

**PROYECTO TÉCNICO DE REFORMA EN VEHÍCULO
MARCA NISSAN MODELO TL100.35 NÚMERO DE
BASTIDOR VWASDFTL053824189 PARA EL
REFUERZO DE LA SUSPENSIÓN TRASERA Y EL
AUMENTO DE SU MASA MÁXIMA AUTORIZADA**



PETICIONARIO DEL PROYECTO: CARROCERÍAS DEL SUR, S.L.

EL INGENIERO INDUSTRIAL: HERMENEGILDO RODRÍGUEZ GALBARRO – Col. Nº 2.391

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. MEMORIA DESCRIPTIVA
 - 1.1. Objeto
 - 1.2. Identificación de la reforma
 - 1.3. Normativa aplicable
 - 1.4. Características del vehículo antes de la reforma
 - 1.5. Características del vehículo después de la reforma
 - 1.6. Descripción de la reforma
 - 1.7. Identificación del peticionario de la reforma

2. MEMORIA DE CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
 - 2.1. Cálculo del reparto de cargas por eje
 - 2.2. Distribución de los esfuerzos cortantes y flectores
 - 2.3. Comprobación de la resistencia mecánica del bastidor
 - 2.4. Comprobación de los sistemas de fijación y anclajes
 - 2.5. Cálculo de la suspensión trasera
 - 2.6. Comprobación por resistencia del eje trasero
 - 2.7. Estudio de la estabilidad del vehículo reformado
 - 2.8. Conclusiones

3. PLIEGO DE CONDICIONES
 - 3.1. Calidad de los materiales empleados
 - 3.2. Normas de ejecución
 - 3.3. Certificados y autorizaciones
 - 3.4. Taller ejecutor

4. PRESUPUESTO

5. PLANOS

6. ANEXOS
 - 6.1. Fotografías del vehículo reformado

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. Objeto.

El presente proyecto técnico tiene como objetivo principal el dar cumplimiento a la normativa vigente a fin de demostrar la viabilidad que tiene la reforma realizada sobre el vehículo marca **NISSAN** modelo **TL100.35** y número de bastidor **VWASDFTL053824189**, con el objetivo de aumentar su Masa Máxima Autorizada, para lo cual al vehículo de referencia se le someterá a las siguientes reformas:

- Refuerzo del sistema de suspensión de ballestas trasera mediante la instalación de ballestín de refuerzo;
- Sustitución de los neumáticos traseros por otros equivalentes con mayor índice de carga;
- Aumento de la masa máxima autorizada (MMA) total del vehículo, para ser anotada en su tarjeta ITV.

Todo ello, a fin de obtener la necesaria aprobación por parte de la Autoridad competente para la autorización del funcionamiento por vías públicas del mencionado vehículo.

1.2. Identificación de la reforma

A continuación se identificará la(s) reforma(s) a realizar en el vehículo, objeto del presente proyecto, mediante el correspondiente Código de Reforma (CR) según se indica en el Manual de Reformas de Vehículos publicado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo:

- Refuerzo del sistema de suspensión trasera, tipificada con el Código de Reforma: **5.1** “Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos de sus componentes elásticos”.
- Aumento de la Masa Máxima Autorizada del vehículo anotada en la tarjeta ITV, reforma tipificada con el Código de Reforma: **11.2** “Variaciones de Masas Máximas Autorizadas”.

1.3. Normativa aplicable

Para la realización del presente proyecto de legalización de reforma realizada en vehículo, se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación aplicable con carácter general:

- 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, revisión de Abril de 2.015, publicado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo;
- Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos.
- 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.

Por otro lado, habida cuenta del tipo de reforma a realizar y de los sistemas y componentes del vehículo afectados, es de aplicación el cumplimiento de la siguiente normativa específica en relación con los actos reglamentarios (AR) que son afectados por cada reforma a realizar en el vehículo:

- Código de Reforma: **5.1** “Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos de sus componentes elásticos”

ACTOS REGLAMENTARIOS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO – C.R. 5.1		
Sistema Afectado	Normativa específica	Aplicable a N2
Dispositivos de protección trasera	Directiva 70/221/CEE	(2)
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	Directiva 70/222/CEE	(2)
Dispositivos de visión indirecta	Directiva 2003/97/CE	(2)
Frenado	Directiva 71/320/CE	(1)
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	Directiva 72/245/CEE	(2)
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	Directiva 76/756/CEE	(1)
Protección lateral	Directiva 89/297/CEE	(2)
Sistemas antiproyección	Directiva 91/226/CEE	(1)
Masas y dimensiones	Directiva 97/27/CE	(1)
Dispositivos de acoplamiento	Directiva 94/20/CE	(2)
Protección delantera contra el empotramiento	Directiva 2000/40/CE	(2)

- (1) El Acto Reglamentario (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 an la fecha de la primera matriculación del vehículo, si la homologación del mismo exige al AR incluido en la tabla. En caso que el AR no fuera exigido para la homologación del vehículo en la fecha de su primera matriculación, se deberá aplicar al menos el AR en la primera versión incluida en el Real decreto 2028/1986, de 6 de junio, como obligatoria.

