

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE GRADO
EN INGENIERÍA MECÁNICA



"Estudio de reformas de importancia tipo en vehículos 4x4 para su legalización en ficha técnica y aplicación práctica sobre un Toyota Land Cruiser 150"

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio - 2025

AUTOR: Pablo Contreras López

DIRECTOR/ES: Fernando Verdú Bernabéu

Miguel Sánchez Lozano

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres. Sin su incondicional apoyo y el esfuerzo que han dedicado, no habría podido alcanzar la meta de completar este grado. Han estado a mi lado en cada etapa de este proceso, acompañándome en los momentos difíciles y brindándome su apoyo constante. Su compromiso ha sido fundamental en mi desarrollo personal y académico.

Agradezco también a toda mi familia, especialmente mis hermanos, abuelos, amigos y mi pareja, de quienes he aprendido valiosas lecciones y que han sido una fuente constante de aliento en la culminación de este camino. Su apoyo y orientación han sido fundamentales en mi recorrido.

Por último, quiero agradecer a todos los profesores del grado por el conocimiento y el aprendizaje que nos han aportado con su experiencia.



RESUMEN

Este trabajo fin de grado se enfoca en la modificación de un vehículo todoterreno Toyota Land Cruiser 150, respetando la normativa aplicable de la Unión Europea y del estado español. El objetivo principal es transformar un vehículo todoterreno original en uno que cuente con características mejoradas.

En primer lugar, se expondrán de manera clara los criterios que rigen el proceso de legalización, así como la justificación de su implementación. Además, se ofrecerán detalles relevantes sobre el vehículo, abarcando tanto su historia como sus especificaciones técnicas. Posteriormente, se procederá a detallar cada uno de los elementos modificados, acompañándolos de una breve explicación que esclarezca las particularidades de cada modificación realizada. Asimismo, se llevará a cabo un análisis económico de las modificaciones implementadas.

Palabras clave: Automóvil, vehículo, neumáticos, suspensión, snorkel, paragolpes, cabrestante.



ABSTRACT

This final degree project focuses on the modification of a Toyota Land Cruiser 150 off-road vehicle, adhering to the applicable regulations of the European Union and the Spanish state. The primary objective is to transform an original off-road vehicle into one that features enhanced characteristics.

First, the criteria governing the homologation process will be clearly presented, along with the justification for its implementation. Additionally, relevant details about the vehicle will be provided, covering both its history and technical specifications. Subsequently, each of the modified elements will be detailed, accompanied by a brief explanation clarifying the specifics of each modification made. Furthermore, an economic analysis of the implemented modifications will be conducted.

Key words: Automobile, Vehicle, Tires, Suspension, Snorkel, Bumper, Winch.



ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
1.- MOTIVACIÓN	10
2.- INTRODUCCIÓN.....	10
3.- OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO	11
3.1.- OBJETO	11
3.2.- OBJETIVOS DEL PROYECTO	11
3.3.- ALCANCE	11
4.- ANÁLISIS DE LAS REFORMAS.	12
4.1.- ¿QUÉ ES UNA REFORMA?	12
4.1.1.-PROCESO DE REFORMAS EN UN VEHÍCULO.	12
4.1.2.-LEGISLACIONES APLICABLES.	23
4.2.-ANÁLISIS DE LAS REFORMAS MÁS HABITUALES QUE SE PUEDEN REALIZAR EN UN VEHÍCULO 4X4.	25
4.2.1.-INCORPORACIÓN DE TOMAS ELEVADA DE AIRE (SNORKEL).	25
4.2.2.-INSTALACIÓN DE BLOQUEOS DE DIFERENCIAL.	27
4.2.3.-SUSTITUCIÓN DE LLANTAS, NEUMÁTICOS (NO EQUIVALENTES) Y SEPARADORES.	28
4.2.4.-SUSPENSIÓN.	31
4.2.5.-ELIMINACIÓN FILA DE ASIENTOS.....	36
4.2.6.-PARAGOLPES DELANTERO.	37
4.2.7.-PARAGOLPES TRASERO.....	38
4.2.8.-BACA DE TRANSPORTE.	39
4.2.9.-ESTRIBERAS.....	40
4.2.10.-PLANCHAS DE PROTECCIÓN EN BAJOS DE VEHÍCULO.	41
4.2.11.-CABRESTANTE.	42

4.2.12.-LUCES ADICIONALES OPERATIVAS Y LUCES ADICIONALES ORNAMENTALES.....	43
4.2.13.-DISPOSITIVOS DE ACOPLAMIENTO.	45
4.3.-FICHAS PLANTILLA PARA LA TOMA DE DATOS. _____	47
4.3.1.-INCORPORACIÓN DE TOMAS ELEVADAS DE AIRE (SNORKEL).	47
4.3.2.-BLOQUEO DE DIFERENCIAL.	49
4.3.3.-SEPARADORES	51
4.3.4.-NEUMÁTICOS (NO EQUIVALENTES).....	53
4.3.5.-SUSPENSIÓN.....	56
4.3.6.-ELIMINACIÓN FILA DE ASIENTOS.....	61
4.3.7.-PARAGOLPES DELANTERO.	62
4.3.8.-PARAGOLPES TRASERO.....	64
4.3.9.-BACA DE TRANSPORTE.	66
4.3.10.-ESTRIBERAS.....	68
4.3.11.-PLANCHA DE PROTECCIÓN DE BAJOS.....	70
4.3.12.-CABRESTANTE.....	72
4.3.13.-LUCES ADICIONALES OPERATIVAS Y LUCES ADICIONALES ORNAMENTALES.....	74
4.3.14.-DISPOSITIVO DE ACOPLAMIENTO.	76
5.- PROYECTO TÉCNICO DE REFORMA DE IMPORTANCIA	79
5.1.- MEMORIA. _____	79
5.1.1. OBJETO DE LA REFORMA	79
5.1.2. ANTECEDENTES.....	80
5.1.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VEHÍCULO ANTES Y DESPUÉS DE LA REFORMA	88
5.1.4. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA REFORMA.....	96
5.1.4.1.-INSTALACIÓN DE TOMA ELEVADA DE ADMISIÓN (SNORKEL)....	96
5.1.4.2.-INSTALACIÓN DE BLOQUEO DE DIFERENCIAL EN EL EJE TRASERO.	

5.1.4.3- SUSTITUCIÓN DE LLANTAS, NEUMÁTICOS Y KIT DE SUSPENSIÓN. 100	
5.1.4.4.-ELIMINACIÓN DE TERCERA FILA DE ASIENTOS.....	108
5.1.4.5.-SUSTITUCIÓN DE PARAGOLPES TRASERO Y CAMBIO DE EMPLAZAMIENTO DE MATRÍCULA.	109
5.1.4.6.-SUSTITUCIÓN CONJUNTO PROTECTOR DE CÁRTER, INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN DE AMORTIGUADORES TRASEROS, MODIFICACIÓN PARAGOLPES DELANTERO E INCORPORACIÓN DE CABRESTANTE.	115
5.1.4.7.-INSTALACIÓN DE ESTRIBERAS LATERALES.....	120
5.1.4.8.-INSTALACIÓN DE FAROS ADICIONALES DE CARRETERA Y MODIFICACIÓN DE LUCES ANTINEBLA DELANTERAS.....	121
5.1.4.9.-MODIFICACIÓN DEL DISPOSITIVO DE ACOPLAMIENTO	122
5.1.5.-VERIFICACIÓN DE CONDICIONES DE CIRCULACIÓN Y SEGURIDAD. 125	
5.2.-CÁLCULOS. _____	125
5.2.1. CONSIDERACIONES PREVIAS.	125
5.2.2.-ESTUDIO SOBRE REPARTO DE CARGAS.	126
5.2.3.-ESTABILIDAD EN LA CONDUCCIÓN.	129
5.2.4.-CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS DE UNIÓN Y CÁLCULO DE RESISTENCIAS.	132
5.2.4.1.-CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEROS.	132
5.2.4.2.-CLASE DE TORNILLOS.....	132
5.2.4.3.-COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD.....	133
5.2.4.4.-CATEGORÍA DE LAS UNIONES ATORNILLADAS.....	133
5.2.4.5.-CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE UN TORNILLO.	135
5.2.4.6.-CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A APLASTAMIENTO DEL CANTO DE UNA CHAPA. 138	
5.2.5.-CÁLCULO DE SOLICITACIONES. _____	139
5.2.6.-CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS Y RESISTENCIA DE LAS FIJACIONES. 140	
5.2.6.1.-PARAGOLPES.....	140

5.2.6.2.-CABRESTANTE.	142
5.2.6.3.-ESTRIBERAS.	144
5.2.6.4.-DISPOSITIVO DE ACOPLAMIENTO.	145
5.2.7.-ESTUDIO DE LA SUSPENSIÓN. _____	148
5.2.7.1.-SUSPENSIÓN DELANTERA.	148
5.2.7.2.-SUSPENSIÓN TRASERA.	152
5.3.-PLIEGO DE CONDICIONES. _____	154
5.3.1.-CALIDAD DE LOS MATERIALES EMPLEADOS.	154
5.3.2.-NORMAS DE EJECUCIÓN	154
5.3.2.1.-TRABAJOS DE SOLDADURA	155
5.3.2.2.-TALADROS SOBRE EL BASTIDOR DEL VEHÍCULO.....	157
5.3.2.3.-TORNILLOS Y REMACHES.....	157
5.3.2.4.-EQUIPO ELÉCTRICO.....	157
5.3.2.5.-INSTALACIÓN DE CABLEADO.....	157
5.3.2.6.-FUSIBLES	158
5.3.2.7.-PINTURA	158
5.3.2.8.-PRECAUCIONES ESPACIALES.....	158
5.3.3.-CERTIFICACIONES Y AUTORIZACIONES.....	159
5.3.4.-TALLER EJECUTOR.....	160
5.4.-PRESUPUESTO DE LA REFORMA _____	161
5.5.-PLANOS. _____	162
5.6.-DOCUMENTOS ANEXOS. _____	163
5.6.1.-FICHA DE ITV.	163
5.6.2.-PERMISO DE CIRCULACIÓN.	164
5.6.3.-FICHA PARAGOLPES DELANTERO.	165
5.6.4.-FICHA PARAFOLPES TRASERO.....	166
5.6.5.-MARCADO CE CABRESTANTE.....	167
5.6.6.-TOMA ELEVADA DE ADMSIÓN.	168

5.6.7.-MANUAL DE MONTAJE BOLA DE ENGANCHE.	172
5.6.8.-CERTIFICADO DE LUCES.	174
6.-CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS. _____	175
7.-BIBLIOGRAFÍA _____	175



1.- MOTIVACIÓN

He seleccionado este proyecto porque me encanta el automovilismo. Lo veo como una oportunidad para aplicar lo que he aprendido en la universidad en un sector que me apasiona. Quiero seguir aprendiendo en este mundo y, en el futuro, me gustaría desarrollar mis propios proyectos de reforma con mis vehículos o dedicarme profesionalmente a ello.

Antes de comenzar el desarrollo del trabajo, es fundamental adquirir los conocimientos necesarios para asegurar un desempeño adecuado. Por ello, a continuación, abordaré todas las necesidades relacionadas con la comprensión del tema.

2.- INTRODUCCIÓN

Para que nuestro vehículo pueda continuar circulando por las vías públicas de nuestro país tras las reformas realizadas, es imprescindible cumplir con ciertos requisitos básicos establecidos en el Manual de Reformas de Importancia, publicado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Por ello, se elaborará un proyecto técnico que justifique dichas reformas.

En primer lugar, se explicará qué es una reforma y cuáles son los pasos necesarios para su legalización en un vehículo. A continuación, se abordarán las reformas permitidas en un vehículo 4x4, detallando los requisitos para su correcta implementación y cómo estas mejoras pueden optimizar el rendimiento técnico del vehículo. Es fundamental que estas modificaciones cumplan con la normativa vigente en nuestro país para garantizar que el vehículo pueda circular legalmente por las vías públicas.

A continuación, se procederá a la elaboración del proyecto técnico necesario para certificar las modificaciones realizadas en el vehículo, conforme a las reformas de importancia y en cumplimiento de la normativa vigente, establecida por el Real Decreto 886/2010, de 2 de julio, que regula la tramitación de reformas de vehículos.

Esta normativa se encuentra detallada en el Manual de Reformas de Importancia (Revisión 7ª, de noviembre de 2022), elaborado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo en colaboración con los organismos competentes en materia de ITV de las Comunidades Autónomas.

3.- OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO

3.1.-OBJETO

El objeto del presente proyecto es crear una plantilla que sirva de guía para futuras legalizaciones de la misma naturaleza, desarrollando de forma clara y concisa las reformas realizadas en el vehículo para su legalización y el uso práctico de esta plantilla en un proyecto real de reforma de un vehículo 4x4.

3.2.-OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos del presente proyecto o trabajo final de grado son:

- Demostrar que he alcanzado los conocimientos necesarios para obtener el grado de ingeniería mecánica.
- Desarrollar una guía clara y concisa que sirva para la recogida de información y desarrollo de proyectos de reforma de vehículos 4x4.

3.3.-ALCANCE

El alcance de este proyecto consta de los siguientes aspectos:

- Análisis de la legislación aplicable en las reformas de vehículos 4x4.
- Elaboración de plantillas para recogida de documentación y comprobación de cumplimiento de normativa de las reformas más habituales que se realizan en un vehículo 4x4.
- Aplicación práctica de las plantillas y elaboración de un proyecto de legalización de reforma de vehículo 4x4.

4.- ANÁLISIS DE LAS REFORMAS.

4.1.-¿QUÉ ES UNA REFORMA?

Según la definición que se encuentra en el Artículo 3, punto 18 del Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, que regula el proceso de tramitación de las reformas de vehículos, la reforma de un vehículo es, toda modificación, sustitución, actuación, incorporación o supresión efectuada en un vehículo después de su matriculación y en remolques ligeros después de ser autorizados a circular, que o bien cambia alguna de las características del mismo, o es susceptible de alterar los requisitos reglamentariamente aplicables contenidos en el Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio. Este término incluye cualquier actuación que implique alguna modificación de los datos que figuran en la tarjeta de ITV del vehículo.

Se consideran reformas de vehículos 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.
- Modificaciones de los datos que aparecen en la tarjeta de ITV.

4.1.1.-PROCESO DE REFORMAS EN UN VEHÍCULO.

La reforma de un vehículo en España implica seguir una serie de procedimientos y regulaciones para asegurar que cualquier modificación sea legal y segura.

Los pasos a seguir para llevar a cabo una reforma en un vehículo y su posterior legalización son los siguientes:

- 1.** Lo primero de todo es identificar cada reforma y lo que se necesita para llevarla a cabo. Para ello hay que entender cómo funciona El manual de reformas de vehículos. Es un documento elaborado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en España. Su objetivo es establecer criterios, procedimientos y requisitos para la tramitación de reformas de vehículos, alineándose con la Directiva 2007/46/CE y

el Real Decreto 866/2010, que unifican la normativa nacional y europea en materia de homologación y reformas.

Estructura del Manual:

El manual se organiza en cuatro secciones principales:

- Vehículos de las categorías M, N y O: Incluye automóviles, vehículos comerciales y remolques.
- Vehículos de categorías L, quads y UTV: Se centra en vehículos ligeros y de uso recreativo.
- Vehículos agrícolas: Aborda las reformas específicas para maquinaria agrícola.
- Vehículos de obras y/o servicios: Trata sobre vehículos utilizados en la construcción y servicios

Cada sección se divide en grupos de funciones que cubren aspectos como:

- Identificación: Cambios en la identificación del vehículo.
- Unidad motriz: Modificaciones en el motor y sistemas de propulsión.
- Transmisión, ejes, suspensión, dirección, frenos, carrocería: Cambios en los sistemas mecánicos y estructurales.
- Dispositivos de alumbrado y señalización: Reformas en los sistemas de iluminación.
- Modificaciones de datos en la tarjeta de ITV: Cambios que deben reflejarse en la documentación oficial.

La variación de color de los vehículos no tendrá consideración reforma.

No todos los códigos de reformas aparecerán en las cuatro secciones puesto que no todas las reformas son viables en las distintas categorías de vehículos.

Cada función o grupo está compuesto por fichas pertenecientes a los grupos citados, que incluyen el análisis de las posibles transformaciones efectuadas en el vehículo mediante CR.

Cada ficha incluye los siguientes apartados.

1. Grupo.

Identifica de forma general la parte o sistema del vehículo afectado por las posibles transformaciones, enumeradas mediante CR.

2. Descripción.

Se describen las transformaciones que se realizan en el vehículo y que afectan al grupo indicado. Se identificarán según CR.

4. Actos reglamentarios (en lo sucesivo AR).

En este apartado se incluye una tabla de los AR aplicables para cada CR, teniendo en cuenta su campo de aplicación y la categoría del vehículo al que se realiza la transformación.

Los AR se aplicarán según columna 3 o requisitos alternativos de la columna 4 del Anexo I del Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, teniendo en cuenta los siguientes criterios de aplicación:

(1) El AR se aplica en su última actualización en vigor, a fecha de tramitación de la reforma.

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

(3) El AR se aplica en la actualización previa a la entrada en vigor de los Reglamentos delegados y de Ejecución que desarrollan los Reglamentos (UE) Nº 167/2013 o 168/2013.

(-) El AR no es aplicable a la categoría del vehículo.

(X) No es posible realizar la reforma al vehículo, coincidiendo en este caso con un NO en el campo de aplicación para esa categoría.

El emisor del informe analizará únicamente los puntos del AR que se vean afectados por la reforma.

5. Documentación Necesaria:

Para la tramitación de reformas, se requiere la presentación de:

Proyecto técnico: Documento que detalla la reforma propuesta.

Certificación final de obra: Verifica que la reforma se ha realizado conforme al proyecto.

Informe de conformidad: Asegura que la reforma cumple con la normativa vigente.

Certificado del taller: Acredita que la reforma ha sido realizada por un taller autorizado.

La documentación puede presentarse en papel o en formato electrónico validado

y debe cumplir con los plazos establecidos en la Ley 39/2015 del Procedimiento Administrativo Común.

MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS									
I.- VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS M, N y O									
Grupo Nº 3. Transmisión									
(3.4)									

DESCRIPCIÓN: Modificaciones que afecten al sistema de transmisión
3.4.- Modificaciones de las características o sustituciones en los elementos de transmisión por otros diferentes desde la salida de la caja de cambios hasta las ruedas

CAMPO DE APLICACIÓN									
Categorías									
M ₁	M ₂	M ₃	N ₁	N ₂	N ₃	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄
SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO

ACTOS REGLAMENTARIOS											
Sistema afectado	Referencia	Aplicable a									
		M ₁	M ₂	M ₃	N ₁	N ₂	N ₃	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄
Nivel sonoro admisible	70/157/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	x	x	x	x
Emissiones	70/220/CEE	(2)	(2)	-	(2)	(2)	-	x	x	x	x
Emissiones (Euro 5 y 6), vehículos ligeros/acceso a la información	Reglamento (CE) Nº 715/2007	(2)	(2)	-	(2)	(2)	-	x	x	x	x
Frenado	71/320/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	x	x	x	x
Velocímetro y marcha atrás	76/443/CEE	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	x	x	x	x
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	(1)	-	-	-	-	-	x	x	x	x
Neumáticos	92/23/CEE	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	x	x	x	x
Limitadores de velocidad	92/24/CEE	-	(2)	(2)	-	(2)	(2)	x	x	x	x
Masas y dimensiones (resto vehículos)	97/27/CE	-	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	x	x	x	x
Instalación de limitadores de velocidad	92/6/CEE	-	(2)	(2)	-	(2)	(2)	x	x	x	x
Ver Apartado 4 del preámbulo.											

DOCUMENTACIÓN NECESARIA				
Proyecto Técnico	Certificación final de obra	Informe de Conformidad	Certificado del Taller	Documentación adicional
NO	NO	SI	SI	NO

 MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	REVISIÓN: 2ª (Corrección 2ª) Fecha: Abril 2015	SECCIÓN: I GRUPO: 3 (3.4) Transmisión Página 1 de 3
---	---	--

Ilustración 2: Manual de reformas, actos reglamentarios y documentación necesaria

6. Documentación adicional

Indica la documentación necesaria para completar la información sobre la reforma realizada en el vehículo.

7. Conjunto funcional.

El firmante del informe de conformidad verificará que la reglamentación del conjunto funcional esté actualizada al momento de la reforma. Si no es así, no se autorizará la reforma hasta actualizarla. Si un conjunto funcional ha perdido su vigencia, la Autoridad de Homologación podrá actualizarlo a solicitud del fabricante, previo informe técnico. En reformas con un conjunto funcional autorizado, no será necesario presentar proyecto técnico ni certificación final. Los kits en vehículos autorizados se actualizarán conforme al Real Decreto 2028/1986 mediante resolución del Ministerio, siempre con informe técnico.

8. Inspección específica. Puntos a verificar.

La estación ITV verificará que la documentación del vehículo coincida con el vehículo en sí, según lo indicado en la Sección V del Manual de Procedimiento de Inspección de Estaciones ITV vigente. En la inspección técnica unitaria, se comprobarán los puntos establecidos en el Manual de Procedimientos de Inspección. Es obligatorio identificar el vehículo conforme al capítulo 1 del Manual. Además, se deben revisar los subapartados afectados por la reforma, aplicando la interpretación de defectos. Si el CR requiere el uso de equipo de la línea de inspección, se debe realizar la prueba correspondiente.

9. Normalización de la anotación de la Reforma en la Tarjeta ITV.

Se debe incluir una anotación tipo para completar las tarjetas ITV tras la legalización de la reforma. Cualquier cambio en las características técnicas del vehículo (como masas, dimensiones, etc.) que haya sido modificado debido a la reforma, y que deba constar en la anotación de la reforma, deberá reflejarse en el informe de conformidad. Este informe será utilizado durante la inspección técnica y su información se anotará en la Tarjeta ITV. Las indicaciones se adaptarán a los modelos especificados en cada CR.

MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS I.- VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS M, N y O Grupo N° 3. Transmisión (3.4)
<ul style="list-style-type: none">• Informe de conformidad Descripción e identificación de los elementos a modificar o sustituir.• Certificado del Taller
CONJUNTO FUNCIONAL
El titular del vehículo o la persona por él autorizada aportará: <ul style="list-style-type: none">- Copia de la Resolución de la Autoridad de homologación.- Informe según Anexo II.- Certificado del taller según Anexo III.
INSPECCIÓN ESPECÍFICA. PUNTOS A VERIFICAR SEGÚN MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE LAS ESTACIONES ITV (SECCIÓN I)
Capítulo 5. - Emisiones Contaminantes Capítulo 6. - Frenos Capítulo 8. - Ejes, ruedas, neumáticos y suspensión Capítulo 9. - Motor y transmisión Capítulo 10. - Otros
NORMALIZACIÓN DE LA ANOTACIÓN DE LA REFORMA EN LA TARJETA ITV
/ / Incorpora/modifica los elementos de transmisión: Sistema anterior: _____ Sistema actual: _____ <p style="text-align: right;">(Firma y sello)</p> <p style="text-align: right;">ITV N° NNNN</p>

Ilustración 3: Manual de reformas, conjunto funcional, Inspección específica, Normalización de la anotación de la reforma en la tarjeta ITV

10. Información adicional.

Aclaraciones o requisitos adicionales a cada CR.

MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS I.- VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS M, N y O Grupo N° 3. Transmisión (3.4)
INFORMACIÓN ADICIONAL
La sola modificación de la longitud de los árboles de transmisión o la modificación de sus juntas cardan u homocinéticas, no le afectará esta reforma. Esta reforma se aplica a transformaciones tales como: modificación o instalación de caja de transferencia, modificación de la relación final de transmisión de los diferenciales, instalación de autoblocantes o bloqueos de diferencial, instalación de cubos de rueda libre (liberadores de rueda), entre otras. Se admitirá el nivel de emisiones a fecha de matriculación del vehículo. Los vehículos que no incorporaban en su construcción original el ESC, podrán ser reformados, aunque la transformación afecte al sistema de frenado, sin el cumplimiento de las exigencias técnicas requeridas en los Reglamentos CEPE/ONU N° 13 ó 13H para dicho sistema, dado que no es posible técnicamente la incorporación del mismo. Cuando la transformación afecte al sistema de frenado, los vehículos de categorías M y N que incorporen ESC de serie podrán ser reformados solo cuando, en caso de ser necesaria la adecuada reprogramación del sistema ESC, ésta sea posible.

Ilustración 4: Manual de reformas, Información adicional.

- 2.** Una vez visto toda la estructura del Manual de reformas, tenemos que centrarnos en la documentación necesaria para las reformas de un vehículo.

En cada código de reforma se detallará que documentación es exigible:

- Proyecto técnico.
- Certificación final de obra.
- Informe de conformidad.
- Certificado de taller.
- Documentación adicional.

PROYECTO TÉCNICO.

El proyecto técnico debe identificar al técnico competente, el vehículo (marca, tipo, variante, denominación comercial, número de identificación y matrícula) y las reformas realizadas. Si el vehículo reformado corresponde a un tipo homologado, no será necesario presentar un proyecto técnico para la reforma. Tampoco se requiere el proyecto en casos de restitución o desinstalación de elementos si el vehículo sigue estando amparado por una homologación de tipo.

El proyecto debe estar debidamente identificado, con todas las páginas numeradas y el número total de páginas, incluidos los anexos. Los planos pueden tener una numeración independiente, pero siempre deben estar numerados y especificar el número total de planos. Además, para asegurar que todas las partes implicadas (taller transformador, firmante del informe de conformidad y estación ITV) tengan la misma versión, el proyecto técnico debe incluir los datos profesionales del titular, como su titulación, indicando además en cada una de las hojas los siguientes datos:

- Número o código de Proyecto técnico, incluyendo el nivel de modificación ("0" para la versión inicial).

El contenido mínimo del proyecto técnico, además de lo que se determine en cada una de las fichas de este Manual, deberá incluir:

1.- Memoria

1.1.- Objeto

Incluyendo los datos que identifiquen al vehículo.

1.2.- Antecedentes.

Identificación de acuerdo con el RD 866/2010, de 2 de julio, de la reforma a realizar y,

en su caso, motivos que originan dicha realización y normativa aplicable en relación con los AR que puedan verse afectados por la reforma.

1.3.- Características del vehículo antes de la reforma. (*)

Utilizando el formato de ficha reducida de características técnicas o ficha de características técnicas correspondiente al tipo de vehículo de que se trate contemplado en el RD 750/2010.

1.4.- Características del vehículo después de la reforma. (*)

Utilizando el formato de ficha reducida de características técnicas o ficha de características técnicas correspondiente al tipo de vehículo de que se trate contemplado en el RD 750/2010.

(*) Solo será necesario identificar el vehículo e indicar las características que cambian antes y después de la reforma, no siendo necesario incluir el formato completo de las descripciones contempladas en el R.D.750/2010.

1.5.- Descripción de la reforma.

El proyecto técnico deberá recoger los datos necesarios para que el emisor del informe de conformidad pueda evaluar el cumplimiento o no afectación de los AR obligatorios en cada CR, haciendo mención expresa a cada elemento o sistema modificado o añadido.

Describiendo el proceso de realización de la reforma según los siguientes apartados.

1.5.1.- Desmontajes realizados

1.5.2.- Variaciones y sustituciones.

1.5.3.- Materiales empleados.

1.5.4.- Montajes realizados.

2.- Cálculos justificativos.

En este apartado deberá justificarse el reparto de masas por eje con la reforma efectuada. Como norma general deberá justificarse el cálculo del sistema de fijación de cualquier elemento añadido objeto del proyecto técnico y en el caso de sustituciones sólo cuando no se utilicen los sistemas de fijación originales. En el caso de vehículos con bastidor independiente, análisis de esfuerzos sobre el bastidor (cortantes, flectores, etc.) y resistencia del mismo, en el caso de elementos fijados a él.

Cuando el elemento sustituido, añadido o modificado tenga una función específica sobre la seguridad activa o pasiva o el comportamiento sobre la protección al medio ambiente, deberá analizarse de manera integral el resultado de la misma en el vehículo reformado, y deberá comprobarse que se mantienen las condiciones exigibles de dicha función con el nuevo elemento.

- Esquema del vehículo y sus características fundamentales antes de la reforma.
- Esquema del vehículo y sus características fundamentales después de la reforma.
- Detalles constructivos.

Cualquier equipo o sistema modificado, sustituido o incorporado, debe ser identificado indicando sus referencias (marca, modelo, número de homologación o marcaje), si éstas existen, en el informe de conformidad, en el proyecto técnico y en el certificado del taller debiendo coincidir con la modificación, sustitución o incorporación que se haya realizado.

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN FINAL DE OBRA.

Deberá identificarse: técnico competente, el vehículo (marca, tipo, variante, denominación comercial, número de identificación, matrícula y una o varias fotografías del vehículo después de la reforma), reformas realizadas y taller/es donde se ha/n ejecutado la/s reforma/s. Las fotografías deben mostrar el aspecto general del vehículo y los detalles de la reforma realizada.

El Certificado de Dirección Final de Obra debe estar claramente identificado en todas sus páginas, numeradas con el número total de páginas, incluidos los anexos. Este certificado debe hacer referencia al proyecto técnico, incluyendo los siguientes datos:

- Datos profesionales del titular, con su titulación.
- Número o código del proyecto técnico, especificando el nivel de modificación ("0" para la versión inicial).

Se certificará que las reformas se realizaron conforme al proyecto técnico y la documentación correspondiente. Además, la fecha del Certificado de Dirección Final de Obra debe ser igual o posterior a la del Certificado de Taller.

INFORME DE CONFORMIDAD.

En el informe de conformidad, deberán, en todos los casos, describirse los equipos, sistemas modificados, sustituidos o incorporados indicando las características esenciales de cada uno para que permitan identificarlos durante la inspección y en especial, lo indicado para cada CR.

Del mismo modo, en el informe de conformidad deberán indicarse expresamente todos los datos del vehículo que varíen de los contenidos en la tarjeta ITV o sea necesario añadir según la "normalización de la anotación de la reforma en la tarjeta ITV" indicada para cada código de reforma.

Cualquier elemento, equipo, dispositivo, sistema, componente o unidad técnica independiente modificado, sustituido o incorporado, debe ser identificado indicando sus referencias (marca, modelo, número de homologación o marcaje), si éstas existen, y de acuerdo con

los textos utilizados en el campo "Normalización de la anotación de la reforma en la tarjeta ITV" que aparece en cada CR, en el informe de conformidad, en el proyecto técnico y en el certificado del taller, debiendo coincidir con la modificación, sustitución o incorporación que se haya realizado.

En el caso de ser necesario un proyecto, se identificará el mismo en el informe de conformidad incluyendo los siguientes datos:

- Datos profesionales del titular, incluyendo los relativos a su titulación
- Número o código de Proyecto técnico, incluyendo el nivel de modificación ("0" para la versión inicial)".

El Informe de Conformidad dejará de tener validez en el momento en que cualquiera de los AR a los que se refiera haya perdido su vigencia.

La fecha del Informe de Conformidad será siempre igual o posterior a la fecha del Certificado de Taller, y en su caso, de la del Certificado de Dirección Final de Obra.

CERTIFICADO DE TALLER (SEGÚN MODELO DEL ANEXO III DEL REAL DECRETO 866/2010).

En el apartado de Observaciones del informe debe especificarse la identificación de los equipos o sistemas modificados, detallando las referencias (marca, modelo, número de homologación o marcaje) cuando existan.

Además, debe garantizarse el cumplimiento de lo estipulado en el artículo 6 del Reglamento General de Vehículos y, si corresponde, en el artículo 9 del Real Decreto 1457/1986, modificado por el Real Decreto 455/2010.

Cualquier equipo o sistema modificado, sustituido o incorporado debe ser identificado en el informe de conformidad, el proyecto técnico y el certificado del taller, asegurando que las referencias coincidan con las modificaciones realizadas. El certificado de taller, si es necesario, puede incluir como anexo esquemas o información adicional que permita al emisor del informe de conformidad evaluar los aspectos reglamentarios afectados por la reforma.

En caso de que sea necesario un proyecto técnico, debe identificarse de forma inequívoca en el certificado de taller, incluyendo los siguientes datos:

- Datos profesionales del titular, con su titulación.
- Número o código del proyecto técnico, indicando el nivel de modificación ("0" para la versión inicial)

En caso de ser necesario la redacción de proyecto técnico para la tramitación de reforma, La fecha del Certificado de Taller será siempre igual o posterior a la fecha del Proyecto Técnico.

4.1.2.-LESGISLACIONES APLICABLES.

Aparte del Real decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos, existen varias legislaciones aplicables que son las siguientes:

-Manual de reformas de vehículos, publicado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, revisión 7ª, noviembre de 2022.

-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.

-Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, por el que se dictan normas para la aplicación de determinadas Directivas de la CEE, relativas a la homologación de tipos de vehículos.

-Orden EIC/1337/2017, de 18 de diciembre, por la que se actualizan los anexos I y II del Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, sobre las normas para la aplicación de determinadas directivas de la CEE, relativas a la homologación de tipo de vehículos automóviles, remolques, semirremolques, motocicletas, ciclomotores y vehículos agrícolas, así como de partes y piezas de dichos vehículos.

-Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos.

-Orden PRE/52/2010, de 21 de enero, por la que se modifican los anexos II, IX, XI, XII y XVIII del Reglamento General de Vehículos, aprobado por Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre.

-Real Decreto 920/2017, de 23 de octubre, por el que se regula la inspección técnica de vehículos.

-Vigente código de circulación y normas complementarias.

-Real Decreto 818/2009, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento General de Conductores.

-Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo.

-Norma UNE 26-086-85 relativa a Peso de Vehículos.

-Norma UNE 26-192-87 relativa a Dimensiones de Vehículos.

-Norma UNE 26-204 relativa a Exteriores para Auto Vehículos.

-Norma DIN 1.707 relativa a soldaduras en Carrocerías.

-Real Decreto 455/2010, de 16 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 1457/1986, de 10 de enero, por el que se regulan la actividad industrial y la prestación de servicios en los talleres de reparación de vehículos automóviles, de sus equipos y componentes.

-Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

-Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo.

4.2.-ANÁLISIS DE LAS REFORMAS MÁS HABITUALES QUE SE PUEDEN REALIZAR EN UN VEHÍCULO 4X4.

Las reformas que se pueden realizar en un vehículo 4x4 están orientadas principalmente a mejorar su capacidad todoterreno, optimizar su rendimiento, aumentar la seguridad y adaptarlo a las necesidades específicas de cada usuario.

En este apartado se analizarán las reformas más habituales que se suelen llevar a cabo en un vehículo 4x4 y se confeccionarán unas fichas de guía con los aspectos básicos de cada reforma y qué debe cumplir ésta para que pueda ser legalizadas según la legislación vigente.

Las reformas que se analizarán serán las siguientes:

4.2.1.-INCORPORACIÓN DE TOMAS ELEVADA DE AIRE (SNORKEL).

El snorkel es un sistema de admisión de aire que se utiliza principalmente en vehículos todoterreno, diseñado para permitir que el motor reciba aire limpio y fresco desde una altura superior a la habitual, protegiéndolo de la entrada de polvo, agua o suciedad.

Esto es especialmente útil cuando el vehículo circula por áreas con caminos polvorientos o al cruzar ríos o zonas inundadas, evitando que el motor absorba agua que podría dañarlo gravemente.

El snorkel eleva la entrada de aire del motor, generalmente desde el capó hasta un tubo que sobresale del lateral del vehículo (cerca del techo).

De esta manera, en caso de que el vehículo pase por zonas con agua o barro, el aire que llega al motor sigue siendo limpio y seco, evitando que el motor se hunda o se ahogue.



Ilustración 5: Snorkel. Fuente: Aliexpress

La instalación de todo snorkel requiere ser legalizado ya estén conectados o mera estética. Para su legalización, lo que nos dice el manual de reformas en el código de reforma **2.1** (Modificación de las características o sustitución de los elementos del sistema de admisión del comburente), se necesitan dos documentos:

- **Certificado de taller.**
- **Informe de conformidad emitido por un Servicio Técnico de reformas.**

El snorkel no necesita documentación para su legalización. Aunque incluya un certificado de fabricación, este no es obligatorio. Sin embargo, existen otros requisitos que sí son necesarios para su legalización:

- Todos los bordes del snorkel estén redondeados con un radio de curvatura mínimo de **2,5** mm.
- El tubo de admisión sea del mismo diámetro o superior que el original.
- Pueden ser artesanales o comerciales.

Por último, la instalación de un snorkel puede variar la anchura o altura del vehículo, si es así, debe indicarse en el certificado de taller e informe de conformidad, en el apartado de variaciones a efectuar en ficha técnica y poner su nueva anchura o altura en el formato que conste la ficha técnica del vehículo.

Para poder llevar a cabo la reforma de manera adecuada, es imprescindible contar con toda la documentación pertinente, como fotografías, datos técnicos y cualquier otro tipo de información relevante.

Esta documentación se organizará de forma detallada y estará debidamente registrada en el Anexo de fichas, el cual servirá como soporte fundamental para el desarrollo y seguimiento del proyecto.

4.2.2.-INSTALACIÓN DE BLOQUEOS DE DIFERENCIAL.

En un vehículo 4x4, el diferencial es un componente esencial que permite que las ruedas de un mismo eje giren a diferentes velocidades, lo cual es necesario cuando el vehículo toma curvas, ya que las ruedas exteriores recorren una distancia mayor que las interiores. Sin embargo, cuando se conduce sobre superficies resbaladizas o irregulares, como hielo o barro, un diferencial estándar puede provocar que la potencia del motor se transfiera completamente a la rueda con menor tracción (la que está patinando). Esto hace que la otra rueda, que sí tiene tracción, quede inactiva y el vehículo pierda capacidad de avance.

El bloqueo diferencial resuelve este problema al "bloquear" el diferencial, forzando a que ambas ruedas del mismo eje giren a la misma velocidad, independientemente de la tracción de cada una. Esto permite que la potencia se distribuya de manera más eficiente, asegurando que el vehículo pueda continuar avanzando incluso cuando una rueda pierde tracción.



Ilustración 6: Bloqueo de diferencial. Fuente: codigo4x4.com

La instalación del bloqueo de diferencial requiere ser legalizado. Para su legalización, lo que nos dice el manual de reformas en el código de reforma **3.4** (Modificaciones de las características o sustituciones en los elementos de transmisión por otros diferentes desde la salida de la caja de cambios hasta las ruedas), se necesitan dos documentos:

- **Certificado de taller.**
- **Informe de conformidad emitido por un Servicio Técnico de reformas.**

Esta reforma requiere un compresor para accionar el mecanismo. Es importante señalar que la instalación de compresores para accionarse sin circular el vehículo en parado o en este caso de accionar el bloqueador, por sí misma, no está sujeta a la necesidad de homologación como una reforma, ya que no se considera una modificación significativa del vehículo.

