no existe un formato estándar para este tipo de documento, ya que cada entidad suele emplear su propio diseño. Además, se harán diferentes comentarios para facilitar su interpretación.

MARCA / MODELO	DAF		
BASTIDOR	XLRAEM4100G073174		
CLIENTE			
LABORATORIO/TECNICO		FECHA INSPECCION	

Dist.Vías1/2/3...	2.150 / 1.820	Clasificación:	BA -08
5ª rueda	-	Tac. Digital	SÍ
D ejes 1/2/3	5.400	MMTA	20.500
V.trasero	2.850	MMTC	50.000
V.delantero	1.350		8.000
Anchura	2.490		12.600
Altura	3.850		
Longitud	9.600		

Posición del.:	2
Cruce:	2
Carretera:	3+3
Diurna:	2
Gálibo del.:	2
Intermitentes:	2+2+2
Marcha atrás:	2
Freno:	2
Posición tras.:	2
Antiniebla Tras.:	2
Cata. Tras.:	2
Gálibo tras.:	2+2
Matrícula:	2
Cata. Lat.:	4+4
Luces Lat.:	5+5
Marc. Lateral:	-
Marc. Trasero.:	-
Antiniebla del.:	2

<b>Asientos /literas:</b>	2 / 0
<b>Espejos retrovisores:</b>	2 clase II, 2 clase IV, 1 clase V y 1 clase VI
<b>Depósito:</b>	1.950x700x450
<b>Ubicación placa 1ª fase:</b>	En el marco de la puerta del conductor

Protección trasera / contraseña:	Marca VBG, tipo 590V, contraseña:E11-55R-01.2799
Gancho / contraseña (D / Dc /V/ S):	Ver subsanaciones
Travesaño /Contraseña (D / Dc /V/ S):	-

	TIPO (Motriz/Direcc./ Elevable)	Susp. N/M	Freno T/D	Nº neumáticos / Denominación / IC y velocidad
Eje 1	D	N	D	2 - 355/50 R22,5 156K
Eje 2	M	N	D	4 - 315/60 R22,5 152/148 L
Eje 3				
Eje 4				

Ilustración 30 – Hoja toma de datos a rellenar por un ingeniero durante la inspección del vehículo

(1) Todos los valores de distancias están en mm.

Las masas vienen dadas en kg.

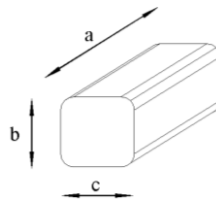
(2) El día de la inspección, la placa del gancho no estaba limpia y no se podía ver con claridad, por lo que se indicó como una incidencia.

(3) Los neumáticos de un mismo eje deben ser iguales en ambos lados (tanto denominación como índice de carga y velocidad). No es necesario que los del primer eje y el segundo sean iguales, siempre y cuando cumplan con las cargas y velocidad requerida (ver Anexo V, apartado de suspensión).

(4) En el apartado de los ejes, las abreviaturas hacen referencia a:

- a. Tipo: (D) direccional, (M) motriz
- b. Suspensión: (N) neumática, (M) mecánica
- c. Freno: (T) tambor, (D) disco

(5) Considerando el depósito como un prisma rectangular (Ilustración 31), el volumen se obtendrá a partir de sus dimensiones (ver ecuación 15):



*Ilustración 31 – Forma del depósito*

$$\text{Volumen (l)} = 1.950 \text{ mm} \times 700 \text{ mm} \times 450 \text{ mm} \approx 600 \text{ L} \quad (15)$$

(6) En la Ilustración 32, se pueden identificar las distintas clases de retrovisores:



*Ilustración 32 – Identificación de los retrovisores*

- a. *Clase II*: son los retrovisores exteriores laterales alargados, propios de furgonetas y camiones.
- b. *Clase IV*: son los espejos espaciales, estos tienen forma convexa con el fin de mejorar el ángulo del retrovisor y ampliar la visibilidad.
- c. *Clase V*: se denominan retrovisores de proximidad, y son propios de los camiones y derivados. Se sitúan en el lateral, encima del piloto o el copiloto, apuntando hacia abajo facilitando así la visión a la hora de maniobrar.
- d. *Clase VI*: parecidos a los anteriores, comparten función e inclinación, pero estos se sitúan en el frontal del vehículo y permiten comprobar que no hay nadie en los puntos ciegos.

## ANEXO IV – SUBSANACIÓN DE LAS INCIDENCIAS DETECTADAS

En este anexo se va a explicar en detalle todas las incidencias encontradas en el vehículo, acompañadas de imágenes que ilustran el estado del vehículo antes y después de las subsanaciones realizadas:

### IV.1 - Instalar tapas de goma en los extremos de la protección trasera

Según el Reglamento CEPE/ONU 58R, los extremos laterales del travesaño no deben presentar ningún borde cortante con el fin de aumentar la seguridad en caso de impacto. Por ello, se instalan las tapas de goma en los extremos visibles en la Ilustración 33.



*Ilustración 33 – Protección trasera*

### IV.2 - Adjuntar foto de la placa del gancho de remolque legible

Las placas de identificación de todos los elementos de un vehículo deben ser claramente visibles y legibles para poder ser verificadas. En la Ilustración 34 se adjunta una imagen de la placa del gancho tras ser limpiada con una hidrolimpiadora.



*Ilustración 34 – Placa de gancho de remolque*

#### IV.3 - Instalar tapas de los guardabarros traseros

Los guardabarros entran dentro de los sistemas de antiproyección, igual que las faldillas, regulados por el Reglamento CEPE/ONU 109R, y están destinados a detener el agua proyectada por los neumáticos en movimiento y a dirigirla hacia el suelo.

Dicho reglamento dicta que los guardabarros deben cubrir la zona situada inmediatamente por encima del neumático, por lo que habrá que completar su instalación como se muestra en la Ilustración 35.

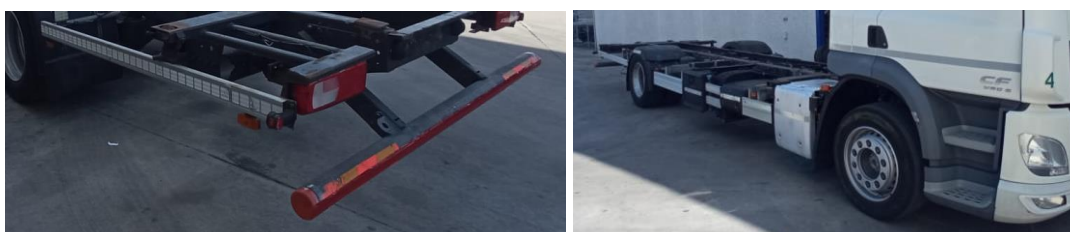


*Ilustración 35 – Guardabarros eje trasero*

#### IV.4 - Instalar marcado de contorno lateral y trasero

La Directiva Europea 76/756 CEE obliga desde el 10 de Julio de 2011 a instalar marcado de contorno a todos aquellos vehículos N de más de 7,5 toneladas, con más de 2.100 mm de anchura (marcado trasero) y más de 6.000 mm de longitud (marcado lateral).

El marcado lateral deberá ser del mismo color (blanco o amarillo) tanto en cabina como en carrocería. El marcado trasero podrá ser amarillo o rojo. En la Ilustración 36 se puede ver que se ha instalado en el lateral un marcado de contorno blanco, y en la parte trasera de color rojo.



*Ilustración 36 – Marcado de contorno lateral y trasero*

#### IV.5 - Tapar los huecos de las protecciones laterales

Las protecciones laterales son barras longitudinales diseñadas para proteger de manera eficaz a los usuarios de las vías públicas de caer bajo los laterales del vehículo. Muchas veces, elementos del vehículo como cajones debidamente homologados, pueden sustituir a la protección lateral.

En este caso, se instalaron dos barras longitudinales delante del depósito de adblue (ver Ilustración 37), ya que la distancia del depósito respecto al plano externo del vehículo era superior a los 150 mm permitidos.

Para cumplir con el Reglamento CEPE/ONU 73R, la altura de los perfiles instalados debe ser igual o superior a 100 mm y la distancia entre barras igual o inferior a 300 mm. Además, la altura al suelo de la barra inferior no debe superar los 550 mm y la distancia desde la barra superior hasta la carrocería debe ser igual o inferior a 350 mm.



*Ilustración 37 – Protección lateral*

#### IV.6 - Instalar dispositivo de alumbrado lateral

El Reglamento CEPE/ONU 48R establece que la distancia máxima entre el inicio del vehículo y la primera luz lateral debe ser 3 metros. Además, la distancia máxima entre las luces laterales debe ser también de 3 metros, y la distancia desde la última luz hasta el final del vehículo no puede exceder de 1 metro. Para cumplir con esta normativa, será necesario instalar un dispositivo adicional (SM1 + IA) a cada lado del vehículo, quedando finalmente con un total de 5 catadióptricos (IA) y 6 luces de posición laterales (SM1).

## ANEXO V – FICHA REDUCIDA

A lo largo de este anexo, se explicará de manera detallada la resolución de la ficha reducida citada en el apartado 3.3.4, justificando la metodología aplicada en función de la normativa y de la documentación disponible.

Tabla 11 – Datos

<b>Marca:</b>	DAF		
<b>Tipo / Variante / Versión:</b>	M4EN3	-----	-----
<b>En caso de homologación de vehículo completado se indicará: Tipo/Variante/Versión del vehículo de base (igual que en Ficha de Características)</b>	N/A	N/A	N/A
<b>Denominación comercial:</b>	CF 400 FA		
<b>Categoría de vehículo:</b>	N3		
<b>Nombre y dirección del fabricante del vehículo de base:</b>	DAF TRUCKS, N.V. Hugo Van Der Goeslaan, 1 5643 Eindhoven (Países Bajos)		
<b>Nombre y dirección del fabricante de la última fase del vehículo:</b>	N/A		
<b>Emplazamiento de la placa de fabricante:</b>	En el marco de la puerta del conductor.		
<b>Parte fija VIN:</b>	XLRAEM4100G073174		
<b>Emplazamiento del número de identificación del vehículo:</b>	En el paso de rueda delantero derecho adyacente al primer eje.		
<b>Vehículo de base:</b>			
<b>Número de homologación (incluyendo la extensión correspondiente):</b>	e4*2007/46*0014*12		
<b>Fecha:</b>	10/11/2014		
<b>Vehículo completo / completado:</b>	COMPLETO		
<b>Número de homologación (incluyendo la extensión correspondiente)</b>	No procede (homologación individual).		
<b>Fecha:</b>	No procede (homologación individual).		