- Código de Reforma: **11.2** “Variaciones de Masas Máximas Autorizadas”

ACTOS REGLAMENTARIOS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO – C.R. 11.2		
Sistema Afectado	Normativa específica	Aplicable a N2
Masas y dimensiones	Directiva 97/27/CE	(1)

– Justificación de los Actos Reglamentarios afectados por la reforma:

En el preceptivo Informe de Conformidad que acompañe a este proyecto deberán aparecer identificados los AR según los códigos de reformas afectados, y la justificación necesaria que avale el cumplimiento de la Reglamentación aplicable afectada por las transformaciones a realizar sobre el vehículo,

No obstante, a continuación se indica de manera resumida el cumplimiento de todos los Actos Reglamentarios afectados por las reformas objeto de este proyecto:

JUSTIFICACIÓN DE LOS ACTOS REGLAMENTARIOS AFECTADOS – C.R. 5.1 y C.R. 11.2	
Sistema Afectado	Contraseña de homologación o informe que avala su cumplimiento

Dispositivos de protección trasera	No se modifica el antiempotramiento original del vehículo y se mantienen las cotas máximas de profundidad máxima (450 mm) y de altura al suelo máxima de la protección trasera (550 mm).
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	Con la reforma no se modifica la posición de la placa de matrícula posterior.
Dispositivos de visión indirecta	AR no afectado por el tipo de reforma a realizar al no modificarse las dimensiones finales (anchura y longitud máxima) del vehículo.
Frenado	AR no afectado por la reforma
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	Los equipos instalados cumplen con la directiva de máquinas y compatibilidad. Incluyen marcado CE certificado por el propio fabricante del equipo.
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	No se modifican luces originales de freno, posición, indicadores de dirección, antiniebla, placa de matrícula y catadióptricos.
Protección lateral	No se modifica el antiempotramiento lateral, y al no modificarse las dimensiones finales se cumple con la homologación de tipo del vehículo.
Sistemas antiproyección	No se modifican las faldillas originales del vehículo.
Masas y dimensiones	El vehículo cumple con los valores máximos indicados por la directiva Directiva 97/27/CE de Masas y Dimensiones. Las masas finales del vehículo se justifican en el presente proyecto.
Dispositivos de acoplamiento	AR no afectado por la reforma
Protección delantera contra el empotramiento	AR no afectado por la reforma

1.4. Características técnicas del vehículo antes de la reforma

Las características técnicas del vehículo, antes de efectuar la reforma objeto de este proyecto, son las que se relacionan a continuación, 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:

Datos Técnicos del Vehículo	
Marca:	NISSAN
Tipo / variante / versión:	TL 100.35
Denominación comercial:	CABSTAR
Categoría del vehículo:	N ₂
Nombre y dirección del fabricante del vehículo de base:	S/S
Emplazamiento de la placa del fabricante:	S/S
Número de Identificación del Vehículo:	VWASDFTL053824189
Emplazamiento del número de identificación del	S/S
Número de homologación:	S/S
Fecha:	S/S
CONSTITUCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO	
Nº de ejes y ruedas:	2 / 6-195/70R15C
Índice de carga - Código de Velocidad:	102R
Número y emplazamiento de ejes con ruedas gemelas:	1 Trasero
Suspensión delantera:	Independiente, amortiguadores y barra estabilizadora
Suspensión trasera:	Eje rígido, ballestas parabólicas con amortiguadores y barra estabilizadora

MASAS Y DIMENSIONES	
Distancia entre ejes consecutivos 1º, 2º, 3º, ...:	3.400 mm
Vía de cada eje 1º / 2º / 3º / ...:	1.570 / 1.385 mm
Longitud Total	6.520 mm
Anchura Total	2.200 mm
Altura Total	2.926 mm
Voladizo trasero	2.020 mm
Masa del vehículo en orden de marcha:	S/S
Masa Máxima en carga técnicamente admisible (MMTA)	S/S
Masa Máxima en carga admisible prevista para matriculación/circulación (MMA)	3.500 kg
Masa máxima en carga técnicamente admisible en cada eje (MMTA 1º,2º,...)	S/S
Masa máxima en carga admisible prevista para matriculación/circulación en cada eje (MMA 1º, 2º,..)	1.750 kg / 2.200 kg
UNIDAD MOTRIZ	
Fabricante o marca del motor	NISSAN
Código del motor asignado por el fabricante	D-BD30
Número y disposición de los cilindros	4 en Línea
Cilindrada (cm ³)	2.953
Potencia neta máxima (kW) a (min ⁻¹)	77,10
Nivel de ruido parado: dB(A) a (min ⁻¹)	S/S
Nivel de emisiones: Euro	S/S
Emisión de CO ₂ (Ciclo mixto): g/km	S/S
Potencia Fiscal (CVF)	16,82