4.2.3.-SUSTITUCIÓN DE LLANTAS, NEUMÁTICOS (NO EQUIVALENTES) Y SEPARADORES.

LLANTAS: La llanta, es la parte metálica que forma el conjunto de la rueda de un vehículo y cumple con la función principal de proporcionar soporte al neumático. Su propósito es asegurar que el neumático se mantenga en su lugar y se pueda inflar adecuadamente, permitiendo así su correcto funcionamiento.

Las llantas están fabricadas generalmente con materiales como acero o aleaciones de aluminio, que garantizan un equilibrio entre resistencia y ligereza. El diseño y las dimensiones de la llanta son elementos clave que influyen en la estabilidad y el rendimiento del vehículo, ya que cada tipo de llanta debe ser compatible con las especificaciones del neumático utilizado.

Las medidas de las llantas suelen estar grabadas en la propia llanta, ya sea en la parte delantera, en los radios o en la parte trasera. Estas dimensiones se representan generalmente de la siguiente manera: por ejemplo, 7.5J x 19.



Ilustración 7: Llanta. Fuente: Ingenaga

NEUMÁTICOS: el neumático de un coche es un componente esencial que conecta el vehículo con la carretera. Su función principal es proporcionar tracción, estabilidad y control, permitiendo que el vehículo se desplace de manera segura. Además, los neumáticos absorben impactos, reducen la vibración y contribuyen al confort de conducción. Están diseñados para resistir diversas condiciones de la carretera y el clima, y su rendimiento depende de factores como el tipo de goma, el diseño del dibujo de la banda de rodadura y las características de su presión. Un neumático en buen estado es fundamental para la seguridad y el rendimiento óptimo del vehículo.

Las medidas de los neumáticos suelen estar grabados sobre el propio neumático, por ejemplo: 225/45 R17 94Y.



Ilustración 8: Neumático. Fuente: Ingenaga

SEPARADORES: Los separadores de rueda son componentes que se colocan entre el buje y la rueda, con el fin de aumentar el ancho de vía, posicionando las ruedas más alejadas del chasis. Estas modificaciones pueden mejorar la estabilidad del vehículo, especialmente en curvas, reduciendo el riesgo de vuelcos. También favorecen una distribución más equilibrada del peso, lo que puede mejorar el comportamiento dinámico del coche, así como incrementar el agarre al suelo, útil en altas velocidades o curvas.



Ilustración 9: Separador. Fuente: preitv.es

La instalación de Llantas, neumáticos no compatibles y separadores requiere ser legalizado, no todos los cambios de neumático se tienen que legalizar, si es un repuesto de la misma medida que consta en ficha técnica no hace falta. Para su legalización, lo que nos dice el manual de reformas en el código de reforma **4.4** (Modificaciones o sustituciones en ruedas o instalación/desinstalación de separadores de ruedas que impliquen modificación del ancho de vía) y **4.5** (Sustitución de neumáticos por otros no equivalentes), se necesitan dos documentos:

- **Certificado de taller.**
- **Informe de conformidad emitido por un Servicio Técnico de reformas.**

Para legalizar una nueva llanta en el vehículo, es necesario verificar su compatibilidad con el neumático propuesto. Este nuevo neumático puede ser clasificado como equivalente o no equivalente al especificado en la ficha técnica del vehículo.

Un neumático se considera **equivalente** si cumple con los siguientes requisitos:

- El índice de carga y el código de velocidad deben ser iguales o superiores a los especificados en la ficha técnica.
- La tolerancia admitida del diámetro nominal exterior del neumático debe estar en un **+3% o -3%**.

Por otro lado, un neumático **no equivalente** no cumple con los requisitos de equivalencia mencionados anteriormente.

Si la diferencia en las características (como el diámetro exterior) respecto al neumático original en ficha técnica supera el **10%**,

será necesario someter el vehículo a una prueba de frenado para garantizar que cumple con los estándares de seguridad.

En el caso de los separadores según la normativa de homologación el ancho total de los separadores no debe superar los **3 a 5 cm** por eje (es decir, 30-50 mm), dependiendo del vehículo y su configuración.

La instalación de estos elementos altera el ancho de vía, lo que puede hacer que los neumáticos no queden cubiertos por el guardabarros del vehículo. En ese caso, es necesario asegurar que los neumáticos estén completamente cubiertos por la carrocería, lo que podría requerir la instalación de aletines o la modificación de las aletas para lograr la cobertura adecuada.

Para finalizar, aunque el neumático lo cubra el guardabarros debe cumplir el **Reglamento (UE) 2019/2144** que vemos en esta imagen.

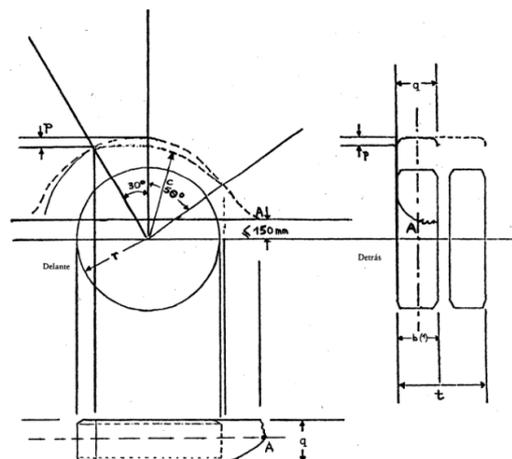


Ilustración 10: Justificación guardabarros. Fuente: eur-lex

La imagen dice que los neumáticos deben quedar completamente cubiertos desde la vertical de cada rueda **30°** hacia la parte delantera y **50°** hacia la parte trasera.

La distancia máxima desde el centro de la rueda al aletín (en su parte más desfavorable) no deberá ser superior al doble del radio del neumático.

El punto A, situado en el centro de la banda de rodadura a **150** mm por encima del eje de rotación de la rueda debe de quedar cubierto por la carrocería o una faldilla.

La intersección del borde posterior del guardabarros con el punto A se encontrará al exterior del plano mediano longitudinal del neumático.

La instalación de nuevas llantas y Separadores ocasiona una modificación en el ancho de vías. En este caso, el certificado de taller y el informe de conformidad deben reflejar dicha variación, indicando el nuevo ancho de vías en el apartado correspondiente, es importante que el ancho de vías se registre conforme al formato utilizado en la ficha técnica original del vehículo.

La instalación de nuevos neumáticos debe aparecer en ficha técnica. En este caso, el certificado de taller y el informe de conformidad deben reflejar dicha variación, indicando el nuevo neumático instalado, según el formato utilizado en ficha técnica original del vehículo.

4.2.4.-SUSPENSIÓN.

La suspensión del coche es el sistema encargado de conectar el chasis del vehículo con las ruedas, permitiendo que el automóvil se desplace de manera estable y cómoda sobre diferentes tipos de terreno. Su función principal es absorber las irregularidades del suelo, manteniendo el contacto constante de las ruedas con la carretera y asegurando la estabilidad, el confort y el control del vehículo.

Hay varios tipos de suspensión, pero lo más común que se suele realizar en cuanto a reformas suelen ser cambio de muelles, amortiguadores y ballestas. Puede haber otro tipo de cambio en la suspensión como incorporar limitadores de extensión, una suspensión neumática o activa.

Estos cambios suelen ir con una variación de altura en el vehículo.

Amortiguadores: la tarea principal del amortiguador es reducir el rebote de las ruedas por las irregularidades de la carretera, funciona mediante un pistón que se mueve a través de un fluido (Aceite). Los amortiguadores que se instalen deben ser compatibles con el vehículo y aseguren su adecuación para circular.

Muelles: Resortes de acero que, al comprimirse y expandirse, absorben y amortiguan las fuerzas generadas por las irregularidades de la carretera. Hay varios tipos de muelles, pero el más común son los muelles helicoidales, que son en espiral.

Los muelles que se instalen deben ser compatibles con el modelo del vehículo. Es importante que los muelles sean de calidad y que aseguren su adecuación para circular.



Ilustración 11: Kit suspensión (amortiguadores y muelles). Fuente: Eigas automoción

Ballestas o gemelas: Este sistema consta de una serie de láminas de acero, denominadas ballestas, que están apiladas y fijadas a un eje, generalmente en la parte trasera del vehículo. Las ballestas actúan como un resorte, absorbiendo los impactos y distribuyendo las cargas para mejorar la capacidad de carga y la resistencia del vehículo. Además, permiten el desplazamiento vertical de las ruedas, lo que facilita la tracción en condiciones off-road al mantener las ruedas en contacto constante con el suelo.



Ilustración 12: Ballestas. Fuente: euro4x4parts.

Suspensión neumática: es un sistema de suspensión avanzado que utiliza aire comprimido en lugar de resortes metálicos para amortiguar las irregularidades del terreno y garantizar una conducción más cómoda y estable. Este sistema permite un ajuste dinámico y automático de la altura y la rigidez de la suspensión en función de la carga del vehículo y las condiciones de la carretera, lo que mejora el confort y la seguridad.

A diferencia de las suspensiones tradicionales, que ofrecen una rigidez fija, la suspensión neumática ajusta constantemente la presión del aire en los fuelles, lo que permite optimizar el comportamiento del vehículo en diferentes situaciones.

Este tipo de suspensión se instala normalmente con un compresor para regular y ajustar la presión de las balonas en los diferentes tipos de terreno.



Ilustración 13: Suspensión neumática. Fuente: Innocar-parts

Limitadores de extensión: Los limitadores de extensión en la suspensión de un 4x4 son componentes que restringen el recorrido máximo de los amortiguadores o los brazos de suspensión cuando el vehículo se encuentra en situaciones de extensión extrema, como al pasar por obstáculos o terrenos irregulares. Su función principal es evitar que las piezas de la suspensión se dañen o se estiren en exceso, protegiendo así el sistema y garantizando un funcionamiento seguro y eficiente.



Ilustración 14: Limitadores de extensión. Fuente: Automotor 4x4

La instalación de amortiguadores, muelles, ballestas, suspensión neumática y limitadores de extensión requieren ser legalizados. Para su legalización, lo que nos dice el manual de reformas en el código de reforma **5.1** (Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos de sus componentes elásticos) se necesitan estos documentos:

- **Proyecto técnico y certificación fin de obra.**
- **Certificado de taller.**
- **Informe de conformidad emitido por un Servicio Técnico de reformas.** Deberán reflejarse las condiciones técnicas referentes a las modificaciones realizadas en el sistema de dirección (cotas de reglaje, cambio de bieletas, etc.)

El proyecto técnico en el apartado de la sustitución de suspensiones consta de una serie de cálculos para asegurar que sigue cumpliendo con la normativa y seguridad del coche a reformar.

El vehículo para reformar, si el aumento o disminución de altura supera los **100** mm en vehículos con ABS o los **50** mm en vehículos sin ABS en comparación con lo especificado en la ficha técnica, será necesario realizar una prueba de frenado en laboratorio.

El vehículo tiene que cumplir una base de cotas para el aumento o disminución de la altura:

- Protección trasera: no debe de superar los **550** mm de altura cumpliendo con el **Reglamento (UE) 2019/2144**.

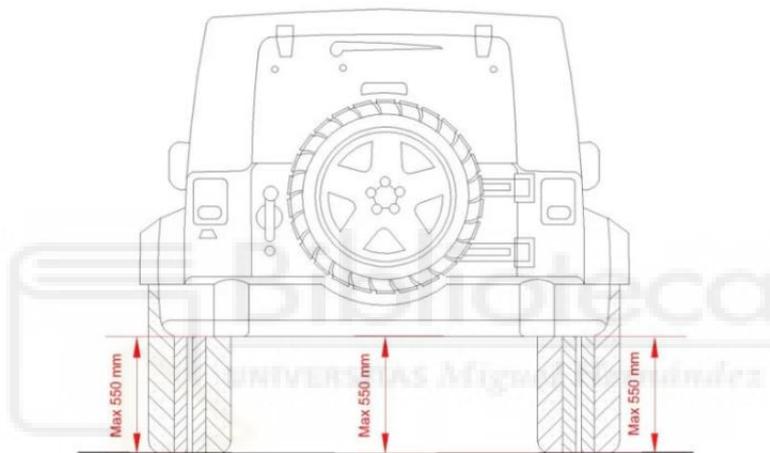


Ilustración 15: cota protección trasera. Fuente: ingenaga

- Entrada al habitáculo: no debe de superar los **700** mm de altura.

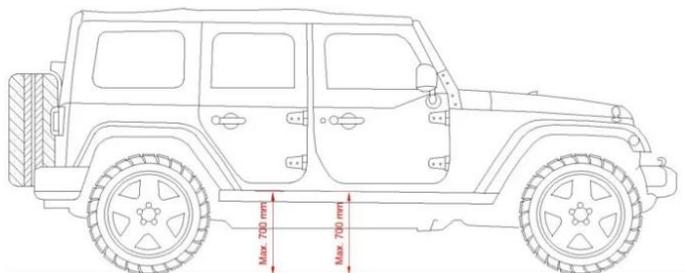


Ilustración 16: entrada habitáculo. Fuente: ingenaga

- Debe de cumplir **Reglamento (UE) 2019/2144**.

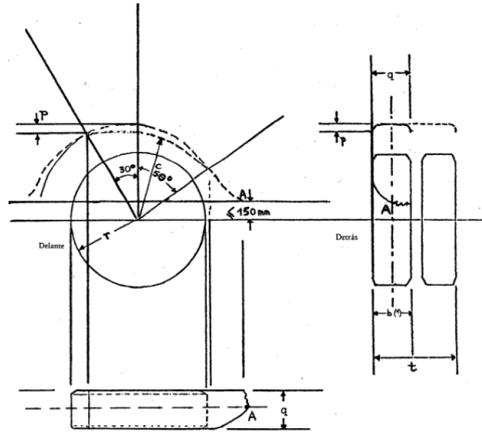


Ilustración 17: Justificación guardabarros. Fuente: eur-lex

los neumáticos deben de quedar completamente cubiertos desde la vertical de cada rueda **30°** hacia la parte delantera y **50°** hacia la parte trasera.

La distancia máxima desde el centro de la rueda al aletín (en su parte más desfavorable) no deberá ser superior al doble del radio del neumático.

El punto A, situado en el centro de la banda de rodadura a **150** mm por encima del eje de rotación de la rueda debe de quedar cubierto por la carrocería o una faldilla.

La intersección del borde posterior del guardabarros con el punto A se encontrará al exterior del plano mediano longitudinal del neumático.

Si se produce variación en la altura, el proyecto técnico, certificado de taller y el informe de conformidad deben reflejar dicha variación, indicando la nueva altura en el apartado correspondiente a "variaciones a efectuar" en la ficha técnica del vehículo. Además, es importante que la altura se registre conforme al formato utilizado en la ficha técnica original del vehículo.

4.2.5.-ELIMINACIÓN FILA DE ASIENTOS.

Las reducciones de asiento en vehículos se refieren a modificaciones en el interior del automóvil que implican el cambio en la configuración de los asientos, como la reducción del número de plazas, con el fin de adecuar el vehículo a nuevas necesidades o mejorar su capacidad de carga.



Ilustración 18: Plazas de asiento. Fuente: Pruebatucoche

Para su legalización, lo que nos dice el manual de reformas en el código de reforma **8.1**(Reducción de plazas de asiento) se necesitan estos documentos:

- **Certificado de taller.**
- **Informe de conformidad emitido por un servicio técnico de reformas.**

Para que sea una reforma no solo vale con desmontar los asientos, tienes que inutilizar los anclajes cubriéndolos o forrando la zona, desinstalándolos si van fijados con tornillos o colocando algún elemento sobre ellos que impida la instalación de un asiento.

La eliminación de asientos puede provocar una variación de la distribución de cargas del vehículo, sobrecargando uno de los ejes. Se debe de comprobar nuevamente el reparto de cargas del vehículo por seguridad.

Estos documentos deben reflejar el número de asientos restantes en el apartado correspondiente a "variaciones a efectuar" en la ficha técnica del vehículo. Además, es importante que el número de asientos se registre conforme al formato utilizado en la ficha técnica original del vehículo.

4.2.6.-PARAGOLPES DELANTERO.

El paragolpes delantero en un todoterreno cumple varias funciones clave: protege la carrocería en impactos ligeros, facilita el desempeño en terrenos difíciles, y permite la instalación de accesorios como cabrestantes y luces adicionales. A diferencia de un paragolpes convencional, los de los todoterrenos son más robustos, diseñados para resistir condiciones extremas y proporcionar mayor capacidad de carga. Además, suelen ser más altos, lo que mejora la capacidad de afrontar obstáculos, y ofrecen puntos de anclaje para herramientas de rescate o equipos adicionales.



Ilustración 19: Paragolpes delantero. Fuente: Sahara4x4

La instalación de estos elementos en el vehículo requiere ser legalizado. Para su legalización, lo que nos dice el manual de reformas en el código de reforma 8.52 (Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo). Para su legalización se necesitan estos documentos:

- **Proyecto técnico y certificación final de obra.**
Para las defensas homologadas según Directiva **2005/66/CE** o Reglamento **CE 78/2009** no será necesario Proyecto técnico ni certificación fin de obra
- **Certificado de taller.**
- **Informe de conformidad emitido por un servicio técnico de reformas.**

Los paragolpes no deberán tener bordes angulosos, y el radio de curvatura de los cantos deben ser como mínimo de **5** mm.

En el caso de los vehículos de la categoría M1 y N1 derivado de M1 con una masa máxima inferior a 2500 kg y fecha de matriculación posterior al **31/12/2012**, los paragolpes delanteros tienen que cumplir con el acto reglamentario de protección de peatones y por ese motivo se ve restringida la instalación de dispositivos no amparados por la homologación de tipo del vehículo.

4.2.7.-PARAGOLPES TRASERO.

El paragolpes trasero en un todoterreno cumple funciones similares al delantero, como proteger la parte posterior del vehículo en impactos ligeros y mejorar la capacidad de carga, permitiendo la instalación de accesorios como portaequipajes o una rueda de repuesto. A diferencia de un paragolpes convencional, el trasero de un todoterreno está diseñado para resistir condiciones off-road extremas y suele ser más robusto, proporcionando también puntos de anclaje para winches o dispositivos de rescate. Además, su diseño está optimizado para mejorar el paso por obstáculos y ofrecer mayor durabilidad en terrenos difíciles.



Ilustración 20: Paragolpes trasero. Fuente: Promyges

La instalación de estos elementos en el vehículo requiere ser legalizado. Para su legalización, lo que nos dice el manual de reformas en el código de reforma **8.52** (Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo). Para su legalización se necesitan estos documentos:

- **Proyecto técnico y certificación final de obra.**
Para las defensas homologadas según Directiva **2005/66/CE** o Reglamento **CE 78/2009** no será necesario Proyecto técnico ni certificación fin de obra
- **Certificado de taller.**
- **Informe de conformidad emitido por un servicio técnico de reformas.**

Los paragolpes no deberán tener bordes angulosos, y el radio de curvatura de los cantos debe ser como mínimo de **5** mm.

4.2.8.-BACA DE TRANSPORTE.

La baca de transporte en un todoterreno aumenta la capacidad de carga del vehículo sin ocupar espacio interior. Permite transportar objetos grandes o voluminosos que no caben en el maletero, como equipo deportivo, maletas, o material de camping. Su función es distribuir el peso de manera segura sobre el techo del vehículo, asegurando que el equipaje no interfiera con la visibilidad o la estabilidad del vehículo.



Ilustración 21: Baca de transporte. Fuente: terreno4x4.es

Las bacas se pueden instalar tanto artesanales como comerciales, solo se consideran reforma si se instalan en los anclajes diferentes a los que proporciona el vehículo originalmente ya que se considera un elemento fijo. Tienes que realizar unos cálculos para ver si estos puntos de anclaje resisten o no y seguir las instrucciones de montaje del fabricante en el caso de que las hubiere.

La instalación de estos elementos en el vehículo requiere ser legalizado. Para su legalización, lo que nos dice el manual de reformas en el código de reforma **8.52** (Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo). Para su legalización se necesitan estos documentos:

- **Proyecto técnico y certificación final de obra.**
- **Certificado de taller.**
- **Informe de conformidad emitido por un servicio técnico de reformas.**

Si el vehículo tiene una altura de 2 metros no es necesario que cumpla que los bordes sean redondeados si no es así la baca no debería de tener bordes angulosos, y el radio de curvatura debe ser como mínimo de **2,5** mm.

Si algún radio de curvatura es inferior a **2,5** mm, se debe asegurar que este canto no puede ser alcanzado por una esfera de **100** mm de diámetro, tanto en condiciones estáticas como en movimiento.

Es importante el tema del peso ya que si sobrecargas el vehículo el centro de gravedad puede variar las características.

Por último, la instalación de la baca puede variar la altura del vehículo si es así, debe de notificarlo el proyecto técnico, certificado de taller e informe de conformidad en el apartado de variaciones a efectuar en ficha técnica y poner su nueva altura en el formato que conste la ficha técnica del vehículo.

4.2.9.-ESTRIBERAS.

Las estriberas en un todoterreno sirven para proporcionar apoyo al entrar y salir del vehículo, especialmente en terrenos difíciles. También protegen el chasis de daños al rozar con rocas u obstáculos, mejoran la estabilidad al absorber impactos y optimizan los ángulos de entrada y salida en pendientes pronunciadas. Además, tienen un componente estético y contribuyen a un diseño más robusto del vehículo.



Ilustración 22: Estriberas. Fuente: wallapop

La instalación de estos elementos en el vehículo requiere ser legalizado. Para su legalización, lo que nos dice el manual de reformas en el código de reforma **8.52** (Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo). Para su legalización se necesitan estos documentos:

- **Proyecto técnico y certificación final de obra.**
- **Certificado de taller.**
- **Informe de conformidad emitido por un servicio técnico de reformas.**

Las estriberas podrán ser artesanales, comerciales o procedentes de otro vehículo.

Todos los bordes de las estriberas deberán estar rodeados con un radio de curvatura de **2,5** mm.

Por último, la instalación de las estriberas puede variar la anchura del vehículo si es así, debe de notificarlo el proyecto técnico, certificado de taller e informe de conformidad en el apartado de variaciones a efectuar en ficha técnica y poner su nueva anchura el formato que conste la ficha técnica del vehículo.

4.2.10.-PLANCHAS DE PROTECCIÓN EN BAJOS DE VEHÍCULO.

Las planchas de protección de bajos en un todoterreno son láminas metálicas o de materiales resistentes que se instalan en la parte inferior del vehículo para proteger los componentes críticos, como el motor, la transmisión y el chasis, de daños al circular por terrenos accidentados. Estas planchas actúan como una barrera contra rocas, piedras y otros obstáculos, reduciendo el riesgo de perforaciones o impactos que puedan afectar el rendimiento del vehículo o causar averías. Son esenciales para mantener la integridad del vehículo en condiciones de off-road exigentes.



Ilustración 23: Planchas protectoras de bajos. Fuente: wallapop

La instalación de estos elementos en el vehículo requiere ser legalizado. Para su legalización, lo que nos dice el manual de reformas en el código de reforma **8.52** (Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo). Para su legalización se necesitan estos documentos:

- **Proyecto técnico y certificación final de obra.**
- **Certificado de taller.**
- **Informe de conformidad emitido por un servicio técnico de reformas.**

Las planchas protectoras deben cumplir:

- No se aprecian salientes peligrosos, siendo los radios de curvatura superiores a **2,5** mm.

- La instalación del nuevo cubre cárter frontal no elimina, sustituye o impide la accesibilidad a los dispositivos de remolque delantero del vehículo porque el vehículo no dispone de origen de dicho sistema.
- Se ha comprobado que no se producen interferencias entre las ruedas y la carrocería o el guardabarros.
- Los radios de las aristas del cubre cárter que están en la zona de afectación del paragolpes se han verificado que son mayor a **5 mm**.
- Las planchas protectoras tienen que cumplir que están por debajo de la línea de suelo y que no afecta a la estructura del vehículo.

4.2.11.-CABRESTANTE.

El cabrestante en un todoterreno es un dispositivo utilizado para ayudar a desatascar el vehículo cuando queda atascado en terrenos difíciles como barro o nieve, y también para remolcar otros vehículos o realizar maniobras de rescate. Consta de un motor (eléctrico o hidráulico), un cable (de acero o material sintético) y un tambor donde se enrolla el cable. Se opera de forma manual o remota y es esencial para recuperar vehículos, realizar rescates y maniobras en terrenos complicados.



Ilustración 24: Cabrestante. Fuente: Accesorios 4x4 Misutonida

La instalación de estos elementos en el vehículo requiere ser legalizado. Para su legalización, lo que nos dice el manual de reformas en el código de reforma **8.52** (Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo). Para su legalización se necesitan estos documentos:

- **Proyecto técnico y certificación final de obra.**
- **Certificado de taller.**
- **Informe de conformidad emitido por un servicio técnico de reformas.**

Para el cabrestante, el radio de curvatura de los cantos debe ser al menos de **2,5 mm**.

4.2.12.-LUCES ADICIONALES OPERATIVAS Y LUCES ADICIONALES ORNAMENTALES.

El alumbrado es un componente crucial para garantizar la seguridad y la visibilidad del vehículo en condiciones de conducción adversas, que son comunes en este tipo de vehículos, ya sea en caminos rurales, terrenos montañosos, desérticos o boscosos.

Luces adicionales de carretera: son luces extra que se instalan en el vehículo para mejorar la visibilidad durante la conducción en condiciones de poca luz o en terrenos difíciles. Estas luces suelen ser más potentes que las luces estándar del coche y están diseñadas para iluminar áreas más amplias o distantes, aunque deben de usarse con precaución para no deslumbrar a otros conductores.



Ilustración 25: Luces adicionales de carretera. Fuente: [Visionxoffroad](#)

Luces ornamentales: son luces que funcionan para cumplir un rol estético al embellecer el vehículo y por otro lado tienen la función como luces de trabajo, proporcionan una iluminación adicional útil en ciertas situaciones de trabajo o terreno complicado.

Este tipo de luces se colocan en lugares estratégicos del vehículo (como en el chasis, las parrillas o el techo) y ofrecen una luz más potente para tareas como iluminar el área alrededor del vehículo, especialmente en zonas oscuras o de difícil acceso.



Ilustración 26: Luces ornamentales. Fuente: [ingenaga](#)

Para la legalización de las luces ornamentales lo que se tiene que homologar es el soporte ya que no hace falta homologar las luces. Para su legalización, lo que nos dice el manual de reformas en el código de reforma **8.52** (Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo). Para su legalización se necesitan estos documentos:

- **Proyecto técnico y certificación final de obra.**
- **Certificado de taller.**
- **Informe de conformidad emitido por un servicio técnico de reformas.**

Para el soporte, deben de tener todos los bordes redondeados con un radio de curvatura mínimo de **2,5** mm.

Para las luces adicionales de carretera, lo que nos dice el manual de reformas en el código de reforma **9.1** (Adición o desinstalación de cualquier elemento, dispositivo, sistema, componente o unidad técnica independiente de alumbrado y señalización), se necesitan estos documentos:

- **Certificado de taller.**
- **Informe de conformidad emitido por un servicio técnico de reformas.**

En el certificado de taller e informe de conformidad debe de aparecer, marca, modelo y contraseña/marcado de homologación.

El marcado de homologación es importante ya que en el caso de instalar faros adicionales de carretera se deberá enviar el marcado de los faros originales del vehículo para poder comprobar que el total de puntos de luz no es superior a 100.

Las luces adicionales, no consta como dispositivos de alumbrado obligatorios del vehículo, teniendo en cuenta esto deben de cumplir con unas cotas y ángulos para su correcto funcionamiento.



Ilustración 27: Puntos de luz. Fuente: Ingenaga

4.2.13.-DISPOSITIVOS DE ACOPLAMIENTO.

La bola de remolque es un dispositivo instalado en la parte trasera del vehículo para enganchar un remolque. Permite remolcar caravanas, trailers o cargas pesadas, distribuyendo el peso del remolque de manera equilibrada y ofreciendo estabilidad durante el remolque.

Existen bolas de remolque fijas, que están permanentemente instaladas, extraíbles, que se pueden quitar cuando no se usan, y ajustables, que permiten variar la altura para adaptar el remolque.



Ilustración 28: Bola de remolque. Fuente: Negrillo.es

Para su legalización, lo que nos dice el manual de reformas en el código de reforma 10.1 (Instalación o modificación de dispositivos de acoplamiento en vehículos de categorías M y N) se necesitan estos documentos:

- **Proyecto Técnico y certificación final de obra**

En todos los casos los vehículos deberán estar homologados de tipo con capacidad de arrastre. En vehículos distintos a categoría M1 y N1 completo se podrá conseguir esta capacidad de arrastre mediante la realización de las reformas que correspondan.	Dispositivo e instalación homologada según Anexo VII de la Directiva 94/20/CE o Anexo 7 del R(CEPE/ONU) N°55	Dispositivo homologado. Instalación no homologada según Anexo VII de la Directiva 94/20/CE o Anexo 7 del R(CEPE/ONU) N°55	Dispositivo e instalación no homologada según Anexo VII de la Directiva 94/20/CE o Anexo 7 del R(CEPE/ONU) N°55	Dispositivo homologado. Emplazamiento distinto al homologado o declarado por el fabricante del vehículo (vehículos distintos de la categoría M1 y N1 completo)
VEHÍCULOS M1 MATRICULADOS ANTES DEL 1/1/98 Y RESTO DE CATEGORÍAS MATRICULADOS ANTES DEL 26/1/01 (NO es obligatorio que el dispositivo esté homologado con la 94/20/CE)	Exento de Proyecto Técnico	Se exigirá el Proyecto Técnico, basado en el Anexo VII de la Directiva 94/20/CE o Anexo 7 del R(CEPE/ONU) N°55	Se exigirá el Proyecto Técnico, basado en el Anexo VII de la Directiva 94/20/CE o Anexo 7 del R(CEPE/ONU) N°55	Se exigirá el Proyecto Técnico, basado en el Anexo VII de la Directiva 94/20/CE o Anexo 7 del R(CEPE/ONU) N°55
VEHÍCULOS M1 MATRICULADOS DESPUES DEL 1/1/98 Y RESTO DE CATEGORÍAS MATRICULADOS DESPUES DEL 26/1/01 (Es obligatorio que el dispositivo esté homologado con la 94/20/CE)	Exento de Proyecto Técnico	Se exigirá el Proyecto Técnico, basado en el Anexo VII de la Directiva 94/20/CE o Anexo 7 del R(CEPE/ONU) N°55	No se puede tramitar la reforma	Se exigirá el Proyecto Técnico, basado en el Anexo VII de la Directiva 94/20/CE o Anexo 7 del R(CEPE/ONU) N°55

Ilustración 29: Tabla dispositivos acoplamiento. Fuente: Manual de reformas.

La imagen anterior es la tabla del Manual de reformas en la que nos indica si necesita proyecto técnico o no la instalación del dispositivo de acoplamiento según el año de matriculación del vehículo y si el dispositivo está homologado.

- **Informe de conformidad**

Cuando el dispositivo mecánico de acoplamiento esté homologado también según el Anexo VII de la Directiva 94/20/CE o el Anexo 7 del R (CEPE/ONU) N° 55, y no se modifiquen los puntos de anclaje proporcionados por el fabricante del vehículo, el informe de conformidad podrá ser emitido por un servicio técnico de reformas o por el fabricante del vehículo o por el titular de la homologación del dispositivo (Anexo VII) debidamente inscrito en el Registro de fabricantes y firmas autorizadas del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

Se indicarán expresamente la MMR asociada al dispositivo mecánico de acoplamiento instalado, calculado como el menor valor entre la MMR del vehículo y el valor R o C, según corresponda, según R55. Únicamente en el caso de que el emisor del informe sea el fabricante del vehículo, y dicho dato no limite las MMR que figuran en la tarjeta ITV, podrá omitirse del informe de conformidad. Si el MMR asociado al dispositivo de acoplamiento es inferior a las MMR que figuran en la tarjeta ITV, será necesario tramitar el CR 11.3.

Si está disponible según F1.5 de TITV, se indicará expresamente la carga vertical asociada al dispositivo mecánico de acoplamiento instalado, calculado como el menor valor entre la carga vertical en el punto de acoplamiento del vehículo en tarjeta ITV, y el valor S, según R55. Únicamente en el caso de que el emisor del informe sea el fabricante del vehículo, y dicho dato no limite la carga vertical en el punto de acoplamiento que figuran en la tarjeta ITV, podrá omitirse del informe de conformidad. Si la carga asociada al dispositivo de acoplamiento es inferior a la que figuran en la tarjeta ITV, será necesario tramitar el CR 11.3.

- **Certificado de Taller.**

Aparte de estos documentos, es necesario el **manual de montaje** y funcionamiento de la bola de remolque ya que sin ellas no se puede homologar.

El proyecto técnico deberá de incluir la altura del centro de la bola del dispositivo al suelo y la distancia al paragolpes. Este también llevara a cabo una base de cálculos para corroborar que el dispositivo de acoplamiento se puede instalar en el vehículo.

4.3.-FICHAS PLANTILLA PARA LA TOMA DE DATOS.

4.3.1.-INCORPORACIÓN DE TOMAS ELEVADAS DE AIRE (SNORKEL).

INCORPORACIÓN DE TOMAS ELEVADAS DE AIRE (SNORKEL)

Código de reforma: 2.1

Documentación mínima: Certificado de taller

Fotografías de la ficha técnica por todas sus hojas y todas sus caras y del permiso de circulación:

Fotografías generales del vehículo (delantera, trasera y ambos laterales):



Fotografías del Snorkel ya instalado y de la conexión al filtro de aire:



Snorkel instalado



Conexión snorkel al filtro de aire

COMERCIAL			
ELEMENTO	Marca/referencia	Material	
SNORKEL			
ARTESANAL			
ELEMENTO	Medidas	Material	
SNORKEL			
Nueva anchura del vehículo si cambia (mm):			
Nueva altura del vehículo si cambia (mm):			

Requisitos del AR:

Salientes exteriores: Radios superiores a 2,5 mm.

Alumbrado: Revisar alumbrado lateral, para no obstruirlo o desinstalarlo debido a la reforma.

Ruido y emisiones: No se reduce en ningún tramo del conducto la sección de paso del aire respecto a la del sistema original.

Categoría M1: Campo de visión delantera, sobre el pilar A para cumplir.

4.3.2.-BLOQUEO DE DIFERENCIAL.

BLOQUEO DE DIFERENCIAL

Código de reforma: 3.4, 8.20 (mando)

Documentación mínima: Certificado de taller.

Si instala compresor en una ubicación distinta al maletero, consultar.

Fotografías de la ficha técnica por todas sus hojas y todas sus caras y del permiso de circulación:

Fotografías generales del vehículo (delantera, trasera y ambos laterales):



Fotografías detalle del sistema instalado:



Bloqueo diferencial instalado



Mando de accionamiento

Fotografía del compresor (en el caso de que se instale fuera de la zona del maletero):



Elemento	Marca/Modelo	Referencia	Tipología
BLOQUEO DE DIFERENCIAL			
COMPRESOR (en caso de que se instale fuera de la zona del maletero)			
Marca:	Modelo/Referencia:	Ubicación:	
Compatibilidad electromagnética (en caso de aplicación por fecha de 1ª Matriculación) :			

Requisitos del AR:

Acondicionamiento interior: Verificar que la botonera está en una ubicación exenta de aplicación del AR, ejemplo: En la zona por detrás del volante, o en la zona a la izquierda del volante.

Emisiones, nivel sonoro admisible, velocímetro: No debe haber variación de la relación de transmisión original.

Cálculos justificativos:

Reparto de cargas si la tara varía más de un 3%.

4.3.3.-SEPARADORES

SEPARADORES DE RUEDA

Código de reforma: 4.4

Documentación mínima: Certificado de taller.

Fotografías de la ficha técnica por todas sus hojas y todas sus caras y del permiso de circulación:

Fotografías generales del vehículo (delantera, trasera y ambos laterales):



Fotografías detalle de los elementos instalados:

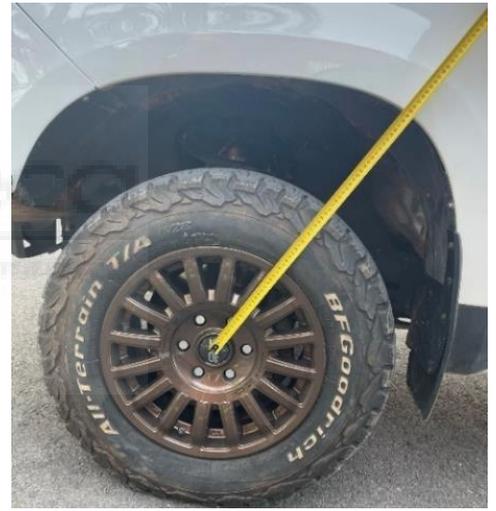
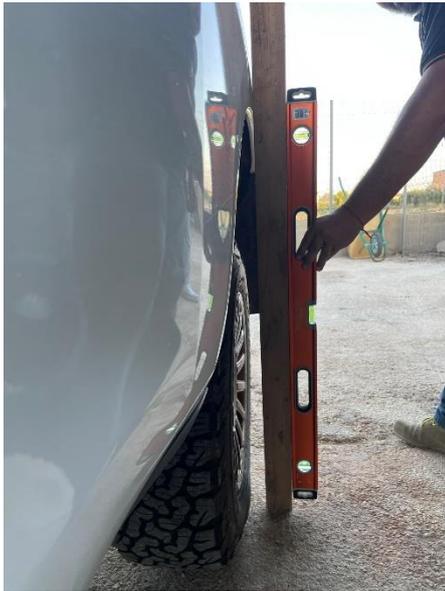


Eje trasero



Eje delantero

Fotografías de detalle cuando en las fotos generales presenten dudas del cumplimiento de guardabarros (quedan totalmente cubiertos por la carrocería sin sobresalir de las aletas):



DIMENSIONES DEL VEHÍCULO TRAS LA REFORMA:

Vía anterior/posterior (mm):

Requisitos del AR:

Mecanismos de dirección: 60 mm límite de variación vía anterior / 150 mm

límite de variación vía anterior en caso de todoterreno

Protección trasera: Sobresalir 100 mm como máximo respecto a la protección trasera.

4.3.4.-NEUMÁTICOS (NO EQUIVALENTES)

NEUMÁTICOS (NO EQUIVALENTES)

Código de reforma: 4.5

Documentación mínima: Certificado de taller.