La Tabla 11 comienza con los datos de identificación del vehículo y de su fabricante de base, incluyendo información como la marca, el tipo/variante/versión y la denominación comercial, correspondientes a los campos D1, D2 y D3 de la documentación oficial (ver Ilustración 24). Esta documentación es esencial para identificar las características principales del vehículo. En relación al fabricante, se indican su nombre y dirección, que pueden consultarse en el COC (ver Ilustración 28, punto 0.5).

También incluye el emplazamiento de la placa de fabricante (ver Ilustración 15), localizada en el marco de la puerta del conductor. Esta placa, fijada por el fabricante, informa sobre las características técnicas necesarias para identificar el vehículo y verifica las masas máximas en carga admisibles.

Por otro lado, el número VIN o Número de Identificación del Vehículo (ver Ilustración 14), situado en el paso de rueda delantero derecho junto al primer eje, es un código alfanumérico que funciona como el “DNI del vehículo” y es asignado por el fabricante para garantizar su identificación precisa.

El vehículo se clasifica como completo, es decir, no requiere modificaciones adicionales para su puesta en circulación. Como se mencionó en el capítulo 3, el vehículo de base (chasis cabina) dispone de homologación europea, y la ficha reducida de tipo europeo correspondiente puede descargarse de la página oficial del Ministerio. En la Ilustración 38 se muestra el encabezado de la ficha, donde aparecen el número de homologación y su fecha de entrada en vigor, que debe ser anterior a la fecha de primera matriculación del vehículo.



*Ilustración 38 – Ficha reducida de tipo europeo*

Tabla 12 – Constitución general del vehículo

<b>Nº de ejes y ruedas:</b>	2 ejes / 6 ruedas (1*)
<b>Número y emplazamiento de los ejes con ruedas gemelas:</b>	1, eje 2º (1.1*)
<b>Descripción de los ejes. Tipo y capacidad:</b>	1º. Tipo: direccional; Capacidad: 8.000 kg. 2º. Tipo: motriz; Capacidad: 12.600 kg. (16.2*)
<b>Número y localización de los ejes de dirección:</b>	1, eje 1º (2*)
<b>Ejes motrices (nº, localización e interconexión):</b>	1, eje 2º, - (3*)

(\*) Indica el campo del COC del que se han obtenidos los datos.

El segundo bloque (ver Tabla 12) presenta la Constitución General del Vehículo, donde se especifica el número de ejes y ruedas, y una breve descripción de los ejes indicando su tipo y capacidad. En este caso, el vehículo cuenta con dos ejes: el primero, direccional, tiene una capacidad de carga de 8.000 kg, mientras que el segundo, motriz (tracción trasera) y equipado con ruedas gemelas, soporta hasta 12.600 kg.

Tabla 13 – Masas y dimensiones

<b>Distancia entre ejes consecutivos 1º, 2º, 3º, ...:</b>	5.400 mm
<b>Avance 5ª rueda (máximo y mínimo en caso de 5ª rueda ajustable):</b>	N/A
<b>Vía de cada eje 1º, 2º, 3º, ...:</b>	2.150 / 1.820 mm
<b>Longitud:</b>	9.600 mm
<b>Longitud máxima admisibles del vehículo completado:</b>	N/A
<b>Anchura:</b>	2.490 mm
<b>Anchura máxima admisible del vehículo completado:</b>	N/A
<b>Altura:</b>	3.850 mm
<b>Voladizo trasero:</b>	2.850 mm
<b>Voladizo trasero máximo autorizado del vehículo completado:</b>	N/A
<b>Masa del bastidor desnudo (sin cabina, líquido de refrigeración, lubricantes, combustible, rueda de repuesto ni conductor):</b>	N/A
<b>Masa del vehículo en orden de marcha:</b>	7.871 kg
<b>Masa mínima admisible del vehículo completado:</b>	N/A
<b>Masa máxima en carga técnicamente admisible (MMTA):</b>	20.500 kg
<b>Distribución de esta masa entre los ejes 1º / 2º / 3º / 4º punto de enganche si hay remolque:</b>	N/A
<b>Masa máxima en carga técnicamente admisible en cada eje 1º / 2º / 3º / 4º:</b>	Eje 1º: 8.000 kg Eje 2º: 12.600 kg
<b>Masa máxima técnicamente admisible del conjunto (MMTC):</b>	50.000 kg
<b>Masa máxima en carga admisible prevista para la matriculación / circulación (MMA):</b>	18.000 kg
<b>Masa máxima en carga admisible prevista para la matriculación / circulación en cada eje 1º / 2º / 3º / 4º:</b>	Eje 1º: 8.000 kg Eje 2º: 11.500 kg

<b>Masa máxima en carga admisible prevista para la matriculación / circulación de conjunto (MMAC):</b>	40.000 kg
<b>Masa máxima remolcable técnicamente admisible del vehículo a motor, en caso de:</b>	
<b>Remolque de barra de tracción:</b>	43.811 kg
<b>Semirremolque:</b>	N/A
<b>Remolque de eje central:</b>	17.286 kg
<b>Masa máxima del remolque sin frenos:</b>	750 kg
<b>Carga vertical estática / masa técnicamente admisible en el punto de acoplamiento del vehículo motor:</b>	1.000 kg

La Tabla 13 resume las masas y dimensiones del vehículo.

Las dimensiones del vehículo son las registradas en la hoja de toma de datos (ver Anexo III). Dado que solo se ha instalado la carrocería sin realizar modificaciones adicionales, las dimensiones coinciden con el vehículo base en lo que respecta al voladizo delantero y la distancia entre ejes. Las demás dimensiones dependen de la estructura de la carrocería y sus características específicas. De acuerdo con la normativa vigente en España, las distancias máximas permitidas son las siguientes (salvo excepciones indicadas en la legislación):

- Altura: 4.000 mm
- Longitud: 12.000 mm
- Anchura: 2.550 mm (2.600 para vehículos isoterms y frigoríficos)

Respecto a las masas, se distingue entre masas técnicas y autorizadas. La masa máxima autorizada (MMA) se refiere al peso máximo permitido que no puede exceder el vehículo durante su circulación en vías públicas, según lo establecido por la administración competente de cada país; mientras que la masa máxima técnica admisible (MMTA) representa el peso máximo que el vehículo puede soportar según su construcción, tal como lo declara el fabricante.

Este criterio también se aplica a las masas de conjunto: la Masa Máxima Autorizada de Conjunto (MMAC), que es el peso máximo permitido para el conjunto vehículo más el remolque en vías públicas, y la Masa Máxima Técnica de Conjunto (MMTC), el peso máximo del conjunto vehículo más el remolque que el vehículo puede soportar según su construcción.

La MMTA y la MMTC, junto a la masa máxima en carga técnica admisible para cada eje y las masas remolcables, son valores declarados por el fabricante (ver Ilustración 15). En España, la normativa establece una MMAC de 40 toneladas. La masa máxima admisible para cada eje dependerá de si este es motriz o no (ver Ilustración 39).



Ilustración 39 – Masas máximas autorizadas por ejes en función del tipo de eje

En cuanto a la MMA del vehículo, habrá que fijarse en el número de ejes del vehículo (ver Ilustración 40).

### Masas máximas autorizadas

(1) Los vehículos de combustible alternativo podrán incrementar su MMA en el peso adicional requerido por la tecnología de combustible alternativo hasta un máximo de 1 t. En el caso de vehículos destinados a servicios en entornos urbanos se podrá superar en más de 1 t siempre que no se supere la MMTA del vehículo y la MMA por eje permitida.

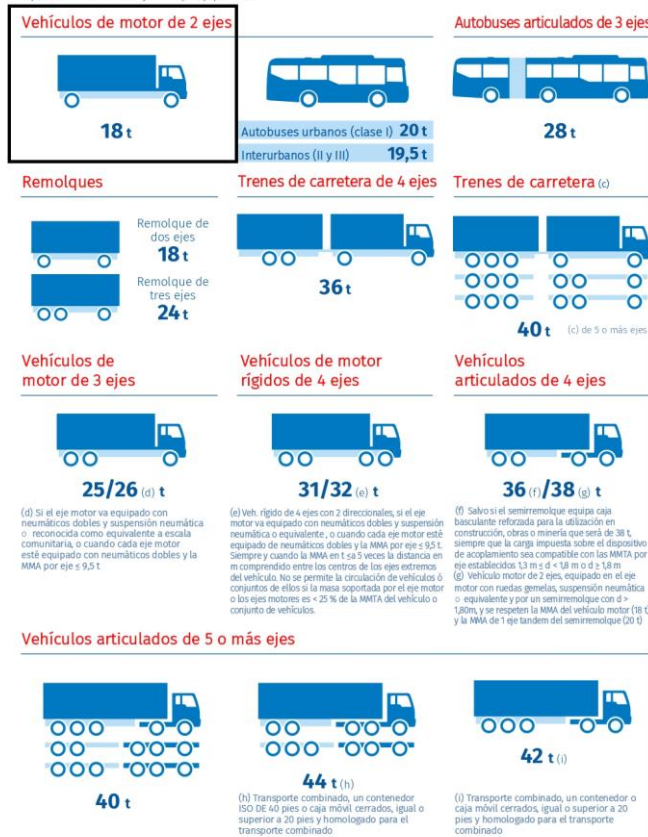


Ilustración 40 – Masas máximas autorizadas en función del número de ejes

La masa en orden de marcha (MOM) representa el peso del vehículo con su equipamiento estándar, incluyendo el peso del combustible con el depósito lleno y el peso del conductor (estimado en 75 kg, 68 kg de masa del ocupante y 7 kg de masa del equipaje, con arreglo a la Norma UNE 26-086-92). O lo que es lo mismo, la tara del vehículo más los 75 kg del peso del ocupante. En este caso, se obtiene del campo G de la documentación (ver Ilustración 24).