1.5. Características técnicas del vehículo después de la reforma

Después de ejecutada la reforma prevista por este proyecto, las características técnicas del vehículo que van a ser modificadas respecto a las originales antes de la reforma son las incluidas en la siguiente tabla:

Datos Técnicos del Vehículo Modificados después de la Reforma	
CONSTITUCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO	
Nº de ejes y ruedas:	2 / 6 – 195/70R15C
Índice de carga - Código de Velocidad:	108R
Suspensión trasera:	Eje rígido, ballestas parabólicas reforzadas con ballestín, amortiguadores y barra estabilizadora
MASAS FINALES DEL VEHÍCULO	
Masa Máxima en carga admisible prevista para matriculación/circulación (MMA)	4.500 kg
Masa máxima en carga admisible prevista para matriculación/circulación en cada eje (MMA 1º, 2º,..)	1.750 kg / 3.200 kg

1.6. Descripción de la reforma

1.6.1. Desmontajes realizados

Se desmontarán los neumáticos del eje trasero del vehículo para su sustitución por otros equivalentes con mayor índice de carga, a fin de soportar con garantías el incremento de peso máximo admitido (PMA) en el eje trasero.

1.6.2. Variaciones y sustituciones

Al vehículo se le someterá a las siguientes variaciones y sustituciones:

- Instalación de neumáticos traseros tipo 195/70R15C 108R

Con el fin de poder soportar las nuevas sollicitaciones de carga máxima en el eje trasero, se instalará en ambas ruedas gemelas del eje trasero neumáticos con un índice de carga mínimo de 108 (1.000 kg de peso máximo que soporta cada neumático).

- Instalación de ballestines de refuerzo a cada ballesta de la suspensión trasera

Para aumentar la capacidad de carga del eje trasero, se instalarán ballestines de refuerzo en la suspensión trasera del vehículo.

La nueva suspensión trasera del vehículo que resultará de la reforma responderá a las siguientes especificaciones técnicas:

Suspensión Trasera de Ballestas con Ballestín												
Código Fabte.	Perfil	Nº. Hojas		A	Flecha		D	E	F	G	Carga Estática Ballesta	Peso Kg.
		Ballesta	Ballestín		B	C						
INA7031	50x8	7	3	800	130	100	23	500	60	60	1888	17,5

1.6. Peticionario de la reforma

Se ha procedido a la redacción del presente proyecto técnico sobre reforma de importancia en vehículo por encargo del CARROCERÍAS DEL SUR, con domicilio a efectos de notificación en la localidad de ARAHAL (Sevilla), Polígono Industrial "El Olivo", calle Fanega, Nº 5, Código Postal 41.600.

2. MEMORIA DE CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1. Cálculo del reparto de cargas por eje.

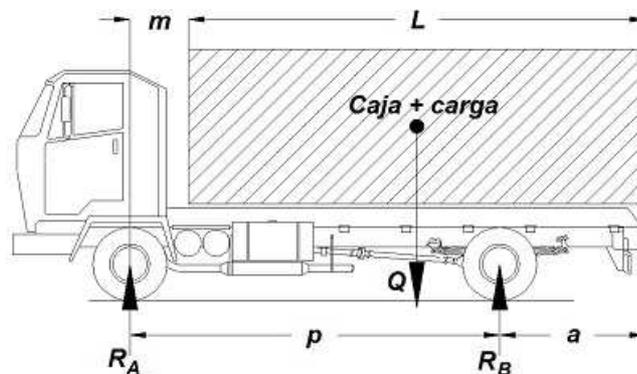
Para el reparto de cargas sobre los ejes del vehículo, que es necesario conocer para constatar la seguridad de la reforma propuesta, se van a considerar los siguientes pesos y acciones:

TARA TOTAL CHASIS-CABINA DEL VEHÍCULO (kg.) ^(*)	2.195
TARA CHASIS-CABINA SOBRE PRIMER EJE (kg.)	1.220
TARA CHASIS-CABINA SOBRE SEGUNDO EJE (kg.)	975
PESO MÁXIMO DE CAJA DE CARGA + MERCANCÍA (kg.)	2.155
PASO CONDUCTOR + OCUPANTES (kg.)	150

^(*)Tara del vehículo en chasis-cabina, sin personal de servicio, ni pasajeros, ni carga, y con su dotación completa de agua, combustible, lubricante, repuestos, herramientas y accesorios necesarios.