Fotografías de la ficha técnica por todas sus hojas y todas sus caras y del permiso de circulación:

Fotografías generales del vehículo (delantera, trasera y ambos laterales):



Fotografías detalle de los elementos instalados:



Medida del neumático completa



Medida de la llanta

Fotografías que demuestren que los neumáticos quedan totalmente cubiertos por la carrocería (no salen por fuera de las aletas):



NEUMÁTICOS

DELANTEROS

Medida:	Índice de carga:	Índice de velocidad:	Marcaje M+S (Si/No):
---------	------------------	----------------------	----------------------

TRASEROS

Medida:	Índice de carga:	Índice de velocidad:	Marcaje M+S (Si/No):
---------	------------------	----------------------	----------------------

LLANTAS	
DELANTE	DETRÁS
Medida (pulgadas) Ej: 7x16:	Medida (pulgadas) Ej: 7x16:

Requisitos del AR:

Neumáticos:

Variación dimensional < 10% de diferencia de diámetro respecto a los originales.
< 35% de diferencia de anchura nominal respecto a los originales.

Indicie de carga \geq MMTA del vehículo.

Código de velocidad \leq al indicado en ficha técnica. En caso de no venir indicado el código de velocidad en ficha técnica, consultar.

Velocímetro: 8%-10% de diferencia de diámetro, tarar.

Protección trasera: en caso de aumento de altura, verificar < 550 mm del punto inferior de la protección respecto al suelo.

Alumbrado: tener en cuenta luces que puedan salirse de cotas al aumentar o disminuir altura, como las luces antiniebla.

4.3.5.-SUSPENSIÓN.

SUSPENSIÓN

Código de reforma: 5.1

Documentación mínima: Proyecto, Certificado de taller, dirección de obra.

Fotografías de la ficha técnica por todas sus hojas y todas sus caras y del permiso de circulación:

Fotografías generales del vehículo (delantera, trasera y ambos laterales):



Fotografías detalle de la suspensión:



Eje delantero



Eje trasero



Referencia muelle

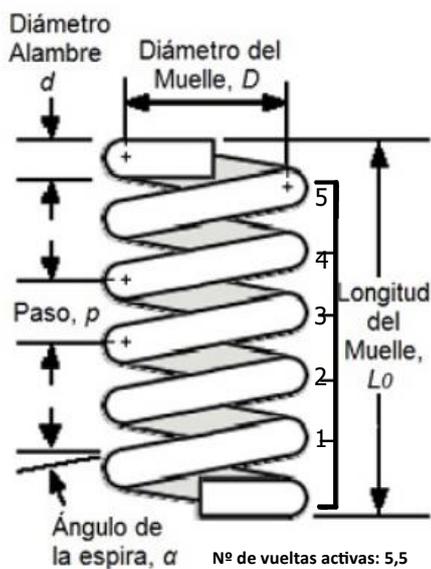


Referencia amortiguador

Fotografías de altura al suelo de todos los dispositivos de alumbrado, señalización, matrícula trasera y dispositivo de acoplamiento (si el vehículo tiene):



COMPROBACIONES	
$250 \leq$ Antiniebla tras ≤ 1000 (mm)	$250 \leq$ Antiniebla del ≤ 800 (mm)
$500 \leq$ Luz de cruce ≤ 1200 (mm)	$350 \leq$ Luz de frenado ≤ 1500 (mm)
$350 \leq$ Luz de posición del ≤ 1500 (mm)	$350 \leq$ Luz de posición tras ≤ 1500 (mm)
$250 \leq$ Catadióptrico tras ≤ 900 (mm)	$250 \leq$ Luz diurna ≤ 1500 (mm)
$250 \leq$ Luz de marcha atrás ≤ 1200 (mm)	$300 \leq$ Matrícula tras ≤ 1200 (mm)
Protección trasera ≤ 500 (mm)	Entrada a habitáculo ≤ 700 (mm)



Fotografías de distancia del centro de rueda al aletín en el punto más desfavorable en ambos ejes:



MUELLES

DELANTEROS

Marca:		Modelo:		Referencia:	
Diametro hilo:	Nº vueltas activas:	Longitud total sin montar:	Diámetro exterior:		

TRASEROS

Marca:		Modelo:		Referencia:	
Diametro hilo (mm):	Nº vueltas activas:	Longitud total sin montar (mm):	Diámetro exterior (mm):		

AMORTIGUADORES

DELANTEROS

Marca:		Modelo:		Referencia:	
--------	--	---------	--	-------------	--

TRASEROS

Marca:		Modelo:		Referencia:	
--------	--	---------	--	-------------	--

Todo esto no es necesario rellenar si se envia la homologación TUV de los elementos.

Nueva altura (mm):	
--------------------	--

SUSPENSIÓN NEUMÁTICA

Fotografías detalle del sistema instalado:



Balona neumática



Referencia balona



Mando de control

Fotografías del compresor (en el caso de que se instale):



BALONAS

DELANTERAS

Lado:	Marca/referencia:	Observaciones:
Número de anclajes:	Métrica (Ej:M8):	Calidad (Ej:8.8):

TRASERAS

Lado:	Marca/referencia:	Observaciones:
Número de anclajes:	Métrica (Ej:M8):	Calidad (Ej:8.8):

MANDO DE CONTROL		
Número de anclajes:	Diámetro tornillo:	Definir su posición:
COMPRESOR		
Marca:	Modelo/Referencia:	Ubicación:
Número de anclajes:	Métrica:	



4.3.6.-ELIMINACIÓN FILA DE ASIENTOS.

ELIMINACIÓN FILA DE ASIENTOS

Código de reforma: 8.1

Documentación mínima: Certificado de taller

Fotografías de la ficha técnica por todas sus hojas y todas sus caras y del permiso de circulación:

Fotografías generales del vehículo (delantera, trasera y ambos laterales):



Fotografías que demuestren que han sido desinstalado las plazas de asiento, cinturones e inutilizado sus anclajes:



Nº de plazas de asiento tras la reforma:

Requisitos del AR:

Anular los anclajes del asiento desmontado.

Cálculos justificativos:

Reparto de cargas si la tara varía más de un 3% o si el vehículo tiene reformas previas que variaron su tara.

4.3.7.-PARAGOLPES DELANTERO.

PARAGOLPES DELANTERO

Fotografías de la ficha técnica por todas sus hojas y todas sus caras y del permiso de circulación:

Fotografías generales del vehículo (delantera, trasera y ambos laterales):



Fotografías detalle de los elementos instalados:



COMERCIAL / ARTESANAL

ELEMENTO	Marca/Modelo	Referencia	Material	Fijación (rellenar en el caso de no usar anclajes originales) N.º tornillos/métrica/calidad
PARAGOLPES DELANTERO				

PROCEDENTES DE OTRO VEHÍCULO

ELEMENTO	Marca/Modelo	Referencia	Material	Fijación (rellenar en el caso de no usar anclajes originales) N.º tornillos/métrica/calidad
PARAGOLPES DELANTERO				

LA INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS PUEDE VARIAR LAS COTAS DEL VEHÍCULO (anotar si varían)

Altura (mm)	Anchura (mm)	Longitud (mm)	Voladizo posterior (mm)	Voladizo anterior (mm)

Los vehículos de la categoría M1 y N1 derivado de M1 con una masa máxima inferior a 2500 kg y fecha de matriculación posterior al **31/12/2012**, Los paragolpes tienen que ser con homologación como UTI.

4.3.8.-PARAGOLPES TRASERO.

PARAGOLPES TRASERO

Fotografías de la ficha técnica por todas sus hojas y todas sus caras y del permiso de circulación:

Fotografías generales del vehículo (delantera, trasera y ambos laterales):



Fotografías detalle de los elementos instalados:



Paragolpes trasero



Soporte para rueda



Protección trasera



Soporte para matrícula

COMERCIAL / ARTESANAL

ELEMENTO	Marca/Modelo	Referencia	Material	Fijación (rellenar en el caso de no usar anclajes originales) N.º tornillos/métrica/calidad
PARAGOLPES TRASERO				

PROCEDENTES DE OTRO VEHÍCULO

ELEMENTO	Marca/Modelo	Referencia	Material	Fijación (rellenar en el caso de no usar anclajes originales) N.º tornillos/métrica/calidad
PARAGOLPES TRASEERO				

LA INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS PUEDE VARIAR LAS COTAS DEL VEHÍCULO (anotar si varían)

Altura (mm)	Anchura (mm)	Longitud (mm)	Voladizo posterior (mm)	Voladizo anterior (mm)

4.3.9.-BACA DE TRANSPORTE.

BACA DE TRANSPORTE

Código de reforma: 8.52

Documentación mínima: Proyecto, Certificado de taller, Dirección de obra

Fotografías de la ficha técnica por todas sus hojas y todas sus caras y del permiso de circulación:

Fotografías generales del vehículo (delantera, trasera y ambos laterales):



Fotografías detalle de los elementos instalados:



BACA COMERCIAL FIJADA A PUNTOS DISTINTOS DE LOS PREDISPUESTOS POR EL FABRICANTE					
ELEMENTO	Marca/Modelo	Material	Ancho de la baca	Capacidad Kg de transporte	Fijación (N.º tornillos/métrica/calidad)
BACA					
ARTESANAL FIJADA A PUNTOS DISTINTOS DE LOS PREDISPUESTOS POR EL FABRICANTE					
ELEMENTO	Tipología de perfil	Material	Ancho de la baca	Capacidad Kg de transporte	Fijación (N.º tornillos/métrica/calidad)
BACA					
Nueva altura del vehículo si varía (mm):					

Requisitos del AR:

Categoría N y O: Exento de verificación de salientes exteriores.

categoría M: Exento de verificación de salientes por encima de los dos metros.

2,5 mm de radio en todas las aristas por debajo de dos metros.

Cálculos a incluir en el proyecto:

Reparto de cargas si se supera el 3% de la tara.

Cálculo de las fijaciones.

4.3.10.-ESTRIBERAS.

ESTRIBERAS

Código de reforma: 8.52

Documentación mínima:

Si la variación de tara supera el 3%: Proyecto técnico, certificado de taller y dirección de obra.

Si la variación de tara es menor al 3%: Certificado de taller.

Fotografías de la ficha técnica por todas sus hojas y todas sus caras y del permiso de circulación:

Fotografías generales del vehículo (delantera, trasera y ambos laterales):



Fotografías detalle de los elementos instalados:



COMERCIAL				
ELEMENTO	Marca/Referencia	Material	Díámetro tubo	Fijación (N.º tornillos/métrica/calidad)
ESTRIBERAS				
ARTESANALES				
ELEMENTO	Medidas máximas (Ancho x alto)	Material	Díámetro tubo	Fijación (N.º tornillos/métrica/calidad)
ESTRIBERAS				
Nueva anchura del vehículo si la cambia (mm):				

Requisitos del AR:

Salientes exteriores: Radios del elemento superiores a 2,5 mm.

Colisión lateral: Si aplica por fecha de primera matriculación, en materiales que no sean fibra o plástico, altura del elemento por debajo de 300 mm o el punto H del asiento por encima de los 700 mm.

Cálculos justificativos (en caso de llevar proyecto):

Reparto de cargas si la tara varía más de un 3%.

Cálculo de fijaciones.

4.3.11.-PLANCHA DE PROTECCIÓN DE BAJOS.

PLANCHA DE PROTECCIÓN DE BAJOS

Código de reforma: 8.52.

Documentación mínima:

Si la plancha de protección de bajos es solo para cubrir el cárter: Certificado de taller.

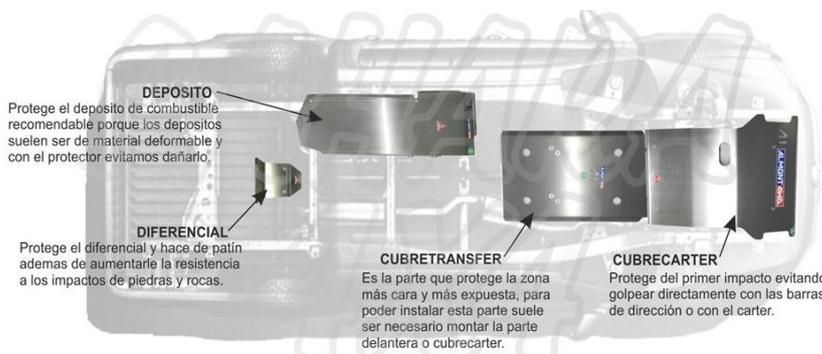
Si la plancha cubre otras zonas que no sean el cárter: Proyecto, Certificado de taller, Dirección de obra.

Fotografías de la ficha técnica por todas sus hojas y todas sus caras y del permiso de circulación:

Fotografías generales del vehículo (delantera, trasera y ambos laterales):



Fotografías detalle de los elementos instalados:



Esquema de las protecciones instaladas

Detalle cubre cárter



Detalle del resto de protecciones



Detalles del dispositivo de remolque original que queda al descubierto

COMERCIAL / ARTESANAL

ELEMENTO	Marca/Modelo	Espesor	Material	Fijación (rellenar en el caso de no usar anclajes originales) N.º tornillos/métrica/calidad
<p>PLANCHA PROTECCIÓN DE BAJOS</p>				



4.3.12.-CABRESTANTE.

CABRESTANTE

Código de reforma: 8.52

Documentación mínima: Proyecto, Certificado de taller, Dirección de obra

Fotografías de la ficha técnica por todas sus hojas y todas sus caras y del permiso de circulación:

Fotografías generales del vehículo (delantera, trasera y ambos laterales):



Fotografías detalle de los elementos instalados:

WARN
VR EVO INSTALL GUIDE

(Deutsch) Bitte besuchen www.warn.com für Installationsanleitung.
 (Svenska) Besök www.warn.com för installera instruktioner.
 (Italiano) Visitare www.warn.com per installare istruzioni.
 (Suomi) Vieralle www.warn.com asennusohje.
 (Nederlands) Bezoek www.warn.com voor installatiehandleiding.
 (Português) Visite www.warn.com para guia de instalação.
 (繁体中文) 若要查看安裝指南, 請登錄www.warn.com.

WARN INDUSTRIES, INC. 12900 S.E. Capps Road,
 Clackamas, OR USA 97015-8903, 1-503-722-1200, FAX: 1-503-722-3000
 Customer Service: 1-800-543-9276
 Dealer/Outlet Service: 1-800-910-1122
 International Fax: 1-503-722-3005



Instrucciones de montaje

ELEMENTO	Marca/Modelo	Capacidad de arrastre	Nºde serie	Fijación (rellenar en el caso de no usar anclajes originales) N.ºtornillos/métrica/calidad
CABRESTANTE				

Requisitos del AR:

Categoría M1:

Colisión frontal: Si aplica por fecha de primera matriculación: Exento MMTA > 2500 kg. No legalizable MMTA < 2500 kg.

Protección de peatones: No legalizable si aplica por fecha de matriculación.

M1 con MTMA < 2500 kg, matriculados a partir de 31/12/2012.

M1, de cualquier MTMA, matriculados a partir de 24/8/2019.

Salientes exteriores: Por detrás del paragolpes, sin requisitos. Tapa con radios > 2,5 mm si se instala por delante del paragolpes.

Dispositivos de remolcado: Verificar que sigue siendo accesible.

Categoría N1:

Protección de peatones: No legalizable si aplica por fecha de matriculación.

N1 derivado de M1, con MTMA < 2500 kg, matriculados a partir de 31/12/2012.

N1, de cualquier MTMA, matriculados a partir de 24/8/2019.

Salientes exteriores: Por detrás del paragolpes, sin requisitos. Tapa con radios > 2,5 mm si se instala por delante del paragolpes.

Dispositivos de remolcado: Verificar que sigue siendo accesible.

Cálculos a incluir en el proyecto:

Reparto de cargas si se supera el 3% de la tara.

Cálculo de las fijaciones.

4.3.13.-LUCES ADICIONALES OPERATIVAS Y LUCES ADICIONALES ORNAMENTALES.

LUCES ADICIONALES OPERATIVAS Y LUCES ADICIONALES ORNAMENTALES

Código de reforma: 8.52, 9.1 y 9.2

Documentación mínima: Certificado de taller.

Fotografías de la ficha técnica por todas sus hojas y todas sus caras y del permiso de circulación:

Fotografías generales del vehículo (delantera, trasera y ambos laterales):



Fotografías detalle de las luces instaladas y de todos los marcajes que se pueden ver en cada dispositivo:



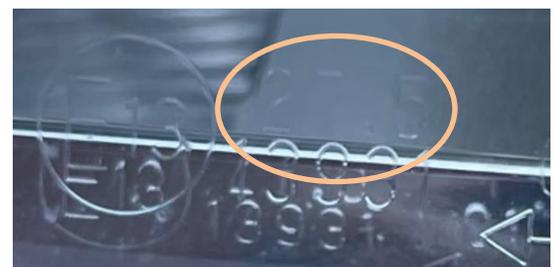
Dispositivo adicional de alumbrado de carretera



Soporte del dispositivo de alumbrado ornamental



Marcado del dispositivo adicional de carretera



Marcado del faro original

DISPOSITIVO ADICIONAL DE ALUMBRADO

DISPOSITIVOS DELANTEROS

Marca:	Referencia:	Marcajes de homologación:
--------	-------------	---------------------------

DISPOSITIVOS TRASEROS

Marca:	Referencia:	Marcajes de homologación:
--------	-------------	---------------------------



4.3.14.-DISPOSITIVO DE ACOPLAMIENTO.

DISPOSITIVO DE ACOPLAMIENTO

Código de reforma: 10.1

Documentación mínima:

Vehículos sin reformas previas, travesaño y bola homologados para el vehículo* dentro de la misma documentación: Certificado de taller.

*Fijado a los anclajes originales presentes en el vehículo, mediante la tornillería especificada por el fabricante.

Vehículo sin reformas previas, travesaño y bola homologados con distinta documentación: Proyecto, certificado de taller y Dirección de obra.

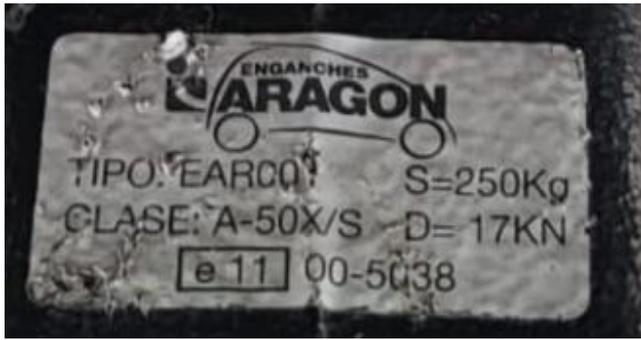
Resto de casos a consultar.

Fotografías de la ficha técnica por todas sus hojas y todas sus caras y del permiso de circulación:

Fotografías generales del vehículo (delantera, trasera y ambos laterales):



Fotografías detalle de la placa del travesaño, bola y de las instrucciones de montaje:



ENGANCHES Y REMOLQUES ARAGÓN

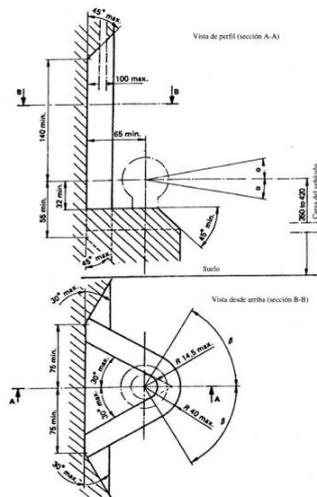
BULON-BOLA ESTANDAR "ARAGON"		INSTRUCCIONES DE MONTAJE	
Ref : EAR001		<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los agujeros existentes en el vehículo. 2. Montar el bulón-bola sobre el vehículo utilizando la herramienta suministrada. 3. La fijación del bulón-bola al vehículo tractor deberá hacerse mediante los tornillos M16 (cantidad 2/3), suministrados primer y segundo suministrados por E.A.R. 4. Ajustar todo según el par de apriete correspondiente. (Se recomienda de 100 Nm al par de apriete después de los primeros 1000 km. de uso). 	
TIPO: A-50 X/S Nº de homologación: Número de homologación: Nº de Clasificación: Zulassung-Nr: e11 00-5038 00		2 x M16x45 (E) 2 x Anclaje a 90° 2 x Ø 18 mm	
Peso máximo remolcado: Max. trailer weight: Poids maximal remorqué: Peso massimo rimorchiabile: Zulassung Zuplast: 3500 kg.		Carga vertical máxima (Max. weight): Charge verticale max. Carga vertical massima: Zulassung Höchstlast: S = 250 kg.	
Valor "U" Valor "V" Valor "D" Wert D: D 17,00 kN		INSTRUCCIONES DE USO Para ensayar la bola tirar del pasador situado en la parte inferior derecha del soporte y sacar la bola hacia arriba. Para volver a montar, tirar del pasador e introducir la bola en el centro del soporte y volver al pasador.	
ATENCIÓN: Dispositivo de enganche homologado según Directiva 90/269 CEE. La capacidad máxima de remolque sobre este tipo de bola como en el presente es de 3500 kg. Este dispositivo solo es apto para trailers de diámetro 20,30,40,50 cm sección (sólo para E.A.R.) Este dispositivo NO ES APTO para trailers o trailers no mencionados en las especificaciones.			

Fotografías detalle del dispositivo instalado:



DISPOSITIVO DE ACOPLAMIENTO	Marca	Tipo	Marcaje de homologación
ESTRUCTURA			
BOLA			

Debe de cumplir con todas estas medidas al no ir en anclajes originales.



Requisitos del AR:

Matrícula y alumbrado: verificar que el dispositivo no obstruye su visibilidad en caso de no ser desmontable.

Categoría M1: Verificar dispositivo de remolcado trasero.

Vehículos todoterreno: Exento del requisito de altura.

Cálculos justificativos:

Reparto de cargas si la tara varía más de un 3%.

Cálculo de la D.



5.- PROYECTO TÉCNICO DE REFORMA DE IMPORTANCIA

5.1.-MEMORIA.

5.1.1. OBJETO DE LA REFORMA

El objeto del presente proyecto es dar solución constructiva y efectuar el estudio de las condiciones de seguridad que debe reunir el vehículo sometido a transformación, así como fijar las condiciones de ejecución de la reforma. Estas condiciones indicarán los imperativos técnicos que deben respetarse y la identificación del taller que efectúa la reforma, con el objetivo de obtener de los Organismos Oficiales Competentes las necesarias autorizaciones que posibiliten la matriculación y/o circulación reglamentaria del vehículo objeto del proyecto, una vez transformado.

Se trata de un vehículo **turismo 4x4**, marca **TOYOTA**, con denominación comercial **LAND CRUISER (150 SERIES)**, tipo **J15TM**, con número de bastidor **JTEBR3FJX0K029487** y matrícula **6989JTD**, al que se desea realizar una reforma de importancia. Para ello se realizarán las siguientes modificaciones:

- Incorporación de toma elevada de aire (snorkel).
- Instalación de bloqueo de diferencial.
- Sustitución de llantas, neumáticos y separadores.
- Sustitución de suspensión y amortiguadores, incluyendo actuadores neumáticos en el eje trasero y limitadores de extensión.
- Eliminación de línea de asientos.
- Sustitución de paragolpes delantero.
- Sustitución de paragolpes trasero, cambio de emplazamiento de matrícula y anulación de alumbrado trasero e instalación de nuevos dispositivos.
- Instalación de estriberas.
- Incorporación de cabrestante.
- Instalación de luces adicionales operativas.
- Sustitución del dispositivo de acoplamiento.

Otras modificaciones no consideradas reformas son las siguientes:

- Incorporación de baca porta equipajes en techo, sobre soportes originales del vehículo.
- Instalación de compresor de aire en el vano motor, sin posibilidad de funcionamiento con vehículo en circulación.
- Instalación de segunda batería en vano motor, en hueco original.
- Sustitución de neumáticos originales por otros neumáticos equivalentes.
- Sustitución del conjunto cubre cárter, protector de transfer, protector de grupo trasero y protector de depósito de combustible original.

Es importante reseñar que la reforma se corresponde sólo con un acondicionamiento de carácter funcional, sin que en ningún caso se modifiquen características técnicas estructurales, sin afectar a la seguridad del vehículo y mejorando si cabe las condiciones ambientales de funcionamiento, debiendo cumplir en todas las circunstancias lo establecido en la legislación vigente en materia de circulación y normativa que afecte a la tipología y uso del vehículo.

5.1.2. ANTECEDENTES

El vehículo, objeto del presente proyecto, ha sido reformado anteriormente, quedando registradas las modificaciones realizadas en la ficha técnica.

5.1.2.1. REFORMAS ANTERIORES EN EL VEHÍCULO

A continuación, se muestran las modificaciones realizadas sobre el vehículo, y que se encuentran registradas en ficha técnica a fecha del 21 de octubre de 2016, consistente en:

- Adecuación como vehículo Forestal extinción de incendios.
- Instala neumáticos 245/70R17 114T sobre llantas 6,5x17”.
- Aumento de la masa en carga técnicamente admisible y masa admisible F.1/F.2 = 3.490 kg
- Aumento de la masa en carga técnicamente admisible y máxima admisible de los ejes a F1.1/F.2.1=2.150 kg.
- Disminución de la masa remolcable con frenos para barra de tracción y remolque de eje central O.1.1 y O.1.3 = 2.500 kg.
- Instalación de enganche marca LAFUENTE tipo EE0170 homologación e9*94/20*94/20*2843*00 con bola fija para remolques de hasta 750 kg S/F y 2.500 kg C/F.
- Masa en orden de marcha 2.255 kg

Las modificaciones realizadas hasta la fecha han sido motivadas por las mismas razones que las del actual proyecto. Se trata de mejorar el comportamiento del vehículo y la seguridad.

5.1.2.2. TIPIFICACIONES DEL PROYECTO

Las reformas objeto del presente proyecto, se encuentran tipificadas y reglamentadas en el Real Decreto 866/2010 de 2 de julio, por el que se regula la Tramitación de las Reformas de Vehículos.

La presente reforma está tipificada en la Sección I- Vehículos de categorías M, N y O, con los códigos de reforma siguientes:

DESCRIPCIÓN REFORMA	CÓDIGO REFORMA
Incorporación de toma elevada de admisión (Snorkel)	2.1.- Modificación de las características o sustitución de los elementos del sistema de admisión del comburente.
Instalación de bloqueo de diferencial.	3.4 (Modificaciones de las características o sustituciones en los elementos de transmisión por otros diferentes desde la salida de la caja de cambios hasta las ruedas)
Sustitución de llantas originales por otras e instalación de separadores.	4.4.- Modificaciones o sustituciones en ruedas o instalación/desinstalación de separadores de ruedas que impliquen modificación del ancho de vía.
<p>Sustitución de la suspensión de serie en ambos ejes por otra de mejores prestaciones.</p> <p>Instalación en el eje trasero de sistema auxiliar de asistencia neumática de suspensión.</p> <p>Instalación de limitadores de extensión en ambos ejes.</p>	5.1.- Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos de sus componentes elásticos.
Eliminación de tercera línea de asientos.	8.1.- Reducción de plazas de asiento.
Sustitución de paragolpes trasero por otro, en el que se modifica el voladizo posterior y se modifica la ubicación de la matrícula.	8.50.- Transformaciones que modifiquen la longitud del voladizo delantero y/o trasero.

<p>Sustitución del paragolpes delantero con soporte de cabrestante.</p> <p>Instalación de cabrestante.</p>	<p>8.52.- Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo.</p>
<p>Instalación de faros adicionales de carretera.</p>	<p>9.1.- Adición o desinstalación de cualquier elemento, dispositivo, sistema, componente o unidad técnica independiente de alumbrado y señalización.</p>
<p>Anulación de dispositivos de alumbrado trasero e instalación de nuevos dispositivos de alumbrado, debido al nuevo paragolpes trasero.</p>	<p>9.2.- Modificación o sustitución de cualquier elemento, dispositivo, sistema, componente o unidad técnica independiente de alumbrado, señalización, en cuanto a ubicación o características.</p>
<p>Desinstalación del dispositivo de acoplamiento original e instalación del nuevo dispositivo de acoplamiento sobre soporte artesanal, desmontable.</p>	<p>10.1.- Instalación, modificación o desinstalación de dispositivos de acoplamiento en vehículos categorías M y N.</p>
<p>Modificación de la masa máxima vertical sobre el punto de acoplamiento.</p>	<p>11.3. Variación de cualquiera de las Masas Máximas Técnicas Admisibles del vehículo.</p>

5.1.2.3. REGLAMENTACIÓN APLICABLE

Acto reglamentario	Referencia	Códigos de reforma										
		2.1	3.4	4.4	5.1	8.1	8.50	8.52	9.1	9.2	10.1	11.3
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CEE				(2)		(2)	(2)			(2)	
Salientes exteriores	74/483/CEE						(2)	(2)				
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE				(2)		(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
Nivel sonoro admisible	70/157/CEE	(2)	(2)									
Emisiones	70/220/CEE	(2)	(2)									
Emisiones (Euro 5 y 6), vehículos ligeros/acceso a la información	Reglamento (CE) Nº 715/2007	(2)	(2)									
Humos diésel	72/306/CEE	(2)										
Dispositivo de remolcado	77/389/CEE										(2)	
Campo de visión delantera	77/649/CEE	(2)						(2)				
Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE			(2)	(2)		(2)	(2)			(2)	(2)
Mecanismos de dirección	70/311/CEE			(1)			(1)					(1)
Guardabarros	78/549/CEE			(1)	(1)			(2)				
Masas y dimensiones	92/21/CEE		(2)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)			(1)	(1)
Neumáticos	92/23/CEE		(2)	(1)								(1)
Dispositivos de visión indirecta	2003/97/CEE				(2)		(2)	(2)				
Frenado	71/320/CEE		(2)		(1)							(1)
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE				(2)			(2)	(2)	(2)		
Dispositivos de acoplamiento	94/20/CE				(2)						(2)	(2)
Protección de los peatones	2003/102/CE				(2)		(2)	(2)				
Sistemas de protección delantera	2005/66/CE				(2)			(2)				
Resistencia de los asientos	74/408/CEE					(2)						
Anclajes de los cinturones de seguridad	76/115/CEE					(2)						
Cinturones de seguridad y sistemas de retención	77/541/CEE					(2)						
Instalación de dispositivo	Anexo VII 94/20/CE										(2)	
Identificación de los mandos, luces testigo e indicadores	78/316/CEE								(2)	(2)		

Acto reglamentario	Referencia	Códigos de reforma										
		2.1	3.4	4.4	5.1	8.1	8.50	8.52	9.1	9.2	10.1	11.3
Cerraduras y bisagras de las puertas	70/387/CEE							(2)				
Dispositivo de remolcado	77/389/CEE							(2)				(2)
Lava/limpiaparabrisas	78/318/CEE							(2)				
Cristales de seguridad	92/22/CEE											
Colisión frontal	96/79/CE							(2)				
Colisión lateral	96/27/CE							(2)				
Catadióptricos	76/757/CEE								(2)	(2)		
Luces de gálibo, de posición delanteras y traseras, de frenado, laterales de posición y de circulación diurna	76/158/CEE								(2)	(2)		
Indicadores de dirección	76/759/CEE								(2)	(2)		
Dispositivo de alumbrado de la placa de matrícula posterior	76/760/CEE								(2)	(2)		
Proyectores (incluidas las lámparas)	76/761/CEE								(2)	(2)		
Limitadores de velocidad	92/24/CEE		(2)									
Instalación de limitadores de velocidad	92/6/CEE		(2)									
Luces antiniebla delanteras	76/762/CEE								(2)	(2)		
Luces antiniebla traseras	77/538/CEE								(2)	(2)		
Luces de marcha atrás	77/539/CEE								(2)	(2)		
Luces de estacionamiento	77/540/CEE								(2)	(2)		
Limpia y lavaproyectores	Reglamento CEPE/ONU 45R								(2)	(2)		
Luces de circulación diurna	Reglamento CEPE/ONU 87R								(2)	(2)		
Luces de posición lateral	Reglamento CEPE/ONU 91R								(2)	(2)		
Sistema de alumbrado delantero adaptable AFS	Reglamento CEPE/ONU 123R								(2)	(2)		

Notas:

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

Como se puede observar en la documentación del vehículo, la fecha de primera matriculación de este es el **10 de octubre de 2016**. Teniendo en cuenta esta fecha de matriculación, la tabla de actos reglamentarios afectados, según Real Decreto 866/2010 de 2 de julio y el Real Decreto 2028/2006, de 16 de junio, es la siguiente.

ACTO REGLAMENTARIO	NIVEL	REFERENCIA
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	(2)	R(UE) 661/2009
Salientes exteriores	(2)	R (CE) 661/2009
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	(2)	R(CE) 661/2009
Nivel sonoro admisible	(2)	R(UE) 661/2009
Emisiones	(2)	R(UE) 661/2009
Emisiones (Euro 5 y 6), vehículos ligeros/acceso a la información	(2)	R(CE) 715/2007
Humos diésel	(2)	R(CE) 715/2007
Dispositivo de remolcado	(2)	R(CE) 661/2009
Campo de visión delantera	(2)	R(UE) 661/2009
Dispositivos de protección trasera	(2)	R(CE) 661/2009
Mecanismos de dirección	(1)	R(CE) 661/2009
Guardabarros	(1)	R(CE) 661/2009
Velocímetro y marcha atrás	(2)	R(CE) 661/2009
Masas y dimensiones	(1)	R(UE) 1230/2012
Neumáticos	(1)	Directiva 2005/11
Dispositivos de visión indirecta	(2)	R(CE) 661/2009
Frenado	(1)	R(CE) 661/2009
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	(2)	R(CE) 661/2009
Dispositivos de acoplamiento	(2)	R(CE) 661/2009
Protección de los peatones	(2)	R(CE) 78/2009
Sistemas de protección delantera	(2)	R(CE) 661/2009
Resistencia de los asientos	(2)	R(CE) 661/2009
Anclajes de los cinturones de seguridad	(2)	R(CE) 661/2009
Cinturones de seguridad y sistemas de retención	(2)	R(CE) 661/2009
Instalación de dispositivo	(2)	R(CE) 661/2009
Identificación de los mandos, luces testigo e indicadores	(2)	Directiva 2009/80
Cerraduras y bisagras de las puertas	(2)	R(CE) 661/2009
Dispositivo de remolcado	(2)	R(CE) 661/2009
Lava/limpiaparabrisas	(2)	R(CE) 661/2009
Cristales de seguridad	(2)	R(CE) 661/2009
Colisión frontal	(2)	R(CE) 661/2009
Colisión lateral	(2)	R(CE) 661/2009
Catadióptricos	(2)	R(CE) 661/2009
Luces de gálibo, de posición delanteras y traseras, de frenado, laterales de posición y de circulación diurna	(2)	R(CE) 661/2009
Indicadores de dirección	(2)	R(CE) 661/2009
Dispositivo de alumbrado de la placa de matrícula posterior	(2)	R(CE) 661/2009
Proyectores (incluidas las lámparas)	(2)	R(CE) 661/2009
Limitadores de velocidad	(2)	R(CE) 661/2009
Instalación limitadores de velocidad	(2)	R(CE) 661/2009
Luces antiniebla delanteras	(2)	R(CE) 661/2009
Luces antiniebla traseras	(2)	R(CE) 661/2009
Luces de marcha atrás	(2)	R(CE) 661/2009
Luces de estacionamiento	(2)	R(CE) 661/2009
Limpia y lavaproyectores	(2)	--
Luces de circulación diurna	(2)	R(CE) 661/2009
Luces de posición lateral	(2)	R(CE) 661/2009
Sistema de alumbrado delantero adaptable AFS	(2)	R(CE) 661/2009

Notas:

(1) El acto reglamentario se aplica en su última actualización en vigor, a fecha de tramitación de la reforma.

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

Otra legislación aplicable 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 de vehículos**, publicado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, revisión 7ª, noviembre de 2022.
- **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.
- **Real Decreto 2028/1986**, de 6 de junio, por el que se dictan normas para la aplicación de determinadas Directivas de la CEE, relativas a la homologación de tipos de vehículos.
- **Orden EIC/1337/2017**, de 18 de diciembre, por la que se actualizan los anexos I y II del Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, sobre las normas para la aplicación de determinadas directivas de la CEE, relativas a la homologación de tipo de vehículos automóviles, remolques, semirremolques, motocicletas, ciclomotores y vehículos agrícolas, así como de partes y piezas de dichos vehículos.
- **Real Decreto 2822/1998**, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos.
- **Orden PRE/52/2010**, de 21 de enero, por la que se modifican los anexos II, IX, XI, XII y XVIII del Reglamento General de Vehículos, aprobado por Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre.
- **Real Decreto 920/2017**, de 23 de octubre, por el que se regula la inspección técnica de vehículos.
- **Vigente código de circulación** y normas complementarias.
- **Real Decreto 818/2009**, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento General de Conductores.
- **Real Decreto 1428/2003**, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo.
- **Norma UNE 26-086-85** relativa a Peso de Vehículos.

- **Norma UNE 26-192-87** relativa a Dimensiones de Vehículos.
- **Norma UNE 26-204** relativa a Exteriores para Auto Vehículos.
- **Norma DIN 1.707** relativa a soldaduras en Carrocerías.
- **Real Decreto 455/2010**, de 16 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 1457/1986, de 10 de enero, por el que se regulan la actividad industrial y la prestación de servicios en los talleres de reparación de vehículos automóviles, de sus equipos y componentes.
- **Real Decreto 1215/1997**, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- **Reglamento de Seguridad e Higiene** en el trabajo.



5.1.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VEHÍCULO ANTES Y DESPUÉS DE LA REFORMA

A continuación, se muestran las características del vehículo utilizando el formato de ficha reducida de características técnicas contemplado en el RD 750/2010.

Sólo se indican las características que cambian antes y después de la reforma.