Las masas máximas remolcables vienen declaradas por el fabricante en el COC de primera fase (ver Ilustración 28, puntos 18.1, 18.2, 18.3, 18.4 y 19.1) e incluyen:

- *Remolque de barra de tracción*: remolque de, al menos, dos ejes y un eje de dirección como mínimo. Están provistos de un dispositivo de remolque que puede desplazarse verticalmente (en relación al remolque). Una de las principales características es que la totalidad de su peso apoya en el suelo a través de los ejes. Además, no transmite carga vertical al vehículo de tracción o ésta es muy pequeña.



*Ilustración 41 – Ejemplo de un remolque de barra de tracción*

- *Semirremolque*: vehículo no autopropulsado diseñado y concebido para ser acoplado a un automóvil (mediante un kingpin, también conocido como “quinta rueda”), sobre el que reposará parte del mismo, transfiriéndole una parte sustancial de su masa.

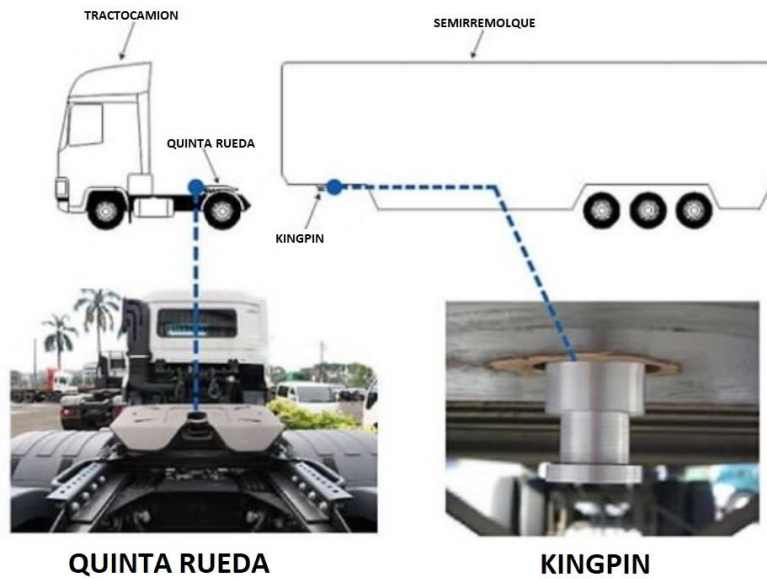


Ilustración 42 – Ejemplo de un semirremolque

- *Remolque de eje central:* Remolque provisto de un dispositivo de enganche (lanza) que no puede desplazarse verticalmente (en relación al remolque) y cuyos ejes estén situados próximos al centro de gravedad del vehículo.



Ilustración 43 – Ejemplo de un remolque de eje central

- *Masa máxima del remolque sin frenos:* peso máximo permitido para un remolque que no tiene sistema de frenos autónomo. Es decir, la capacidad máxima de carga para un remolque que depende exclusivamente del freno del vehículo tractor.
- *Carga vertical estática en el punto de acoplamiento:* es el peso vertical máximo que el remolque puede ejercer sobre el enganche del vehículo remolcador cuando

está acoplado. Este valor se mide en condiciones estáticas (con el vehículo en reposo).

De acuerdo con la Directiva 97/27/EC modificada por 2003/19/EC, se deberán cumplir las ecuaciones 16, 17, 18 y 19:

$$MTMA \leq MTMA_{eje\ 1} + MTMA_{eje\ 2} \quad (16)$$

$$MMA \leq MMA_{eje\ 1} + MMA_{eje\ 2} \quad (17)$$

$$MTMA + MMR \geq MTMC \quad (18)$$

$$MMA + MMR \geq MMAC \quad (19)$$

Tabla 14 – Unidad motriz

<b>Fabricante o marca del motor.</b>	DAF TRUCKS NV (20*)
<b>Código del motor asignado por el fabricante:</b>	MX-11 291H1 (21*)
<b>Motor de combustión interna.</b>	
<b>- Principio de funcionamiento:</b>	Motor térmico de 4 tiempos alternativo (22*)
<b>- Número y disposición de los cilindros:</b>	6 cilindros en línea (24*)
<b>- Cilindrada (cm3):</b>	10.837 cm3 (25*)
<b>- Tipo de combustible o fuente de energía:</b>	Gasóleo A (26*)
<b>- Potencia neta máxima (kW)</b>	291 kW a 1.695 rpm (27.1*)
<b>Motor eléctrico puro (sí / no)</b>	No
<b>- Potencia máxima por hora (kW):</b>	N/A
<b>Motor híbrido (sí / no)</b>	No
<b>Tipo:</b>	N/A

(\*) Indica el campo del COC del que se han obtenidos los datos.

El motor descrito en la Tabla 14, es de combustión interna de 4 tiempos con 6 cilindros dispuestos en línea. Este motor opera en cuatro etapas secuenciales: admisión, se abre la válvula de admisión y el cilindro aspira la mezcla de aire y combustible; compresión, se cierra la válvula y la mezcla se comprime por un pistón; combustión, fase en la cual se enciende la mezcla comprimida, generando la energía que mueve el motor; y escape, donde los gases quemados son expulsados del cilindro.

Tiene una cilindrada de 10.837 cm<sup>3</sup>, lo que significa que en cada ciclo de funcionamiento se consume un volumen total de 10.837 cm<sup>3</sup> de aire y combustible. Una mayor cilindrada permite que el motor ingiera más mezcla, lo que contribuye a un mayor rendimiento y capacidad para generar potencia. En términos de potencia neta máxima, este motor alcanza los 291 kW a un régimen de 1.695 revoluciones por minuto (r.p.m.), lo que refleja su capacidad para generar una alta cantidad de energía mecánica.

Dado que este motor no es eléctrico ni híbrido, los campos relacionados con esos tipos de motorización no aplican.

*Tabla 15 – Transmisión*

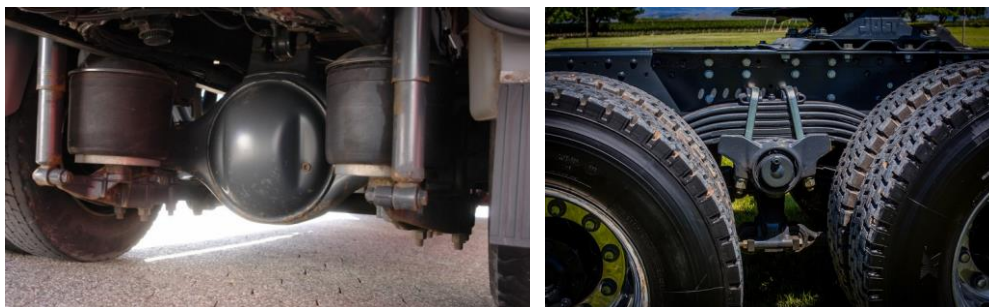
<b>Tipo (Mecánica / Hidráulica / Eléctrica / etc.):</b>	Mecánica, 4x2
<b>Caja de cambios (tipo):</b>	Cambio automático
<b>Nº de relaciones:</b>	12 + 2R

La Tabla 15 presenta el sistema de transmisión del vehículo. Este está equipado con una transmisión mecánica 4x2, es decir, tiene tracción en dos ruedas. La caja de cambios es automática y cuenta con 12 relaciones hacia adelante y 2 de reversa.

*Tabla 16 - Suspensión*

<b>Breve descripción del tipo de suspensión delantera y trasera:</b>	Delantera: Suspensión neumática. Trasera: Suspensión neumática.	
<b>Neumáticos y ruedas (características principales):</b>	<b>Denominación</b>	<b>Índ. carga y velocidad</b>
	Eje 1º: 2 x 355/50 R 2.5” Eje 2º: 4 x 315/60 R 22.5”	156 K 152 / 148 L

La Tabla 16 detalla el tipo de suspensión que incorpora el vehículo, tanto en el eje delantero como en el trasero. En ambos casos, se utiliza una suspensión neumática, observada durante la inspección. A diferencia de la suspensión mecánica, caracterizada por el uso de ballestas, la suspensión neumática se basa en el uso de balonas situadas detrás de cada rueda, las cuales funcionan mediante aire comprimido (ver Ilustración 44).



*Ilustración 44 – Suspensión neumática (izquierda) vs suspensión mecánica (ballestas, derecha)*

Además, también se especifican las dimensiones de los neumáticos registradas durante la revisión. Para comentar el significado de las dimensiones del neumático, se toma el del primer eje (Ilustración 45):

- 355: indica el ancho del neumático en milímetros.
- 50: señala la altura expresada como porcentaje de la anchura (en este caso es el 50% del total de la anchura, es decir, 177,5 mm)
- R22,5: significa que se trata de un neumático radial con un diámetro para llantas de 22,5 pulgadas.
- 156: índice de carga, que es el peso máximo que la cubierta puede soportar.
- K: índice de velocidad, señala la velocidad máxima a la que puede circular el neumático a plena carga.



*Ilustración 45 – Dimensiones del neumático del eje delantero*

Es fundamental verificar que el neumático instalado sea adecuado para las cargas que deberá soportar el vehículo. En este caso, la velocidad máxima del vehículo es de 90 km/h (ver Ilustración 29, punto 29), y las cargas soportadas en el primer y segundo eje son de 8,000 kg y 12,600 kg, respectivamente. A continuación, en las ilustraciones 46 y 47, se muestra el proceso de comprobación realizado mediante una aplicación desarrollada específicamente por la empresa.

rueda gemela ?

Indice de carga Rueda simp: 156

indice de Velocidad: K

por rueda: 4.000 kg      kg      110 Km/h

por eje: 8.000 kg      kg

Ilustración 46 – Comprobación de los neumáticos del eje delantero

rueda gemela ?

Indice de carga Rueda simp / Rueda gem: 152 / 148

indice de Velocidad: L

por rueda: 3.550 kg      6.300 kg      120 Km/h

por eje: 7.100 kg      12.600 kg

Ilustración 47 – Comprobación de los neumáticos del eje trasero

Como se observa, los neumáticos cumplen con los requerimientos propuestos y pueden ser instalados.

Tabla 17 – Dirección

<b>Dirección tipo y asistencia:</b>	Tipo	Mecánica.
	Asistencia	Hidráulica asistida.

La Tabla 17 resume el tipo de dirección y asistencia. El vehículo tiene dirección mecánica, en la que el giro del volante se transmite directamente a las ruedas mediante componentes como la columna y la caja de dirección. Además, cuenta con asistencia hidráulica, que reduce el esfuerzo necesario durante la maniobra al utilizar un sistema de fluido.