- En posición de marcha:

Para vehículos 4x2 en posición de marcha, y con la carga uniformemente repartida sobre la caja de carga, el cálculo de las reacciones sobre los ejes delantero (R_A) y trasero (R_B) del vehículo viene dado por las siguientes expresiones:



$$R_A = Q \cdot (L/2 - a) / p$$

$$R_B = Q \cdot (L/2 + m) / p;$$

donde:

L : Longitud de la caja de carga;

a : Voladizo posterior del vehículo;

p : Distancia entre ejes delantero y trasero;

m : Distancia del eje delantero al comienzo de la caja de carga;

Q : Peso de la mercancía (o carga útil) + peso de la carrocería de la caja de carga.

Los valores de los parámetros anteriores que definen la geometría del vehículo carrozado en este proyecto son los siguientes:

$$a=2020 \text{ mm.} \quad p=3400 \text{ mm.} \quad L=4770 \text{ mm.} \quad m=650 \text{ mm.} \quad Q=2155 \text{ Kg.}$$

Por consiguiente, sustituyendo los valores anteriores se obtiene el siguiente reparto de cargas sobre los ejes del vehículo en posición de marcha:

$$R_A = Q \cdot (L/2 - a) / p = 231 \text{ Kg}$$

$$R_B = Q - R_A = 1924 \text{ Kg}$$

En la siguiente tabla se resume el total de las reacciones sobre los ejes, y en la que se comprueba que no se superan los límites legales establecidos para cada eje:

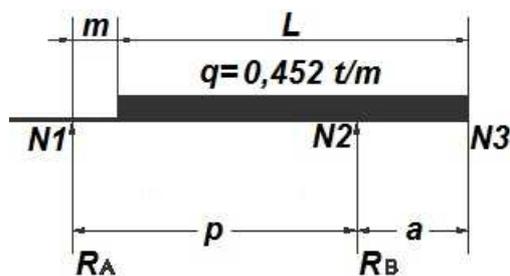
DEBIDO A:	1 ^{er} EJE	2 ^o EJE	TOTAL
TARA CHASIS	1220 kg	975 kg	2195 kg
OCUPANTES + PASAJEROS	150 kg	0 kg	150 kg
CAJA DE CARGA + CARGA ÚTIL	231 kg	1924 kg	2155 kg
TOTAL	1601 kg	2899 kg	4500 kg
P.M.A.	1750 kg	3200 kg	4500 kg

2.2. Distribución de los esfuerzos cortantes y flectores

En este apartado se detallan las leyes de esfuerzos cortantes y momentos flectores, así como sus valores máximos originados en el bastidor del vehículo carrozado para las nuevas Masas Máximas Autorizadas en el vehículo.

El cálculo se ha realizado mediante programa informático para ordenador de la firma especializada "CYPE INGENIEROS, S.A."

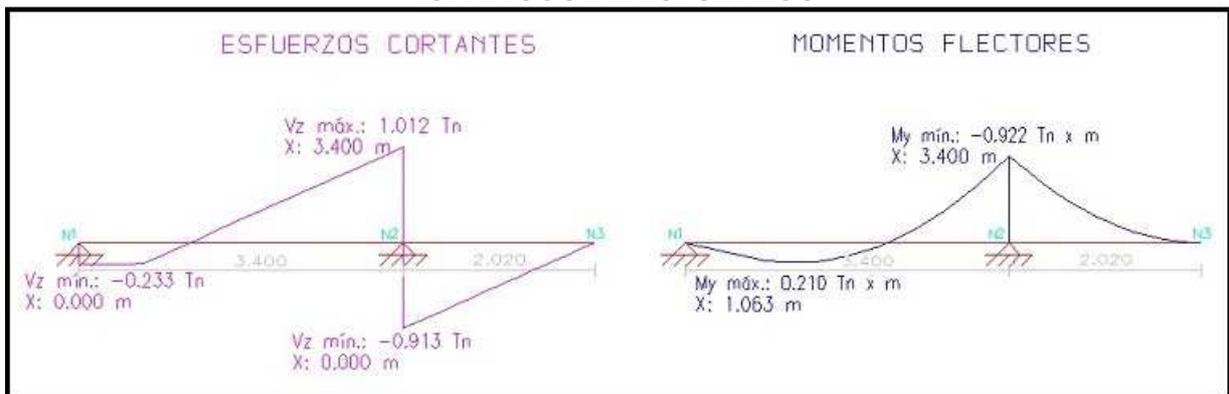
– En posición de marcha:



LEYES DE ESFUERZOS

Barras	Esf.	ESFUERZOS CORTANTES V(Tn) Y FLECTORES M(Tn·m)								
		0.000 m	0.425 m	0.850 m	1.275 m	1.700 m	2.125 m	2.550 m	2.975 m	3.400 m
N1/N2		Envolvente								
	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	N+	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Vy-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Vy+	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Vz-	-0.2329	-0.2329	-0.1407	0.0514	0.2435	0.4356	0.6277	0.8198	1.0119
	Vz+	-0.2329	-0.2329	-0.1407	0.0514	0.2435	0.4356	0.6277	0.8198	1.0119
	Mt-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Mt+	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	My-	0.0000	0.0990	0.1886	0.2059	0.1449	-0.0010	-0.2253	-0.5346	-0.9222
	My+	0.0000	0.0990	0.1886	0.2059	0.1449	-0.0010	-0.2253	-0.5346	-0.9222
	Mz-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Mz+	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	N2/N3		Envolvente							
N-		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
N+		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Vy-		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Vy+		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Vz-		-0.9130	-0.7989	-0.6848	-0.5707	-0.4565	-0.3424	-0.2283	-0.1141	-0.0000
Vz+		-0.9130	-0.7989	-0.6848	-0.5707	-0.4565	-0.3424	-0.2283	-0.1141	-0.0000
Mt-		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mt+		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
My-		-0.9222	-0.7066	-0.5187	-0.3608	-0.2305	-0.1303	-0.0576	-0.0150	-0.0000
My+		-0.9222	-0.7066	-0.5187	-0.3608	-0.2305	-0.1303	-0.0576	-0.0150	-0.0000
Mz-		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mz+		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

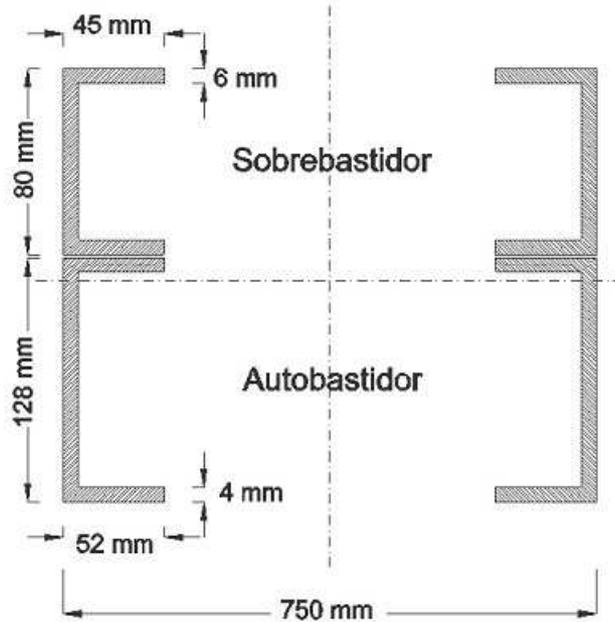
GRÁFICOS DE ESFUERZOS



2.3. Comprobación de la resistencia mecánica del bastido

En este apartado se comprobará la resistencia mecánica del bastidor del vehículo para la nueva Masa Máxima Admitida.

En la siguiente figura esquemática se definen las características geométricas de la sección del bastidor que se ha empleado como elemento estructural del carrozado del vehículo:



Con las anteriores dimensiones se calcula el módulo resistente a flexión (W_x) de la sección total del bastidor del vehículo, que vale:

$$W_x = 67 \text{ cm}^3.$$

También es necesario conocer los momentos de inercia propios de cada una de las partes que componen el perfil del larguero del bastidor (autobastidor y sobrebastidor):

$$I_{x1} = 228 \text{ cm}^4. \quad (\text{autobastidor})$$

$$I_{x2} = 97 \text{ cm}^4. \quad (\text{sobrebastidor de refuerzo})$$

- **Máximo flector obtenido (en valor absoluto): $M_{f\text{máx}} = 922 \text{ m}\cdot\text{kg}$** , en posición de marcha del vehículo, para la posición $x = 3,40 \text{ m}$. del bastidor.