5.1.3.1. CARACTERÍSTICAS ANTES DE LA REFORMA

Las características técnicas del vehículo, antes de efectuar la reforma objeto de este proyecto, son las que se relacionan posteriormente, según el modelo de ficha reducida de características técnicas que figura en el apéndice 2, parte III, correspondiente al Anexo III para vehículos de las categorías M y N del RD 750/2010:

Ficha de características. Categoría M1G. Completo	
DATOS	Nº BASTIDOR: JTEBR3FJX0K029487
Marca	TOYOTA
Tipo / variante / versión	J15TM/GDJ150(MEF)/GDJ150L-GKFEYW(BF)
Denominación comercial	TOYOTA LAND CRUISER (150 SERIE
Categoría del vehículo	M1G
Nombre y dirección del fabricante del vehículo de base	
Nombre y dirección del fabricante de la última fase de fabricación del vehículo	
Emplazamiento de la placa del fabricante:	
Parte fija VIN	
Emplazamiento del número de identificación del vehículo	
Vehículo de base:	
Número de homologación (incluyendo la extensión)	
Fecha	
Vehículo completo	
Número de homologación (incluyendo la extensión)	
Fecha	
CONSTITUCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO	
Número de ejes y ruedas	
Número y emplazamiento de ejes con ruedas gemelas	
Descripción de los ejes. Tipo y capacidad	
Número y localización de los ejes de dirección	
Ejes motrices (nº, localización e interconexión)	
MASAS Y DIMENSIONES	
Distancia entre ejes consecutivos 1º, 2º, 3º,...	
Avance 5ª rueda (máximo y mínimo en caso de 5ª rueda ajustable)	
Vías de cada eje 1º / 2º / 3º / ...	1º 1.605 / 2º 1.605
Longitud	4.780
Longitud máxima admisible del vehículo completado	
Anchura	1.885
Anchura máxima admisible del vehículo completado	
Altura (en orden de marcha)	1.845
Voladizo trasero	

Voladizo trasero máximo autorizado para el vehículo completado	
Masa del bastidor desnudo (sin cabina, liquido de refrigeración, lubricantes, combustible, rueda de repuesto no conductor)	
Masa en orden de marcha	2.385
Masa mínima admisible del vehículo completado	
Masa máxima en carga técnicamente admisible (MMTA)	
Distribución de esta masa entre los ejes 1º/2º/3º/punto de enganche si hay remolque...	
Masa máxima en carga técnicamente admisible en cada eje 1º/2º/3º/...	
Masa máxima técnicamente admisible del conjunto (MMTC)	
Masa máxima en carga admisible prevista para matriculación/circulación (MMA)	
Masa máxima en carga admisible prevista para matriculación/circulación en cada eje 1º/2º/3º/...	
Masa máxima en carga admisible prevista para matriculación/circulación del conjunto (MMTC)	
Masa máxima en carga admisible prevista para matriculación/circulación del conjunto (MMAC)	
Masa máxima remolcable técnicamente admisible del vehículo motor en caso de: - Remolque con barra de tracción: - Semirremolque: - Remolque de eje central:	
Masa máxima del remolque sin frenos	
Carga vertical estática/masa máxima técnicamente admisible en el punto de acoplamiento del vehículo motor	
UNIDAD MOTRIZ	
Fabricante o marca del motor	
Código del motor asignado por el fabricante	
Motor de combustión interna	
Principio de funcionamiento	
Número y disposición de los cilindros	
Cilindrada (cm ³)	
Tipo de combustible o fuente de energía	
Potencia neta máxima (kW) a (min ⁻¹)	
Motor Eléctrico puro (sí/no)	
Potencia máxima por hora (kW)	
Motor Híbrido (sí/no)	
Tipo	
TRANSMISIÓN	
Tipo (mecánica, hidráulica, eléctrica, etc.)	
Caja de cambios (tipo)	
Nº de relaciones	
SUSPENSIÓN	
Breve descripción del tipo de suspensión delantera y trasera	
Neumáticos y ruedas (características principales)	
DIRECCIÓN	
Dirección, método de asistencia	
FRENADO	

Breve descripción del dispositivo de frenado. ABS: sí/no	
Presión en el conducto de alimentación del dispositivo de frenado del remolque (bar)	
Marca de homologación CE del dispositivo de acoplamiento, en su caso	
Tipo o clase de dispositivos de acoplamiento que pueden instalarse	
Valores característicos: D / V / S / U	

CARROCERÍA	
Tipo de carrocería (según anexo II, parte C de la Directiva 2007/46/CE)	
Retrovisores. Tipo	
Dispositivos de visión indirecta distintos de los retrovisores.	
Sistemas de Protección Delantera: sí/no. Detalles pormenorizados de los dispositivos	
Número y disposición de las puertas	
Número de plazas de asiento (incluido el conductor)	7
DISPOSITIVOS DE ALUMBRADO Y SEÑALIZACIÓN LUMINOSA	
Dispositivos obligatorios Luces de carretera	2
Dispositivos facultativos (número)	
VARIOS	
Velocidad máxima	
Emisión de CO ₂ (ciclo mixto): g/km (solo N1)	
Nivel de ruido parado: dB(A) a min ⁻¹	
Nivel de emisiones: Euro...	
Potencia fiscal (CVF)	
Capacidad depósito/s de combustible (solo N2 y N3)	
Capacidad depósito/s auxiliar/es de combustible (solo N2 y N3)	
Máxima capacidad del momento de la grúa	
Protección trasera. Nº de homologación	
Tacógrafo digital. Sí/no	
Observaciones: Vehículo importado con DUA Núm. 301626, de fecha 21/11/2005. Aduana de Santander.	

5.1.3.2. CARACTERÍSTICAS DESPUÉS DE LA REFORMA

Ficha de características. Categoría M1G. Completo	
DATOS	Nº BASTIDOR: JTEBR3FJX0K029487
Marca	TOYOTA
Tipo / variante / versión	J15TM/GDJ150(MEF)/GDJ150L-GKFEYW(BF)
Denominación comercial	TOYOTA LAND CRUISER (150 SERIE)
Categoría del vehículo	M1G
Nombre y dirección del fabricante del vehículo de base	
Nombre y dirección del fabricante de la última fase de fabricación del vehículo	
Emplazamiento de la placa del fabricante:	
Parte fija VIN	
Emplazamiento del número de identificación del vehículo	
Vehículo de base:	
Número de homologación (incluyendo la extensión)	
Fecha	
Vehículo completo	
Número de homologación (incluyendo la extensión)	
Fecha	
CONSTITUCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO	
Número de ejes y ruedas	
Número y emplazamiento de ejes con ruedas gemelas	
Descripción de los ejes. Tipo y capacidad	
Número y localización de los ejes de dirección	
Ejes motrices (nº, localización e interconexión)	
MASAS Y DIMENSIONES	
Distancia entre ejes consecutivos 1º, 2º, 3º,...	
Avance 5ª rueda (máximo y mínimo en caso de 5ª rueda ajustable)	
Vías de cada eje 1º / 2º / 3º / ...	1.675 / 1.675
Longitud	4.992
Longitud máxima admisible del vehículo completado	
Anchura	1.910
Anchura máxima admisible del vehículo completado	
Altura (en orden de marcha)	1.961 (*)
Voladizo trasero	1.318
Voladizo trasero máximo autorizado para el vehículo completado	
Masa del bastidor desnudo (sin cabina, liquido de refrigeración, lubricantes, combustible, rueda de repuesto no conductor)	
Masa en orden de marcha	2.895
Masa mínima admisible del vehículo completado	
Masa máxima en carga técnicamente admisible (MMTA)	
Distribución de esta masa entre los ejes 1º/2º/3º/punto de enganche si hay remolque...	
Masa máxima en carga técnicamente admisible en cada eje 1º/2º/3º/...	
Masa máxima técnicamente admisible del conjunto (MMTC)	
Masa máxima en carga admisible prevista para matriculación/circulación (MMA)	
Masa máxima en carga admisible prevista para matriculación/circulación en cada eje 1º/2º/3º/...	

Masa máxima en carga admisible prevista para matriculación/circulación del conjunto (MMTC)	
Masa máxima en carga admisible prevista para matriculación/circulación del conjunto (MMAC)	
Masa máxima remolcable técnicamente admisible del vehículo motor en caso de: - Remolque con barra de tracción: - Semirremolque: - Remolque de eje central:	
Masa máxima del remolque sin frenos	
Carga vertical estática/masa máxima técnicamente admisible en el punto de acoplamiento del vehículo motor	
UNIDAD MOTRIZ	
Fabricante o marca del motor	
Código del motor asignado por el fabricante	
Motor de combustión interna	
Principio de funcionamiento	
Número y disposición de los cilindros	
Cilindrada (cm ³)	
Tipo de combustible o fuente de energía	
Potencia neta máxima (kW) a (min ⁻¹)	
Motor Eléctrico puro (sí/no)	
Potencia máxima por hora (kW)	
Motor Híbrido (sí/no)	
Tipo	
TRANSMISIÓN	
Tipo (mecánica, hidráulica, eléctrica, etc.)	
Caja de cambios (tipo)	
Nº de relaciones	
SUSPENSIÓN	
Breve descripción del tipo de suspensión delantera y trasera	
Neumáticos y ruedas (características principales)	
DIRECCIÓN	
Dirección, método de asistencia	
FRENADO	
Breve descripción del dispositivo de frenado. ABS: sí/no	
Presión en el conducto de alimentación del dispositivo de frenado del remolque (bar)	
Marca de homologación CE del dispositivo de acoplamiento, en su caso	
Tipo o clase de dispositivos de acoplamiento que pueden instalarse	
Valores característicos: D / V / S / U	
CARROCERÍA	
Tipo de carrocería (según anexo II, parte C de la Directiva 2007/46/CE)	
Retrovisores. Tipo	
Dispositivos de visión indirecta distintos de los retrovisores.	
Sistemas de Protección Delantera: sí/no. Detalles pormenorizados de los dispositivos	
Número y disposición de las puertas	
Número de plazas de asiento (incluido el conductor)	5

DISPOSITIVOS DE ALUMBRADO Y SEÑALIZACIÓN LUMINOSA	
Dispositivos obligatorios Luces de carretera	2+2
Dispositivos facultativos (número)	
VARIOS	
Velocidad máxima	
Emisión de CO ₂ (ciclo mixto): g/km (solo N1)	
Nivel de ruido parado: dB(A) a min ⁻¹	
Nivel de emisiones: Euro...	
Potencia fiscal (CVF)	
Capacidad depósito/s de combustible (solo N2 y N3)	
Capacidad depósito/s auxiliar/es de combustible (solo N2 y N3)	
Máxima capacidad del momento de la grúa	
Protección trasera. Nº de homologación	
Tacógrafo digital. Sí/no	
Observaciones: Vehículo importado con DUA Núm. 301626, de fecha 21/11/2005. Aduana de Santander.	

(sombreado en azul los cambios propuestos)

(*) La nueva altura es teniendo en cuenta la baca. Sin tener en cuenta ésta, la altura ganada es de 36 mm.



5.1.3.3. VARIACIONES A EFECTUAR EN FICHA TÉCNICA

Las variaciones a efectuar en la ficha técnica son las siguientes:

- Masa real.....2.895 kg
- Altura total (F4)1.961 mm
- Anchura (F.5).....1.910 mm
- Longitud (F.6).....4.992 mm
- Vía anterior (F.7).....1.675 mm
- Vía posterior (F.7.1)1.675 mm
- Voladizo trasero (F.8)1.318 mm
- Número de plazas de asiento (S.1)5
- Masa máx. en carga técnic. Adm. en pivote acoplamiento (F1.5) 100 kg
- Reubicación de placa de matrícula sobre nuevo soporte en el paragolpes trasero.
- Incorporación de toma elevada de admisión, snorkel, marca BRAVO SNORKEL, referencia SMGC, en el lado derecho.
- Incorporación de sistema de bloqueo de diferencial en el eje trasero del vehículo, marca ARB, modelo AIRLOCKER RD193, sin referencia visible tras instalación.
- Sustitución de llantas originales por llantas marca OZ RACING, modelo RALLY RAID de aluminio, referencia GLOSS BRONZE BLACK LETTERING, de radio 17", ancho 8", ET +25 y ETRTO 8J.
- Incorporación de separadores de ruedas de 30 mm en ambos ejes, de la marca PLASMA 4x4.
- Sustitución de suspensión de serie por kit de suspensión delantera y trasera de la marca Old Man Emu, modelo OME BP-51, formado por:
 - Amortiguador referencia BP5190004L y muelle referencia VE51848002 para el eje delantero.
 - Amortiguador referencia BP5160025 y muelle referencia OME-898X para el eje trasero.
- Instalación en eje trasero de sistema auxiliar de asistencia neumática de suspensión, compuesto por actuadores neumáticos de la marca AIR-LIFT, referencia 201515204.
- Instalación de limitadores de extensión de la suspensión en los dos ejes sin afectar comportamiento de la suspensión del vehículo, sin referencia visible tras instalación.
- Eliminación de tercera línea de asientos con reducción de plazas a 5.

- Sustitución de paragolpes trasero por otro con soportes abatibles para rueda de repuesto en el lateral derecho y para jerrycan y matrícula en el lado izquierdo, de la marca ACAYX, con código comercial RB-TLC150.
- Modificación del paragolpes delantero para mejorar los ángulos de ataque, con soporte de cabrestante, modelo híbrido de la marca ACAYX, con código comercial FB-HIB-TLC153.
- Incorporación de cabrestante de la marca WARN, modelo VR EVO 12-S/12V, con número de serie 120120222306, con 5.443 kg de capacidad de arrastre.
- Instalación de estriberas de tubo de acero de 80 mm, con depósito de aire comprimido, marca BUMAR EXTREME, sin referencia visible tras instalación.
- Instalación de faros adicionales de carretera de leds, marca LAZER LAMPS LTD y contraseña de homologación E9 01 R PL 16859, de 7,5 puntos de luz cada uno.
- Anulación de dispositivos de alumbrado trasero e instalación de nuevos dispositivos de alumbrado consistentes en:
 - Luces de indicadores de dirección marca HORPOL y contraseña de homologación 2a 00 E9 16653.
 - Luces de posición traseras marca HORPOL y contraseña de homologación R1 02 E9 16653.
 - Luces de freno traseras marca HORPOL y contraseña de homologación S1 02 E9 16653.
 - Luz antiniebla trasera marca HORPOL y contraseña de homologación F1 00 E9 119922.
 - Luz de marcha atrás marca HORPOL y contraseña de homologación AR 00 E9 6640.
 - Luz de placa de matrícula trasera con contraseña de homologación L 00 E6 0958.
- Catadióptricos traseros con contraseña de homologación IA 02 E20 020120.
- Desinstalación del dispositivo de acoplamiento marca LAFUENTE tipo EE0170, con contraseña de homologación e9*94/20*2843*00 e instalación de nuevo dispositivo de acoplamiento sobre soporte artesanal, desmontable, tipo "bola-pasador", marca ENGANCHES ARAGON, modelo EAR001, con contraseña de homologación e11*94/20*5038*00.

Otras modificaciones no consideradas reformas.

- Sustitución del conjunto cubre cárter, protector de transfer, protector de grupo trasero y protector de depósito de combustible original por otro de la marca ALMONT 4WD, sin referencias visibles tras instalación.
- Instalación de baca porta equipajes en techo sobre soportes originales del vehículo, marca ACAYX.
- Instalación de compresor de aire en el vano motor, marca ARB, sin posibilidad de funcionamiento con vehículo en circulación.
- Instalación de segunda batería en vano motor, en hueco original.
- Sustitución de neumáticos originales por otros neumáticos de aptitudes todo terreno, de la marca BFGOODRICH, modelo All-Terrain T/A, medidas LT245/70R17 119/166S M+S.

Resto de características sin variación.

5.1.4. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA REFORMA

Todo el proceso de reforma se realizará de la siguiente manera cumpliendo con lo establecido en las directivas que son para los códigos de reforma 2.1, 3.4, 4.4, 4.5, 5.1, 8.1, 8.50, 8.52, 9.1, 9.2, 10.1.

5.1.4.1.-INSTALACIÓN DE TOMA ELEVADA DE ADMISIÓN (SNORKEL).

5.1.4.1.1. DESMONTAJES REALIZADOS.

Se procederá a desmontar el filtro de aire y guarnecido del paso de rueda, así como la aleta lateral afectada para la realización del agujero pasante.

Para la instalación de la toma elevada de aire se realizará un agujero pasante en el lateral derecho del vehículo, en la aleta lateral, justo a la altura del eje delantero. Esta perforación tocará elementos estructurales de la carrocería y no debilitará la seguridad estructural del vehículo.

En el vano motor se desmontará la anterior toma de aire que iba en la propia aleta lateral del vehículo y se conectará a la nueva toma elevada.

Los desmontajes realizados no afectarán a elementos estructurales del vehículo.

5.1.4.1.2. VARIACIONES Y SUSTITUCIONES.

Para llevar a cabo esta reforma no será necesario realizar ninguna variación ni sustitución en el sistema de admisión del comburente.

La anchura del vehículo se verá aumentada en 25 mm por la instalación de la toma de aire elevada.

5.1.4.1.2.-MATERIALES EMPLEADOS.

Para llevar a cabo esta reforma se ha utilizado un Kit del fabricante BRAVO DEAL S.L., con VAT nº ESB55182737 y referencia SMGC. El material de la toma elevada es de LLDPE (Polietileno Lineal de Baja Densidad) de la marca ExxonMobil, con código LL8446.21 y densidad 0,936 g/cm³, según test ISO 1183. La toma de aire elevada es suministrada de forma completa y global, incorporando toda la tornillería, soportes necesarios, plantillas de marcado y toda la información necesaria para su correcta instalación.



Ilustración 30: Ubicación referencia SNORKEL.

En anexos se adjunta la documentación referente a la toma elevada de admisión.

5.1.4.1.3. MONTAJES REALIZADOS.

Se realizarán los siguientes montajes y comprobaciones:

- Todos los elementos de la toma elevada instalados en el exterior del vehículo poseerán un radio de curvatura mayor a 2,5 mm y estarán en una disposición que no provocarán peligro de enganche sobre peatones, ciclistas o motoristas.
- La toma elevada de admisión no entorpecerá ni restará visibilidad al conductor del vehículo.
- La altura del vehículo no se verá afectada por la incorporación de la toma elevada de admisión.
- La anchura del vehículo aumentará en 25 mm por la incorporación de la toma elevada de admisión.
- La toma de aire elevada no sobresale más de 100 mm del lateral del vehículo.
- La instalación de la toma elevada de admisión no modificará la ubicación del filtro de aire original ni de ninguno de sus componentes. Se respetará la admisión original del vehículo, sin modificar la caja de filtro de admisión original del vehículo.

- No se reducirá, en ningún tramo del conducto, la sección de paso del aire respecto a la sección de paso original. La toma elevada no supondrá una variación sobre el diámetro original de la toma de admisión de aire, por lo que se puede afirmar que la potencia del motor no se verá afectada por disminución o aumento del caudal de aire en la admisión.

Esta reforma no afectará a los actos reglamentarios y las directivas que los regulan, que son de aplicación para el código de reforma 2.1.

5.1.4.2.-INSTALACIÓN DE BLOQUEO DE DIFERENCIAL EN EL EJE TRASERO.

5.1.4.2.1. DESMONTAJES REALIZADOS.

Se procederá a desmontar las ruedas y los frenos en eje trasero del vehículo, para poder sacar las transmisiones, ya con estos elementos desmontados podemos proceder a desmontar el diferencial trasero.

Los desmontajes realizados no han afectado a elementos estructurales del vehículo.

5.1.4.2.2. VARIACIONES Y SUSTITUCIONES.

Para llevar a cabo esta reforma tenemos que sustituir la caja de satélites que incorpora el diferencial trasero original del vehículo por el bloqueador de diferencial de la marca ARB, modelo AIRLOCKER, expresamente fabricado para el modelo.

Esta reforma no conllevará variaciones en las dimensiones del vehículo.

5.1.4.2.3. MATERIALES EMPLEADOS.

Para llevar a cabo esta reforma se ha utilizado el bloqueador AIR LOCKER ARB RD193, con el que se conecta a cualquier velocidad, obteniendo una tracción inmediata ya que se engrana y desengrana con rapidez y seguridad. La actuación sobre el bloqueador es neumática, aprovechando el compresor instalado en el vano motor.

Se instalará un interruptor o mando de accionamiento en la zona del salpicadero, en una ubicación disponible del vehículo que está vacía al tratarse de un opcional que la marca TOYOTA permite instalar.

La identificación de los productos, se indican en las imágenes siguientes:

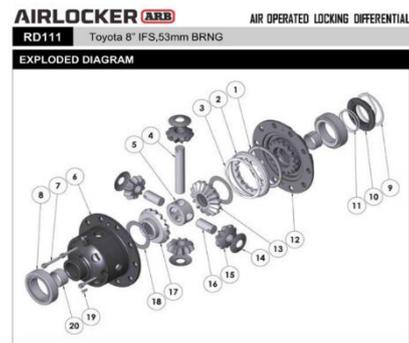


Ilustración 31: Bloqueador de diferencial y croquis.



Ilustración 32: Compresor y mando de funcionamiento.

5.1.4.2.4. MONTAJES REALIZADOS.

Se realizarán los siguientes montajes y comprobaciones:

- La relación original de transmisión no se verá afectada.
- El nivel de emisiones del vehículo no se verá afectado.
- La compatibilidad electromagnética del vehículo no se verá afectada pues el accionamiento del bloqueo de diferencial es mecánico, a través del almacenamiento de aire comprimido en las estriberas que se instalarán. El botón actuará sobre una electroválvula que permitirá el paso del aire comprimido, actuando sobre el bulón que bloquea el diferencial.
- El funcionamiento del compresor de aire, instalado en anteriores reformas, seguirá siendo a vehículo parado, precargando los calderines de las estriberas, de forma que cuando se demande el funcionamiento del bloqueo, este pueda funcionar con la reserva de aire de los calderines.
- Se seguirán las instrucciones de montaje del fabricante del bloqueo.

Esta reforma no afectará a los actos reglamentarios y las directivas que los regulan, que son de aplicación para el código de reforma 3.4.

5.1.4.3- SUSTITUCIÓN DE LLANTAS, NEUMÁTICOS Y KIT DE SUSPENSIÓN.

5.1.4.3.1. DESMONTAJES REALIZADOS.

Para llevar a cabo la presente reforma será necesario desinstalar los siguientes elementos originales:

- Llantas y neumáticos.
- Muelles.
- Amortiguadores.
- Limitadores de extensión de la suspensión.

Los desmontajes realizados no han afectado a elementos estructurales del vehículo.

5.1.4.3.2. VARIACIONES Y SUSTITUCIONES.

Se sustituirán las llantas, neumáticos, amortiguadores originales por los indicados en los materiales empleados y Limitadores de extensión de la suspensión. Los ejes quedarán equipados con separadores de ruedas de 30 mm de la marca PLASMA 4x4.

La instalación de los separadores y llantas de ET+25 variará el ancho de vías de los dos ejes, obteniéndose los siguientes datos:

Vía	Antes (mm)	Después (mm)	Diferencia(mm)
Anterior	1605	1675	+70
Posterior	1605	1675	+70

5.1.4.3.3. MATERIALES EMPLEADOS.

Los materiales que se emplearán en esta reforma procederán de un distribuidor especializado en productos para vehículos 4x4. Los materiales a instalar serán los siguientes:

LLANTAS

- Marca OZ RACING
- Modelo: Rally Raid
- Material: Aluminio
- Referencia: GLOSS BRONZE BLACK LETTERING
- Dimensiones: Radio 17", ancho 8", ET +25
- ETRTO: 8J



Ilustración 33: Llanta a instalar y referencia



Ilustración 34: Desplazamiento de la llanta y ancho.

NEUMÁTICOS EQUIVALENTES

- Marca: BFGOODRICH
- Modelo: All-Terrain
- Medidas: LT245/70R17 119/116S



Ilustración 35: Neumático instalado.

SEPARADORES

Los separadores serán de la marca PLASMA 4x4, sin referencias visibles tras la instalación. Los separadores tienen un espesor de 30 mm y son de acero de aleación de acero inoxidable.



Ilustración 36: Separadores PLASMA 4x4.

KIT DE SUSPENSIÓN

En cuanto al kit de suspensión, será de la marca OLD MAN EMU reconocida internacionalmente en el ámbito de los vehículos 4x4.

Tanto muelles como amortiguadores resultan componentes preparados para el reemplazo directo en el modelo sujeto a modificación, TOYOTA LAND CRUISER en su variante europea J15TM.

El kit de remplazo consta de:

- Eje delantero:
 - Muelles referencia VE51848002
 - Amortiguadores referencia BP5190004L
- Eje trasero:
 - Muelles referencia OME-898X
 - Amortiguadores referencia BP5160025



Ilustración 37: Kit de suspensión.

Las características de los muelles son:

	Eje delantero	Eje trasero	
Marca	OME	OME	
Referencia	BP5190004L	BP5160025	
Ø exterior (mm)	120	170	
Longitud (mm)	260	400	
Ø espira (mm)	18	18	
Nº espiras	8	8	

ACTUADORES NEUMÁTICOS

El sistema de actuadores neumáticos será de la marca AIR-LIFT, referencia 201515204 que, acoplado al sistema, mejora las características del conjunto.

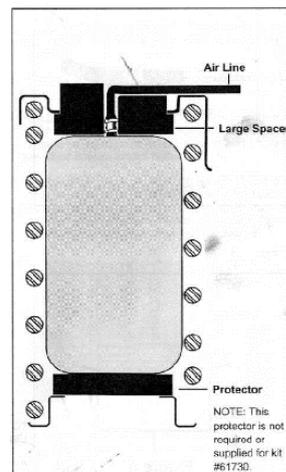


Ilustración 38: Montaje actuador neumático.

LIMITADORES DE EXTENSIÓN DE LA SUSPENSIÓN

Los materiales utilizados son un kit de limitadores de extensión para los dos ejes, conformados por eslingas ajustables en distancia, con soportes soldados a carrocería y a los trapecios de la suspensión.



Ilustración 39: Ejemplo kit comercial de limitador de extensión.

Las características de las eslingas que se instalarán son las siguientes:

- Eje delantero
 - Ancho de la eslinga: 5 cm
 - Largo de la eslinga para extensión: 35 cm
 - Esfuerzo máximo que soporta la eslinga: 2000 kg
- Eje trasero
 - Ancho de la eslinga: 6 cm
 - Largo de la eslinga para extensión: 25 cm
 - Esfuerzo máximo que soporta la eslinga: 2000 kg

5.1.4.3.4. MONTAJES REALIZADOS.

Se realizarán los siguientes montajes y comprobaciones:

- No se producirán interferencias entre los neumáticos y la carrocería o el guardabarros.
- Los neumáticos serán equivalentes, del mismo diámetro que el registrado en ficha técnica, 245/70R17, con código de carga superior e igual índice de velocidad.
- Se asegurará la compatibilidad entre llantas y neumáticos, siendo 8J” el ancho de la llanta, compatible con la medida del neumático LT245/70R17, según normas ETRTO.

TYRE SIZE	APPROVED RIM CONTOURS
245/70 R 15, 16, 17	6½J 7J 7½J 8J

Ilustración 40: Montaje actuador neumático.

- Se comprobarán las cotas de dirección y no se producirá variación respecto a los valores nominales del fabricante.
- La instalación de los separadores se realizará sobre la propia tornillería de sujeción de las llantas.
- Se ha comprobará que los muelles se anclarán conforme los muelles originales, respetando su ubicación original, sin disminuir las condiciones de seguridad y siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Se comprobará que los dispositivos de alumbrado se encuentran dentro de las cotas admisibles tras el aumento de altura debido a los muelles y neumáticos.
 - $350 \leq$ Luz de posición delantera ≤ 1500 mm.
 - $500 \leq$ Luces de cruce ≤ 1200 mm.
 - $250 \leq$ Antiniebla delantera ≤ 800 mm.
 - $350 \leq$ Luces indicadoras de dirección ≤ 1500 mm.
 - $350 \leq$ Luz de posición trasera ≤ 1500 mm.
 - $250 \leq$ Antiniebla trasera ≤ 1000 mm.
 - $350 \leq$ Luces de frenado ≤ 1500 mm.
 - $250 \leq$ Luces de marcha atrás ≤ 1200 mm.
 - $250 \leq$ Catadióptricos traseros no triangulares ≤ 1200 mm.
 - $300 \leq$ Altura borde inferior/superior matrícula ≤ 1200 mm.
- La altura borde inferior antiempotramiento al suelo será de 490 mm en la zona central y 525 en la zona más desfavorable, inferior a 550 mm.
- La altura de la parte posterior del guardabarros al plano horizontal del eje será de 150 mm, inferior a 150 mm.
- La altura al borde de entrada del habitáculo al suelo es de 608 mm, inferior a 700 mm.
- La altura total ganada por el vehículo será de 36 mm (sin tener en cuenta la baca de transporte), inferior a 100 mm, por lo que el sistema de protección delantera no se verá afectado por la reforma.
- El borde inferior de la placa de matrícula trasera estará a una altura de 720 mm, superior a 300 mm y el borde superior estará a una altura de 940 mm, inferior a 1200 mm.

- La nueva llanta tendrá un desplazamiento positivo ET25 que frente al ET30 de la llanta original supone un aumento de 10 mm en el paso de ruedas en los dos ejes, quedando el conjunto llanta y neumático más desplazado hacia el exterior del vehículo que el conjunto original.
- La anchura del guardabarros, en todos los ejes, cubrirá la anchura del neumático, principalmente en los planos radiales que forman un ángulo de 30° hacia adelante y 50° hacia atrás.

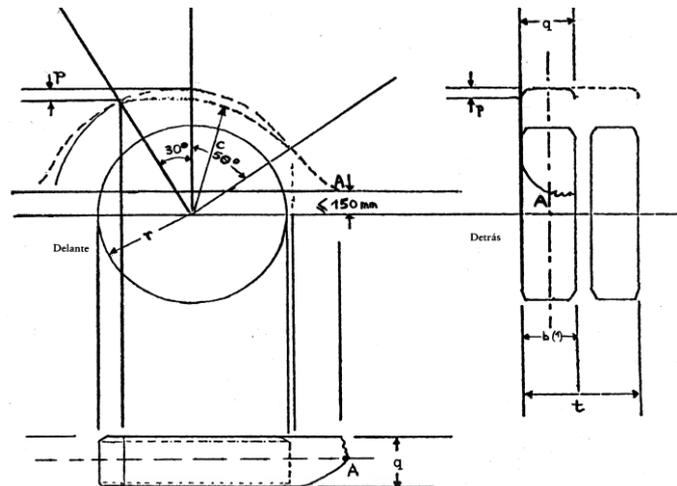


Ilustración 41: Imagen de la directiva de guardabarros.

- La distancia (c) entre los bordes inferiores de los guardabarros y el eje que pasa por el centro no sobrepasará 2 veces el radio estático del neumático.
 - 2 veces radio estático del neumático: 774,80 mm
 - La distancia más desfavorable del eje delantero será de 595 mm
 - La distancia más desfavorable del eje trasero será de 635 mm
- El sistema de suspensión trasera se mejorará con la instalación dos actuadores neumáticos con líneas independientes de llenado mediante obus en la zona del vano motor, con una presión de trabajo de 0,3-2,7 bar. Los actuadores neumáticos irán instalados en el interior de los muelles traseros. El inflado de estas balonas se realiza mediante medios ajenos al vehículo.
- Los actuadores neumáticos no afectarán a la altura del vehículo ni a la estabilidad.
- El sistema de presión a instalar no permitirá que la presión del sistema supere los 2,7 bares.
- El sistema de actuadores estará dotado con un avisador acústico que se activa cuando la presión se encuentra fuera del rango indicado por el fabricante.

- Los actuadores neumáticos solo podrán ser modificados de presión a vehículo parado.

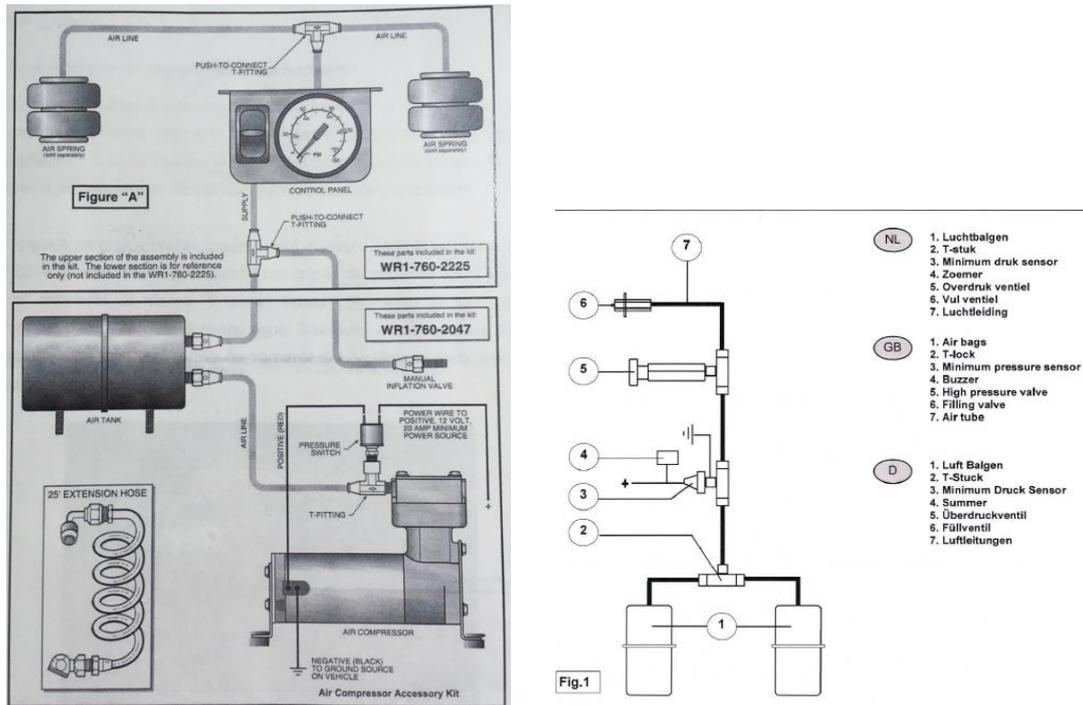


Ilustración 42: Esquema del montaje de los actuadores.

- Se colocará un adhesivo informativo en una zona cercana a los obuses de llenado de los actuadores neumáticos indicando las presiones máximas de trabajo de los actuadores neumáticos.

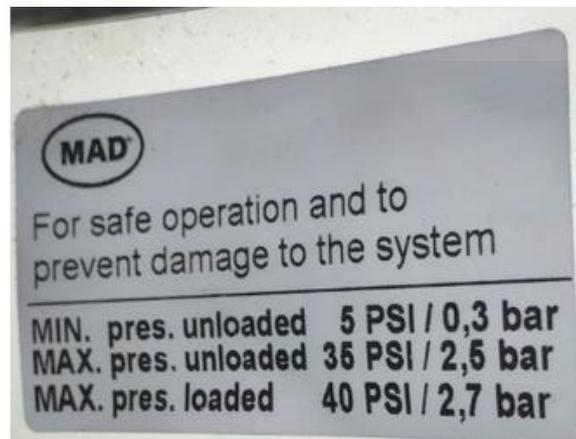


Ilustración 43: Adhesivo informativo.

- Los limitadores de extensión se sujetarán a la carrocería de la siguiente manera:
 - Eje delantero: Pletinas de 5 mm de espesor soldadas a chasis y trapecio suspensión, con argollas de 1 cm de diámetro sujetas a las pletinas con tornillos de métrica M12 calidad 8.8

- Eje trasero: Pletinas en forma de "U", de 5 mm de espesor soldadas a chasis y eje rígido con tornillos pasantes de métrica M10 calidad 8.8 para sujeción de las eslingas.
- Se utilizarán eslingas con marcado CE.
- No se producirán interferencias entre los limitadores de extensión y las ruedas y suspensión.
- Los limitadores de extensión permitirán todo el recorrido útil de extensión del amortiguador evitando que hagan tope sobre los retenes del vástago con el cuerpo del aceite.
- Los limitadores de extensión no afectarán a la altura del vehículo ni a la estabilidad.
- La estructura del vehículo no se verá afectada.

Esta reforma no afectará a los actos reglamentarios y las directivas que los regulan, que son de aplicación para los códigos de reforma 4.4 y 5.1.

5.1.4.4.-ELIMINACIÓN DE TERCERA FILA DE ASIENTOS.

5.1.4.4.1. DESMONTAJES REALIZADOS.

Se procederá a realizar el siguiente desmontaje:

- Desinstalación de la tercera línea de asientos compuesta por dos asientos individuales que normalmente van replegados en el suelo del maletero y hacen las veces de superficie de carga.



Ilustración 44: Tercera fila de asientos.

- Desinstalación de los cinturones de seguridad de la tercera línea de asientos.

5.1.4.4.2. VARIACIONES Y SUSTITUCIONES.

El vehículo quedará modificado en la capacidad de pasajeros, pasando de las actuales 7 plazas a 5.

5.1.4.4.3. MATERIALES EMPLEADOS.

Para llevar a cabo esta reforma no será necesario el empleo de materiales.

5.1.4.4.3. MONTAJES REALIZADOS.

Se realizarán los siguientes montajes y comprobaciones:

- Eliminación total de la posibilidad de utilizar la zona de los asientos como zona para transporte de pasajeros. La zona de sujeción de los asientos quedará inutilizada por la colocación de un tablero de madera atornillado sobre el suelo del vehículo.
- Eliminación de los cinturones de seguridad de la tercera fila de asientos.
- La modificación no afectará al resto de filas de asientos y estos permanecerán en su posición original.
- Los desmontajes que se realizarán no afectarán a elementos estructurales del vehículo.

Esta reforma no afectará a los actos reglamentarios y las directivas que los regulan, que son de aplicación para el código de reforma 8.1.

5.1.4.5.-SUSTITUCIÓN DE PARAGOLPES TRASERO Y CAMBIO DE EMPLAZAMIENTO DE MATRÍCULA.

5.1.4.5.1. DESMONTAJES REALIZADOS.

Se procederá a realizar el siguiente desmontaje:

- Desinstalación del paragolpes trasero original.
- Desinstalación del dispositivo de acoplamiento que el vehículo tiene instalado de anteriores reformas.

5.1.4.5.2. VARIACIONES Y SUSTITUCIONES.

La instalación del nuevo paragolpes lleva asociada la modificación del actual dispositivo de acoplamiento y la modificación de los dispositivos de alumbrado traseros, anulando los dispositivos originales e instalando unos nuevos dispositivos integrados en el paragolpes.

El nuevo paragolpes lleva incorporado el soporte para la rueda de repuesto y el soporte para la reubicación de la placa de matrícula trasera con nuevos dispositivos de alumbrado, por lo que se modificará la longitud del vehículo y el voladizo trasero.

5.1.4.5.3. MATERIALES EMPLEADOS.

Para llevar a cabo esta reforma se utilizará un kit de la marca ACAYX, código comercial RB-TLC150, compatible para el vehículo objeto del presente proyecto. Se adjunta ficha del producto en los documentos anexos.

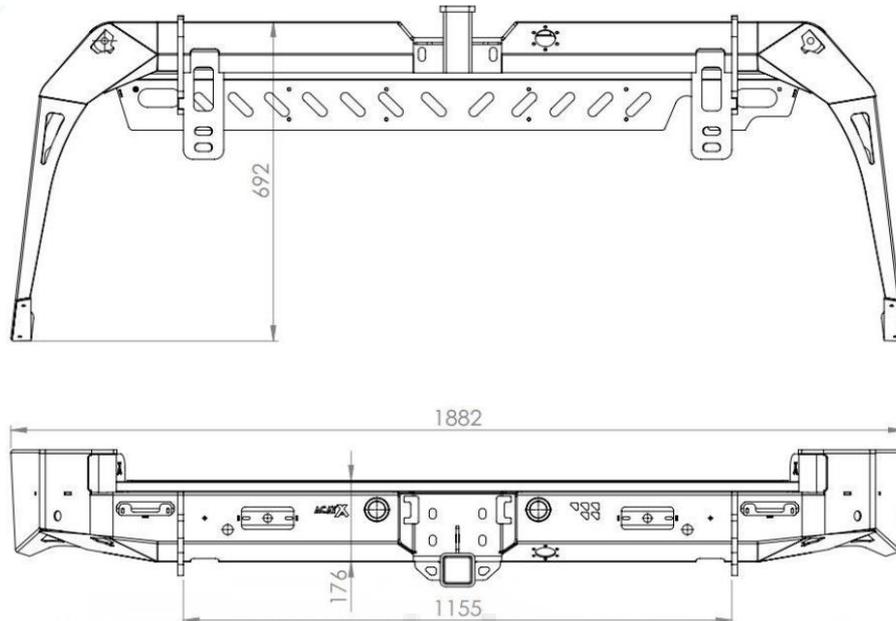


Ilustración 45: Croquis paragolpes trasero.