Tabla 18 – Frenado

<b>Breve descripción del dispositivo de frenado. ABS (Si / No):</b>	Descripción	<i>Servicio:</i> mando a pedal, neumático de doble circuito. Frenos de disco en todos sus ejes. <i>Socorro:</i> eficacia residual de uno de los dos circuitos de servicio. <i>Estacionamiento:</i> mando manual, transmisión neumática, accionamiento mecánico mediante frenos de muelle sobre el segundo eje. <i>Asistencia:</i> Por compresor.
	ABS	Sí.
<b>Presión en el conducto de alimentación del dispositivo de frenado del remolque:</b>	8,5 bar	
<b>Marca de homologación CE del dispositivo de acoplamiento que pueden instalarse.</b>	E11-55R-01.2799 (Marca VBG, tipo 590V)	
<b>Valores característicos: D / V / S / U</b>	D: 285 kN / Dc: 140 kN / S: 1.000 kg / V: 90 kN	

En la Tabla 18, se describe el sistema de frenado y el dispositivo de acoplamiento que instala el vehículo. El dispositivo de frenado se compone de varios sistemas para garantizar una frenada eficiente y segura. El sistema de servicio se acciona por pedal y es neumático (su accionamiento se realiza mediante aire comprimido), con un doble circuito y frenos de disco en todos los ejes. En caso de fallo de uno de los circuitos, el sistema mantiene eficacia residual, permitiendo que el otro circuito continúe funcionando. El freno de estacionamiento se activa manualmente y utiliza una transmisión neumática con accionamiento mecánico mediante frenos de muelle en el segundo eje. La asistencia al frenado se proporciona por un compresor, que mejora la eficacia del sistema.

El vehículo dispone de ABS (Sistema de Frenado Antibloqueo), lo que aumenta la seguridad al evitar el bloqueo de las ruedas durante una frenada brusca. La presión en el

conducto de alimentación del dispositivo de frenado del remolque es de 8,5 bar (ver Ilustración 29, punto 37), asegurando un rendimiento adecuado del sistema.

El dispositivo de acoplamiento se refiere al gancho de remolque que instala, el cual debe estar correctamente homologado. La contraseña de homologación CE del dispositivo es E11-55R-01.2799 (ver Ilustración 17, Anexo IV.2), correspondiente a la marca VBG, modelo 590V. Los valores característicos del dispositivo son los siguientes:

- D (capacidad de tracción): 285 kN
- Dc (capacidad de tracción de emergencia): 140 kN
- S (peso máximo vertical que el remolque puede ejercer sobre el dispositivo de enganche a través de la lanza o el punto de acoplamiento): 1.000 kg
- V (fuerza máxima vertical dinámica, de compresión o empuje, que el enganche puede soportar durante su uso): 90 kN

D y Dc se centran en las fuerzas horizontales (tracción), siendo D para uso normal y Dc para emergencias. Por otro lado, S y V están relacionadas con las fuerzas verticales, asegurando que el enganche sea estable tanto estática como dinámicamente.

Estos valores aseguran el rendimiento y la seguridad del dispositivo de acoplamiento en condiciones de uso.

*Tabla 19 – Carrocería*

<b>Carrocería (según Directiva o Reglamento de la Unión Europea vigente en la materia):</b>	BA-08
<b>Retrovisores. Tipo.</b>	II: 2; IV: 2; V: 1; VI: 1
<b>Dispositivos de visión indirecta distintos de retrovisores:</b>	N/A
<b>Sistemas de Protección Delantera: Si / No.</b> <b>Detalles pormenorizados de los dispositivos:</b>	Sí.
<b>Número y disposición de las puertas:</b>	Dos laterales
<b>Número de plazas de asiento (incluido el conductor)</b>	2 plazas

La carrocería corresponde a la clasificación europea especificada en la Directiva 2007/46/CE, tratándose, en este caso, de un porta-contenedores.

En el Anexo I se presentan las fotografías iniciales del vehículo tomadas durante la inspección, en las cuales es posible observar las dos puertas laterales y los dos asientos

en el interior de la cabina. Además, en el Anexo II, se detallan e identifican los retrovisores que instala. Es importante destacar que el vehículo no cuenta con dispositivos de visión indirecta adicionales, como cámaras, y conserva los sistemas de protección delantera originales del vehículo base.

Tabla 20 – Dispositivos de alumbrado

	Dispositivo.	Número.
<b>Dispositivos obligatorios (Número):</b>	Luz de posición delantera:	2
	Luz de cruce:	2
	Luz de carretera:	2
	Luz de gálibo delantera:	2
	Luz diurna	2
	Luz indicadora de dirección:	Delanteros: 2 Laterales: 2 Traseros: 2
	Señal de emergencia:	6
	Luz de marcha atrás:	2
	Luz de frenado:	2
	Luz de posición trasera:	2
	Luz antiniebla trasera:	2
	Catadióptrico trasero no triangular:	2
	Luz de gálibo trasera:	2 + 2
	Luz de placa de matrícula:	2
	Catadióptrico lateral:	5 + 5
Luz de posición lateral:	6 + 6	
Marcado de contorno:	Lateral y Trasero	
<b>Dispositivos facultativos (Número)</b>	Luz antiniebla delantera:	2

En la Tabla 20 se detallan los dispositivos de alumbrado instalados en el vehículo, los cuales fueron anotados durante la inspección. Como se puede observar, la tabla está dividida en dos secciones: por un lado, los dispositivos de alumbrado obligatorios y, por otro, aquellos de carácter facultativo.

Conforme al Reglamento 48R, los vehículos de categoría N3 deben contar con luces blancas en la parte delantera y luces rojas en la trasera. Además, se exige la instalación de luces de posición lateral en vehículos con una longitud superior a 6 metros para mejorar la visibilidad lateral. También deben incluir reflectores traseros rojos, luces indicadoras de dirección en color ámbar y luces de frenado de alta intensidad.

Tabla 21 – Varios

<b>Velocidad máxima:</b>	90 km/h
<b>Nivel de ruido parado: dB(A) a min<sup>-1</sup></b>	89 dB(A) a 1.275 min <sup>-1</sup>
<b>Nivel de emisiones: Euro</b>	EURO VI
<b>Potencia fiscal (CVF)</b>	43,18 CVF
<b>Capacidad depósito/s de combustible (sólo N2 / N3)</b>	600 litros
<b>Capacidad depósito auxiliar/es de combustible (sólo N2 / N3)</b>	N/A
<b>Máxima capacidad del momento de la grúa</b>	N/A
<b>Protección trasera. N° de homologación.</b>	E4-58R-02.0348 (Marca WAP)
<b>Tacógrafo digital: Si / No</b>	Sí.
<b>Observaciones</b>	Clasificación: 22.12 (Porta-contenedores) Fecha de 1ª matriculación: 21/08/2015 Vehículo porta-contenedores con sistema de amarre mediante twist-locks que instala gancho de remolque marca VBG, tipo 590V. El vehículo dispone de trampilla en el techo, spoiler, dos luces auto-giratorias y 4 luces de trabajo sobre cabina.
<b>Opciones incluidas en la homologación de tipo:</b>	N/A
<b>Firma autorizada según el RFFR:</b>	

Por último, la Tabla 21 contiene varios campos donde se mencionan distintas características del vehículo que no han sido mencionadas previamente. Dado que el vehículo no cuenta con depósito auxiliar ni grúa, estos campos no aplican en este caso. Además, como no se dispone de ninguna información de que este vehículo tuviera ninguna opción en la homologación de tipo, se deja en blanco la casilla correspondiente.

Tanto la velocidad máxima como el nivel de ruido en parado se pueden obtener del COC, específicamente de los campos 29 y 46, respectivamente. El nivel de ruido en parado es una medida de la cantidad de sonido que emite un vehículo cuando está detenido y su motor en funcionamiento. Este parámetro se mide en decibelios (dB) y se registra como parte de las especificaciones técnicas del vehículo, para asegurar su cumplimiento con las normativas de control de ruido.

Las emisiones se han detallado en el apartado 3, aunque también se pueden consultar en el campo 47 del COC. La capacidad del depósito se ha calculado en el Anexo III utilizando la ecuación 15.

El valor de la potencia fiscal para un motor de 4 tiempos se obtiene a partir de la ecuación 20:

$$CVF = 0,08 * (\text{volumen de un cilindro})^{0,6} * \text{número de cilindros} \quad (20)$$

Teniendo en cuenta que la cilindrada es  $10.837 \text{ cm}^3$  y el número de cilindros de que consta el motor son 6, se resuelve obteniéndose el resultado en la ecuación 21:

$$CVF = 0,08 * \left(\frac{10837}{6}\right)^{0,6} * 6 = 43,18 \quad (21)$$

La protección trasera, también denominada como “antiempotramiento posterior” es obligatoria para todos vehículos de mercancías de más de 3,5 toneladas de MMA y debe estar homologada. En este caso, su contraseña de homologación se anotó durante la inspección.

De manera general, todos los vehículos que tengan una MMA superior a 3.5 toneladas o en el caso de vehículos para viajeros, éstos tengan más de 9 plazas incluido el conductor, salvo ciertas excepciones, deben llevar tacógrafo digital. Su implantación en España para vehículos de nueva matriculación comenzó el 1 de enero de 2006.

En las observaciones se incluyen varios comentarios: la clasificación nacional del vehículo, la fecha de primera matriculación y una breve descripción del vehículo.

La clasificación nacional indica que, según el número 22, el vehículo es de categoría N3 (más de 12.000 kg) y, según los dos siguientes dígitos (12), se trata de un porta-contenedores. Este tipo de vehículo está diseñado para transportar contenedores mediante un sistema de amarre con twist-locks, dispositivos de bloqueo que se insertan en las esquinas del contenedor para asegurar su fijación al chasis del vehículo. Además, como ya se ha mencionado, el vehículo cuenta con un gancho de remolque.



El vehículo incorpora varios “complementos”, como una trampilla en el techo para facilitar el acceso al interior, un spoiler para mejorar la aerodinámica, dos luces auto-giratorias para mayor visibilidad en situaciones de emergencia y cuatro luces de trabajo sobre la cabina para iluminar el área de carga en condiciones de poca luz.