Los momentos flectores máximos absorbidos por cada una de las partes son directamente proporcionales a los momentos de inercia:

$$M_{f\text{máx}1} = 2 \cdot \lambda \cdot I_{x1} = 2 \cdot 141,85 \cdot 228 = 64684 \text{ cm}\cdot\text{kg}$$

$$M_{f\text{máx}2} = 2 \cdot \lambda \cdot I_{x2} = 2 \cdot 141,85 \cdot 97 = 27519 \text{ cm}\cdot\text{kg}$$

siendo:

$$\lambda = M_{f\text{máx}} / (2 \cdot (I_{x1} + I_{x2})) = 92200 / (2 \cdot (228 + 97)) = 141,85 \text{ kg/cm}^3$$

Y sus tensiones de trabajo serán, respectivamente:

$$\sigma_{f1} = M_{f\text{máx}1} / (2 \cdot W_{x1}) = 64684 / (2 \cdot 36) = 898 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{f2} = M_{f\text{máx}2} / (2 \cdot W_{x2}) = 27519 / (2 \cdot 24) = 573 \text{ kg/cm}^2$$

donde:

$$W_{x1} = I_{x1} / y_{\text{máx}1} = 36 \text{ cm}^3$$

$$W_{x2} = I_{x2} / y_{\text{máx}2} = 24 \text{ cm}^3$$

Y la tensión de trabajo del conjunto del bastidor, será:

$$\sigma_f = M_{f\text{máx}} / (2 \cdot W_x) = 92200 / (2 \cdot 67) = 688 \text{ kg/cm}^2$$

Tomándose como referencia la tensión límite de elasticidad del material ($\sigma_e = 3600 \text{ kg/cm}^2$) empleado en la fabricación del bastidor, se calcularán los coeficientes de seguridad a resistencia:

Cálculo de los coeficientes de seguridad del autobastidor y sobrebastidor auxiliar:

$$\lambda_1 = \sigma_e / \sigma_{f1} = 3600 / 898 = 4,01 > 3,00 \quad (\text{del autobastidor sin refuerzo})$$

$$\lambda_2 = \sigma_e / \sigma_{f2} = 3600 / 573 = 6,28 > 3,00 \quad (\text{del sobrebastidor auxiliar})$$

Y para el conjunto autobastidor y sobrebastidor, el coeficiente de seguridad es de:

$$\lambda = \sigma_e / \sigma_f = 3600 / 688 = 5,23 > 3,00$$

De los resultados anteriores se comprueba que el tipo de perfil empleado como bastidor del vehículo CUMPLE con garantías suficientes los requerimientos de resistencia.

2.4. Comprobación de los sistemas de fijación y anclajes

El sistema de fijación del falso bastidor auxiliar al autobastidor del vehículo se realizará por medio de tornillos de alta resistencia, calidad 8.8, montados sin holguras, tuercas autoblocantes de seguridad calidad 10 y arandelas planas, usadas en ambos lados debajo de las cabezas de los tornillos y de las tuercas, con dureza mínima 200 HB.

Para la fijación de los tornillos se utilizarán los soportes que vienen preinstalados de fábrica en el bastidor del vehículo. Para guiar el sobrebastidor auxiliar contra el bastidor del vehículo, la fijación superior deberá solapar al bastidor del vehículo, excepto en la primera de ellas.

En general, se utilizarán las uniones elásticas en la parte delantera del falso bastidor, situando al menos dos en cada lado. En cambio las fijaciones rígidas por placas serán recomendables para la parte posterior del vehículo.

Las características mecánicas de los tornillos empleados en la fijación entre el bastidor auxiliar y el del autobastidor del vehículo son las siguientes:

Calidad.....	M 8.8
Tensión de rotura.....	$\sigma_r = 80 \text{ kg/mm}^2$.
Tensión límite de elasticidad.....	$\sigma_e = 65 \text{ kg/mm}^2$.
Diámetro de la caña.....	$d = 12 \text{ mm}$.
Área resistente.....	$A_r = 84,3 \text{ mm}^2$.
Paso de rosca.....	$p = 1,75 \text{ mm}$.
Número de tornillos usados.....	$N = 10$.

En el anclaje de la carrocería que forma la caja de carga al chasis del vehículo, el esfuerzo más desfavorable se produce durante la frenada del vehículo. En este caso, el valor de la fuerza de inercia (I) en función de la deceleración (a_r) y de la carga (Q), es:

$$I = Q \cdot a_r / g;$$

siendo g la gravedad ($9,8 \text{ m/s}^2$); $a_r = 10 \text{ m/s}^2$; Q (peso de caja de carga + mercancía) = 2155 kg ;

Por lo que sustituyendo valores se tiene que la fuerza de inercia que se produce durante el frenado vale,

$$I = Q \cdot a_r / g = 2199 \text{ kg};$$

La resistencia máxima a cortante (R_m) que soporta el anclaje de los tornillos al chasis del vehículo se obtiene mediante la siguiente expresión, que para la calidad del tornillo empleado de grado M8.8 resulta ser:

$$R_m = (0,6 \cdot \sigma_r \cdot N \cdot A_r) / \gamma_{Mb}$$

siendo:

N = número de tornillos utilizado en la fijación de los bastidores, $N=10$;

A_r = sección resistente de cada tornillo, $A_r=84,3 \text{ mm}^2$.