El paragolpes trasero estará fabricado en acero S275JR y aluminio AW5754 y tendrá un peso aproximado de 35 kg.

Sobre el paragolpes se incluye dos soportes abatibles, uno al lado derecho para la rueda de repuesto y otro al lado izquierdo para la ubicación de la placa de matrícula y un bidón de combustible u otros equipos offroad. Se muestran las imágenes del fabricante de los dos soportes.



Ilustración 46: Soportes abatibles sobre paragolpes trasero.



Ilustración 47: Vista lateral de los soportes.



Ilustración 48: Vista detalle cierre de soportes.



Ilustración 49: Detalle zona pivotación soporte.

El paragolpes incluirá los dispositivos de alumbrado traseros de la marca HORPOL para sustituir los originales. Los nuevos dispositivos de alumbrado trasero tendrán el siguiente marcado y contraseña de homologación:

- Luces indicadoras de dirección: 2a 00 E9 16653 (2 unidades)
- Luz de posición trasera: R1 02 E9 16653 (2 unidades)
- Antiniebla trasera: F1 00 E9 119922 (1 unidad)
- Luces de frenado: S1 02 E9 16653 (2 unidades)
- Luces de marcha atrás: AR 00 E9 6640 (1 unidad)
- Catadióptricos traseros no triangulares: IA 02 E20 020120 (2 unidades)
- Luces de placa de matrícula: L 00 E6 0958 (1 unidad)



Ilustración 50: Dispositivo de alumbrado placa matrícula.



Ilustración 51: Dispositivo de alumbrado de marcha atrás.



Ilustración 52: Dispositivo de alumbrado antiniebla trasero.



Ilustración 53: Dispositivo de alumbrado catadióptrico trasero no triangular.



Ilustración 54: Dispositivo de alumbrado intermitencia, posición y freno tarsero.

También llevará incluido el soporte para la colocación de un dispositivo de acoplamiento tipo americano.

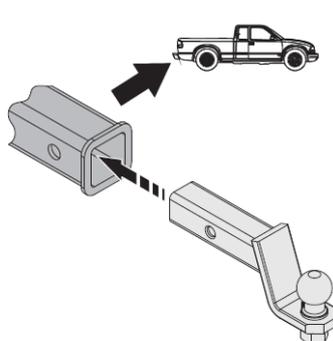


Ilustración 55: Soporte de acoplamiento de enganche de bola tipo americano.

5.1.4.5.4. MONTAJES REALIZADOS.

Se realizarán los siguientes montajes y comprobaciones:

- Para la sujeción del nuevo paragolpes se usarán los mismos puntos de anclaje que el paragolpes original y los cuatro (4) tornillos originales de métrica M12x1,25x50 mm y calidad 8.8 más cuatro (4) tornillos de métrica M12x1,25x40 mm y calidad 8.8, más sus correspondientes arandelas y tuercas.
- No será necesario realizar nuevas perforaciones en la carrocería o chasis del vehículo.
- Se comprobará que el paragolpes no tendrá aristas vivas o cortantes, siendo los radios de curvatura superiores a 2,5 mm.
- Los radios de curvatura de las aberturas de los paragolpes son mayores a 0,5 mm si la distancia entre dos elementos consecutivos es igual o inferior a 25 mm. Cuando dicha distancia esté comprendida entre 40 mm y 25 mm, los radios de curvatura deberán ser iguales o superiores a 1 mm.
- Se comprobará que no se producen interferencias entre las ruedas y la carrocería o el guardabarros.
- Los extremos laterales estarán dirigidos hacia la superficie interior del vehículo, con objeto de reducir el riesgo de enganche. Esta comprobación se considerará realizada tanto si el paragolpes estuviera doblado de tal forma que una esfera de 100 mm de diámetro no pudiera tocarla y la distancia entre la extremidad del paragolpes y la parte más próxima de la carrocería no sobrepasará los 20 mm.
- Se comprobará que los dispositivos de alumbrado originales quedan desconectados y sin funcionamiento.
- Se comprobará que los dispositivos de alumbrado se encuentran dentro de las cotas admisibles tras el aumento de altura debido a los muelles y neumáticos y no se verá afectada su visibilidad geométrica.
350 ≤ Luz de posición delantera ≤ 1500 mm.
500 ≤ Luces de cruce ≤ 1200 mm.
250 ≤ Antiniebla delantera ≤ 800 mm.
350 ≤ Luces indicadoras de dirección ≤ 1500 mm.
350 ≤ Luz de posición trasera ≤ 1500 mm.
250 ≤ Antiniebla trasera ≤ 1000 mm.
350 ≤ Luces de frenado ≤ 1500 mm.
250 ≤ Luces de marcha atrás ≤ 1200 mm.
250 ≤ Catadióptricos traseros no triangulares ≤ 1200 mm.
300 ≤ Altura borde inferior/superior matrícula ≤ 1200 mm.
Distancia catadióptricos traseros no triangulares al lateral ≤ 400 mm

- Se comprobará que los mandos de encendido de los nuevos dispositivos de alumbrado son los mismos que se utilizaban para el encendido de los dispositivos originales.
- La altura borde inferior antiempotramiento al suelo será de 490 mm en la zona central y 525 en la zona más desfavorable, inferior a 550 mm.
- La altura de la parte posterior del guardabarros al plano horizontal del eje será de 150 mm, inferior o igual a 150 mm.
- El borde inferior de la placa de matrícula trasera estará a una altura de 720 mm, superior a 300 mm y el borde superior estará a una altura de 940 mm, inferior a 1200 mm.
- La instalación del nuevo paragolpes trasero no eliminará ni impedirá la accesibilidad a los dispositivos de remolcado originales.
- Los soportes abatibles se fijarán al paragolpes mediante un bulón fijo de diámetro 24 mm, con punta roscada de métrica M14, calidad 8.8 y su correspondiente tuerca por la parte inferior del casquillo, que hará de eje de abatimiento, disponiendo de cierres especiales a pestañas dispuestas en el paragolpes para evitar el abatimiento.

No afectará a los actos reglamentarios y las directivas que los regulan, que son de aplicación para los códigos de reforma 8.50, 8.52, 9.1, 9.2 y 10.1.

5.1.4.6.-SUSTITUCIÓN CONJUNTO PROTECTOR DE CÁRTER, INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN DE AMORTIGUADORES TRASEROS, MODIFICACIÓN PARAGOLPES DELANTERO E INCORPORACIÓN DE CABRESTANTE.

5.1.4.6.1. DESMONTAJES REALIZADOS.

Para llevar a cabo la instalación de los anteriores elementos ha sido necesario:

- Desinstalar el protector de cárter original.
- Desinstalación de paragolpes delantero, incluida las luces antiniebla.
- Desmontar el sistema de anclaje de la rueda de repuesto, que queda colocada en el portón trasero como hemos comentado anteriormente.

5.1.4.6.2. VARIACIONES Y SUSTITUCIONES.

Los amortiguadores del eje trasero quedarán protegidos con planchas de duraluminio de 6mm de la marca ALMONT 4WD.

Para instalar el nuevo paragolpes ha sido necesario variar ligeramente la forma del paragolpes delantero, aprovechando que este paragolpes tiene dos partes diferenciadas y separadas por una zona central de entrada de aire. Se recorta la parte inferior del paragolpes y esquinas laterales para ganar ángulo de ataque. En la foto que se muestra a continuación se puede observar la zona recortada.



Ilustración 56: Zona de recorte del paragolpes delantero.

5.1.4.6.3. MATERIALES EMPLEADOS.

Se utilizarán protecciones de bajos equivalentes a las originales del vehículo, pero de materiales más resistentes. Las protecciones instaladas tienen la misma forma y utilizan los mismos puntos de anclaje que las protecciones originales, de forma que no es necesaria efectuar ninguna reforma sobre los anclajes ni utilizar una tornillería distinta a la original. Las protecciones que se instalarán son las que a continuación se detallan:

- Conjunto cubrecárter y cubre transfer de la marca Almont4WD, con referencia PDT12A en la parte frontal y DT1215B en la parte central, fabricando en duraluminio de 8 mm de espesor.
- Protección de depósito de combustible de la marca Almont4WD, con referencia PDT1215DL6, fabricado en chapa de acero de 8 mm de espesor.

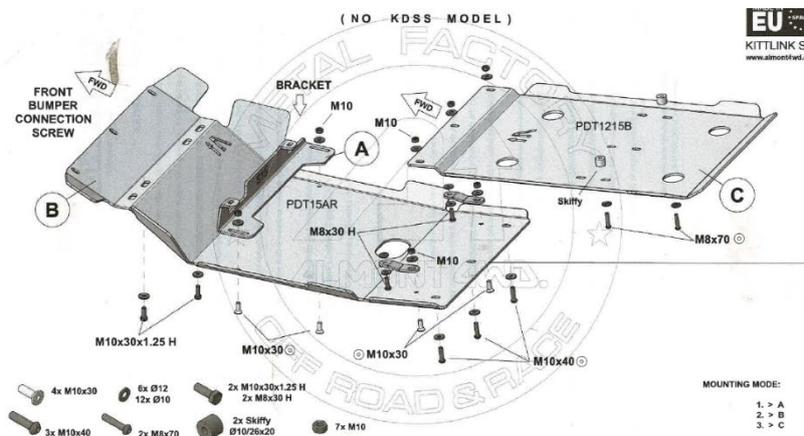


Ilustración 57: Protección cubre cárter.

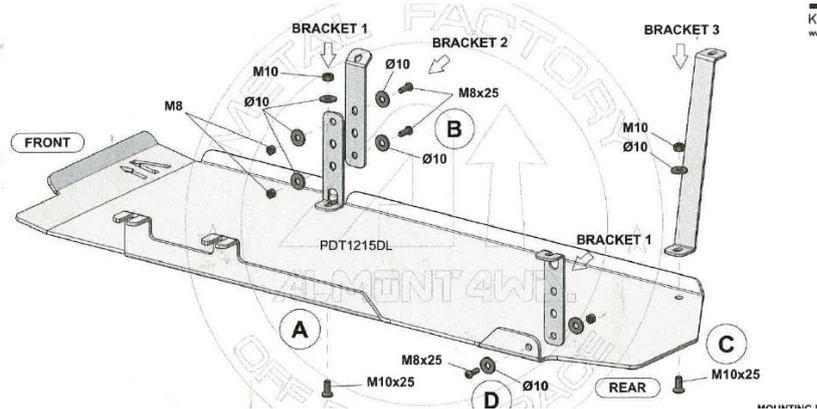


Ilustración 58: Protección depósito combustible.

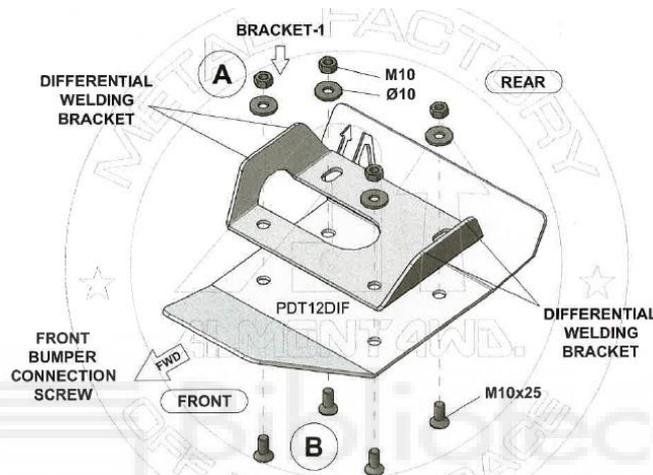


Ilustración 59: Protección diferencial trasero.

Para la protección de los amortiguadores traseros, se realizará una estructura con perfiles en "L" de 35x35x3 mm de acero galvanizado, sujetos a los puntos de sujeción del travesaño de sujeción de la rueda de repuesto al chasis, con varillas de métrica M12, calidad 8.8.

Estas protecciones de los amortiguadores traseros son planchas de duraluminio de 6 mm, de la marca ALMONT 4WD.



Ilustración 60: Planchas de protección de amortiguadores traseros

En cuanto al paragolpes delantero se utiliza un kit de la marca ACAYX, con código comercial FB-HIB-TLC153, fabricado en acero S275JR y aluminio AL5083, de 35 kg de peso y con dimensiones 1894x258.

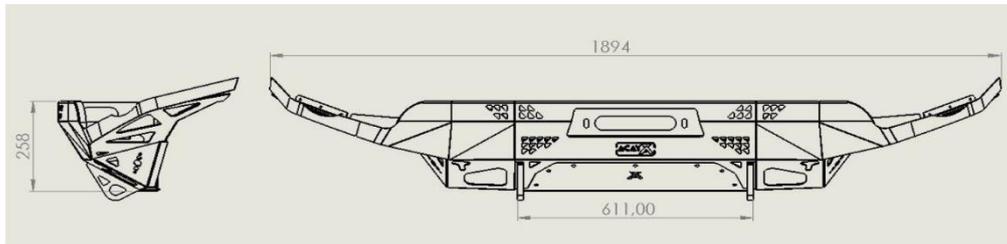


Ilustración 61: Parte inferior del paragolpes, marca ACAYX.

La parte inferior del paragolpes irá sujeta a los puntos de sujeción original del paragolpes y cubre cárter, formando una continuidad con éste. La sujeción se realizará con 8 tornillos de M10 calidad 8.8. En los documentos anexos se puede observar la ficha del fabricante.

El cabrestante que se instalará es de la marca WARN, modelo VR EVO 12-S/12V y con número de serie 120120222306, con cable sintético de 9,5 mm y 27 metros, sobre soporte colocado en el centro del paragolpes. El cabrestante tiene una capacidad de tracción de 5.443 kg y un peso aproximado de 30 kg. Se adjunta el certificado del fabricante en los documentos anexos.

CARACTERÍSTICAS:

- Capacidad de arrastre: 5443kg
- Motor 12v
- Cable sintético: 9,5mm x 27.4m (plasma)
- Mando 2 en 1: de cable 3.5m e inalámbrico.
- Guía fija de hierro
- Peso: 30kg aprox.
- Relación de engranajes: 234:1
- Embrague y freno
- Cumple normativa IP68 (impermeable)
- Normativa CE



Ilustración 62: Características y cabrestante marca WARN.

5.1.4.6.4. MONTAJES REALIZADOS.

Se realizarán los siguientes montajes y comprobaciones:

- La instalación de las protecciones de bajos se realizará sobre los soportes originales de las protecciones originales, por sustitución del elemento original por el nuevo elemento.

- Se verificará que el protector de cárter y transfer no pueden enganchar a una persona o causarle daño y que el radio mínimo de curvatura de sus aristas será de 2,6 mm, siendo el resto superior.
- La instalación del nuevo protector de cárter no eliminará ni impedirá la accesibilidad a los dispositivos de remolcado originales.
- Los soportes de las protecciones irán soldados a las barras de los tirantes de la suspensión siguiendo las instrucciones de montaje del fabricante.
- Se comprobará que no se producen interferencias entre las ruedas y la carrocería o el guardabarros.
- El radio de curvatura mínimo del cabrestante y cubre rodillos será de 5,2 mm.
- Se comprobará que no existan aristas vivas o cortantes a lo largo de la integración del paragolpes, siendo los radios de curvatura superiores a 5 mm.
- La masa máxima autorizada del vehículo es de 2.990 kg y la fecha de primera matriculación es el 10 de octubre de 2016, por lo que no le aplica la directiva 2003/102/CE relativa a la protección de los peatones.
- La capacidad de tracción en arrastre en la 1ª vuelta del tambor (5.443 kg) supera en 1,5 veces la masa máxima autorizada del vehículo (4.485 kg)
- Se utilizará tornillería adecuada a cada caso y quedará justificada en el apartado de cálculos.
- Las luces de antiniebla delantera quedarán entre las cotas de $250 \leq \text{cota} \leq 800$ mm.
- Los desmontajes y montajes que se realizarán no afectarán a elementos estructurales del vehículo.

No afectará a los actos reglamentarios y las directivas que los regulan, que son de aplicación para los códigos de reforma 8.52 y 9.2.

5.1.4.7.-INSTALACIÓN DE ESTRIBERAS LATERALES.

5.1.4.7.1. DESMONTAJES REALIZADOS.

Para llevar a cabo esta reforma no será necesario realizar ningún desmontaje.

5.1.4.7.2. VARIACIONES Y SUSTITUCIONES.

El vehículo quedará equipado con estriberas laterales con calderín de aire a presión conectado al compresor existente en el vano motor del vehículo, objeto de anteriores reformas.

5.1.4.7.3. MATERIALES EMPLEADOS.

Se utilizarán unas estriberas de la marca BUMAR EXTREME, sin referencia visible tras instalación salvo la marca, fabricadas con tubo de acero de 80 mm de diámetro, 3 mm de espesor y 1.420 mm de longitud, y con superficie antideslizante.



Ilustración 63: Estriberas con calderín de aire.

5.1.4.7.4. MONTAJES REALIZADOS.

Las instalaciones realizadas y comprobaciones son las siguientes:

- El uso del compresor, que se utiliza para llenar los calderines de aire de las estriberas, se restringe a vehículo parado. El botón de encendido del compresor se encuentra en el mismo compresor, por lo que su encendido no se puede realizar desde el interior del vehículo y será necesaria la apertura del capó del vehículo para poder acceder al mencionado botón.
- Se verificará que las nuevas estriberas no sobresalen del ancho del vehículo y no podrán enganchar a una persona o causarle daño y que el radio mínimo de curvatura de sus aristas es de 2,6 mm, siendo el resto superior.
- Las estriberas se sujetarán al bastidor del vehículo con uniones atornilladas en zonas ya predispuestas en el bastidor, sin necesidad de tener que realizar nuevos agujeros roscados en el bastidor. Cada estribera lleva tres brazos de sujeción al bastidor y se atornillará con 3 tornillos cada brazo de métrica 8 calidad 8.8.

No afectará a los actos reglamentarios y las directivas que los regulan, que son de aplicación para el código de reforma 8.52.

5.1.4.8.-INSTALACIÓN DE FAROS ADICIONALES DE CARRETERA Y MODIFICACIÓN DE LUCES ANTINEBLA DELANTERAS.

5.1.4.8.1. DESMONTAJES REALIZADOS.

Para llevar a cabo esta reforma se ha aprovechado el desmontaje del paragolpes delantero realizado para instalar el paragolpes híbrido y el cabrestante.

5.1.4.8.2. VARIACIONES Y SUSTITUCIONES.

Se añadirán dos faros más de carretera sobre paragolpes delantero y se modificará la posición original de las luces antiniebla delanteras.

5.1.4.8.3. MATERIALES EMPLEADOS.

Para esta reforma se utilizarán faros de largo alcance de la marca LAZER, con contraseña de homologación E9 01 R PL 16859, con 7,5 puntos de luz cada uno.

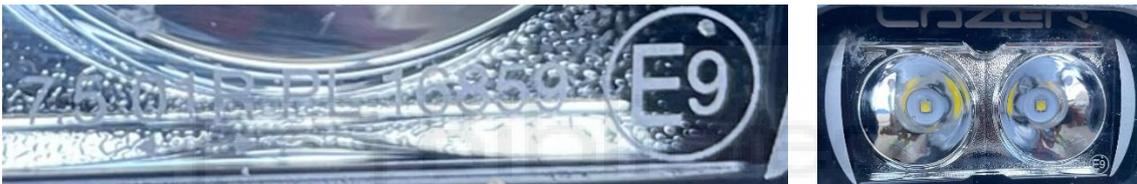


Ilustración 64: Dispositivo de alumbrado de carretera.

5.1.4.8.4. MONTAJES REALIZADOS.

Se realizarán los siguientes montajes y comprobaciones:

- No se aprecian aristas vivas o cortantes.
- Los radios de curvatura son superiores a 2,5 mm.
- La suma de las intensidades suministradas por cada dispositivo, en el supuesto de máxima iluminación, luces de cruce y carretera encendidas, no es superior a 300.000 candelas o 100 puntos de luz. Los faros originales son de 27,5 puntos y los faros añadidos son de 7,5 puntos, que hacen una suma total de 70 puntos.



Ilustración 65: Dispositivo de alumbrado de carretera.

- Los dispositivos de iluminación añadidos cumplen con CISPR 25 class 3 para asegurar que cumplen con los requisitos del reglamento 10 de compatibilidad electromagnética.
- La conexión o desconexión de los faros de largo alcance se utilizando los mandos originales de accionamiento de las luces de carretera y se accionan de forma simultánea a estos.
- Se comprobará que los dispositivos de alumbrado se encuentran dentro de las cotas admisibles, una vez instalados.
 - $350 \leq$ Luz de posición delantera ≤ 1500 mm.
 - $250 \leq$ Antiniebla delantera ≤ 800 mm.
- La visibilidad geométrica de los dispositivos de alumbrado originales no se ve afectada.

No afectará a los actos reglamentarios y las directivas que los regulan, que son de aplicación para los códigos de reforma 8.52, 9.1 y 9.2.

5.1.4.9.-MODIFICACIÓN DEL DISPOSITIVO DE ACOPLAMIENTO

5.1.4.9.1. DESMONTAJES REALIZADOS.

Se desinstalará el dispositivo de acoplamiento instalado en anteriores reformas, de la marca LAFUENTE tipo EE0170, con contraseña de homologación e9*94/20*94/20*2843*00.

5.1.4.9.2. VARIACIONES Y SUSTITUCIONES.

Se modificará el dispositivo de acoplamiento que tenía instalado el vehículo en una anterior reforma, sustituyéndolo por otro nuevo dispositivo tipo americano, con ubicación en el nuevo paragolpes instalado.

Se modificará la masa máxima técnica admisible en el pivote del acoplamiento disminuyendo el valor a 100 kg.

5.1.4.9.3. MATERIALES EMPLEADOS.

Para llevar a cabo esta reforma se utilizará un kit de la marca ACAYX, código comercial RB-TLC150, compatible para el vehículo objeto del presente proyecto. Se adjunta ficha del producto en los documentos anexos. Este kit dispone de un hueco predispuesto en el paragolpes para montaje de un kit de bola de enganche desmontable con pasador, conforme se muestra en la imagen.

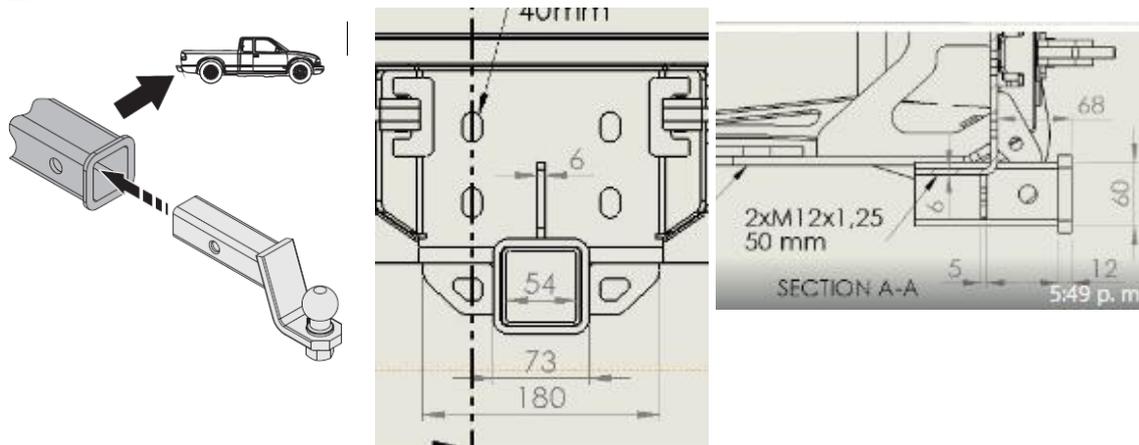


Ilustración 66: Huevo para dispositivo de acoplamiento.

Como se observa en la imagen, el hueco tendrá una dimensión interior de 54x54 mm y un espesor de 5 mm, con agujero para un pasador de 16 mm de diámetro.

La unión entre el paragolpes y el enganche se realizará mediante un soporte desmontable, fabricado en acero, consistente en un tubo macizo de 65x53 mm y pletina de 10 mm de espesor, que se encastrará en el hueco predispuesto en el paragolpes y se asegurará con un pasador de $\varnothing 16$ mm, permitiendo su desmontaje cuando éste no se utilice.

Se instalará al soporte desmontable una BOLA-PASADOR, marca ENGANCHES ARAGON, modelo EAR001. La unión del enganche al soporte se realizará mediante dos tornillos de métrica M16 y sus correspondientes arandelas y tuercas autoblocantes.

Los valores característicos del enganche serán los siguientes:

- Valor D máximo: 17 kN
- Valor S: 250 kg
- Contraseña de homologación: e11*94/20*5038*00
- Clase: A50-X/S

Los valores D y S para el conjunto vehículo-remolque serán los siguientes:

- $D=14,27 \text{ kN} < 17 \text{ kN}$
- $S= 100 \text{ kg} \leq 250 \text{ kg}$



Ilustración 67: Huevo para dispositivo de acoplamiento.

5.1.5.-VERIFICACIÓN DE CONDICIONES DE CIRCULACIÓN Y SEGURIDAD.

Se hace constar que las reformas ejecutadas en el vehículo no disminuyen las condiciones de seguridad del vehículo.

Podemos concluir este apartado resumiendo que las modificaciones efectuadas en dicho vehículo no alteran los Pesos Máximos Autorizados en cuestión.

Con cuanto antecede y resta de documentación, se estima finalizado el presente Proyecto de Reforma, sometiéndolo a la aprobación de los Organismos y Delegaciones Competentes, a fin de que sean concedidas las pertinentes autorizaciones y licencias que este tipo de transformación de vehículos requiere.

5.2.-CÁLCULOS.

5.2.1. CONSIDERACIONES PREVIAS.

A continuación, se procede a calcular los esfuerzos máximos a soportar por cada una de las piezas añadidas o sustituidas, para justificar si los anclajes empleados son los adecuados.

En todos los casos, los cálculos se realizarán suponiendo unas hipótesis más desfavorables incluso que la que se puedan dar en la situación real. Para ello se considerarán todas las fuerzas aplicadas en la misma dirección y sentido, aplicando dicha resultante como esfuerzo total tanto a tracción como a cortadura.

Para obtener la fuerza de frenado y teniendo en cuenta el desarrollo actual de la tecnología aplicada sobre los vehículos, podemos considerar un valor de deceleración de 10 m/s².

Para la obtención de los esfuerzos generados por la presión del aire Las fuerzas consideradas son las siguientes:

- Peso de la pieza
- Fuerza sobre la pieza por efecto del frenado
- Fuerza aerodinámica ejercida por el aire sobre la pieza
- Fuerza centrífuga por efecto del giro.

sobre el vehículo y continuando con la premisa de realizar los cálculos para la situación más desfavorable posible, se considera la presión ejercida a la velocidad máxima del vehículo, obtenida del código de velocidad de los neumáticos (119/116 S) (**180 km/h o 50 m/s**).

Para la fuerza centrífuga y en base a lo indicado en la Instrucción de carreteras 3.1-IC, el valor máximo de aceleración centrífuga se obtendrá en una situación de velocidad de 40 km/h y radio de curva de 50 m.

5.2.2.-ESTUDIO SOBRE REPARTO DE CARGAS.

Es necesario calcular y conocer las cargas que gravitan sobre los ejes desde el punto de vista del cumplimiento de las normas y limitaciones que impone la legislación vigente.

Para realizar el estudio sobre reparto de cargas se tendrá en cuenta la masa total del vehículo, la masa suspendida y la no suspendida.

5.2.2.1.-POSICIÓN DE MACRHA

En posición de marcha y a plena carga, los ejes han de soportar el peso propio del vehículo (Q'), el peso agregado a la carrocería (Q_a), el peso de los ocupantes (Q_{ocup}), el peso de la carga en el enganche (Q_{acopl}) y el peso de la carga útil (Q).

Se utilizará la siguiente nomenclatura:

- R'_A : peso propio+agregados que actúa sobre el primer eje
- R'_B : peso propio+agregados sobre el segundo eje
- R_a y R_b a las cargas sobre los ejes debidas a los pesos de los ocupantes
- R'_A y R'_B a las cargas sobre los ejes debidas al peso de la carga útil
- R''_A y R''_B a las cargas sobre los ejes debidas al peso de la carga vertical en el punto de acoplamiento (máx. 4% de la MMR; 100 kg).

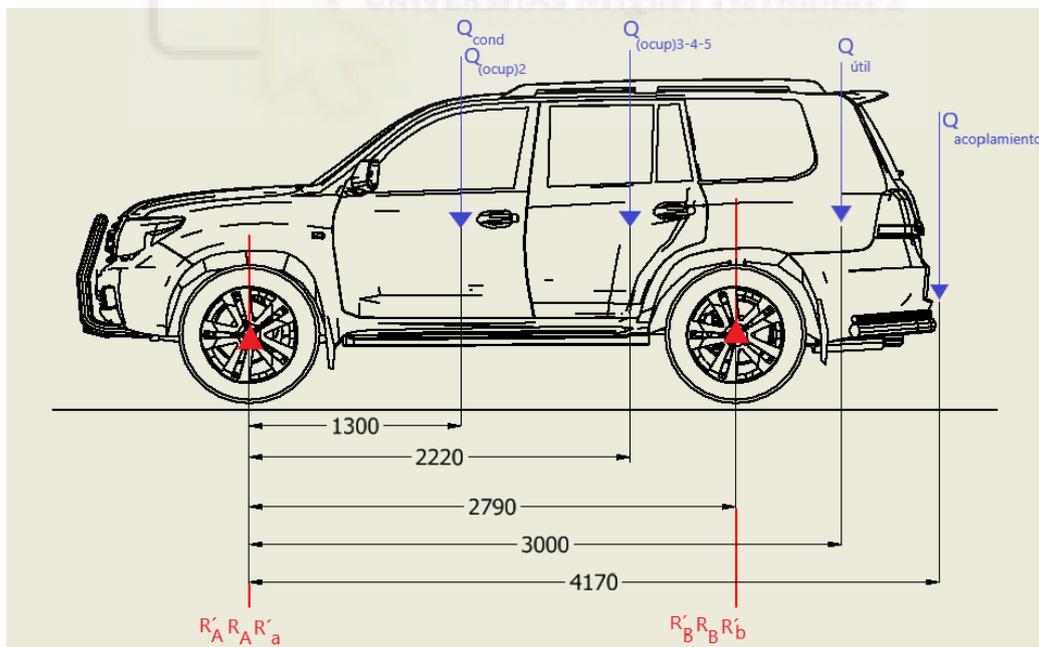


Ilustración 69: Esquema de esfuerzos sobre el vehículo en posición de marcha.

CARGAS DEBIDAS AL PESO PROPIO DEL VEHÍCULO MÁS CARGAS DEBIDAS A LOS PESOS AGREGADOS AL VEHÍCULO.

La distribución de pesos que resulta en los puntos A y B debido al peso propio del vehículo más agregados de carrocería ($Q' + Q_a$) viene dada por los valores de R'_A y R'_B .

CARGAS DEBIDAS AL PESO DE LOS OCUPANTES

La distribución de pesos que resulta en los puntos A y B debido al peso de los ocupantes (Q_{ocup}) viene dada por los valores R_a y R_b .

Tomando momentos respecto al eje delantero y trasero, obtenemos las cargas R_a y R_b que gravitan sobre éstos debido a los ocupantes.

CARGAS DEBIDAS AL PESO DE LA CARGA ÚTIL.

La distribución de pesos que resulta en los puntos A y B debido al peso de la carga útil viene dada por los valores R'_A y R'_B .

Tomando momentos respecto al eje delantero y trasero, obtenemos las cargas R'_A y R'_B que gravitan sobre éstos debido a la carga útil.

CARGAS DEBIDAS AL PESO DEL ENGANCHE

La distribución de pesos que resulta en los puntos A y B debido al peso en el punto de acoplamiento viene dada por los valores R''_A y R''_B .

Tomando como momentos respecto al eje delantero y trasero, obtenemos las cargas R''_A y R''_B que gravitan sobre éstos debido al peso en el punto de acoplamiento.

TABLA DE CARGAS EN POSICIÓN DE MARCHA			
$Q_{conductor}$ (kg)	75	D_1eje- Q_1 (mm)	1300
$Q_{(ocup)2}$ (kg)	75	D_1eje- Q_2 (mm)	1300
$Q_{(ocup)3}$ (kg)	75	D_1eje- Q_3 (mm)	2220
$Q_{(ocup)4}$ (kg)	75	D_1eje- Q_4 (mm)	2220
$Q_{(ocup)5}$ (kg)	75	D_1eje- Q_5 (mm)	2220
Q_{acopl} (kg)	100	D_1eje- Q_{acopl} (mm)	4170
$Q_{útil}$ (kg)	295	D_1eje- $Q_{maletero}$ (mm)	3000

Tiques de pesos tras la reforma (Vehículo completo con depósito de combustible al 100%)



Ilustración 70: Peso del eje delantero del vehículo y peso del vehículo completo

Reparto de cargas en condiciones de marcha para MTMA y MMA

DEBIDO A	1er EJE	2do EJE	TOTAL
TARA	1300	1520	2820
MASA REAL	1340	1555	2895
PASAJEROS SENTADOS	86	214	300
CARGA ÚTIL EN EL MALETERO	-22	317	295
TOTAL CARGADO A Mmax	1404	2086	3490
	≤	≤	≤
MTMA/MMA	2150	2150	3490
	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Reparto de cargas en condiciones de marcha para MTMA y MMA, con dispositivo de acoplamiento

DEBIDO A	1er EJE	2do EJE	TOTAL
TARA	1300	1520	2820
MASA REAL	1340	1555	2895
PASAJEROS SENTADOS	86	214	300
CARGA ÚTIL EN EL MALETERO	-25,46	169,54	195
CARGA DEBIDA A Va	-49,46	149,46	100
TOTAL CARGADO A Mmax	1362	2128	3490
	≤	≤	≤
MTMA/MMA	2150	2150	3490
	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Comprobaciones:

Reglamento UE 1230/2012			
Σ MTMA ejes	>	MTMA	CUMPLE
4300	>	3490	SI
Σ MTMA ejes grupo del	>	MTMA grupo del	
--	>	--	NO APLICA
Σ MTMA ejes grupo tras	>	MTMA grupo tras	
--	>	--	NO APLICA
MTMA grupo del	>	Carga sobre grupo	
--	>	--	NO APLICA
MTMA grupo tras	>	Carga sobre grupo	
--	>	--	NO APLICA
		MTMA eje	Carga sobre eje
Eje 1	>	2150	1404 SI
Eje 2	>	2150	2086 SI
Eje 3	>	--	NO APLICA
Eje 4	>	--	NO APLICA
Eje 5	>	--	NO APLICA
Carga eje del. sin Va	>	0,3xMTMA	
1404	>	1047	SI
Carga eje del. con Va	>	0,2xMTMA	
1362	>	698	SI
MTMA + MTMR	>	MTMC	
5990	>	5990	SI

Reglamento general de vehiculos			
MMA ejes motores	>	0,25xMMA total	CUMPLE
4300	>	872,5	SI
MTMC	>	MMC	
5990	>	5990	SI
MMR + MMA	>	MMC	
5990	>	5990	SI
Cargas máx. < MMA por ejes, con vehículo cargado a MMA			SI

5.2.3.-ESTABILIDAD EN LA CONDUCCIÓN.

A continuación, se comprobará que el vehículo reformado cumple con los requisitos sobre estabilidad que marca la normativa vigente.

5.2.3.1.-ESTABILIDAD LONGITUDINAL.

No se sobrepasan las dimensiones homologadas por el fabricante ni se realizan reformas que vayan en detrimento de la estabilidad longitudinal del vehículo.

Teniendo en cuenta el esquema de fuerzas que se muestra a continuación, para que el vehículo se encuentre en posición estable, se tiene que verificar que

$$R'_{AT\alpha} > 0$$

Siendo $R'_{AT\alpha}$ el reparto de carga sobre el eje delantero en una carretera con una inclinación α cualquiera.

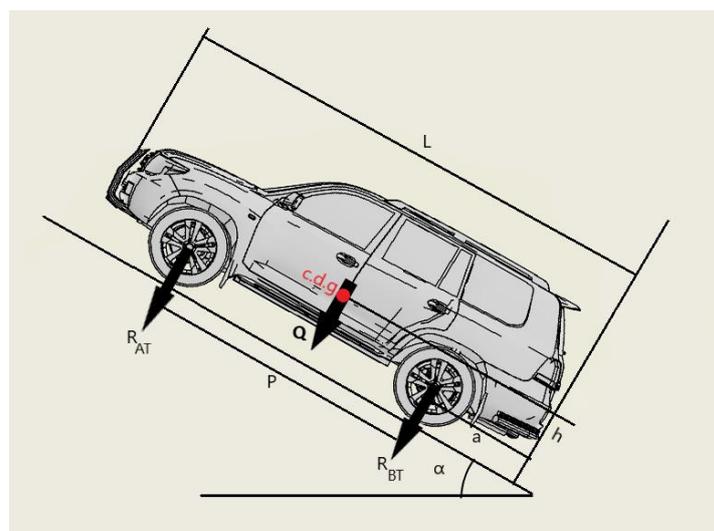


Ilustración 71: Esquema de esfuerzos sobre el vehículo en estabilidad longitudinal.

Para que este vehículo no deslice, es necesario que cumpla que la fuerza total de adherencia sea mayor que la resistencia al movimiento debida a la pendiente.

$$F_a > R_p$$

Donde:

- $F_a = Q_T \times \cos\alpha \times \mu_a$, es la fuerza de adherencia
- μ_a es el coeficiente de adherencia (en la práctica se suele tomar 0,6)
- $R_p = Q_T \times \sin\alpha$, es la resistencia al movimiento del vehículo debido a la pendiente.