Para terminar la Ficha Reducida del vehículo, hay que incluir la firma del técnico competente o el sello del servicio técnico.

## ANEXO VI – JUSTIFICACIÓN DE LOS ACTOS REGLAMENTARIOS

### VI.1 - Dispositivos de protección trasera

Según la Directiva 70/221/CEE, el vehículo debe cumplir los siguientes requisitos en su dispositivo de protección trasera: si la distancia entre el eje trasero y el extremo posterior es mayor a 1 metro, la altura al suelo de la parte trasera del bastidor o de los elementos de la carrocería no debe superar los 70 cm. La parte inferior del dispositivo de protección trasera debe situarse a menos de 70 cm del suelo cuando el vehículo está vacío. La anchura del dispositivo no debe exceder la anchura del vehículo, ni ser inferior a esta en más de 10 cm por cada lado. Debe colocarse lo más cerca posible de la parte trasera del vehículo, sin superar los 60 cm de distancia desde el extremo posterior, y estar firmemente sujeto a los travesaños del bastidor sin extremos curvados.

### VI.2 - Emplazamiento de la placa de matrícula posterior

Según la directiva 70/222/CEE, la placa comprenderá una superficie rectangular plana con dimensiones 520mm x 120mm o 340mm x 240mm (longitud x altura).

Además, deberá cumplir con normas específicas para asegurar su correcta visualización. La placa debe estar centrada en el eje longitudinal del vehículo, en posición vertical (con una tolerancia de hasta 5°) y puede inclinarse hasta 30° hacia arriba o 15° hacia abajo según la estructura del vehículo. La altura respecto al suelo debe situarse entre 0,30 m y 1,20 m, con un máximo absoluto de 2 m en casos excepcionales. Además, la placa debe ser visible desde distintos ángulos para garantizar su legibilidad en todo momento.

### VI.3 - Mecanismos de dirección

El sistema de dirección del vehículo no se modifica, por lo que cumple con la normativa puesto que el sistema que instala de base está homologado bajo la Directiva 70/311/CEE.

### VI.4 - Frenado

Los elementos de frenado no serán sustituidos, pero al cambiar la altura del centro de gravedad del vehículo, el comportamiento del vehículo al frenar variará por lo que sería

interesante realizar las pruebas de frenado correspondientes para asegurar que el vehículo posee la misma efectividad en frenada que antes de la reforma.

#### VI.5 - Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)

Cumple normativa, puesto que con la modificación realizada no sufrirá alteraciones en cuanto a compatibilidad electromagnética porque los dispositivos que puedan generar perturbación electromagnética serán los mismos que antes de la reforma.

#### VI.6 - Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa

Para cumplir con los requisitos de la directiva 76/75/6/CEE, se han reubicado los dispositivos de alumbrado y señalización laterales y traseros en función de la nueva configuración. También se ha instalado la señal V-23 de marcado de contorno lateral y trasero.

#### VI.7 - Dispositivos de remolcado

La Directiva 77/389/CEE se aplica principalmente a vehículos de motor y remolques sin detallar los diferentes tipos de sistemas de acoplamiento. Únicamente exige la homologación de los dispositivos de remolque, verificando que sean compatibles y seguros para el uso general de remolques. Se puede afirmar que cumple ya que todos los componentes están debidamente homologados.

#### VI.8 - Protección lateral

Para cumplir con el Reglamento CEPE/ONU 73R se ha instalado una protección lateral a cada lado del vehículo compuesta por dos barras longitudinales que abarcan desde el silencioso hasta el guardabarros del segundo eje. Además, cumplen con las medidas descritas en el Anexo IV.

#### VI.9 - Sistemas de antiproyección

El Reglamento CEPE/ONU 109R obliga a los vehículos pesados ( $MMA > 3.500$  kg) a contar con sistemas de antiproyección en sus ruedas traseras. En este caso cumple, ya que se le ha instalado tanto guardabarros como faldillas homologadas.

#### VI.10 - Salientes exteriores de las cabinas

El vehículo analizado no posee de salientes exteriores de la cabina, por lo que no será necesario tenerlo en cuenta.

#### VI.11 - Neumáticos

La directiva 92/23/CEE establece los requisitos técnicos para neumáticos y regula su homologación. Entre otras condiciones de seguridad, establece que el índice de carga del neumático debe ser capaz de soportar la carga ejercida en el eje, y el índice de velocidad debe ser igual o superior a la velocidad máxima del vehículo.

#### VI.12 - Dispositivos de acoplamientos

La Directiva 94/20/CE fue una ampliación y actualización de la Directiva 77/389/CEE, centrándose más en los dispositivos de acoplamiento (como bolas de remolque o enganches de quinta rueda) mediante regulaciones específicas de los mismos y asegurando la compatibilidad y seguridad entre vehículos y remolques. Al no instalar ningún dispositivo y mantener el mismo ya homologado, se puede afirmar que cumple.

#### VI.13 - Masas y dimensiones

A pesar del incremento en las dimensiones del vehículo, sigue cumpliendo con las medidas máximas que dicta la directiva: 12 m de longitud, 2,5 m de anchura y 4 m de altura.

Por otro lado, dicha directiva regula las masas máximas y la distribución de las cargas sobre los ejes. Tras realizar el reparto de cargas, se puede afirmar que cumple.

#### VI.14 - Protección delantera contra el empotramiento

El sistema de protección delantera contra el empotramiento se mantiene el mismo que el del vehículo base de fábrica, el cual debe estar homologado y cumplir con la directiva 2000/40/CE.



#### VI.15 - Dispositivos de visión indirecta

Al vehículo, tras la reforma, no se le ha instalado ningún dispositivo de visión distinto a los retrovisores, por lo que no habrá que tener en cuenta esta directiva.

#### VI.16 - Resistencia a la cabina

Como ocurre con los sistemas de protección delantera del punto VI.14, la cabina por completo se mantiene igual que la de fábrica, ya que en esta reforma únicamente se modifica la carrocería. Es por ello que esta directiva no afectará en este caso.

#### VI.17 - Estabilidad contra el vuelco de vehículos cisternas

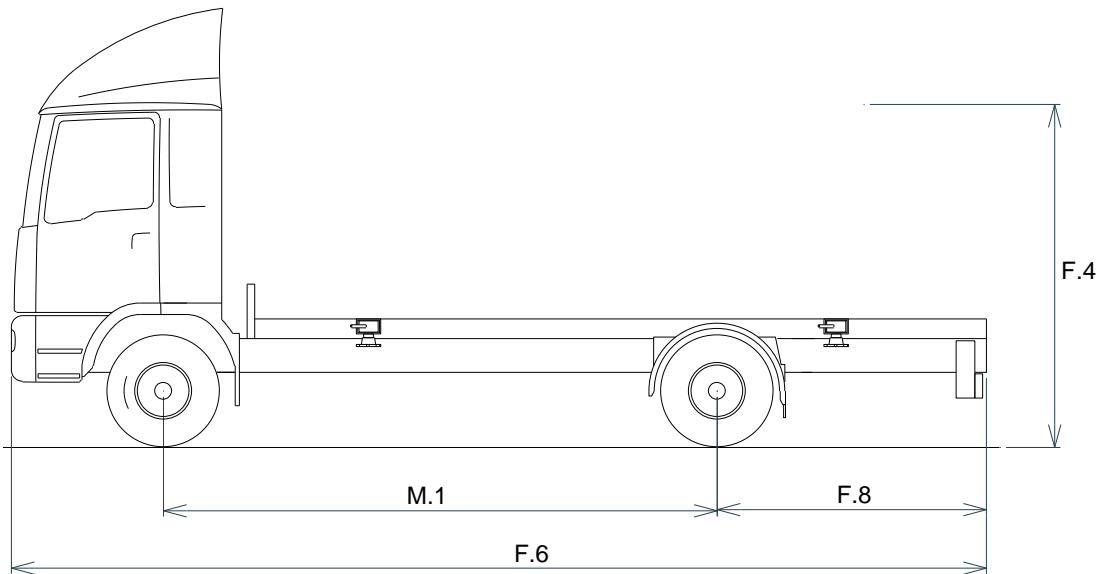
La carrocería instalada ha sido una caja abierta de lonas laterales, así que esta directiva no afecta al vehículo de estudio.

#### VI.18 - TITV

Las modificaciones que se deben realizar en la tarjeta ITV son las mencionadas en el apartado 4.6.2.

## ANEXO VII – PLANOS

### VII.1 - ESQUEMA DEL VEHÍCULO Y SUS CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES ANTES DE LA REFORMA



*Tabla 22 – Dimensiones del vehículo antes de la reforma*

Longitud total, F.6	9.600 mm
Distancia entre ejes, M.1	5.400 mm
Altura total, F.4	3850 mm
Voladizo trasero, F.8	2.850 mm
Anchura total, F.5	2.490 mm

## VII.2 - ESQUEMA DEL VEHÍCULO Y SUS CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DESPUÉS DE LA REFORMA

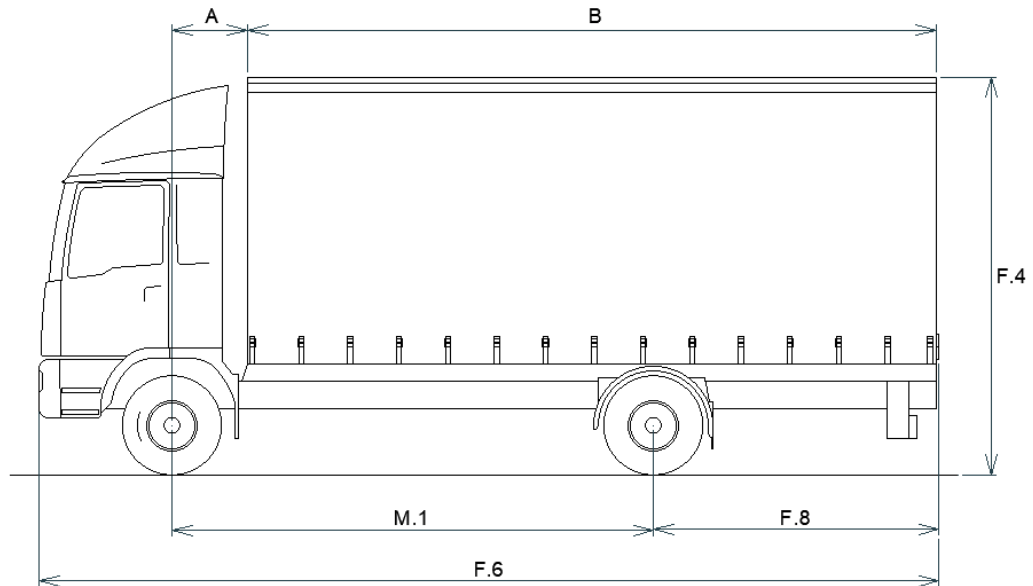


Tabla 23 – Dimensiones del vehículo tras la reforma

Longitud total, F.6	9.620 mm
Distancia entre ejes, M.1	5.400 mm
Altura total, F.4	3.950 mm
Voladizo trasero, F.8	2.870 mm
Anchura total, F.5	2.550 mm
Inicio de carrocería a 1ºE, A	640 mm
Longitud de carrocería, B	7.630 mm

### VII.3 - DETALLES CONSTRUCTIVOS

Para ver los detalles constructivos se incluyen fotografías  $\frac{3}{4}$  del vehículo:

*Vehículo completo*



*Ilustración 48 – Fotos  $\frac{3}{4}$  del vehículo tras la reforma*

## ANEXO VIII – CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

En este anexo se presentan los cálculos justificativos realizados para la reforma, empleando una aplicación desarrollada por la empresa para facilitar y asegurar la precisión del proceso.