σ_r = resistencia a tracción última del tornillo empleado, 80 kg/mm^2

γ_{Mb} = coeficiente parcial de seguridad a la resistencia de los tornillo (1,25).

Por lo que el valor de la resistencia obtenida con el anclaje empleado vale,

$$R_m = (0,6 \cdot \sigma_r \cdot N \cdot A_r) / \gamma_{Mb} = 32371 \text{ kg};$$

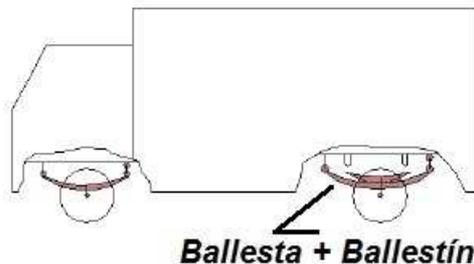
El coeficiente final de seguridad obtenido en el anclaje de la caja de carga será:

$$\lambda = R_m / I = 32371 / 2199 = 14,7 > 3,0$$

De donde se obtiene que el sistema de fijación empleado para fijar la carrocería al chasis del vehículo CUMPLE con garantías suficientes los requerimientos de seguridad exigidos.

2.5. Cálculo de la suspensión trasera

Con objeto de aumentar la capacidad de carga del eje trasero, se propone la instalación de una ballesta secundaria o ballestín que se añade a la ballesta principal de la suspensión trasera que ya dispone el vehículo. La suspensión delantera se deja inalterada y consta de una sola ballesta.



Al añadir a la ballesta principal de la suspensión trasera un ballestín de refuerzo aumentamos la capacidad de carga del sistema de suspensión del vehículo.

Así, mientras la ballesta principal trabaja permanentemente, el ballestín de refuerzo trabajará sólo cuando se haya producido una cierta deflexión de la ballesta principal, aumentando así la rigidez de la suspensión y permitiendo soportar una mayor carga. De esta manera la suspensión se adapta al peso, evitando que sea muy dura con poca carga, o que resulte blanda cuando se transporte mucha carga.

Los esfuerzos que soportan las ballestas son principalmente esfuerzos de flexión. El valor de la carga que puede soportar está en función del número de hojas que conforman la ballesta, del espesor y ancho de la hoja, de la longitud de la ballesta y del material de fabricación de las hojas de la ballesta.

Para calcular la carga que puede ser soportada por una ballesta, se emplea la siguiente formulación por flexión:

$$F = (N \cdot b \cdot e^2 \cdot \sigma) / (6 \cdot L)$$

donde,

F : es la semicarga que actúa sobre cada extremo de la ballesta

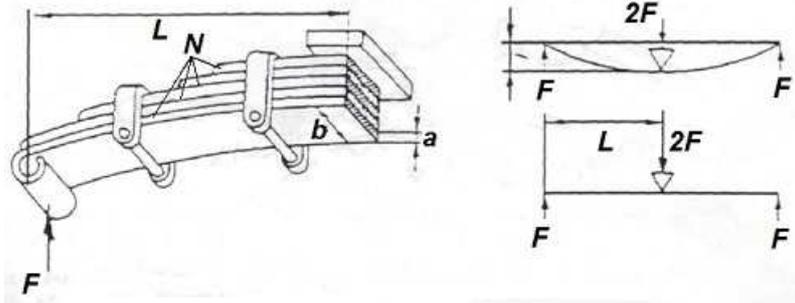
N : es el número de hojas que componen la ballesta

b : es el ancho de las hojas, en mm.

e : es el espesor de las hojas, en mm.

L : es la longitud de la semicuerda de la ballesta.

σ : es el esfuerzo de la flexión bajo la carga F . Su valor oscila entre 45-65 kg/mm².



– Cálculo de la ballesta principal:

Las características de la ballesta que dispone de fábrica el vehículo en la suspensión trasera es la siguiente:

Número de hojas, $N= 7$

Ancho de la hoja, $b= 50 \text{ mm}$.

Espesor de la hoja, $e= 8 \text{ mm}$.

Longitud total de la ballesta, $2L= 800 \text{ mm}$.