Por lo tanto, para que el vehículo no bascule ni deslice han de cumplirse las condiciones citadas anteriormente, que se pueden resumir de la siguiente manera:

$$\mu_a > \tan\alpha < \frac{C_g}{h}$$

Donde:

- C_g es la distancia del c.d.g. del peso total del vehículo al eje trasero.
- h es la altura del c.d.g. respecto del suelo.
- $\tan\alpha = 0,3$ Pendiente máxima para la que se debe calcular (30%)

Es necesario calcular la distancia del centro de gravedad del vehículo al eje trasero, para lo que se empleará la siguiente expresión:

$$C_g = \frac{R_{AT} \times p}{Q_T} = \frac{1.404 \times 2.790}{3.490} = 1.122,4 \text{ mm}$$

Donde:

- R_{AT} reparto de cargas sobre el eje delantero
- p distancia entre el eje delantero y trasero
- Q_T peso total del vehículo

Para que el vehículo no vuelque, la altura del c.d.g debe cumplir:

$$h_{max} < \frac{C_g}{\tan\alpha} = 3.741 \text{ mm}$$

Claramente se entiende que la altura del c.d.g del vehículo estará por debajo de la máxima admisible.

5.2.3.1.-ESTABILIDAD LATERAL.

No se sobrepasan las dimensiones homologadas por el fabricante ni se realizan reformas que vayan en detrimento de la estabilidad lateral del vehículo.

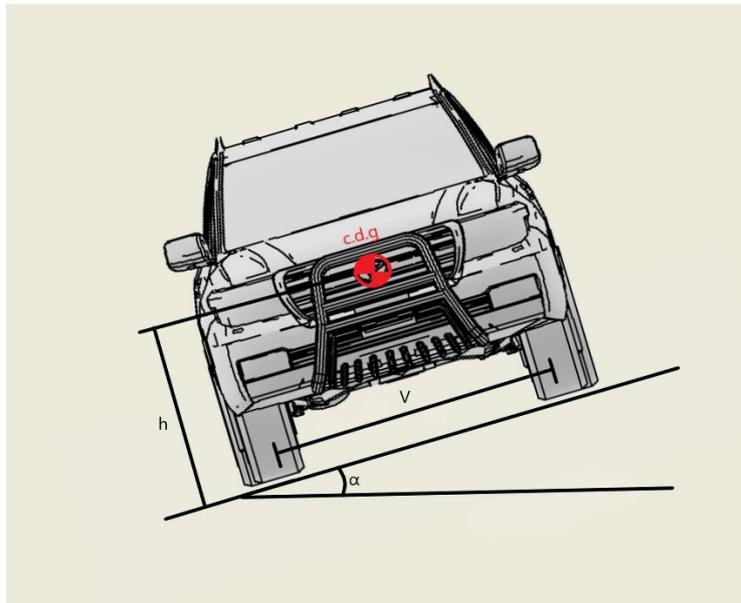


Ilustración 72: Esquema de estabilidad lateral sobre el vehículo.

Para que el vehículo, colocado transversalmente, no bascule ni deslice es necesario que se cumpla la siguiente condición:

$$\mu_a > \tan \alpha < \frac{A_v}{2 \times h}$$

Siendo A_v el ancho de vías del vehículo.

Aunque una carretera no suele tener un peralte de más de un 10%, con el objetivo de tener un margen de seguridad alto y teniendo en cuenta el uso al que se destina el vehículo, 4x4, se tomará como inclinación un 40%. Por lo tanto, para que se cumpla con la estabilidad lateral, la altura del c.d.g. del vehículo debe cumplir:

$$h_{max} < \frac{A_v}{2 \times \tan \alpha} = \frac{1.675}{2 \times 0.40} = 2.093,8 \text{ mm}$$

Claramente se entiende que la altura del c.d.g. del vehículo estará por debajo de la máxima admisible.

5.2.4.-CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS DE UNIÓN Y CÁLCULO DE RESISTENCIAS.

5.2.4.1.-CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEROS.

Se recogen en la tabla siguiente las especificaciones correspondientes al límite elástico (f_y) y resistencia a tracción (f_u) para los distintos tipos de acero, según se indican en la Instrucción de Acero Estructural española.

Límite elástico mínimo y Resistencia a tracción (N/mm ²)				
Tipo	Espesor nominal de la pieza, t (mm)			
	t ≤ 40		40 < t ≤ 80	
	Límite elástico, f_y	Resistencia a tracción, f_u	Límite elástico, f_y	Resistencia a tracción, f_u
S 235	235	360 < f_u < 510	215	360 < f_u < 510
S 275	275	430 < f_u < 580	255	410 < f_u < 560
S 355	355	490 < f_u < 680	335	470 < f_u < 630

Ilustración 73: Tabla de las características de los aceros.

5.2.4.2.-CLASE DE TORNILLOS.

La calidad del acero empleado en la fabricación de los tornillos marca el tipo de tornillo.

En la tabla siguiente se muestran los valores nominales del límite elástico f_{yb} y de la resistencia última a tracción f_{ub} del acero empleado en la fabricación del tornillo, los cuales se deben adoptar como valores característicos en los cálculos.

Tipo de tornillo	4,6	4,8	5,6	5,8	6,8	8,8	10,9
f_{yb} (N/mm ²)	240	320	300	400	480	640	900
f_{ub} (N/mm ²)	400	400	500	500	600	800	1000

Ilustración 74: Valores nominales del límite elástico f_{yb} y de la resistencia a tracción última f_{ub} de tornillos

Designación	Diámetro nominal		Paso		Diámetro Francos d2 (mm)	Diámetro Núcleo d3 (mm)	Area Núcleo A3 (mm ²)	Area Resistente As (mm ²)
	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)				
M 1 x 0,25	1	0,04	0,25	0,01	0,839	0,693	0,377	0,461
M 1,1 x 0,25	1,1	0,04	0,25	0,01	0,939	0,793	0,494	0,589
M 1,2 x 0,25	1,2	0,05	0,25	0,01	1,039	0,893	0,626	0,733
M 1,4 x 0,3	1,4	0,06	0,3	0,01	1,206	1,032	0,836	0,983
M 1,6 x 0,35	1,6	0,06	0,35	0,01	1,374	1,171	1,077	1,272
M 1,7 x 0,35	1,7	0,07	0,35	0,01	1,474	1,271	1,269	1,479
M 1,8 x 0,35	1,8	0,07	0,35	0,01	1,574	1,371	1,476	1,703
M 2 x 0,4	2	0,08	0,4	0,02	1,742	1,509	1,788	2,075
M 2,2 x 0,45	2,2	0,09	0,45	0,02	1,91	1,648	2,133	2,486
M 2,3 x 0,4	2,3	0,09	0,4	0,02	2,042	1,809	2,57	2,912
M 2,5 x 0,45	2,5	0,1	0,45	0,02	2,21	1,948	2,98	3,395
M 2,6 x 0,45	2,6	0,1	0,45	0,02	2,31	2,048	3,294	3,729
M 3 x 0,5	3	0,12	0,5	0,02	2,677	2,387	4,475	5,035
M 3,5 x 0,6	3,5	0,14	0,6	0,02	3,113	2,764	6	6,782
M 4 x 0,7	4	0,16	0,7	0,03	3,548	3,141	7,749	8,785
M 4,5 x 0,75	4,5	0,18	0,75	0,03	4,016	3,58	10,066	11,329
M 5 x 0,8	5	0,2	0,8	0,03	4,484	4,019	12,686	14,196
M 5,5 x 0,9	5,5	0,22	0,9	0,04	4,919	4,396	15,178	17,037
M 6 x 1	6	0,24	1	0,04	5,355	4,773	17,893	20,141
M 7 x 1	7	0,28	1	0,04	6,355	5,773	26,175	28,881
M 8 x 1,25	8	0,31	1,25	0,05	7,194	6,466	32,837	36,638
M 9 x 1,25	9	0,35	1,25	0,05	8,194	7,466	43,779	48,152
M 10 x 1,5	10	0,39	1,5	0,06	9,032	8,16	52,296	58,034
M 11 x 1,5	11	0,43	1,5	0,06	10,032	9,16	65,899	72,322
M 12 x 1,75	12	0,47	1,75	0,07	10,871	9,853	76,248	84,329
M 14 x 2	14	0,55	2	0,08	12,71	11,546	104,702	115,523
M 15 x 2	15	0,59	2	0,08	13,71	12,546	123,623	135,359
M 16 x 2	16	0,63	2,5	0,1	14,387	12,933	131,368	146,552
M 18 x 2,5	18	0,71	2,5	0,1	16,387	14,933	175,139	192,608
M 20 x 2,5	20	0,79	2,5	0,1	18,387	16,933	225,194	244,947
M 22 x 2,5	22	0,87	2,5	0,1	20,387	18,933	281,533	303,569

Ilustración 75: Tabla de las características de los tornillos utilizados.

5.2.4.3.-COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD.

El coeficiente de seguridad γ_M se tomará según los valores siguientes:

- γ_{M_b} : Resistencia de tornillos 1,25
- γ_{M_r} : Resistencia de roblones 1,25
- γ_{M_p} : Resistencia de bulones 1,25
- γ_{M_s} : Resistencia al deslizamiento 1,25 (ELU); 1,1 (ELS)

5.2.4.4.-CATEGORÍA DE LAS UNIONES ATORNILLADAS.

Las uniones atornilladas se clasifican, en función de la manera de trabajar de los tornillos, en cinco categorías. Tres de ellas corresponden a uniones en las que los tornillos están solicitados en dirección normal a su eje (categorías A, B y C); y otras dos (categorías D y E), a uniones en las que los tornillos están solicitados en la propia dirección de su eje, esto es, a tracción.

Categoría A: Son uniones en las que los tornillos, bien sean de tipo ordinarios o de alta resistencia, trabajan a cortante y aplastamiento. Si los tornillos son de alta resistencia, calidades 8.8 o 10,9, no es preciso que estén pretensados, ni que las superficies en contacto estén preparadas de manera especial.

Por evidentes razones de economía, se emplearán habitualmente uniones de esta categoría cuando los tornillos vayan a estar solicitados en dirección normal a su eje.

Cuando la pieza esté sometida a fatiga, a impactos o a esfuerzos alternativos, se recomienda que se empleen tornillos de alta resistencia, los cuales estarán pretensados hasta alcanzar el tensado del tornillo el valor N_0 , aunque los tornillos podrán seguir calculándose a cortante y aplastamiento.

Categoría B: Son uniones realizadas con tornillos de alta resistencia pretensados, con superficies en contacto preparadas, que se desea que no deslicen en el estado límite de servicio (ELS). El esfuerzo $F_{s,Ed}$ a transmitir, deberá cumplir que:

$$F_{s,Ed} \leq F_{s,Rd}$$

Siendo $F_{s,Rd}$ el valor máximo de resistencia dado en el apartado correspondiente.

En esta categoría se comprobará, además, que en estado límite último (ELU) se cumple que:

- La unión resiste a cortante y aplastamiento de acuerdo con lo dispuesto en el apartado explicativo de cálculo. Esta condición podrá considerarse satisfecha si el espesor t_{min} de la pieza más delgada a unir es superior al valor $\frac{d}{2,4}$ si las piezas son de acero S235 o S275, o bien superior al valor $\frac{d}{3,1}$ si las piezas son de acero S355.
- El esfuerzo a transmitir $F_{s,Ed}$ es inferior a la resistencia plástica del área neta de la pieza:

$$F_{s,Ed} \leq A_{net} \frac{f_y}{\gamma_{M_0}}$$

Esta categoría de uniones se empleará cuando, para simplificar el montaje, se utilicen taladros a sobremedida o rasgados en la dirección del esfuerzo a transmitir, o cuando se estime que cualquier deslizamiento de la unión pueda deteriorar sensiblemente la resistencia o la rigidez de la estructura, o cuando los tornillos trabajen conjuntamente con cordones de soldadura en uniones híbridas.

Categoría D: Son uniones realizadas con tornillos ordinarios o de alta resistencia trabajando a tracción. Si se emplean tornillos de alta resistencia, no es preciso que estén pretensados ni que las superficies en contacto estén preparadas.

Categoría E: Son uniones realizadas con tornillos de alta resistencia pretensados trabajando a tracción.

5.2.4.5.-CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE UN TORNILLO.

5.2.4.5.1-RESISTENCIA A CORTANTE Y APLASTAMIENTO DE UN TORNILLO.

Cuando un tornillo está solicitado en dirección normal a su eje por un esfuerzo cortante $F_{v,Ed}$, este esfuerzo que lo solicita no podrá ser mayor que el menor de los dos valores siguientes:

- La resistencia a cortante del tornillo, $F_{v,Rd}$.
- La resistencia a aplastamiento de la pieza en la zona contigua al tornillo, $F_{b,Rd}$.

Cálculo de la resistencia a cortante.

Si el plano de corte pasa por la parte roscada del tornillo, la resistencia a cortante $F_{v,Rd}$ viene dada por la expresión siguiente, según la calidad del tornillo.

- Tornillos de calidad 4.6, 5.6 y 8.8:

$$F_{v,Rd}(\text{máx}) = \frac{0,6 \times f_{ub} \times A_S}{\gamma_{M_b}}$$

- Tornillos de calidad 4.8, 5.8, 6.8 y 10.9:

$$F_{v,Rd}(\text{máx}) = \frac{0,5 \times f_{ub} \times A_S}{\gamma_{M_b}}$$

Donde:

- $F_{v,Rd}(\text{máx})$ es la fuerza máxima que podrá soportar un tornillo a cortante.
- f_{ub} es la tensión última a tracción del tornillo (ver tabla 1)
- A_S es el área resistente a tracción del tornillo (ver tabla 2)
- γ_{M_b} coeficiente parcial de seguridad de tornillos (1,25)

Si el plano de corte pasa por la parte no roscada del tornillo, la resistencia a cortante $F_{v,Rd}$ viene dada por la expresión siguiente.

$$F_{v,Rd}(\text{máx}) = \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M_b}}$$

En la tabla siguiente, se indica la resistencia a simple cortante, en kN, de los tornillos de diámetros y calidades más usuales, cuando el plano de corte no pasa por la zona roscada.

Calidad		4,6	4,8	5,6	5,8	6,8	8,8	10,9
Tamaño	Área resistente del tornillo (mm ²)	Resistencia a la tracción última del tornillo considerados (kN/mm ²)						
		0,40	0,40	0,50	0,50	0,60	0,80	1,00
M2,5	3,395	0,65	0,65	0,81	0,81	0,98	1,30	1,63
M4	8,785	1,69	1,69	2,11	2,11	2,53	3,37	4,22
M6	20,141	3,87	3,87	4,83	4,83	5,80	7,73	9,67
M8	36,638	7,03	7,03	8,79	8,79	10,55	14,07	17,59
M10	58,034	11,14	11,14	13,93	13,93	16,71	22,29	27,86
M12	84,329	16,19	16,19	20,24	20,24	24,29	32,38	40,48
M14	115,523	22,18	22,18	27,73	27,73	33,27	44,36	55,45
M16	146,552	28,14	28,14	35,17	35,17	42,21	56,28	70,34
M20	244,947	47,03	47,03	58,79	58,79	70,54	94,06	117,57
M22	303,569	58,29	58,29	72,86	72,86	87,43	116,57	145,71

Ilustración 76: Esfuerzo máximo que soporta un tornillo a cortante (kN).

Cálculo de la resistencia a aplastamiento.

La resistencia a aplastamiento de la pieza en la zona contigua al tornillo, $F_{b,Rd}$ viene dada por la siguiente expresión:

$$F_{b,Rd}(\text{máx}) = \frac{2,5 \times \alpha \times f_u \times d \times t}{\gamma_{M_b}}$$

Donde:

- $F_{b,Rd}(\text{máx})$ es la fuerza máxima que podrá soportar una chapa a aplastamiento.
- f_u es la resistencia última del acero de la chapa
- d es el diámetro del tornillo (ver tabla 3)
- t es el espesor de la chapa
- γ_{M_b} coeficiente parcial de seguridad de tornillos (1,25)
- α es el menor valor de:
 - $\frac{e_1}{3 \times d_0}$
 - $\frac{p_1}{3 \times d_0} - \frac{1}{4}$
 - $\frac{f_{ub}}{f_u}$
 - 1,0
- e_1 es la distancia al extremo frontal
- d_0 es el diámetro del agujero
- p_1 es la separación entre tornillos
- f_{ub} es la tensión última a tracción del tornillo (ver tabla 2)

5.2.4.5.2.-RESISTENCIA A TRACCIÓN DE UN TORNILLO.

Cuando un tornillo está solicitado en la dirección de su eje por un esfuerzo a tracción, $F_{t,Ed}$, éste no será mayor que el menor de los dos valores siguientes:

- La resistencia a tracción del tornillo, $F_{t,Rd}$.
- La resistencia a punzonamiento de la pieza bajo la tuerca o bajo la cabeza del tornillo, $B_{p,Rd}$.

La resistencia a tracción de un tornillo viene dada por la expresión:

$$F_{t,Rd}(\text{máx}) = \frac{0,9 \times f_{ub} \times A_S}{\gamma_{M_b}}$$

Donde:

- $F_{t,Rd}(\text{máx})$ es la fuerza máxima que podrá soportar un tornillo a tracción.
- f_{ub} es la tensión última a tracción del tornillo (ver tabla 1)
- A_S es el área resistente a tracción del tornillo (ver tabla 2)
- γ_{M_b} coeficiente parcial de seguridad de tornillos (1,25)

Para tornillos de cabeza avellanada, la resistencia a tracción será igual al 70% de la dada por la expresión anterior.

En la tabla siguiente, se indica la resistencia a tracción, en kN, de los tornillos de diámetros y calidades más usuales.

Calidad		3,6	4,6	5,6	6,8	8,8	9,8	A4-70
Tamaño	Área resistente del tornillo (mm ²)	Resistencia a la tracción y Límite Elástico del tornillo considerados (kN/mm ²)						
		0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8	1
M2,5	3,395	0,98	0,98	1,22	1,22	1,47	1,96	2,44
M4	8,785	2,53	2,53	3,16	3,16	3,80	5,06	6,33
M6	20,141	5,80	5,80	7,25	7,25	8,70	11,60	14,50
M8	36,638	10,55	10,55	13,19	13,19	15,83	21,10	26,38
M10	58,034	16,71	16,71	20,89	20,89	25,07	33,43	41,78
M12	84,329	24,29	24,29	30,36	30,36	36,43	48,57	60,72
M14	115,523	33,27	33,27	41,59	41,59	49,91	66,54	83,18
M16	146,552	42,21	42,21	52,76	52,76	63,31	84,41	105,52
M20	244,947	70,54	70,54	88,18	88,18	105,82	141,09	176,36
M22	303,569	87,43	87,43	109,28	109,28	131,14	174,86	218,57

Ilustración 77: Esfuerzo máximo que soporta un tornillo a tracción (kN).

Por otro lado, la resistencia a punzonamiento, $B_{p,Rd}$, de una chapa de espesor t , sobre la que actúa un tornillo sometido a tracción, viene dada por la expresión siguiente:

$$B_{p,Rd}(\text{máx}) = \frac{0,6 \times \pi \times d_m \times t \times f_u}{\gamma_{M_b}}$$

Donde:

- $B_{p,Rd}(\text{máx})$ es la fuerza máxima que podrá soportar una chapa a punzonamiento.
- f_u es la resistencia última del acero de la chapa
- d_m es el menor diámetro medio entre los círculos circunscritos e inscrito a la tuerca o a la cabeza del tornillo
- t es el espesor de la placa bajo la cabeza del tornillo o bajo la tuerca.
- γ_{M_b} coeficiente parcial de seguridad de tornillos (1,25)

No será preciso comprobar el valor de $B_{p,Rd}(\text{máx})$ cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{min} \geq \frac{d \times f_{ub}}{6 \times f_u}$$

5.2.5.3.-RESISTENCIA A ESFUERZO COMBINADO CORTANTE MÁS TRACCIÓN.

Los tornillos con solicitaciones a cortante y axil al mismo tiempo, deberán cumplir con lo siguiente:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \times F_{t,Rd}} \leq 1$$

Donde:

- $F_{v,Rd}$ es el esfuerzo máximo que soporta el tornillo cortante
- $F_{v,Ed}$ es el esfuerzo a cortante al que está sometido el tornillo
- $F_{t,Rd}$ es el esfuerzo máximo que soporta el tornillo a tracción
- $F_{t,Ed}$ es el esfuerzo a tracción al que está sometido el tornillo

5.2.4.6.-CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A APLASTAMIENTO DEL CANTO DE UNA CHAPA.

La resistencia a cortante del canto de una chapa sometida al aplastamiento por un bulón viene dada por la expresión:

$$F_{b,Rd}(\text{máx}) = \frac{0,5 \times f_{ub} \times d \times t}{\gamma_{M_b}}$$

Donde:

- $F_{b,Rd}(\text{máx})$ es la fuerza máxima que podrá soportar una chapa a aplastamiento.
- f_u es la resistencia última del acero de la chapa
- d es el diámetro del tornillo o bulón (ver tabla 3)
- t es el espesor de la chapa

- γ_{M_b} coeficiente parcial de seguridad de tornillos (1,25)

5.2.5.-CÁLCULO DE SOLICITACIONES.

Para el estudio de las solicitaciones a las que está sometido cada pieza se calcularán los siguientes esfuerzos con las siguientes expresiones:

Peso de la pieza

La expresión utilizada para el cálculo del peso de la pieza es:

$$P = m(kg) \times g$$

Donde:

- m es la masa de la pieza en kg
- g es la aceleración gravitatoria (9,81 m/s²)

Fuerza de frenado

Partiendo de la aceleración de frenado asumida en las consideraciones previas, el esfuerzo de esta deceleración se obtendrá con la siguiente expresión:

$$F_{fr} = m(kg) \times a$$

Donde:

- m es la masa de la pieza en kg
- a es la aceleración frenado (10,00 m/s²)

Fuerza ejercida por la presión aerodinámica

La fuerza aerodinámica ejercida por la presión aerodinámica se calculará mediante la siguiente expresión:

$$F_{aer} = \frac{1}{2} \rho \times C_x \times S \times v^2$$

Donde:

- ρ es el valor de la densidad del aire (1,29 kg/m³)
- C_x es el coeficiente de penetración aerodinámica de la pieza
- S es la superficie frontal de la pieza en m²
- v es la velocidad máxima del vehículo (50 m/s) (180 km/h, límite de velocidad de los neumáticos)

Fuerza centrífuga

Para el cálculo de la fuerza centrífuga a la que está sometida la pieza se utilizará la siguiente expresión:

$$F_{cen} = m(kg) \times \left(\frac{v^2}{R} \right)$$

Donde:

- m es la masa de la pieza en kg
- v es la velocidad a la que se considera que toma la curva (11,11 m/s)
- Radio de la curva en m.

5.2.6.-CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS Y RESISTENCIA DE LAS FIJACIONES.

5.2.6.1.-PARAGOLPES.

Para la realización de estos cálculos, se partirá de la determinación de la fuerza que han de soportar los sistemas de fijación en una superficie expuesta como la del caso de los Paragolpes. Para su cálculo optamos por elegir el caso más desfavorable entre los 2 paragolpes. Tomaremos el que tenga menores anclajes pero como en este caso son iguales optamos por el de los tornillos de menor resistencia que son 8 tornillos M10 calidad 8.8.

Los datos a tener en cuenta para el estudio de la sujeción del paragolpes delantero son los siguientes:

- Marca: ACAYX
- Referencia: FB-HIB-TLC153
- Características:
 - Peso de la pieza: 35 kg
 - Anchura de la pieza: 1894 mm
 - Altura de la pieza: 258 mm
 - Superficie frontal: 0.5 m²
 - Coeficiente aerodinámico: 1
- Sujeción:
 - Número de tornillos: 8
 - Métrica: M10
 - Calidad: ISO 8.8
 - Sección resistente: 58,034
 - Resis. Tracción Min: 80 kg/mm²

El estudio de solicitaciones sobre la pieza en cuestión, aplicando las expresiones indicadas al inicio del capítulo es el siguiente:

- Peso de la pieza: $P = m(\text{kg}) \times g = 35 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 343,35 \text{ N}$
- Fuerza de frenado: $F_{\text{fr}} = m(\text{kg}) \times a = 35 \text{ kg} \times 10,00 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 350,00 \text{ N}$
- Fuerza ejercida por la presión aerodinámica:

$$F_{\text{aer}} = \frac{1}{2} \rho \times C_x \times S \times v^2 = \frac{1}{2} \times 1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1 \times 0,5 \text{ m}^2 \times 50^2 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

$$= 806,25 \text{ N}$$

- Fuerza centrífuga: $F_{\text{cen}} = m(\text{kg}) \times \left(\frac{v^2}{R}\right) = 35 \text{ kg} \times \left(\frac{11,11^2}{50}\right) = 86,40 \text{ N}$

Todas las fuerzas consideradas no pueden actuar simultáneamente por lo que se considera que la hipótesis de cálculo más desfavorable es considerar la fuerza ejercida por el viento al circular a 180 km/h, límite máximo de los neumáticos. No se tendrá en cuenta la fuerza ejercida por el peso de la pieza ya que se considera que esta fuerza estará ejercida en sentido contrario al viento.

Teniendo en cuenta las consideraciones, las fuerzas resultantes obtenidas y un coeficiente de seguridad de 2,5, la fuerza a la que están sometidos los anclajes del snorkel es la siguiente:

$$F_r = F_{\text{aer}} \times 2,5 = 2015,625 \text{ N}$$

Esfuerzos máximos soportados por los tornillos

El esfuerzo máximo soportado por el conjunto de tornillos, según la expresión indicada al principio del capítulo es el siguiente y considerando que la fuerza aerodinámica ejerce esfuerzos de tracción y cortante.

- A tracción: $F_{t,Rd}(\text{máx}) = \frac{0,9 \times f_u \times A_s}{\gamma_{M_b}} \times N = \frac{0,9 \times 80,00 \times 58,034}{1,25} \times 8 = 26.742,06 \text{ N}$
- A cortante: $F_{v,Rd}(\text{máx}) = \frac{0,6 \times f_u \times A_s}{\gamma_{M_b}} \times N = \frac{0,6 \times 80,00 \times 58,034}{1,25} \times 2 = 17.828,04 \text{ N}$

Los datos obtenidos son superiores al esfuerzo ejercido por la fuerza aerodinámica.

Se puede considerar un esfuerzo combinado de tracción y cortante, por lo que se comprobará que se cumple la condición para esfuerzo combinado.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \times F_{t,Rd}} = \frac{2015,625}{17.828,04} + \frac{2015,625}{1,4 \times 26.742,06} = 0,167 \leq 1$$

5.2.6.2.-CABRESTANTE.

A continuación, y teniendo en cuenta las premisas realizadas al inicio del capítulo, se procederá a obtener los esfuerzos que actúan sobre la unión del cabrestante al vehículo.

En el siguiente esquema se representan los esfuerzos a los que está sometido la unión del cabrestante con el vehículo.

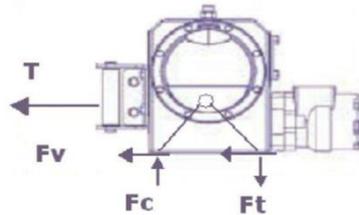


Ilustración 78: Esquema de esfuerzos sobre el cabrestante.

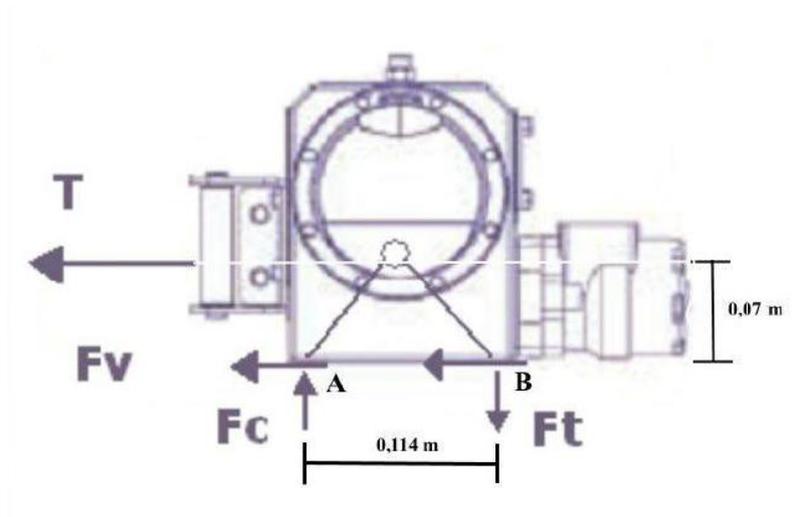
Donde:

- T es la fuerza de tiro del cabrestante
- F_t es el esfuerzo de tracción sobre los tornillos posteriores
- F_c es el esfuerzo de compresión sobre los tornillos anteriores
- F_v es el esfuerzo de cortante sobre todos los tornillos.

Los datos a tener en cuenta para el estudio de la sujeción del cabrestante son los siguientes:

- Marca: WARN
- Modelo: VR EVO 12-S
- Características:
 - Capacidad de tiro máxima: 5.443 kg fuerza.
 - Distancia en fila de tornillos: 114 mm
 - Altura de la línea de tiro: 70 mm
 - Número de tornillos: 4
 - Métrica de los tornillos: M10
 - Calidad: ISO 8.8
 - Sección resistente: 58,034 mm²
 - Resis. Tracción Última: 80 kg/mm²

A partir de los datos expuestos y según el esquema que se muestra a continuación, aplicando las ecuaciones de equilibrio, se calculan los esfuerzos a cortante y tracción de los diferentes tornillos.



$$\begin{array}{lll} \Sigma F(x) = 0 & \Sigma F(y) = 0 & \Sigma Ma = 0 \\ Fv + T = 0 & Fc - Ft = 0 & T * 0,07 - Ft * 0,114 = 0 \end{array}$$

Ilustración 79: Ecuaciones de los esfuerzos del cabrestante.

Siendo:

$$T = 5.443 \text{ N}$$

Y sustituyendo en las ecuaciones de equilibrio se obtienen los siguientes resultados:

- $F_{vd} = -5.443 \text{ N}$
- $F_{td} = 3.342,19$
- $M_d = 381,01 \text{ Nm}$

Esfuerzos máximos soportados por los tornillos

Según la tabla 4 y 5 del presente documento, los esfuerzos que puede soportar un tornillo son los siguientes:

- A tracción: $F_{t,Rd}(M10 \text{ 8.8}) = 25,07 \text{ kN}$
- A cortante: $F_{v,Rd}(M10 \text{ 8.8}) = 22,29 \text{ kN}$

Puesto que se disponen de 4 tornillos que soportarán el esfuerzo cortante, el máximo esfuerzo cortante admisible será de:

$$\begin{aligned} - F_{v,Rd}(\text{máx}) &= N \times F_{v,Rd}(M10 \text{ 8.8}) = 4 \times 22,29 \text{ kN} = 89,16 \text{ kN} = \\ &89.160 \text{ N} \leq F_{vd} \end{aligned}$$

Se considera que solo los tornillos posteriores son los que trabajarán a tracción, por lo que el máximo esfuerzo a tracción admisible será de:

$$\begin{aligned} - F_{t,Rd}(\text{máx}) &= N \times F_{t,Rd}(M10 \text{ 8.8}) = 2 \times 25,07 \text{ kN} = 50,14 \text{ kN} = \\ &50.140 \text{ N} \leq F_{td} \end{aligned}$$

Los datos obtenidos son superiores al esfuerzo ejercido por la fuerza de tiro del cabrestante.

Se puede considerar un esfuerzo combinado de tracción y cortante, por lo que se comprobará que se cumple la condición para esfuerzo combinado para los dos tornillos posteriores

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \times F_{t,Rd}} = \frac{5.443}{2 \times 22.290} + \frac{3.342,19}{1,4 \times 2 \times 25.070} = 0,12 + 0,05 = 0,17 \leq 1$$

5.2.6.3.-ESTRIBERAS.

Para la realización de estos cálculos, se partirá de la determinación de la fuerza que han de soportar los sistemas de fijación de las estriberas considerando que en estas se pueden apoyar un gato de elevación del vehículo y deben ser capaces de soportar la mitad del peso del vehículo. Esta fuerza irá repartida entre todas las fijaciones, 9 tornillos de métrica M8 y calidad 8.8.

La masa máxima autorizada del vehículo es 2.990 kg, por lo que consideraremos este valor para calcular el esfuerzo al que se someten los tornillos. Se tendrá en cuenta que la elevación del vehículo solo se realizará de una parte, por lo que la masa a considerar solo será la mitad de la masa máxima autorizada.

El estudio de solicitaciones sobre la pieza en cuestión, aplicando las expresiones indicadas al inicio del capítulo es el siguiente:

- Peso de la mitad del vehículo: $P = m(kg) \times g = 1.495 \text{ kg} \times 9,81 \frac{m}{s^2} = 14.666 \text{ N}$

Esfuerzos máximos soportados por los tornillos

Al apoyar un gato sobre las estriberas se ejercerán esfuerzos de tracción, de cortante y combinado en los tornillos de sujeción de las estriberas.

Según la tabla 4 y 5 del presente documento, los esfuerzos que puede soportar un tornillo de métrica 8 y calidad 8.8 son los siguientes:

- A tracción: $F_{t,Rd}(M8 \ 8.8) = 15,83 \text{ kN}$
- A cortante: $F_{v,Rd}(M8 \ 8.8) = 14,07 \text{ kN}$

Puesto que se disponen de 9 tornillos que soportarán el esfuerzo, el máximo esfuerzo admisible será de:

- A tracción: $N \times F_{t,Rd}(M8 \ 8.8) = 9 \times 15,83 \text{ kN} = 142,47 \text{ kN}$
- A cortante: $N \times F_{v,Rd}(M8 \ 8.8) = 9 \times 14,07 \text{ kN} = 126,63 \text{ kN}$

Como se puede observar, el esfuerzo que soportan el total de tornillos es muy superior a la sollicitación que se pueda generar por el levantamiento del vehículo

Se puede considerar un esfuerzo combinado de tracción y cortante, por lo que se comprobará que se cumple la condición para esfuerzo combinado.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \times F_{t,Rd}} = \frac{14.666}{126.630} + \frac{14.666}{1,4 \times 142.470} = 0,12 + 0,10 = 0,22 \leq 1$$

5.2.6.4.-DISPOSITIVO DE ACOPLAMIENTO.

5.2.6.4.1.-CÁLCULO DEL VALOR D DEL CONJUNTO.

Para el cálculo del valor D del conjunto se utilizará la expresión siguiente:

$$D = g \times \frac{T \times R}{T + R} \text{ (N) donde}$$

- g es la aceleración de la gravedad: 9,81 m/s²
- T es la masa máxima técnicamente admisible del vehículo tractor en kg
- R es la masa máxima remolcable del vehículo en kg

Sustituyendo valores se obtiene:

$$D = g \times \frac{T \times R}{T + R} = 9,8 \frac{m}{s^2} \times \frac{3.490 \text{ kg} \times 2.500 \text{ kg}}{3.490 \text{ kg} + 2.500 \text{ kg}} = 14.274 \text{ N} = 14,27 \text{ kN} < 17 \text{ kN}$$

La D calculada es inferior a la del enganche, por lo tanto, este es apto para ser instalado en el vehículo.

5.2.6.4.2.-CÁLCULO DEL ANCLAJE DEL ENGANCHE.

Cuando se instale un dispositivo mecánico de acoplamiento en un vehículo M1 matriculado después del 1/1/1998, o en un vehículo de otra categoría matriculado después del 26/01/2001, dicho dispositivo deberá estar homologado según la revisión de la directiva 94/20/CEE que sea de aplicación. Este extremo podrá demostrarse a partir de la documentación disponible, o a través de la placa de fabricante o las marcas de homologación presentes en el propio dispositivo.

No obstante, de acuerdo con lo especificado en el anexo 6 del acto reglamentario, se admitirá la comprobación teórica de la resistencia de determinados componentes no incluidos en el conjunto ensayado y homologado, como brazos de tracción o elementos de anclaje y fijación al chasis, cuando, debido a su diseño simple, la comprobación por cálculo garantice un resultado equivalente a los ensayos.

Para el cálculo del dispositivo se podrá realizar un cálculo a fatiga simplificado, considerando la aplicación de una carga estática sobre el punto de acoplamiento, de dirección y magnitud igual a la amplitud de la carga alternante especificada en el AR en función de la capacidad y fuerzas de referencia del dispositivo, que son los siguientes:

- Para enganches de bola y sus cabezas de acoplamiento, y para ganchos de remolque para remolques de eje central de hasta 3,5 toneladas, la amplitud de carga se calcula a partir del valor D del acoplamiento como: $F = 0,6 \times D$ (en kN).

La fuerza se aplicará en un plano longitudinal, con una inclinación respecto a la horizontal de 15° , hacia arriba o hacia abajo dependiendo de que la bola se sitúe por debajo o por encima del punto más alto de la unión del dispositivo con el vehículo:

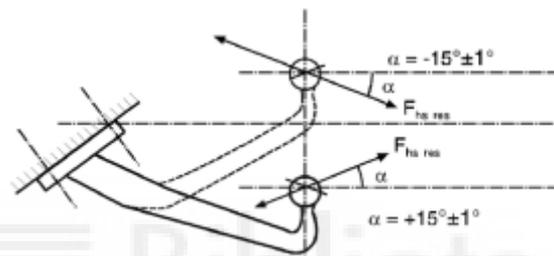


Ilustración 80: Plano donde se ve la línea neutra y la inclinación con respecto a la horizontal hacia arriba o hacia abajo.

La unión entre el puente trasero y el vehículo se realizará en los puntos predispuestos, utilizando un total de 8 tornillos de métrica M12 (4 al chasis y 4 al travesaño del paragolpes). Los tornillos serán todos de calidad 8.8 y llevarán su correspondiente arandela de bloqueo, siendo aptos para su montaje y colocación, sin que ello disminuya las condiciones de seguridad del vehículo ni la de sus ocupantes.

El soporte desmontable irá encastrado en hueco predispuesto en el puente con pasador de 16 mm de métrica, permitiendo su desmontaje.

La unión del enganche homologado al soporte se realizará mediante dos tornillos de métrica M16 y sus correspondientes arandelas y tuercas autoblocantes.

Puesto que se utilizan los anclajes originales del travesaño original del vehículo, con su tornillería original, se considera que solo es necesario calcular a cizalladura el bulón que sujeta el soporte al nuevo paragolpes y el aplastamiento del canto de la chapa por donde pasa el bulón.