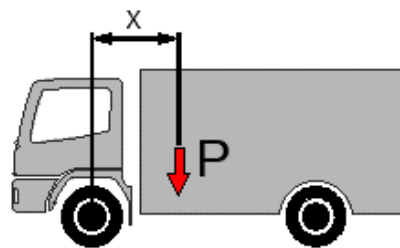
### VIII.1 - REPARTO DE MASAS

El reparto de masas es la distribución del peso total de un vehículo entre sus ejes. Es crucial para la estabilidad, el manejo, y la eficiencia del vehículo, ya que influye en la adherencia de las ruedas al pavimento, el frenado, y la respuesta en curvas.

Previo a explicar los cálculos, es importante diferenciar entre carga puntual y carga distribuida:

- *Carga puntual*: la carga está localizada o concentrada en un punto. En este caso, tendremos la carga debida al depósito, al conductor y al enganche.

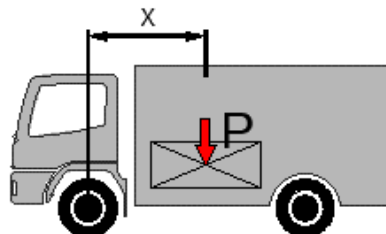
Cargas puntuales:



*Ilustración 49 – Esquema de aplicación de una carga puntual*

- *Carga distribuida*: la carga se distribuye a lo largo de una sección. En el caso del proyecto, tenemos la carga debida a la carrocería y a la carga útil.

Cargas distribuidas:



*Ilustración 50 – Esquema de aplicación de una carga distribuida*

En primer lugar, hay que determinar el cg de la carrocería:

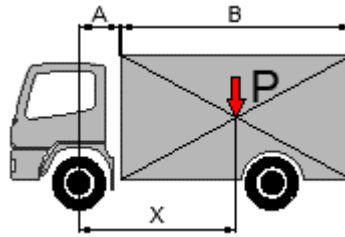


Ilustración 51 – Ubicación del centro de gravedad del vehículo

Del Anexo VII.2, se sabe que:

- A (distancia del 1er eje a inicio de la carrocería) = 640 mm
- B (longitud de la carrocería) = 7.630 mm

Por tanto, la distancia del primer eje al centro de gravedad de la carrocería se obtiene con la ecuación 22:

$$X = \frac{B}{2} + A = 4.455 \text{ mm} \quad (22)$$

Ahora ya se pueden calcular las reacciones en A y B debido a los diferentes elementos.

Para ello, se emplea la aplicación previamente mencionada.

Paso 1.	Masas máximas		Dimensiones	Información:
	MTMA	MMA		
Total	18.000	18.000	Vd 1.350	MyD, Eje del: 30 %
1ª E	8.000	8.000	D 1º/2 E 5.400	De = 5400 mm
2ª E	12.600	11.500	Vt 2.870	Er = 5400 mm
			Lt 9.620	Vt = 53,1% de
			Final cabina 450	
			Carrocería:	
			Inicio 640	<- X respecto al 1º Eje
			Longitud 7.630	Lc máx= 7630 mm

Ilustración 52 – Introducción de masas máximas y dimensiones en el programa

El primer paso es cumplimentar las casillas azules referentes a las masas y dimensiones del vehículo de estudio (Ilustración 52).

Paso 2. TARA:			
	Eje delantero	Eje trasero	Total
+ Peso chasis	5.145	3.585	8.730
Cargas puntuales			
	X (mm)	Peso (kg)	
+ Plataforma	7.770		
+ Depósito	2.000	490	
Cargas distribuidas			
	desde X (mm)	hasta X (mm)	Peso (kg)
+ Carrocería	640	8270	750

Ilustración 53 – Introducción de cargas puntuales y distribuidas en el programa

El segundo paso consiste en introducir las cargas tanto puntuales como distribuidas que se aplican sobre el vehículo (Ilustración 53). Hay que tener en cuenta que el origen del eje X corresponde al primer eje. Al no instalar plataforma, esa celda quedará vacía.

El vehículo dispone de un depósito de 600 L instalado a una distancia de 2.000 mm del primer eje. Sabiendo que la densidad del diésel es aproximadamente 0,82 g/ml, se puede obtener la carga que genera el depósito (ver ecuación 23):

$$\text{Depósito (kg)} = 600 \text{ l} * 0.82 \left( \frac{\text{kg}}{\text{l}} \right) \approx 490 \text{ kg} \quad (23)$$

El peso de la carrocería es de 750 kg, y el del chasis se obtendrá con la ecuación 20:

$$\begin{aligned} \text{Peso chasis total} &= \text{Tara} - \text{Peso depósito} - \text{Peso carrocería} \\ &= 9.970 - 490 - 750 = 8.730 \text{ kg} \end{aligned} \quad (24)$$

Paso 3. Resto de cargas			
<b>CASO 1</b>		Vehículo a carga máxima	
Cargas puntuales			
	X (mm)	Peso (kg)	
+ Conductor y pasajeros	0	150	F.1.5
+ Enganche	7.120	1.000	1000
...			
Cargas distribuidas			
	desde X (mm)	hasta X (mm)	Peso (kg)
+ Carga útil, carrocería	640	8.270	6.880
P apoyo	1		
P giro	1		
Moment. Flectores			
	X (mm)	Me (kg.m)	
Mom grúa	7.770		12489
...			
...			

Ilustración 54 – Introducción del resto de cargas en el programa

En el último paso, antes de obtener los resultados finales, habrá que introducir el resto de las cargas (Ilustración 54).

Como el cálculo es a carga máxima, se supone que hay dos pasajeros. Se toma como peso medio por pasajero 75 kg y su carga se aplica únicamente en el primer eje.

El peso del enganche es el de la carga vertical estática del acoplamiento explicada en el Anexo V y está situado a 500 mm del final del vehículo.

La carga útil es el peso autorizado de las mercancías que puede transportar un vehículo, que estará distribuida a lo largo de toda la caja. Se obtiene a partir de la fórmula 25.

$$\begin{aligned} \text{Carga útil} &= \text{MMA} - (\text{carga conductor} + \text{carga enganche}) - \text{Tara} \quad (25) \\ &= 18.000 - (150 + 1.000) - 9.970 = 6880 \end{aligned}$$

Esta será la máxima carga útil que el vehículo podrá transportar durante su circulación. Para calcular la carga útil máxima que el vehículo sería capaz de soportar, se debería utilizar la MMTA en lugar de la MMA en la ecuación 25.

Una vez introducidos todos los datos, se obtiene la tabla mostrada en el punto 5.1 de la memoria.

En la Ilustración 55, se muestra un esquema donde se ven gráficamente todas las cargas que aplican al vehículo de estudio.

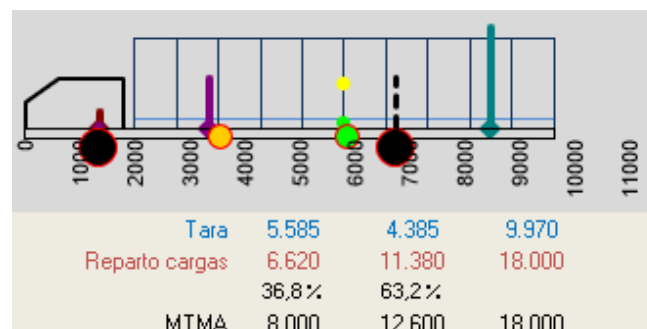


Ilustración 55 – Esquema del reparto de cargas

## VIII.2 - FIJACIÓN DE ELEMENTOS AÑADIDOS

En este apartado se presentan los cálculos de fijación de los elementos añadidos al vehículo, con el objetivo de justificar la seguridad del sistema de anclaje en función del coeficiente de seguridad exigido. Los cálculos comprobarán que el número de tornillos solicitado por el cliente garantiza la estabilidad y resistencia de la estructura bajo las condiciones de carga previstas.

Como se ha indicado en el apartado 5.2 de la memoria, los tornillos utilizados serán como mínimo de medida M-16, es decir, tendrá una rosca con un diámetro nominal de 16mm. En la Tabla 24 se pueden ver las principales medidas del tornillo en función de la métrica.

*Tabla 24 - Datos en función de la métrica del tornillo*

Tornillos (métricas)	Medida entre caras S (mm)	Ø agujero (mm)	Ø cañal (mm)	Ø int d3 (mm)	Ø medio d2 (mm)	Paso P (mm)	Area neta An (mm <sup>2</sup> )	Area resist Ar (mm <sup>2</sup> )
M-4	7	5	4	3,1	3,5	0,7	7,7	8,8
M-5	8	6	5	4,0	4,5	0,8	12,7	14,2
M-6	10	7	6	4,8	5,4	1,0	17,9	20,1
M-8	13	9	8	6,5	7,2	1,3	32,8	36,6
M-10	17	11	10	8,2	9,0	1,5	52,3	58,0
M-12	19	13	12	9,9	10,9	1,8	76,2	84,2
M-14	22	15	14	11,6	13,0	2,0	105,1	118,7
M-16	24	17	16	13,5	14,7	2,0	144,0	156,6
M-18	27	19	18	14,9	16,4	2,5	174,7	191,9
M-20	30	21	20	16,9	18,4	2,5	225,1	244,7
M-22	32	23	22	18,9	20,4	2,5	281,4	303,2
M-24	36	36	24	20,3	22,1	3,0	324,1	352,3
M-27	41	41	27	23,3	25,1	3,0	426,9	459,2
M-30	46	31	30	25,7	27,7	3,5	518,7	560,3
M-33	50	34	33	28,7	30,7	3,5	646,9	693,2
M-36	55	37	36	31,1	33,4	4,0	758,9	816,3

La calidad del material empleado será como mínimo de 8.8. Esto hace referencia a su resistencia mecánica y a su capacidad de deformación. El primer número, el 8, indica la resistencia mínima a la tracción, que es de 800 MPa. El segundo número, también el 8, indica la relación de su límite de fluencia respecto a su resistencia a la tracción, En este caso, el límite elástico es del 80% de la resistencia a la tracción, es decir, 640 Mpa. En la Tabla 25 se puede observar este valor.

Tabla 25 - Datos en función de la calidad del material

Tornillo (tipo)	Tipo de acero	Límite de elasticidad min. $\sigma_e$ (kg/mm <sup>2</sup> )	Alargamiento de rotura d min %	Resistencia tracción min. Max. $\sigma_r$ (kg/mm <sup>2</sup> )	Clase tipo de acero
Ordinario	A4t	21	25	34 a 55	4.6
Calibrado	A4t	21	25	34 a 55	4.8
	A5t	28	22	50 a 70	5.6
Alta resistencia	A6t	54	12	60 a 80	6.6
	A8t	64	12	80 a 100	8.8
	A10t	90	8	100 a 120	10.9
		122	8	122	12.9

De las tablas previamente comentadas, se obtienen los datos de la Tabla 26, imprescindibles para poder resolver las ecuaciones presentadas en el apartado 5.2.

Tabla 26 - Área neta y límite elástico del tornillo

An (mm <sup>2</sup> )	144
$\sigma_e$ (kg/mm <sup>2</sup> )	64

A continuación, una vez conocidas las incógnitas, el siguiente paso es resolver las ecuaciones. Se calculará el esfuerzo de agotamiento y el esfuerzo axial de pretensado, para posteriormente obtener el coeficiente de seguridad y comprobar que el sistema propuesto es seguro.

El esfuerzo axial de pretensado es la fuerza longitudinal aplicada previamente a un elemento estructural para mejorar su resistencia y comportamiento ante cargas externas. De esta forma se aumenta la capacidad de carga, se reducen las deformaciones y se controlan las tensiones en elementos estructurales.

A través de la ecuación 26, se obtiene su valor para el caso de estudio:

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzo axial de pretensado } (N_0) &= 0,80 * \sigma_e * A_n & (26) \\ &= 0,80 * 64 \frac{kg}{mm^2} * 144 \text{ mm}^2 \approx 7.375 \text{ kg} \end{aligned}$$

El esfuerzo de agotamiento es la tensión máxima que un material puede soportar de manera cíclica e indefinida sin fallar por fatiga. Es decir, determina el límite de resistencia del material frente a esfuerzos variables o fluctuantes.

Considerando un coeficiente de rozamiento entre las superficies de 0,30 y una única superficie en contacto, se puede obtener mediante las ecuaciones 27 y 28:

$$Esfuerzo\ de\ agotamiento\ (Ec) = 1,07 * No * \mu * n \quad (27)$$

$$= 1,07 * 7.375\ kg * 0,30 * 1 = 2.367,375\ kg/tornillo$$

$$Ec_{total} = 2.367,375 \frac{kg}{tornillo} * 44\ tornillos = 104.164\ kg \quad (28)$$

Por último, ya solo falta calcular el coeficiente de seguridad. Es un valor que se aplica en el diseño de estructuras y componentes para asegurar que estos pueden soportar las cargas y condiciones a las que estarán sometidos, con un margen adicional para prevenir fallos. En la ecuación 29 se obtiene el coeficiente para el sistema solicitado:

$$\eta = \frac{Ec}{F} = \frac{104.164}{5.203} \approx 20 \quad (29)$$

Con la misma métrica y calidad que el caso anterior, hubiera valido con emplear 8 tornillos (4 a cada lado), ya que se obtiene un coeficiente mayor de 3 (ver Ilustración 56).

**Resistencia de tornillos sometidos a la fuerza generada entre la carrocería y el chasis al detener el vh de 100 a 0 Km/h en 5 segundos:**

Cálculo de F:		Carrocería		
MMA (kg)	18.000	Tornillos	M-16	Tornillo
Peso chasis (kg)	8730		8.8	Calidad
m (kg)	9.270		8	Nº de tornillos
F (N)	50985		64	Límite elástico $\sigma_e$ (Kg/mm <sup>2</sup> )
F (Kgf)	5203		144,0	Area neta $A_n$ (mm <sup>2</sup> )
		Nº de tornillos	8	Esfuerzo pretensado $N_o$ (Kgf)
		Nº de secciones	1	Esfuerzo agotamiento EC (Kgf)
		Fuerza (Kgf)	5203	Esfuerzo a cortante FC (Kgf)
			5.203	Coeficiente de seguridad $\eta$ :
			3,64	

Ilustración 56 – Justificación del coeficiente de seguridad con 8 tornillos

En cambio, en la Ilustración 57 se obtiene que, si se emplean 3 tornillos a cada lado, el coeficiente de seguridad bajaría de 3, lo cual no es recomendado.

Resistencia de tornillos sometidos a la fuerza generada entre la carrocería y el chasis al detener el vh de 100 a 0 Km/h en 5 segundos:

Cálculo de F:		Carrocería		
MMA (kg)	18.000	Tornillos	M-16	Tornillo
Peso chasis (kg)	8730		8.8	Calidad
m (kg)	9.270		6	Nº de tornillos
F (N)	50985		64	Límite elástico $\sigma_e$ (Kg/mm <sup>2</sup> )
F (Kgf)	5203		144,0	Area neta $A_n$ (mm <sup>2</sup> )
		Nº de tornillos	6	Esfuerzo pretensado $N_0$ (Kgf)
		Nº de secciones	1	Esfuerzo agotamiento EC (Kgf)
		Fuerza (Kgf)	5203	Esfuerzo a cortante FC (Kgf)
			2,73	Coefficiente de seguridad $\eta$ :

Ilustración 57 – Justificación del coeficiente de seguridad con 6 tornillos

En conclusión, para la calidad y métrica del tornillo escogida, el sistema de fijación es seguro al fijar la estructura del chasis mediante placas atornilladas con al menos 8 tornillos.

### VIII.3 - RESISTENCIA DEL BASTIDOR

La resistencia del bastidor de un vehículo se refiere a su capacidad estructural para soportar las cargas, esfuerzos y tensiones que se generan durante su uso, incluyendo el peso del propio vehículo, la carga transportada y las fuerzas dinámicas que actúan sobre él. El bastidor, también conocido como chasis, es el armazón principal sobre el cual se ensamblan todos los demás componentes del vehículo.

Como se ha explicado en el apartado 5.4, la estructura del chasis se simplifica en dos secciones.

En primer lugar, se configura la primera sección con los valores proporcionados por el cliente. Constará únicamente del bastidor formado por dos largueros de sección “U”.

En la Ilustración 58 se obtiene el momento de inercia ( $I_x$ ) y módulo resistente ( $W_x$ ) de esta sección.

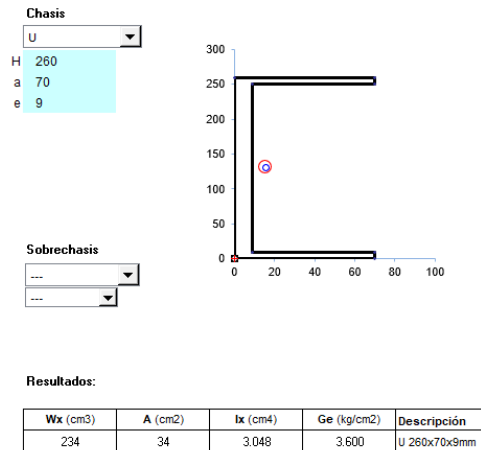


Ilustración 58 – Dimensiones y resultados de la sección 1

Donde “H” es la altura (mm), “a” la anchura (mm) y “e” el espesor (mm).

A continuación, se añade el sobrechasis (UPN 100) al bastidor y se asigna a la segunda sección:

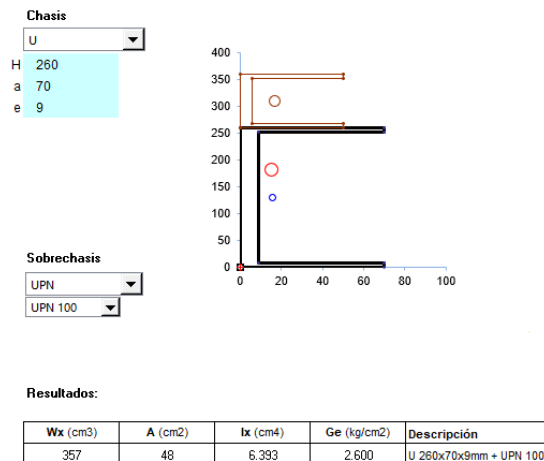


Ilustración 59 – Dimensiones y resultados de la sección 2

UPN 100 indica el perfil de acero estructural que se usa en el sobrebastidor. Tendrá un perfil en forma de “U” y su altura nominal será de 100mm. Al igual que en la primera sección, se obtiene el momento de inercia y módulo resistente para este caso (ver Ilustración 59)

El último paso sería aplicar las secciones a los largueros del bastidor (Ilustración 60).

sección	Características de la sección de un larguero					Sección continua	Nº largueros	Ge (kg/cm2)
	Desde x	Hasta x (mm)	Wx (cm3)	A (cm2)	Ix (cm4)			
1	0	1.800	234	34	3.048	no	2	3.600
2	1.800	9.620	357	48	6.393	no	2	2.600

Ilustración 60 – Aplicación de las secciones a los largueros del bastidor en el programa

La primera va desde el inicio del vehículo hasta el final de la cabina, y la segunda desde el final de la cabina hasta el final del vehículo.