Teniendo en cuenta lo expuesto al inicio de este punto, se considerará que el esfuerzo máximo que debe soportar el bulón y la chapa es $F = 0,6 \times D$ (en kN), siendo el valor D calculado anteriormente 14,72 kN, es decir, 1.502,45 kg.

$$F = 0,6 \times D = 0,6 \times 14,72 \text{ kN} = 8,83 \text{ kN}$$

Según la tabla 4 del presente documento, los esfuerzos que puede soportar un tornillo de M16 y calidad 8.8 a cortante es el siguiente:

$$F_{v,Rd}(M16 8.8) = 56,28 \text{ kN}$$

Puesto que el bulón recibe el esfuerzo en dos zonas de este, el esfuerzo al que estará sometido será la mitad del calculado.

$$F = \frac{1}{2} 8,83 \text{ kN} = 4,42 \text{ kN}$$

Resultando que el bulón soporta el esfuerzo al que está sometido

$$F_{v,Rd}(M16 8.8) = 56,28 \text{ kN} > 4,42 \text{ kN} \text{ (coeficiente de seguridad de 12,73)}$$

A continuación, se calculará la resistencia a aplastamiento del canto de la chapa continua al bulón, mediante la expresión expuesta anteriormente.

$$F_{b,Rd}(\text{máx}) = \frac{0,5 \times f_{ub} \times d \times t}{\gamma_{M_b}}$$

Donde:

- $F_{b,Rd}(\text{máx})$ es la fuerza máxima que podrá soportar una chapa a aplastamiento.
- f_u es la resistencia última del acero de la chapa
- d es el diámetro del tornillo o bulón (ver tabla 3)
- t es el espesor de la chapa
- γ_{M_b} coeficiente parcial de seguridad de tornillos (1,25)

$$F_{b,Rd}(\text{máx}) = \frac{0,5 \times f_{ub} \times d \times t}{\gamma_{M_b}} = \frac{0,5 \times 410 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 16 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}}{1,25} = 13,12 \text{ kN}$$

La chapa puede soportar a aplastamiento 13,12 kN y está sometida a 4,42 kN, por lo que soporta el esfuerzo.

5.2.7.-ESTUDIO DE LA SUSPENSIÓN.

Como se ha comentado en la descripción de la reforma, se sustituye la suspensión original por un kit de suspensión de la marca OLD MAN EMU, adaptados al vehículo objeto del proyecto y cuyos cálculos se detallan a continuación.

5.2.7.1.-SUSPENSIÓN DELANTERA.

Se tomará como hipótesis de cálculo que los muelles serán los únicos elementos que absorberán los esfuerzos, despreciando la acción de los amortiguadores, de forma que se aumentará el coeficiente de seguridad.

En el cuadro adjunto se pueden ver las características de los muelles instalados:

CARACTERÍSTICAS DEL MUELLE (EJE DELANTERO)	
Marca	OME
Referencia	BP5190004L
$\varnothing_{\text{exterior}}$ (mm) (D)	120
Longitud (mm)	260
$\varnothing_{\text{espira}}$ (mm) (d)	18
Nº espiras	8
Material	Acero F-1445
Límite elástico (σ_e)	145 kg/mm ²
Módulo de elasticidad (G)	14.000 kg/mm ²
K	52,76 kg/mm

Se estudiará la resistencia a compresión y la flecha de los muelles en dos estados de carga distintos:

- En posición de marcha
- Bajo frenada máxima

El estado más desfavorable para el eje delantero es el de frenada máxima debido a la transferencia de cargas entre los ejes que se produce en esta acción.

Para cada supuesto se debe calcular la tensión de trabajo a la que está sometido y la flecha máxima que se alcanza. Una vez calculados estos datos se compararán con el límite elástico del muelle y con el límite máximo admisible de flecha para el muelle.

$$\text{Coeficiente de seguridad } \lambda_{mat} = \frac{\sigma_e}{\sigma}$$

La flecha máxima que admite el muelle es el recorrido libre del muelle, calculándose con la siguiente expresión:

$R_{libre} = L - L_c$ donde:

- R_{libre} es el recorrido libre en mm
- L es la longitud total del muelle en mm
- L_c es la longitud máxima que se puede comprimir ($L_c = d \cdot N_t$)

Sustituyendo valores:

$$R_{libre} = L - L_c = 260 \text{ mm} - (18 \text{ mm} \times 8) = 116 \text{ mm}$$

Coefficiente de seguridad para la flecha $\lambda_f = \frac{R_{libre}}{f}$

Se utilizarán las siguientes expresiones para el cálculo de tensión de trabajo y flecha.

Tensión de trabajo: $\sigma = \frac{8 \times P \times D}{\pi \times d^3} \left(1 + \frac{d}{2 \times D}\right)$ donde

- σ es la tensión de trabajo
- P es la carga soportada por cada muelle en kg
- D es el diámetro medio del muelle en mm
- d es el diámetro de la espira en mm

Flecha: $f = \frac{8 \times P \times D^3 \times N_a}{d^4 \times G}$ donde

- f es la flecha
- P es la carga soportada por cada muelle en kg
- D es el diámetro medio del muelle en mm
- d es el diámetro de la espira en mm
- N_a es el número de espiras activas
- G es el módulo de elasticidad

5.2.7.1.1.-ESTADO POSICIÓN DE MARCHA.

En este supuesto, la carga que gravita sobre el eje delantero (R_{AT}) es el máximo indicado en la ficha técnica (MMA), 2.150 kg, por lo tanto, la carga soportada por cada muelle de la suspensión delantera será de:

$$P = \frac{R_{AT}}{2} = \frac{2.150}{2} = 1.075 \text{ kg}$$

Conocida la carga que soporta cada muelle, se calculará cuál es la tensión de trabajo y flecha para esa carga. Sustituyendo valores se obtiene:

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{8 \times P \times D}{\pi \times d^3} \left(1 + \frac{d}{2 \times D}\right) = \frac{8 \times 1.075 \text{ kg} \times 120 \text{ mm}}{\pi \times 18^3 \text{ mm}^3} \left(1 + \frac{18 \text{ mm}}{2 \cdot 120 \text{ mm}}\right) \\ &= 60,55 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}\end{aligned}$$

El coeficiente de seguridad será:

$$\lambda_{mat} = \frac{\sigma_e}{\sigma} = 2,4$$

Para el cálculo de la flecha se necesita conocer N_a , que es el número de espiras activas. En este caso el muelle es escuadrado (tipo-3) donde:

$$N_a = N_t - 2 = 8 - 2 = 6$$

Sustituyendo valores se obtiene:

$$f = \frac{8 \times P \times D^3 \times N_a}{d^4 \times G} = \frac{8 \times 1.075 \text{ kg} \times 120^3 \text{ mm}^3 \times 6}{18^4 \text{ mm}^4 \times 14.000 \text{ kg/mm}} = 60,67 \text{ mm}$$

El coeficiente de seguridad será:

$$\lambda_f = \frac{R_{libre}}{f} = \frac{116}{60,67} = 1,9$$

Como se puede observar, los dos coeficientes de seguridad calculados son superiores a 1, aun despreciando la aportación que deben hacer los amortiguadores.

5.2.7.1.2.-ESTADO FRENADA MÁXIMA.

En este supuesto, existe una transferencia de cargas entre el eje delantero y el trasero debido a las fuerzas de inercia producidas durante esta acción. Solo se considerará la componente vertical de estas fuerzas para el cálculo de la suspensión.

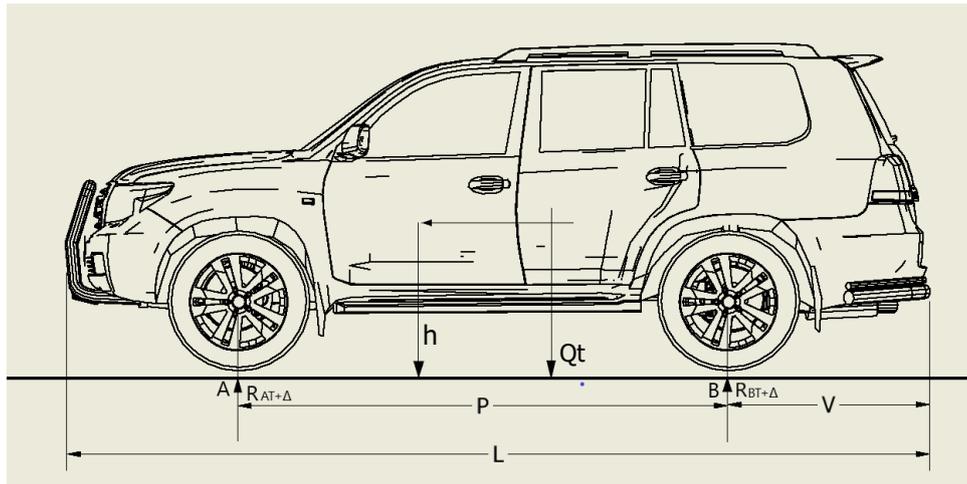


Ilustración 81: Esquema de esfuerzos en estado de frenada máxima del vehículo

La carga sobre el eje delantero se calculará como $R_{AT+\Delta}$, donde se puede afirmar que:

- $\Delta_{max} = \frac{I_{max} \cdot h}{p} = \frac{\mu_a \cdot Q_T \cdot h}{p}$ donde:
- Δ_{max} es la sobrecarga máxima a la que se someterá el eje delantero en kg
- p es la distancia entre ejes en mm
- h es la altura del centro de gravedad que se supondrá como valor 1 m
- μ_a es el coeficiente de adherencia que se tomará como valor 1
- Q_T es la carga máxima del vehículo en kg

Sustituyendo valores se obtiene:

$$\Delta_{max} = \frac{I_{max} \times h}{p} = \frac{\mu_a \times Q_T \times h}{p} = \frac{1 \times 3.490 \text{ kg} \times 1.000 \text{ mm}}{2.790 \text{ mm}} = 1.250,90 \text{ kg}$$

Así, la carga máxima sobre el eje delantero será de $R_{AT+\Delta_{max}}$ y por lo tanto la carga soportada por cada muelle de la suspensión delantera será:

$$P = \frac{R_{AT} + \Delta_{max}}{2} = \frac{1.075 + 1.250,90}{2} = 1.162,95 \text{ kg}$$

Conocida la carga que soporta el muelle y con las anteriores expresiones, se puede calcular la tensión de trabajo y la flecha a la que está sometida el muelle.

$$\sigma = \frac{8 \times P \times D}{\pi \times d^3} \left(1 + \frac{d}{2 \times D}\right) = \frac{8 \times 1.162,95 \text{ kg} \times 120 \text{ mm}}{\pi \times 18^3 \text{ mm}^3} \left(1 + \frac{18 \text{ mm}}{2 \times 120 \text{ mm}}\right) = 65,50 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

$$f = \frac{8 \times P \times D^3 \times N_a}{d^4 \times G} = \frac{8 \times 1.162,95 \text{ kg} \times 120^3 \text{ mm}^3 \times 6}{18^4 \text{ mm}^4 \times 14.000 \text{ kg/mm}} = 65,63 \text{ mm}$$

El coeficiente de seguridad será:

$$\lambda_{mat} = \frac{\sigma_e}{\sigma} = \frac{145}{65,50} = 2,21$$

$$\lambda_f = \frac{R_{libre}}{f} = \frac{76}{65,22} = 1,77$$

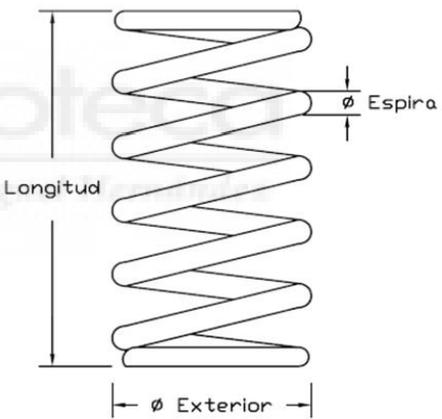
Como se puede observar, los dos coeficientes de seguridad calculados son superiores a 1, aun despreciando la aportación que deben hacer los amortiguadores.

5.2.7.2.-SUSPENSIÓN TRASERA.

Se tomará como hipótesis de cálculo que los muelles serán los únicos elementos que absorberán los esfuerzos, despreciando la acción de los amortiguadores, de forma que se aumentará el coeficiente de seguridad.

En el cuadro adjunto se pueden ver las características de los muelles instalados:

CARACTERÍSTICAS DEL MUELLE (EJE TRASERO)	
Marca	OME
Referencia	BP5160025
Ø exterior (mm) (D)	170
Longitud (mm)	400
Ø espira (mm) (d)	18
Nº espiras	8
Material	Acero F-1445
Límite elástico (σ_e)	145 kg/mm ²
Módulo de elasticidad (G)	14.000 kg/mm ²
K	7,60 kg/mm



Se estudiará la resistencia a compresión y la flecha de los muelles en dos estados de carga distintos:

- En posición de marcha
- En el arranque

El estado más desfavorable para el eje trasero es en el arranque debido a la transferencia de cargas entre los ejes que se produce en esta acción.

Para cada supuesto se debe calcular la tensión de trabajo a la que está sometido y la flecha máxima que se alcanza. Una vez calculados estos datos se compararán con el límite elástico del muelle y con el límite máximo admisible de flecha para el muelle.

Coefficiente de seguridad $\lambda_{mat} = \frac{\sigma_e}{\sigma}$

La flecha máxima que admite el muelle es el recorrido libre del muelle, calculándose con la siguiente expresión:

$R_{libre} = L - L_c$ donde

- R_{libre} es el recorrido libre en mm
- L es la longitud total del muelle en mm
- L_c es la longitud máxima que se puede comprimir ($L_c = d \cdot N_t$)

Sustituyendo valores:

$$R_{libre} = L - L_c = 400 \text{ mm} - (18 \text{ mm} \times 6) = 256 \text{ mm}$$

Coefficiente de seguridad para la flecha $\lambda_f = \frac{R_{libre}}{f}$

5.2.7.2.1.-ESTADO POSICIÓN DE MARCHA.

En este supuesto, la carga que gravita sobre el eje trasero (R_{BT}) es el máximo indicado en la ficha técnica (MMA), 2.150 kg, por lo tanto, la carga soportada por cada muelle de la suspensión delantera será de:

$$P = \frac{R_{AT}}{2} = \frac{2.150}{2} = 1.075 \text{ kg}$$

Conocida la carga que soporta cada muelle, se calculará cuál es la tensión de trabajo y flecha para esa carga. Sustituyendo valores se obtiene:

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{8 \times P \times D}{\pi \times d^3} \left(1 + \frac{d}{2 \times D}\right) = \frac{8 \times 1.075 \text{ kg} \times 170 \text{ mm}}{\pi \times 18^3 \text{ mm}^3} \left(1 + \frac{18 \text{ mm}}{2 \cdot 170 \text{ mm}}\right) \\ &= 84,02 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \end{aligned}$$

El coeficiente de seguridad será:

$$\lambda_{mat} = \frac{\sigma_e}{\sigma} = \frac{145}{84,02} = 1,73$$

Para el cálculo de la flecha se necesita conocer N_a , que es el número de espiras activas. En este caso el muelle es escuadrado (tipo-3) donde:

$$N_a = N_t - 2 = 8 - 2 = 6$$

Sustituyendo valores se obtiene:

$$f = \frac{8 \times P \times D^3 \times N_a}{d^4 \times G} = \frac{8 \times 1.075 \text{ kg} \times 170^3 \text{ mm}^3 \cdot 4}{18^4 \text{ mm}^4 \times 14.000 \frac{\text{kg}}{\text{mm}}} = 172,5 \text{ mm}$$

El coeficiente de seguridad será:

$$\lambda_f = \frac{R_{libre}}{f} = \frac{256}{172,5} = 1,45$$

Como se puede observar, los dos coeficientes de seguridad calculados son superiores a 1, aun despreciando la aportación que deben hacer los amortiguadores.

5.3.-PLIEGO DE CONDICIONES.

Este pliego contiene las condiciones técnicas que han de regir en la ejecución de las transformaciones incluidas en el presente Proyecto Técnico de Reforma.

5.3.1.-CALIDAD DE LOS MATERIALES EMPLEADOS.

Aquellos materiales, equipos o componentes, que tengan una finalidad importante o de seguridad, deberán estar homologados por sus respectivos fabricantes.

Cuando esto no ocurra, o exista un proceso de auto fabricación por parte de la Empresa el correspondiente equipo se someterá a la inspección de un Técnico competente antes de ser incorporado a la reforma.

En el caso de duda, se realizarán cuantos ensayos fueran necesarios para determinar la calidad de los materiales en laboratorio homologado.

Los materiales utilizados para la fabricación de los equipos a instalar mantendrán unas características mínimas de calidad.

Los materiales de ejecución de la reforma dispondrán del marcado CE adecuado a los materiales con los que se realiza.

Calidad de los componentes:

Los componentes instalados se fabricarán con un material suficientemente resistente como para soportar los esfuerzos a los que se ven solicitados.

- La tornillería a emplear estará construida en acero de alta resistencia, calidad mínima 8.8.
- Las arandelas planas estarán fabricadas en acero zincado de dureza mínima 250HB según las normas ISO 7089/7090.
- Las tuercas y tuercas autoblocantes estarán fabricadas en acero zincado de dureza mínima 250HB según la norma DIN EN ISO 4032.

5.3.2.-NORMAS DE EJECUCIÓN

En la ejecución de la transformación se seguirán en todo momento las indicaciones del fabricante del vehículo.

La reforma no podrá efectuarse en ningún caso cuando implique riesgo de interferencia entre partes móviles del vehículo.

No se podrá alterar ningún elemento fundamental del vehículo que no se detalle en este proyecto (sistema de frenos, dirección, depósito de combustible, refuerzos estructura, etc.).

5.3.2.1.-TRABAJOS DE SOLDADURA

Sólo personal especializado y preparado podrá realizar soldaduras, utilizando las herramientas adecuadas y ejecutándolas a la perfección.

Los componentes tales como asientos, esterillas, adornos, almohadillas protectoras, partes interiores de los revestimientos, aislantes de ruidos y protectores de cavidades ofrecen un peligro potencial de incendio al exponerlos al calor, pudiendo también desprender gases tóxicos. Por ello, todos estos componentes deberán ser retirados antes de realizar trabajos de soldadura o corte con soplete en la chapa.

La mayoría de las pinturas, al exponerlas directamente a la llama o a altas temperaturas, emiten gases tóxicos que pueden compuestos de nitrógeno, monóxido de carbono, formaldehídos o fosfógeno.

Instrucciones operativas para la correcta ejecución de la operación:

- Se colocará un extintor homologado en un lugar visible y accesible para el operario.
- En ningún caso se realizaran soldaduras directamente sobre el bastidor sin la aprobación del fabricante del vehículo.
- Se protegerán los componentes siguientes, de salpicaduras de soldadura:
 - Depósito plástico de combustible.
 - Todos los tubos de plástico/ goma del sistema de freno o de combustible.
 - Depósitos plásticos hidráulicos.
 - Cables eléctricos.
- Durante la operación de soldadura, deberá eliminarse totalmente la pintura y se desoxidará perfectamente. Al acabar la operación la parte modificada deberá ser protegida eficazmente con antioxidante.
- Cerciorarse siempre que el operador lleve mascarilla respiratoria de protección contra los gases tóxicos.
- Durante la aplicación de la soldadura, con el fin de proteger los órganos eléctricos (alternador, baterías), conectar la masa del soldador directamente en la pieza a soldar y desconectar el borne negativo de la batería.

- No se fijará nunca el terminal de masa del soldador a los componentes del vehículo que pueden ser debilitados por la acción del arco, tales como el motor, los ejes, puntos de concentración de cargas, etc.
- No se realizarán arcos eléctricos sobre los componentes antes mencionados, al poder ocasionar daños en los cojinetes, los muelles o en otros elementos.
- Dejar enfriar lentamente la soldadura, no se permite el enfriamiento con chorro de aire, agua u otros medios.
- Se deberán evitar las sobrecargas de corriente la soldadura no deberá mostrar cortes, rayas marginales ni rebabas.
- Efectuar la soldadura al arco en varias pasadas, utilizando electrodos básicos cuidadosamente secados. Los electrodos sugeridos son:

Para FE 360 y FE 520	DIN1930 – E 4322R(C) 3 DIN499 – E 380R(C) 11
Para FeE420	DIN1913 – E 51 54 B 1023
Para FeE490	DIN8529 – EY 4867 Mn I Ni B H5

- Diámetro del electrodo: 2.5 mm.
- Intensidad de la corriente C.A.: 90 A (Máx. 40 A por cada milímetro de diámetro de electrodo).
- Utilizando procedimientos MIG-MAG, utilizar alambre de aportación que tenga las mismas características del material que debe ser soldado (diámetro 1-1,2 mm).
- Alambre de aportación aconsejado:

<ul style="list-style-type: none"> - DIN 8559-SG3 M3 5243 - Gas DIN 32526-M21 o bien DIN EN 439 	FeE 360 y FeE 520
<ul style="list-style-type: none"> - DIN 8559 – SG Gas DIN 32526 - EN 440 – Gas EN 439 	FE 420 y FE 490

- Para el material FeE 490, si se emplea a temperaturas muy bajas, se aconseja
 - PrEN 440 G7 AWSA5.28-ER-Ni 1
 - Gas DIN EN439 – M21

5.3.2.2.-TALADROS SOBRE EL BASTIDOR DEL VEHÍCULO

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones en el momento de realizar los orificios en el bastidor del vehículo:

- El diámetro de los taladros será inferior a 15 mm.
- Siempre que sea posible, se procurará usar como puntos de fijación al bastidor, los orificios ya existentes y realizados en fábrica.
- Cuando se taladra o suelda en los lugares permitidos, se deben tener en cuenta los puntos siguientes:
 - La superficie exterior debe quedar limpia, suave y sin rebabas.
 - Eliminar las virutas de la superficie, usando un aspirador si es necesario.
 - Todas las superficies pintadas, dañadas durante los trabajos, deben ser totalmente limpiadas e imprimadas con una imprimación de cinc o similar.

5.3.2.3.-TORNILLOS Y REMACHES

- Se utilizarán en general los sistemas de fijación del mismo tipo y clase que las previstas en el vehículo original.
- Para fijaciones de fuerza se utilizarán tornillos y tuercas de clase 8.8.
- Si los volúmenes lo permiten utilizar tornillos y tuercas de cabeza con brida.

5.3.2.4.-EQUIPO ELÉCTRICO

- La batería y el alternador se deben desconectar, antes de empezar cualquier trabajo en el sistema eléctrico, o antes de soldar.

5.3.2.5.-INSTALACIÓN DE CABLEADO

Todo el cableado debe ser instalado correctamente y si es posible, protegido mediante tubos de plástico.

El cableado debe ser sujetado o encintado firmemente en su posición, para evitar cualquier contacto con los ocupantes durante el uso normal del vehículo, y no debe quedar estirado o enrollado alrededor de los tubos de combustible, latiguillos del freno o cualquier otro componente.

Se tendrá también cuidado de que el cableado no roce las demás piezas, ni los cantos o partes curvas de la carrocería.

No se recomienda el uso de grapas metálicas para sujetar los cables, a menos que tengan un borde redondeado y/ o estén revestidas de plástico.

El cableado se sujetará de manera que no desenganche el cableado estándar ni lo acerque con peligro a otras piezas.

Se deben mantener las separaciones entre el cableado y los demás componentes.

5.3.2.6.-FUSIBLES

- Todo el equipo eléctrico adicional, debe protegerse por medio de fusibles, de una intensidad apropiada para el componente y el circuito.
- El fusible debe admitir las fluctuaciones y sobre tensiones normales en el funcionamiento, a la vez que protege a los cables y a los componentes de las sobrecargas de tensión que puedan perjudicarlos.
- Cuando el circuito añadido se deriva del cableado base, debe llevar sus propios fusibles.

5.3.2.7.-PINTURA

- En todas las reparaciones que requieran aplicar calor a vehículos provistos de combustible, se debe desconectar la batería para impedir que se produzcan chispas.
- Cuando se lava con soluciones de limpieza ácidas, se debe asegurar que el desagüe se haga a un vertedero que no se comuniquen con un sistema de aguas superficiales.

5.3.2.8.-PRECAUCIONES ESPACIALES

Durante los trabajos de soldadura, perforación, lijado y corte cerca de las tuberías del sistema de frenado, especialmente si son de material plástico, y de cables eléctricos, tomar las precauciones oportunas para la protección de las mismas, llegando a desmontarlas si fuese necesario.

Para las instalaciones eléctricas es necesario recordar:

- Precauciones para el alternador:
 - Con objeto de evitar daños al rectificador de diodos, la batería no se desconectará nunca con el motor en marcha.
 - En el caso de tener que transportar el vehículo remolcándolo, asegurarse que la batería esté conectada.
 - En caso de tener que cargar la batería rápidamente, desconectarla del circuito del vehículo.
- Comprobación de las conexiones de masa:
 - En general no se alterarán las conexiones de masa originales del vehículo, en caso de que fuera necesario el desplazamiento de dichas conexiones, restablecer con cuidado la masa garantizando su eficacia.

- Cables eléctricos:
 - Los cables eléctricos de la instalación se conectarán con juntas herméticas del mismo tipo que las originales.

5.3.3.-CERTIFICACIONES Y AUTORIZACIONES

Conforme a la legislación vigente, y en especial lo estipulado en el Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas en vehículos, y lo desarrollado en el Manual de Reformas en Vehículos, 7ª Revisión de mayo de 2023, publicado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, para el tipo de reforma que nos ocupa, se deberá presentar los certificados y autorizaciones allí establecidos y presentarse ante los órganos de la Administración competentes en materia de inspección técnica de vehículos (ITV), junto con el vehículo para tramitar su legalización para circulación por vías públicas.

El firmante del Proyecto Técnico y Certificado Final de Obra será un técnico competente en la rama de la mecánica o reformas de importancia.

El firmante de Informe de Conformidad será un Servicio Técnico de Reformas autorizado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, como Servicio Técnico en materia de inspección.

El taller ejecutor de la reforma será un taller autorizado en la rama de mecánica, con vigencia en el Registro Especial de Talleres a cargo del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, según se determina en el RD1457/1986. Además dispondrá de seguro de responsabilidad civil.

En caso de utilizar dispositivos comerciales o kits, bien sea homologados o no, se adjuntarán al proyecto todos los certificados de fabricantes que acrediten la correcta construcción de cualquier elemento adicional instalado en el vehículo ante una reforma.

Para tramitar la reforma se necesitará el Certificado final de obra que acompañará al Proyecto Técnico, el Informe de Conformidad del laboratorio y el Certificado de taller.

5.3.4.-TALLER EJECUTOR

La ejecución de las reformas por parte del taller autorizado se realizará en base al presente proyecto y la dirección de las mismas será ejercida por el técnico que suscribe.

El taller certificará que ha sido realizada la reforma correctamente siguiendo las normas citadas en el proyecto bajo la dirección de un técnico, generalmente el propio proyectista.

El taller deberá poseer la estructura y la estabilidad, maquinaria y equipamiento apropiados a su tipo de utilización.

El taller facilitará todos los materiales y accesorios necesarios para la correcta ejecución de las reformas, teniendo en cuenta siempre las pertinentes condiciones de seguridad, ejecutándose los trabajos por personal cualificado.

El taller será responsable de la calidad de la transformación y del cumplimiento de la normativa vigente.



5.4.-PRESUPUESTO DE LA REFORMA

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Desmontajes anteriores reformas	1	350,00 €	350,00 €
Desmontajes asientos	1	55 €	55 €
Snorkel	1	400,00 €	400,00 €
Bloqueador de diferencial	1	1435,00 €	1435,00 €
Separadores	4	30,00 €	120,00 €
Kit llantas + neumáticos	1	2580,00 €	2580,00 €
Kit Limitadores de extensión	4	80,00 €	320,00 €
Kit Suspensión	1	2850,00 €	2850,00 €
Kit preparación ACAIX	1	2500,00 €	2500,00 €
Kit protecciones bajos	1	1500,00 €	1500,00 €
Baca portaequipajes	1	350,00 €	350,00 €
Cabrestante eléctrico	1	1650,00 €	1650,00 €
Estriberas calderín	1	950,00 €	950,00 €
Compresor	1	330,00 €	330,00 €
Dispositivo de acoplamiento	1	450,00 €	450,00 €
P.A. pequeño material	1	250,00 €	250,00 €
Horas mano de obra	60	30,00 €	1800,00 €
		NETO	17890,00 €
		IVA	3756,00 €
		TOTAL	21646,00 €

5.5.-PLANOS.

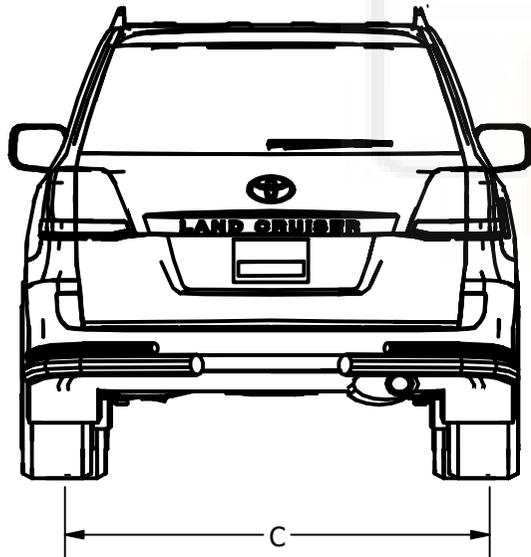
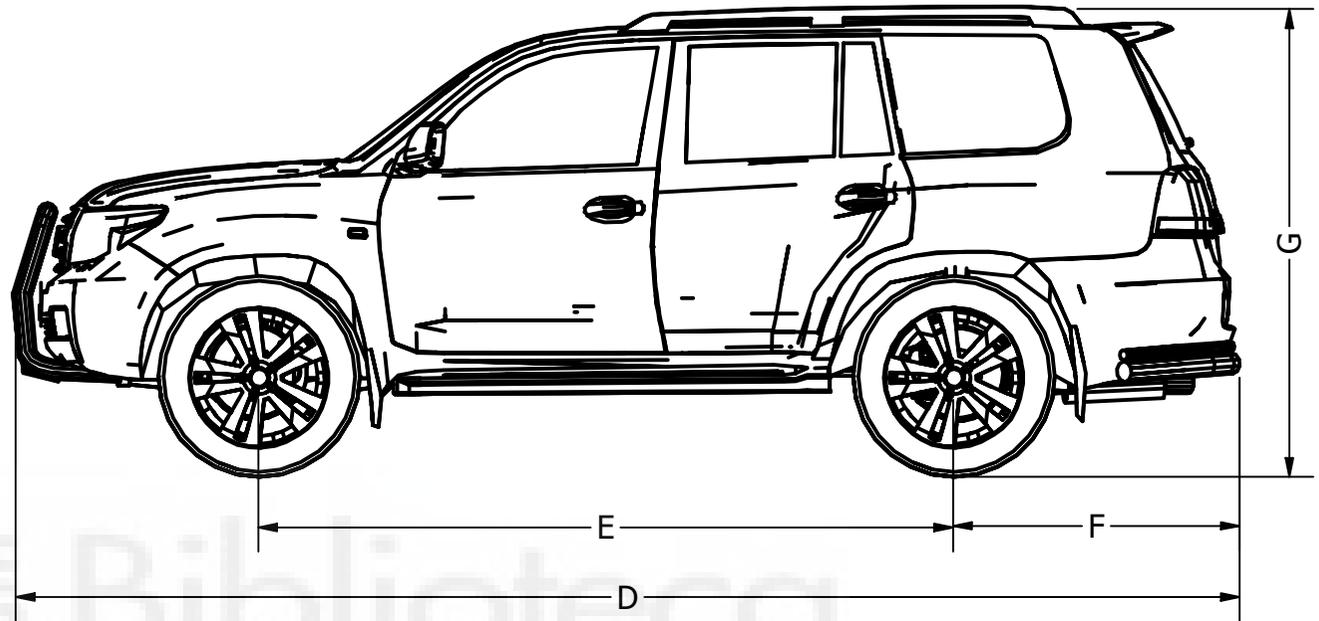
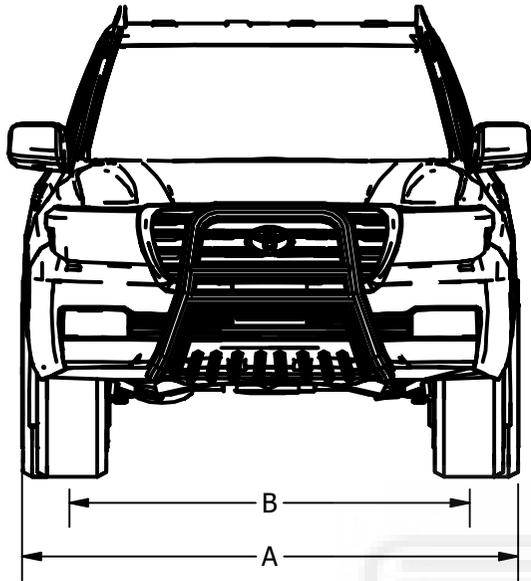
INDICE DE PLANOS

5.5.1.-DIMENSIONES VEHÍCULO ANTES DE LA REFORMA.

5.5.2.-DIMENSIONES VEHÍCULO DESPUÉS DE LA REFORMA.

5.5.3.- PLANO DETALLES CONSTRUCTIVOS.





A	ANCHURA TOTAL	1885 mm
B	VÍA ANTERIOR	1605 mm
C	VÍA POSTERIOR	1605 mm
D	LONGITUD MÁXIMA	4780 mm
E	DISTANCIA ENTRE EJES	2790 mm
F	VOLADIZO POSTERIOR	-- mm
G	ALTURA TOTAL	1845 mm

TOYOTA

LAND CRUISER 150

AUTOR:

Pablo Contreras López

Nº HOJA: 1

ESCALA: S/E

TAMAÑO:
A4

Nº PLANO:
5.5.1

PROFESOR:

Fernando Verdu Bernabeu

TÍTULO:

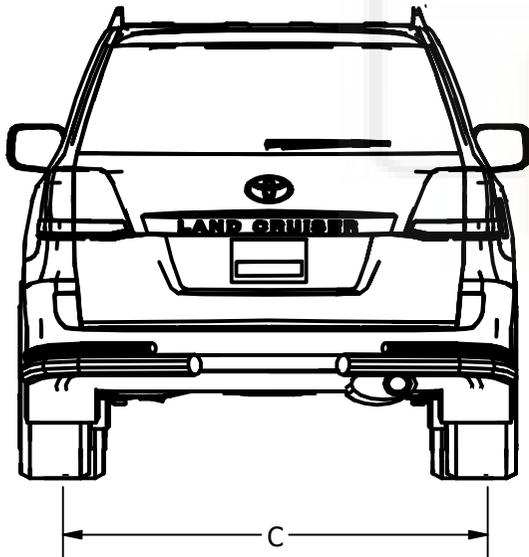
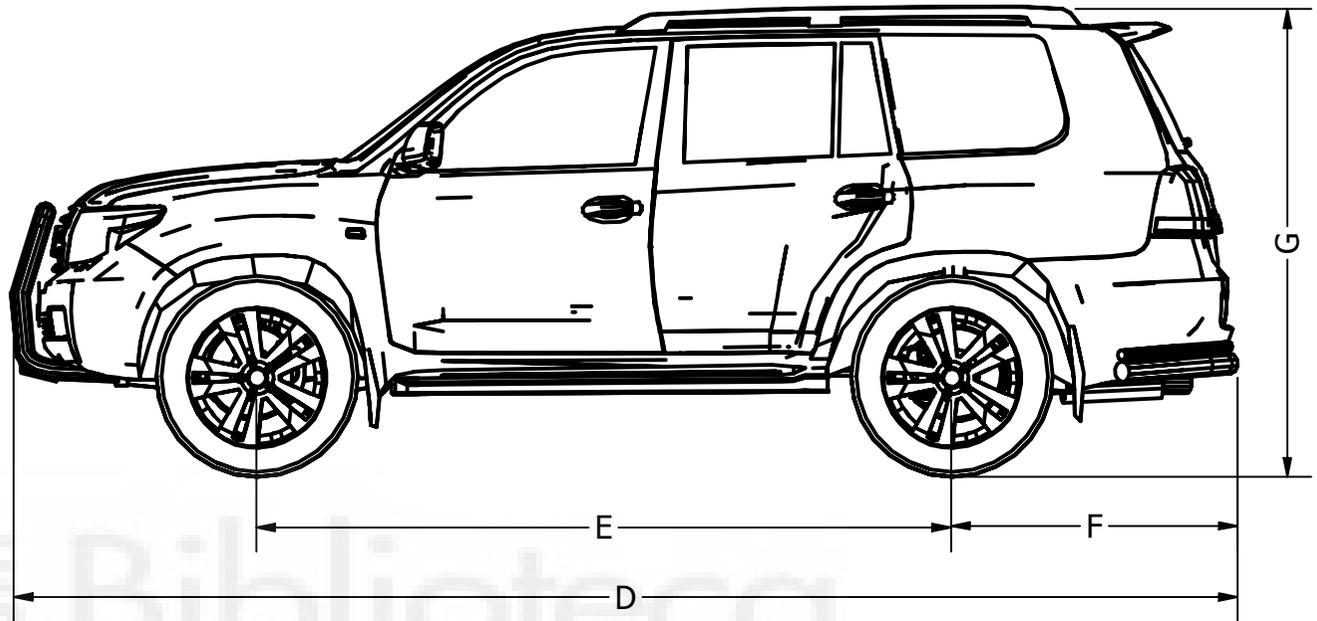
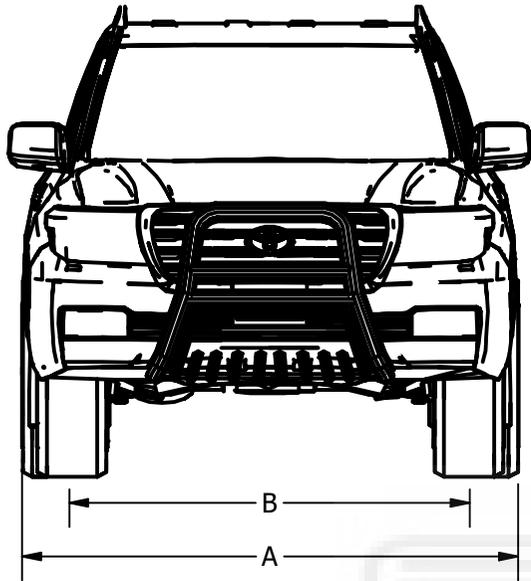
VEHÍCULO ANTES DE LA
REFORMA



UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ DE ELCHE

Grado Ingeniería Mecánica

Trabajo fin de grado Reforma Toyota Land cruiser 150 4x4



A	ANCHURA TOTAL	1910 mm
B	VÍA ANTERIOR	1675 mm
C	VÍA POSTERIOR	1675 mm
D	LONGITUD MÁXIMA	4992 mm
E	DISTANCIA ENTRE EJES	2790 mm
F	VOLADIZO POSTERIOR	1318 mm
G	ALTURA TOTAL	1961 mm

TOYOTA

LAND CRUISER 150

AUTOR:

Pablo Contreras López

Nº HOJA: 2

ESCALA: S/E

TAMAÑO:
A4

Nº PLANO:
5.5.2

PROFESOR:

Fernando Verdu Bernabeu

TÍTULO:

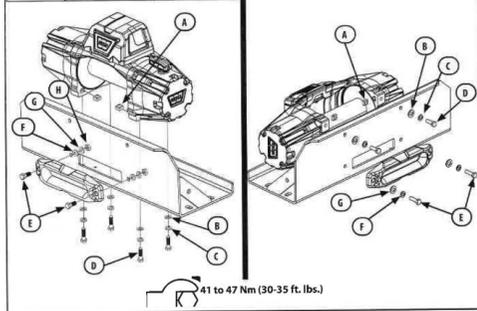
VEHÍCULO DESPUÉS DE LA
REFORMA



UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ DE ELCHE

Grado Ingeniería Mecánica
Trabajo fin de grado Reforma Toyota Land cruiser 150 4x4

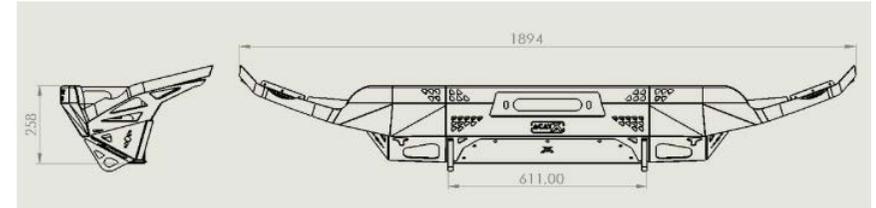
ft.	Cantidad	Descripción	ft.	Cantidad	Descripción
A, B, C	4	M10	A, B, C	4	M10
D	2	M10 x 30	D	2	M10 x 30
E	2	M12 x 35	E	2	M10 x 45
F, G, H	2	M12			



Croquis de anclaje del cabrestante



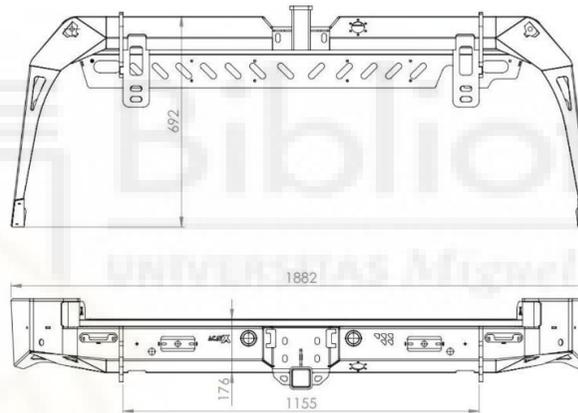
Separadores de rueda



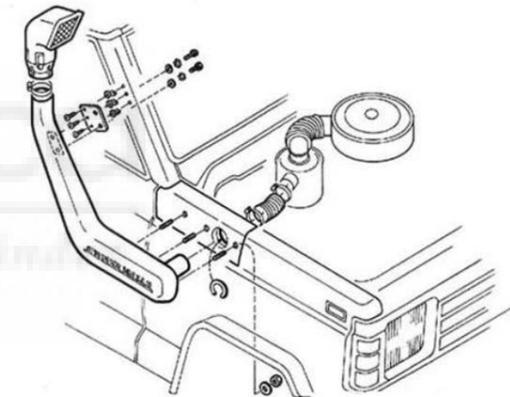
Croquis del paragolpes delantero



Bloqueador de diferencial



Croquis paragolpes trasero



Croquis ubicación del snorkel

TOYOTA

LAND CRUISER 150



UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ DE ELCHE

Grado Ingeniería Mecánica
Trabajo fin de grado Reforma Toyota Land cruiser 150 4x4

AUTOR:
Pablo Contreras López

Nº HOJA: 3 ESCALA: S/E

TAMAÑO:
A4 Nº PLANO:
5.5.3

PROFESOR:
Fernando Verdu Bernabeu

TITULO:
DETALLES CONSTRUCTIVOS

5.6.-DOCUMENTOS ANEXOS.