El programa tiene introducidas las fórmulas presentadas en el punto 5.4.1. Los resultados que se obtienen (ver Ilustración 61) son los de la sección con menor coeficiente de seguridad, ya que es la más desfavorable.

VALORES EN LA SECCIÓN CON MINIMO COEFICIENTE DE SEGURIDAD			
$\sigma$ comb.en sección con Min coef seg ->	821	Kg/cm2	$\sigma$ normal 817,9 Kg/cm2
Mín coeficiente de seguridad en vehículo->	3,17		T cortante 41,0 Kg/cm2
Cota a la que aparece ->	6.748	mm	$\sigma$ elástico 2.600 Kg/cm2
Módulo resistente bastidor en esta sección	713	cm4	Mom flec -5.832 Kgxm
Area bastidor en esta sección	96	cm2	Cortante 3.923 Kg

Ilustración 61 – Resultados del cálculo de resistencia del bastidor en la sección con menor coeficiente de seguridad

#### VIII.4 - ESTABILIDAD

La estabilidad de un vehículo es su capacidad para mantener el control y evitar vuelcos o deslizamientos durante la conducción. Alguno de los factores que influyen son el centro de gravedad, la distribución de peso entre los ejes o el diseño de la suspensión.

En el apartado 5.5, se garantiza que el vehículo es estable lateral y longitudinalmente. A continuación, se explicarán los cálculos realizados para llegar a esa conclusión.

##### Estabilidad longitudinal

Hace referencia a la pendiente máxima a la que puede circular el vehículo sin volcar. Para su cálculo, no se tiene en cuenta la fuerza centrípeta ni la fuerza lateral del aire.

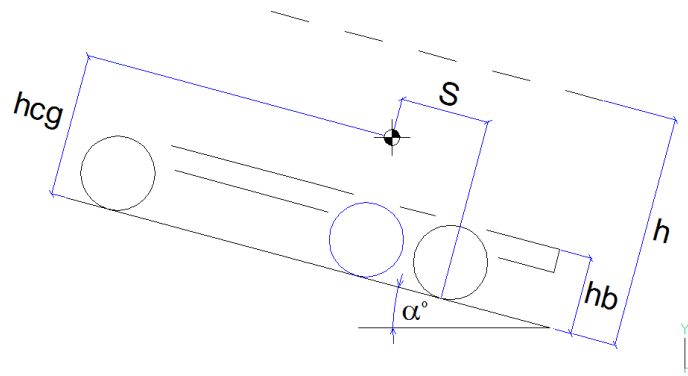


Ilustración 62 – Esquema estabilidad longitudinal

- “S” es la distancia horizontal desde el centro de gravedad (CG) hasta el eje trasero. Representa el brazo de resistencia al vuelco.
- “Hcg” es la altura del centro de gravedad respecto al suelo. A mayor altura, el vehículo será más propenso a volcar.
- “Hb” es la altura del bastidor, cuyo valor es facilitado por el cliente (710 mm).
- “H” es la altura total del vehículo tras la reforma (3.950 mm)

Es importante distinguir entre el centro de gravedad de la carrocería, calculado en el apartado reparto de cargas de este mismo anexo, y el centro de gravedad del vehículo. Se trata de conceptos distintos, ya que el primero hace referencia al punto donde se concentra el peso de la carrocería, y el segundo al punto donde se concentra el peso total del vehículo, incluyendo todos sus componentes.

Para el cálculo de la estabilidad, se utiliza el centro de gravedad del vehículo, ya que representa el comportamiento del sistema completo en condiciones dinámicas.

En primer lugar, se calcula la distancia horizontal del centro de gravedad al inicio del vehículo, para poder obtener la incógnita “S”.

*Distancia cg a inicio* (30)

$$= \frac{\text{carga}_{\text{eje del}} * \text{voladizo}_{\text{del}} + (\text{carga}_{\text{eje tras}} * (\text{voladizo}_{\text{del}} + \text{dist}_{\text{ejes}}))}{\text{carga}_{\text{total}}}$$

Los datos necesarios para resolver las ecuaciones se presentan en la Tabla 27:

Tabla 27 – Incógnitas que afectan a la estabilidad del vehículo

Carga eje delantero (kg)	6.620
Carga eje trasero (kg)	11.380
Carga total (kg)	18.000
Voladizo delantero (mm)	1.350
Distancia entre ejes (mm)	5.400
Tara (kg)	9.970
MMA (kg)	18.000
Carga útil (kg)	8.030

Introduciendo los valores en la ecuación 31 se obtiene que:

$$\begin{aligned} \text{Distancia } cg \text{ a inicio} &= \frac{6.620 * 1.350 + (11.380 * (1.350 + 5.400))}{18.000} & (31) \\ &= 4.764 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ahora ya se puede obtener la incógnita “S” a través de la ecuación 32:

$$\begin{aligned} S &= \text{voladizo}_{del} + \text{dist}_{ejes} - \text{dist}_{cg \text{ a inicio}} = 1.350 + 5.400 - 4.764 & (32) \\ &= 1.986 \text{ mm} \end{aligned}$$

Por último, antes de poder hallar la pendiente, hay que obtener la altura del centro de gravedad (ver ecuación 33).

$$\begin{aligned} H_{cg} &= \frac{(H_{bastidor} * tara) + (carga_{\text{útil}} * H_{cg \text{ carga útil}})}{MMA} & (33) \\ &= \frac{(710 * 9.970) + (8.030 * 2.330)}{18.000} = 1.433 \text{ mm} \end{aligned}$$

Donde la altura del centro de gravedad de la carga útil es (ver ecuación 34):

$$\begin{aligned} H_{cg \text{ carga útil}} &= \frac{H_{bastidor} + (H_{total} - H_{bastidor})}{2} & (34) \\ &= 710 + \frac{(3.950 - 710)}{2} = 2.330 \text{ mm} \end{aligned}$$

Una vez obtenida tanto la distancia del centro de gravedad al eje trasero como la altura del centro de gravedad, se calcula el ángulo de inclinación con la ecuación 35:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{s}{hcg}\right) = \arctg\left(\frac{1.986}{1.433}\right) = 54,18^\circ \quad (35)$$

El vehículo se considera estable longitudinalmente cuando el ángulo calculado es suficientemente alto, indicando que el vehículo puede superar pendientes pronunciadas sin volcar.

### Estabilidad lateral

Indica la pendiente lateral máxima a la que el vehículo puede circular sin volcar.

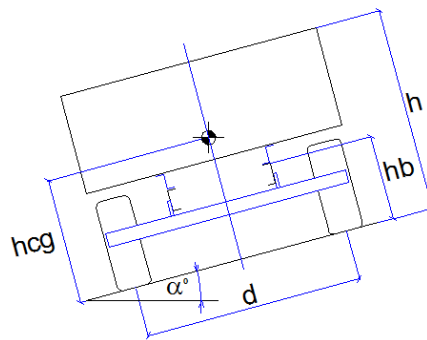


Ilustración 63 – Esquema estabilidad lateral

- “d” representa la vía menor del vehículo, es decir, la distancia entre las ruedas de un mismo eje (1.820 mm en este caso). Se toma la menor ya que es la más desfavorable. Una mayor distancia entre las ruedas mejora la resistencia al vuelco lateral, ya que incrementa el brazo estabilizador. La barra estabilizadora forma parte del sistema de suspensión y sirve para reducir el balanceo de la carrocería, ya que se opone a la inclinación natural de la misma a causa de la inercia.

Como los demás parámetros ya eran conocidos del apartado anterior, solo quedará sustituir en la ecuación 36 los valores para obtener el ángulo de inclinación lateral:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{d}{2 * hcg}\right) = \arctg\left(\frac{1.820}{2 * 1.433}\right) = 32,42^\circ \quad (36)$$

## ANEXO IX – CERTIFICADOS

### IX.1 - Informe de Conformidad

#### Informe de conformidad

El/los abajo firmante(s) ..... expresamente autorizado/s por: .....

#### INFORMA

Que el vehículo, marca ....., tipo....., variante....., denominación comercial....., contraseñas de homologación (\*)....., matrícula ....., y con número de bastidor....., es técnicamente apto para ser sometido a la(s) reforma(s) consistente(s) en:

Tipificada/s con el/los Código de Reforma/s .....

Especificaciones técnicas o reglamentarias:

Contraseña de homologación o número de informe que avale el cumplimiento de la reglamentación aplicable afectada por las transformaciones realizadas en el vehículo.

Reglamentación aplicable	Contraseña de homologación o informe que avala su cumplimiento.

El vehículo reformado cumple con los actos reglamentarios que son de aplicación a las reformas tipificadas en el anexo I y en el manual de reformas de vehículos y es conforme con las condiciones exigibles de seguridad y de protección al medio ambiente.

Y para que así conste, a los efectos oportunos, firmo el presente en ....., a ..... de ..... de .....

(\*) Si el vehículo no dispone de contraseña se rellenará este campo con N.P.

*Ilustración 64 – Certificado de informe de conformidad que se debe presentar*



## IX.2 - Certificado del taller ejecutor de la reforma

### ANEXO III

#### Certificado del taller

D....., expresamente autorizado por la empresa ..... domiciliada en ..... provincia de ..... calle ..... n.º ..... teléfono ..... dedicada a la actividad de ..... con n.º de registro industrial ..... y n.º de registro especial (1) .....

#### CERTIFICA

Que la mencionada empresa ha realizado la/s reforma/s, y asume la responsabilidad de la ejecución, sobre el vehículo marca....., tipo....., variante....., denominación comercial ..... matrícula ..... y n.º de bastidor ..... de acuerdo con:

La normativa vigente en materia de reformas de vehículos.

Las normas del fabricante del vehículo aplicables a la/s reforma/s llevadas a cabo en dicho vehículo.

El proyecto técnico de la/s reforma/s, adjunto al expediente.

#### OBSERVACIONES:

..... a ..... de ..... de.....

Firma y sello

Fdo.: .....

(1) En el caso de que la reforma sea efectuada por un fabricante se indicará N/A.

*Ilustración 65 – Certificado del taller que se debe presentar*