5.6.1.-FICHA DE ITV.

INSPECCIONES TÉCNICAS		
Fecha: 10/10/2016 Validez: 10/10/2020 Estación: Resultado: FAVORABLE	Fecha: Validez: Firma y sello	Fecha: Validez: Firma y sello
Fecha: Validez: Firma y sello	Fecha: Validez: Firma y sello	Fecha: Validez: Firma y sello
Fecha: Validez: Firma y sello	Fecha: Validez: Firma y sello	Fecha: Validez: Firma y sello
Fecha: Validez: Firma y sello	Fecha: Validez: Firma y sello	Fecha: Validez: Firma y sello
<p>Diligencia de venta / Reformas en el vehículo</p> <p>21-10-2016 (ITV 1302) Adecuación como Vehículo Forestal extinción incendios. Instala neumáticos 245/70R17 114T sobre llantas 6,5x17. Aumento F.1 / F.2= 3490, 2°E F.1.1 / F.2.1= 2150 kg. Diminución O.1.1 y O.1.3= 2500. Instalación rejilla separadora de carga tras 2ª fila de asientos quedando 5 plazas con rejilla/7 sin rejilla. Instalación de enganche marca LAFUENTE Tipo EE0170 Hom.: e919420*9420*2843*00 con bola fija para remolque hasta 750 kg S/F y 2500 kg C/F. G=2255.</p>		

A.1 Nombre del fabricante del vehículo base	F.3.1 Masa Máxima Autorizada del conjunto (MMC)	O.1.4 Remolque sin freno
A.2 Dirección del fabricante del vehículo base	F.4 Altura total	O.2.1 Masa máxima remolcable Técnicamente Admisible con frenos mecánicos
B.1 Nombre del fabricante del vehículo completado	F.5 Anchura total	O.2.2 Masa máxima remolcable Técnicamente Admisible con frenos de inercia
B.2 Dirección del fabricante del vehículo completado	F.5.1 Anchura máxima carrozable	O.2.3 Masa máxima remolcable Técnicamente Admisible con frenos hidráulicos o neumáticos
C.1 Código ITV	F.6 Longitud total	O.3 Tipo de freno de servicio
CL Clasificación del vehículo	F.6.1 Longitud máxima carrozable	P.1 Cilindrada
C.V Control VIN	F.7 Via anterior	P.1.1 Número y disposición de los cilindros
D.1 Marca	F.7.1 Via posterior	P.2 Potencia del motor
D.2 Tipo/Variante/Versión	F.8 Voladizo posterior	P.2.1 Potencia fiscal
D.3 Denominación comercial del vehículo	F.8.1 Voladizo máximo posterior carrozable	P.3 Tipo de combustible o fuente de energía
D.6 Proximidad	G Masa en Orden de marcha (MOM)	P.5 Código de identificación del motor
E Nº de identificación del vehículo	G.1 Masa en vacío para vehículos categoría L	P.5.1 Fabricante o marca del motor
EP Estructura de protección	G.2 Masa Mínima Admisible del vehículo completado	Q Relación potencia/masa
EP.1 Marca de la estructura de protección	J Categoría del vehículo	R Cose
EP.2 Modelo de la estructura de protección	J.1 Carrocería del vehículo	S.1 Nº de plazas de asiento/Nº de asientos o asientos
EP.3 Nº de homologación de la estructura de protección	J.2 Carga	S.1.1 Círculos de seguridad
EP.4 Nº identificativo de la estructura de protección	J.3 Volumen de bodegas	S.2 Nº de plazas de pie
F.1 Masa Máxima en carga Técnicamente Admisible (MMTA)	K Nº de homologación del vehículo de base de protección	T Velocidad máxima
F.1.1 Masa Máxima en carga Técnicamente Admisible en cada eje 1/2/3/...	K.1 Nº de homologación del vehículo completado	U.1 Nivel sonoro en parado
F.1.5 Masa Máxima en carga Técnicamente Admisible en 5ª rueda o pivote de acoplamiento	L Nº de ejes y ruedas	U.2 Velocidad del motor a la que se mide el nivel sonoro a vehículo parado
F.2 Masa Máxima en carga Admisible del vehículo en circulación (MMA)	L.1 Ejes motores	V.7 Emisiones de CO2
F.2.1 Masa Máxima autorizada en cada eje 1/2/3/...	L.2 Dimensiones de los neumáticos	V.8 Emisiones de CO
F.2.5 Masa Máxima Autorizada en 5ª rueda o pivote de acoplamiento	M.1 Distancia entre ejes 1+2, 2+3/...	V.9 Nivel de emisiones
F.3 Masa Máxima Técnicamente Admisible del conjunto (MMTAC)	M.4 Distancia entre 5ª rueda o pivote de acoplamiento y último eje	Z Año y Número de orden de la serie corta
	O.1 Masa Remolcable con frenos/Masa Remolcable Técnicamente Admisible del vehículo de motor en caso de:	(1) Código NIVE
	O.1.1 Barra de Trazción	
	O.1.2 Semirremolque	
	O.1.3 Remolque eje central	

TOYOTA MOTOR EUROPE NV/SA

B Nº de Serie: e001271698

Matrícula	Certificado Nº	Código	Descripción	Código	Descripción
6989JTD	e001271698-20160628	G	2385	M.1	2790 / /
		F.1	2990	M.4 /
		F.1.1	1450 / 1800 / /	L	2 / 4
		F.1.5	.....	L.0 /
		F.2	2990	L.1	2 / DELANTE DETRÁS / 4WD PERMANENTE
		F.2.1	1450 / 1800 / /	L.2	4/P245/70R17 108S 17X6 1/2J
		F.3	5990	P.5.1	TOYOTA
		F.3.1	5990	P.5	1GD
		O.1	.....	P.3	M / D
		O.1.1	3000	P.1	2755
		O.1.2	.....	P.1.1	4 / CILIN., LINEA
		O.1.3	3000	P.2	130
		O.1.4	750	P.2.1	16.14
		F.4	1845	S.1	7
		F.5	1885	S.2	.....
F.6	4780	U.1	75		
F.7	1605	U.2	2550		
F.7.1	1605	V.7	194		
F.8	.....	V.9	EURO 6 W		

<p>El abajo firmante, legalmente autorizado por: Toyota España S.L.U.</p> <p>Certifica que el vehículo cuyas características se reseñan es completamente conforme con el número de homologación.</p> <p>Fecha de emisión: 05/10/2016</p>	<p>Observaciones:</p> <p>DUA Num.16ES00462130008220 de fecha 19-07-2016 Aduana de Sagunto</p> <p>Firma autorizada Registro de fabricantes y firmas autorizadas</p> <p>MARIA ISABEL JARREGA MARQUES</p> <p>Opciones incluidas en la homologación de tipo</p>
---	--

0FC71AB5A59C4BB4820CC035A85F38EC

Tarjeta eITV expedida por DGT

Primera expedición: 10/10/2016 14:08:29

5.6.2.-PERMISO DE CIRCULACIÓN.

DESCRIPCIÓN DE LOS CÓDIGOS	
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 ³)
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)



REINO DE ESPAÑA



MINISTERIO DEL INTERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO

PERMISO DE CIRCULACIÓN

Свидетельство за управление
Osvědčení o registraci
Registrieringsattest
Zulassungsbescheinigung
Registrierimintunistus
Άδεια κυκλοφορίας/
Πιστοποιητικό Εγγραφής
Registrazione certificate
Certificat d'immatriculation
Teastas Cláiríche
Prometna dozvola
Carta di circolazione
Registrācijas apliecība

Registrācijas liudzimas
Forgalmi engedély
Certifikat ta'Registrazzjoni
Kentekenbewijs
Dowód Rejestracyjny
Certificado de matricula
Certificatul de înmatriculare
Osvědčení o evidenci
Prometno dovoljenje
Rekisteriintitidistus
Registrieringsbeviset

COMUNIDAD EUROPEA

20-03329645 

RCM-FHMT

A	6989JTD
B	-----
H	-----
I	10-10-2016
(I.1)	12-07-2022
(I.2)	CIUDAD REAL
C.1.1	AGULLO SEGARRA
C.1.2	MARIA PAZ
C.1.3	
C.4	c 0FC71AB5A59C4BB4820CC035A85F38EC
D.1	TOYOTA
D.2	J15TM / GDJ150(MF) / GDJ150L-GKFEYW(BF)
D.3	TOYOTA LAND CRUISER (1
(D.4)	PARTICULAR - SIN ESPECIFICAR
E	JTEBR3FJX0K029487
F.1	3490
F.2	3490
G	2255
K	E6*2007/46*0001*05
P.1	2755
P.2	130.00
P.3	DIESEL
Q	-----
S.1	7
S.2	-----

OBSERVACIONES:
Documento válido si acompaña ITV en vigor.
Próxima ITV: 23-10-2022
Kilometraje a fecha 23-10-2020: 0124860

M 2

5.6.3.-FICHA PARAGOLPES DELANTERO.



CERTIFICADO DE ORIGEN

FB-HIB-TLC153

FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Parachoques delantero, concepto híbrido, diseñado para mejorar las capacidades todoterreno y proteger las partes bajas delanteras del vehículo. Dispone de cabrestante integrado, placa protectora y posibilidad de colocar dos lámparas led extra. Dos puntos de gancho de alta resistencia.

MARCA: ACAYX

CÓDIGO COMERCIAL: FB-HIB-TLC153

COMPATIBILIDAD DEL

VEHICULO: TOYOTA LAND CRUISER PRADO 2009-2021

INFORMACIÓN TÉCNICA

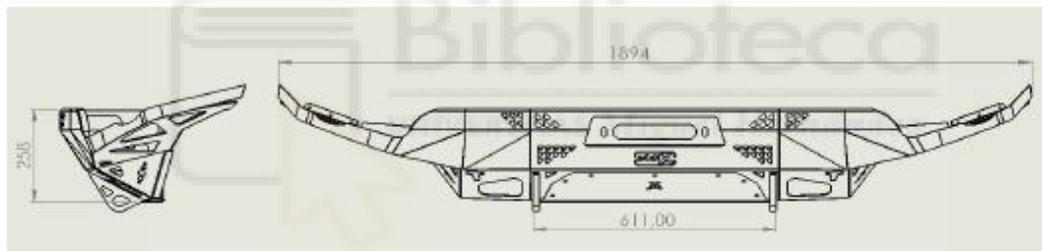
MATERIAL: S275JR Steel - AL5083 Aluminium allow

PROCESO DE SOLDADURA: MIG-MAG. TIG

PESO: 35 kg

ACABADO FINAL: Recubrimiento el polvo - Negro oxidón

DIMENSIÓN GENERAL:



INCLUYE

PARAGOLPES

BASE PARA CABRESTAN

2 PUNTOS DE REMOLQUE

MONTADO CON HARDWARE ORIGINAL

FECHA DEL CERTIFICADO: DECEMBER 2021

5.6.4.-FICHA PARAFOLPES TRASERO.



CERTIFICADO DE ORIGEN

RB-TLC150

FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Paragolpes trasero diseñado para mejorar las capacidades todoterreno y proteger las partes bajas del extremo trasero del vehículo. Tiene la posibilidad de colocar brazos basculantes donde soportar distintos componentes. Lleva pilotos para reemplazar las luces originales del vehículo, en caso de ser necesario. Dos puntos de rescate integrados. Y la posibilidad de reubicar los sensores de aparcamiento.

BRAND: ACAYX

CÓDIGO COMERCIAL: RB-TLC150

COMPATIBLE CON: TOYOTA LAND CRUISER 2009 en adelante.



INFORMACIÓN TÉCNICA

MATERIAL: Acero S275JR - Aluminio AW5754 tapas superiores.

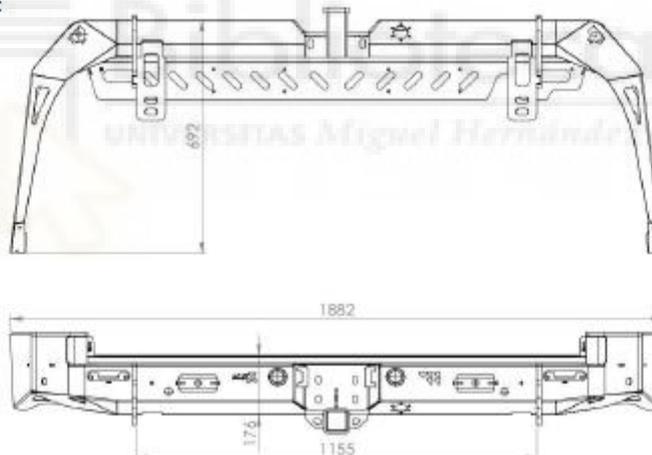
PROCESO DE SOLDADURA: MIG-MAG. TIG

PESO: 35 kg

FIJACIÓN A CHASIS: 4 x M12x1,25x50mm 8.8 (4 a largueros y 4 a travesaño de chasis) + 4 x M12x1,25x40mm 8.8 (a travesaño de chasis)

PINTURA: pintura en polvo - Negro oxidón

DIMENSIONES GENERALES:



INCLUYE

CUERPO DEL PARAGOLPES

COBERTORES SUPERIORE.

PILOTO DE POSICIÓN, FRENO Y GIRO. PILOTO DE REVERSA. PILOTO ANTINEBLA. CATADIÓPTICOS.

TORNILLERÍA DE FIJACI

FECHA: OCTUBRE 2022

PRODUCT TECHNICAL DATA SHEET

5.6.5.-MARCADO CE CABRESTANTE.



Teléf.: 91 562 38 98 (5 líneas)
Fax: 91 562 11 85 - 91 563 78 14
Web: www.implementos.com
E.mail: implementos@implementos.com

CERTIFICADO

EL ABAJO FIRMANTE, ANGELES PEREZ PEREZ, CON D.N.I. 00678089A, PRESIDENTE DE **IMPLEMENTOS, S.A.**, IMPORTADORES Y DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS PARA ESPAÑA Y PORTUGAL DE LA FIRMA **WARN INDUSTRIES INC.**, U.S.A, FABRICANTES DE LOS CABRESTANTES ELECTRICOS E HIDRAULICOS DE LA MARCA **WARN**.

CERTIFICA QUE :

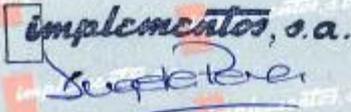
EL CABRESTANTE **WARN** MODELO VR EVO 12-S /12v CON NUMERO DE SERIE 120120222306 CUMPLE CON LAS NORMATIVAS DEFINIDAS EN LAS DIRECTIVAS DE LA CE: 2006/42/CE Y 2004/108/CE

LAS CARACTERISTICAS DE ESTE CABRESTANTE SON:

- ACCIONAMIENTO: ELECTRICO XXXXX
HIDRAULICO
- CAPACIDAD DE TRACCION EN ARRASTRE
EN LA 1ª VUELTA DEL TAMBOR: 5.443 KG.
- PESO PROPIO APROX.: 26 KG.
- CABLE SINTETICO.: 9,5 MM X 27 MS.

Y PARA QUE CONSTE EMITIMOS EL PRESENTE CERTIFICADO EN

Madrid, a 4 de Julio de 2.022


Angeles Pérez Pérez
PRESIDENTE

5.6.6.-TOMA ELEVADA DE ADMISIÓN.

BRAVO SNORKEL®

SNORKEL CERTIFICATE

BRAVO DEAL S.L. with VAT number: ESB55182737, certifies by this document:

MANUFACTURER

Regarding manufacturing and subject trademark owner of this certificate, BRAVO DEAL S.L. declares:

- It is a registered manufacturer with expedient number 23494 in "Registro de Firmas de Fabricantes y Representantes RFFR" of the Spanish Government's Ministry of Industry.
- Is the record owner of the trademark BRAVO SNORKEL, registered in class 12 and 35 of the European Union Intellectual Property Office (EUIPO) with 018205779 title number.

EC DIRECTIVES

BRAVO SNORKEL trademark kits are in compliance of the applied European Directives considered in the Regulatory Acts RA as it follows:

- 70/157/ECC – Vehicle noise emissions
- 70/220/EEC – Energy related emissions of ozone precursors
- 72/306/EEC – Exhaust emissions standards for heavy-duty vehicles (if applied)
- 74/483/EEC – External projections of motor vehicles
- 77/649/EEC – Field of vision of motor vehicle drivers
- 88/77/EEC – Diesel emissions
- EC regulation 715/2007 – Exhaust emissions standards for light passenger and commercial vehicles
- EC regulation 595/2009 – Exhaust emissions from heavy duty vehicles

According to compliance reports issued by authorized european laboratories, obtainable for all kits range of our catalogue.

MATERIAL

The employed material for manufacturing the main elements of the snorkel kits is LLDPE (Linear Low-Density Polyethylene) by the ExxonMobil™ trademark, having LL 8446.21 code and density of 0,935 g/cm³ according to ISO 1183 test.

IDENTIFICATION

For product's identification in order to inspection for authorized entities, it shall be taken as a reference the verification of the trademark and reference of every snorkel kit considering the following elements:



Verified for the record by our ENGINEERING DEPARTMENT.


BRAVO DEAL, S.L.

BRAVO SNORKEL®

CERTIFICADO SNORKEL

BRAVO DEAL S.L. con VAT nº ESB55182737 y mediante éste documento certifica que:

FABRICANTE

Con respecto a la fabricación y marca objeto de éste certificado, BRAVO DEAL S.L. declara que:

- Está dada de alta con expediente número 23494 en el Registro de Firmas de Fabricantes y Representantes RFFR del Ministerio de Industria del Gobierno de España.
- Es titular del registro de la marca BRAVO SNORKEL en las clases 12 y 35 en la Oficina de Propiedad Intelectual de la Unión Europea (EUIPO) con nº de título 018206779.

DIRECTIVAS CE

Que los kits de la marca BRAVO SNORKEL están en cumplimiento de las Directivas Europeas que les son de aplicación, reflejadas en los siguientes Actos Reglamentarios AR:

- 70/157/CEE - Nivel sonoro admisible
- 70/220/CEE - Emisiones
- 72/306/CEE - Humos diésel (si aplica)
- 74/483/CEE - Salientes exteriores
- 77/649/CEE - Campo de visión delantera
- 88/77/CEE - Emisiones diésel
- Reglamento (CE) nº 715/2007 - Emisiones vehículos ligeros
- Reglamento (CE) nº 595/2009 - Emisiones vehículos pesados

Según los informes de conformidad emitidos por laboratorios autorizados a nivel europeo, de obtención para todos los kits de nuestro catálogo.

MATERIAL

El material empleado para la fabricación de los elementos principales de los kits snorkel es el LLDPE (Poliétileno de Baja Densidad Lineal) de la marca ExxonMobil™ con código LL 8446.21 y densidad 0,936 g/cm³ según test ISO 1183.

IDENTIFICACIÓN

La identificación del producto a efectos de inspección por los entes autorizados, deberá realizarse mediante la comprobación de la marca y referencia de cada kit de snorkel según los elementos que se indican:



Para que conste y verificado por nuestro DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA.


BRAVO DEAL, S.L.



C/ Alou, 21 Baixos
17400 Celrà
Girona (España)
972 218 899
reinvac@reinvac.com
reinvac.com

CERTIFICATE OF NORMATIVE FULFILLING CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA

REINVAC Girona S.L., an engineering company specialized in homologation and certification of vehicles and its components, as well as technical reports for the automotive market, having ID Number B17369919, certifies: REINVAC Girona S.L., empresa de ingeniería dedicada a la realización de proyectos de homologación de vehículos y componentes, así como informes técnicos en el sector del automóvil, con NIF B17369919, acredita:

The entire snorkel kits and accessories range manufactured by BRAVO SNORKEL (registered number 23494 in the "Registro de Firmas de Fabricantes y Representantes RFFR" of the Spanish Government's Ministry of Industry) has been verified as it is described:

Que se ha verificado la gama de kits de snorkel y accesorios del fabricante BRAVO SNORKEL (plado de alta con expediente n° 23494 en el Registro de Firmas de Fabricantes y Representantes RFFR, del Ministerio de Industria del Gobierno de España), detallada a continuación:

MAKE	MODEL	SERIES (YEAR)	FITMENT SIDE	REFERENCE
FORD	RANGER	PJ / PK (2007 - 2011)	Left	SFR7
		PX (2011 -)	Right	SFR8
ISUZU	D-MAX	(2012- 2019)	Right	SIDX
		(2020 -)	Right	SIDY
JEEP	CHEROKEE	KJ (2002 - 2007)	Right	SJKJ
	GRAND CHEROKEE	WJ (1999 - 2006)	Left	SJWJ
	WRANGLER	JK (2007 - 2016)	Right	SJJK
		JL (2017 -)	Right	SJLJ
LAND ROVER	DEFENDER	T05 / T04 (1999 - 2016)	Right	SLFR
	DISCOVERY	2 (1999 - 2005)	Left	SLD2
		3 / 4 (2005 - 2016)	Right	SLD3
MERCEDES	G CLASS	W460 / 461 / 463 (1979 - 2018)	Right	SMGC
		W460 / 461 / 463 (1979 - 2018)	Left	SMGL
	SPRINTER	W906 (LHD) (2006 - 2018)	Left	SMSP
		W907 / 910 (LHD) (2018 -)	Left	SMST
MITSUBISHI	L200 / TRITON	ML / MN (2006 - 2015)	Right	SMT2
		MQ (2015 - 2018)	Right	SMT3
		MR (2019 -)	Right	SMT4
	PAJERO / MONTERO	V60 / V70 (2000 - 2006)	Right	SMM3
		V80 / V90 (2007 -)	Right	SMM4



C/ Alau, 21 Balcon
17460 Collrú
Girona (España)
973 218899
reinvac@reinvac.com
reinvac.com

MAKE	MODEL	SERIES / YEAR	FITMENT SIDE	REFERENCE
NISSAN	NAVARA / PATHFINDER	D22 / NP300 (1997 -)	Left	SNM3
		D40 / R51 (2005 - 2009)	Left	SNM4
		D40 / R51 (2010 - 2014)	Left	SNM5
		D23 / NP300 (2015 -)	Right	SNM6
	PATROL	Y60 (1988 - 1997)	Left	SNP2
		Y61 (1998 - 2004)	Left	SNP3
		Y61 (2005 -)	Left	SNP4
SUZUKI	JIMNY	(1998 - 2012)	Right	SSJM
		(2014 -)	Right	SSJN
TOYOTA	HILUX	25 series Vigo (2005 - 2014)	Right	ST25
		126 series Revo (2016 -)	Right	ST26
	LAND CRUISER	70 series (1985 - 2007)	Right	ST70
		70 series (2007 -)	Right	ST74
		90 series Prado (1996 - 2002)	Right	ST90
		100 series (1998 - 2007)	Right	ST10
		120 series Prado (2002 - 2009)	Right	ST12
150 series Prado (2009 -)	Right	ST15		
VOLKSWAGEN	AMAROK	(2010 -)	Right	SVWA
	CRAFTER	(2004 - 2017)	Left	SMSP
	CRAFTER / MAN TGE	(2017 -)	Right	SVCR
	T5 / T6	(2003 -)	Right	SVW6

All references of the BRAVO SNORKEL catalogue - assembling them following the established indications of placement given by the manufacturer - fulfills the EC directives applied to snorkel kits and accessories in homologation & vehicle approvals showed below:

Y que todas las referencias del catálogo BRAVO SNORKEL - siempre que sean montadas siguiendo las directrices así establecidas por el propio fabricante - dan cumplimiento a todas las directivas europeas aplicables en los kits de snorkel y sus accesorios, en materia de homologación de vehículos, indicadas a continuación:

- 70/157/EEC - Vehicle noise emissions
- 70/220/EEC - Energy related emissions of ozone precursors
- 72/304/EEC - Exhaust emissions standards for heavy-duty vehicles (if applied)
- 74/483/EEC - External projections of motor vehicles
- 77/649/EEC - Field of vision of motor vehicle drivers
- 88/77/EEC - Diesel emissions
- EC regulation 715/2007 - Exhaust emissions standards for light passenger and commercial vehicles
- EC regulation 595/2009 - Exhaust emissions from heavy duty vehicles
- 70/157/CEE - Nivel sonoro admisible
- 70/220/CEE - Emisiones
- 72/304/CEE - Normas diésel (si aplica)
- 74/483/CEE - Salientes exteriores
- 77/649/CEE - Campo de visión delantera
- 88/77/CEE - Emisiones diésel
- Reglamento (CE) nº 715/2007 - Emisiones vehículos ligeros
- Reglamento (CE) nº 595/2009 - Emisiones vehículos pesados

Certified for the record, signed and stamped.

Y para que así conste a todos los efectos, se firma el presente certificado.

REINVAC GIRONA, SL

REINVAC GIRONA, S.L. Empresa de ingeniería y peritaciones | REINVAC GIRONA, S.L. Engineering & Expertises Company
Inscrita en el Registro Mercantil de Girona, Tomo 547, Folio 9, Hoja 11843, Ins. 1, CIF B-17/349.919

5.6.7.-MANUAL DE MONTAJE BOLA DE ENGANCHE.



BULON-BOLA ESTANDAR "ARAGON" Ref : EAR001		INSTRUCCIONES DE MONTAJE														
TIPO: A-50 X / S Nº de homologación. Approval number. Numéro d'homologation. Nº di Omologazione. Zulassungs-Nr. e11*94/20*5038*00		1. Identificar los agujeros existentes en el vehículo. 2. Montar el bulón-bola sobre el vehículo utilizando la tornillería suministrada. 3. La fijación del bulón-bola al vehículo tractor deberá realizarse mediante 2 tornillos M16 (calidad 8.8), arandelas planas y tuercas autoblocantes M16. 4. Apretar todo según el par de apriete correspondiente. (Es recomendable revisar el par de apriete después de los primeros 1000 km. de uso). Nota: Enganches y Remolques Aragón, S.L., no asumirá ningún tipo de responsabilidad por daños causados por un uso imprudente														
Peso máximo remolcable. Max. trailer weight. Poids tractable maxi. Peso massimo rimorchiabile. Zulässige Zuglast. 3500 kg.	Carga vertical máxima /Max. Nose weight. Charge verticale maxi. Carica verticale massima. Zulässige Stützlast. S = 250 kg.	2 x M16x40 (8.8)	2 x Autoblocaente M16	2 x Ø 16 mm.												
Valor "D". "D" value. Valeur "D". Valore D. Wert D. D 17,00 kN	Par de apriete para los tornillos. Tightening torque for screws. Couple de serrage. Forza di stretta per le viti. Anziehmoment für die Schrauben. <table border="1"> <tr> <td>mm</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>14</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Nm</td> <td>25</td> <td>55</td> <td>80</td> <td>135</td> <td>200</td> </tr> </table>	mm	8	10	12	14	16	Nm	25	55	80	135	200	INSTRUCCIONES DE USO Para extraer la bola tirar del pasador situado en la parte inferior derecha del soporte y sacar la bola hacia arriba. Para volver a montarla, tirar del pasador e introducir la bola en el orificio del soporte y soltar el pasador. ATENCIÓN: Dispositivo de enganche homologado según Directiva 94/20 CE. La capacidad máxima de tracción tanto en la bola como en el pasador es de 3500 kg. Este dispositivo sólo es apto para anillos de diámetro 20,30,40,50 con sección torcional de 200 Nm. Este dispositivo NO ES APTO para cabezas o anillos no mencionados en las especificaciones.		
mm	8	10	12	14	16											
Nm	25	55	80	135	200											

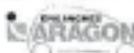
Enganche homologado según Directiva 94/20 CE
 * (Sólo para España) : Es necesario presentar este documento en la ITV, junto con el certificado de montaje del taller instalador

Nº Rev : 001 Fecha aprob.: 29-09-2003



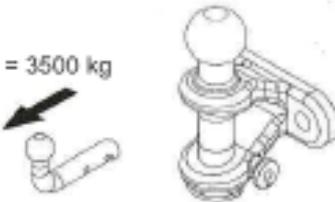
BULON-BOLA STANDAR AUTOMÁTICO
Ref: BG00000

www.enganchesaragon.com

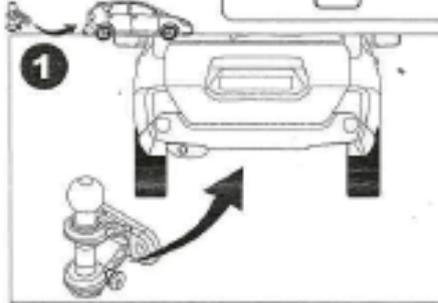


TIPO: EAR001 S= 250kg
CLASE: A-50X/S D= 17kN
e11 00-5038

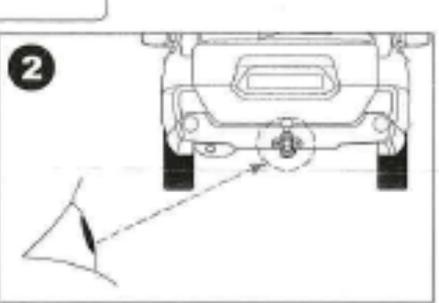
T = 3500 kg



1

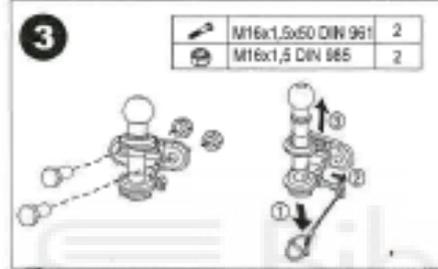


2



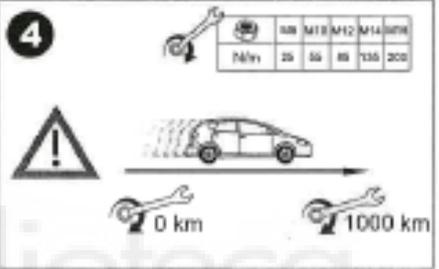
3

	M16x1,5x50 DIN 961	2
	M16x1,5 DIN 965	2



4

	M8	M10	M12	M14	M16
	25	35	55	75	200



ES ATENCIÓN:

- Dispositivo de enganche homologado según Directiva 94/20 CE.
- La capacidad máxima de tracción tanto en la bola como en el pasador es de 3500 kg.
- Este dispositivo sólo es apto para anillos de anclaje de diámetro interno 20, 30, 40, 50 mm y sección de diámetro 28,6 mm.
- Este dispositivo **NO ES APTO** para cabezales o anillos de anclaje no mencionados en las especificaciones.

EN ATTENTION:

- Device approved to 94/20 EC
- The maximum capacity of the traction of the ball and pin is 3500 kg.
- This device is only suitable for rings with internal diameter of 20-30-40-50 mm and a diameter section of 28.6 mm.
- This device **IS NOT SUITABLE** for rings and heads which are not indicated in the specifications.

FR ATTENTION:

- Dispositif d'attelage homologué selon la Directive 94/20 CE.
- La capacité maximum de traction tant de la boule que de la tige est de 3500 kg.
- Ce dispositif est valable pour les anneaux de 20-30-40-50 mm avec une section de diamètre 28,6 mm.
- Ce dispositif **N'EST PAS VALIDE** pour les têtes et anneaux d'attelage non mentionnés dans les spécifications.

IT ATTENZIONE:

- Il dispositivo di traino omologato secondo la normativa 94/20 CE.
- La capacità massima di traino tanto per la sfera come per la barra è di 3500 kg.
- Questo dispositivo solo È ATTO per gli anelli di traino con diametro interno di 20, 30, 40, 50 mm e con sezione di diametro 28,6 mm.
- Questo dispositivo **NON È ATTO** per sfere o anelli di traino non descritti nelle specifiche.

DE ACHTUNG:

- Homologierte Anhängervorrichtung nach Richtlinie 94/20 CE
- Die maximale Anhängelast für die Kugel oder Stift ist 3500 Kg.
- Diese Vorrichtung ist nur für Anhängerringe mit Innendiameter 20, 30, 40, 50 mm und Diameterschnitt 28,6 mm geeignet.
- Diese Vorrichtung ist **NICHT** für die auf der Spezifikationen beschriebene Kugelköpfe oder Anhängerringen GEEIGNET

RU ВНИМАНИЕ:

- Тяговое устройство, одобренное в соответствии с Директивой Совета Евросоюза 94/20.
- Максимальная тяговая сила как на шар, так и на крюк составляет 3500 кг.
- Данное устройство предназначено исключительно для буксирных колец внутреннего диаметром 20, 30, 40, 50 мм, с сечением диаметра 28,6 мм.
- Данное устройство **НЕ ПРЕДНАЗНАЧЕНО** для головок или буксирных колец, не указанных в пояснении.

Pablo Contreras López

173

5.6.8.-CERTIFICADO DE LUCES.

DECLARATION OF CONFORMITY

All lamps manufactured by Lazer Lamps Ltd are designed to comply with **CISPR 25 Class 3** to ensure they exceed the requirements of **UNECE Regulation 10 (The Automotive Directive)** and are subject to periodic testing to ensure this standard is maintained.

All (E9) marked driving/spot lamps sold by Lazer Lamps Ltd have been certified to **UNECE Regulation 112 (and Regulation 7 where fitted with position lights)**.

The lamp cables (1mm² and 2.5mm² twin core) used on Triple-R (Gen2) Elite, Linear STD and Linear ELITE (without Position Light) products is certified to **UNECE Reg 118**, under approval number **E9*118R03/01*1306*00**



APPROVED BY:  DATE: 02 FEB 2022

Ben Russell-Smith
(Director)

6.-CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS.

Este trabajo ha permitido analizar en profundidad el proceso de legalización de reformas en vehículos todoterreno, tomando como caso de estudio un Toyota Land Cruiser 150. Se ha detallado el marco normativo vigente, las modificaciones más comunes y los procedimientos técnicos y administrativos necesarios para su homologación.

A través de la aplicación práctica, se ha logrado desarrollar una guía clara y estructurada que facilita el proceso de reforma y legalización de estos vehículos. Se han estudiado aspectos clave como la suspensión, la incorporación de accesorios y el impacto de las modificaciones en la seguridad y el comportamiento dinámico del vehículo.

Como líneas futuras, se plantea la optimización de ciertos procesos de homologación y la posible implementación de nuevas tecnologías en los sistemas de seguridad y eficiencia del vehículo.

En definitiva, este trabajo no solo demuestra la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos en la carrera, sino que también sienta las bases para futuras investigaciones y proyectos en el ámbito de la ingeniería mecánica aplicada a la automoción.

7.-BIBLIOGRAFÍA

<https://codigo4x4.com/>

<https://lavel-sti.com/>

<https://www.ingenaga.com/homologaciones/todoterrenos-3/>

<https://tutuning.net/como-homologar-todoterreno-4x4/>

<https://www.sahara4x4.com/b2c/producto/RD193/2/arb-air-locker-rd193-toyota-land-cruiser-150-8-25-d-12-bolt-30-spline>

<https://www.sahara4x4.com/b2c/modelo/2/toy1505885/toyota-land-cruiser-150-155-180-2009->

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/es/TXT/?uri=CELEX%3A32009R0661>

<https://youtu.be/8ELCSFjInG8?si=7HiXcZntrH50LaDm>

<https://youtu.be/fJcEX6Hmx3o?si=HgmMTlujP42F2yVf>