Por tanto, la carga que podrá soportar la ballesta trasera original y sin refuerzo será:

$$F = (N \cdot b \cdot e^2 \cdot \sigma) / (6 \cdot L) = (7 \cdot 50 \cdot 8^2 \cdot 60) / (6 \cdot 400) = 560 \text{ kg (carga en cada extremo de la ballesta)}$$

Por tanto, la carga total que puede soportar cada ballesta principal de la suspensión trasera será igual a $2F= 1120 \text{ kg}$.

– Cálculo del ballestín de refuerzo:

Como se ha dicho, para aumentar la capacidad de carga del eje trasero, se instalará un ballestín de refuerzo cuyas características serán las siguientes:

Número de hojas, $N= 3$

Ancho de la hoja, $b= 50 \text{ mm}$.

Espesor de la hoja, $e= 8 \text{ mm}$.

Longitud total de la ballesta, $2L= 500 \text{ mm}$.

Y la carga que podrá soportar cada ballestín será:

$$F = (N \cdot b \cdot e^2 \cdot \sigma) / (6 \cdot L) = (3 \cdot 50 \cdot 8^2 \cdot 60) / (6 \cdot 250) = 384 \text{ kg (carga en cada extremo del ballestín)}$$

Por tanto, la carga total que puede soportar cada ballestín de la suspensión trasera será igual a $2F= 768 \text{ kg}$.

– Capacidad de carga del conjunto ballesta+ballestín:

La capacidad de carga del conjunto ballesta+ballestín será igual a la suma de los dos anteriores valores:

Capacidad de carga del conjunto ballesta+ballestín= 1120+768 = 1888 kg.

Cada eje dispone de dos conjuntos ballesta+ballestín correspondiente a cada rueda. Por tanto la capacidad de carga total de la suspensión trasera será de: 1.888·2 =3.776 kg.

El valor obtenido es mayor que el nuevo valor de la Masa Máxima Autorizada para el eje trasero (MMA 2º eje= 3.200 kg.), por lo tanto el sistema propuesto CUMPLE con las exigencias del diseño.

A continuación se adjunta tabla con las características de la nueva suspensión trasera reforzada:

Suspensión Trasera de Ballestas con Ballestín												
Código Fabte.	Perfil	Nº. Hojas		A	Flecha		D	E	F	G	Carga Estática Ballesta	Peso Kg.
		Ballesta	Ballestín		B	C						
INA7031	50x8	7	3	800	130	100	23	500	60	60	1888	17,5

2.6. Comprobación por resistencia del eje trasero

Al aumentar la MMA del eje trasero hasta 3.200 kg, es necesario comprobar que el diseño del eje trasero que dispone el vehículo es válido para soportar con garantías suficientes las nuevas solicitudes de carga.

– Cálculo de la sobrecarga sobre el eje trasero:

Durante el proceso de aceleración del vehículo, éste sufre una sobrecarga (R_{BT}^*), que se puede obtener a través de la siguiente expresión:

$$R_{BT}^* = p \cdot R_{BT} / (\rho \cdot \mu_a \cdot h)$$

donde,

p es la distancia entre ejes del vehículo, de valor para este proyecto $p=3400$ mm.

h es la altura del c.d.g. de la carga al pavimento, de valor para este proyecto $h=1400$ mm.

μ_a es el coeficiente de adherencia del neumático al suelo. El caso más desfavorable ocurre con un coeficiente de adherencia igual a la unidad, $\mu_a=1$.

R_{BT} adquiere al valor de la máxima carga admisible en el eje trasero, de valor $R_{BT}=3200$ kg.

Sustituyendo valores, resulta una sobrecarga actuante sobre el eje trasero de valor igual a:

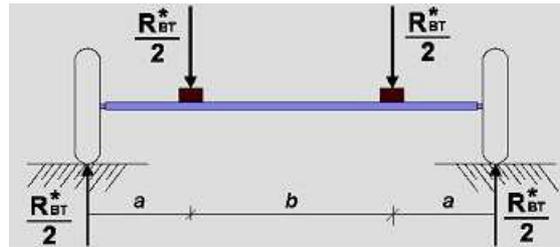
$$R_{BT}^* = 5440 \text{ kg}$$

– Distribución de los esfuerzos en el eje:

A continuación se calcularán los diagramas de esfuerzos cortante, momento flector y el momento torsor que actúan sobre el eje.

Para el estudio de las leyes de esfuerzos que actúan sobre el eje, se partirá de las condiciones de contorno que conectan al eje con el resto del vehículo.

Así, por un lado el eje se conecta con el bastidor del vehículo a través de la suspensión (ballestas), y por otro lado con el suelo por su encaje en los bujes de las ruedas, según se muestra en la figura esquemática siguiente.



donde para este proyecto se tiene que,

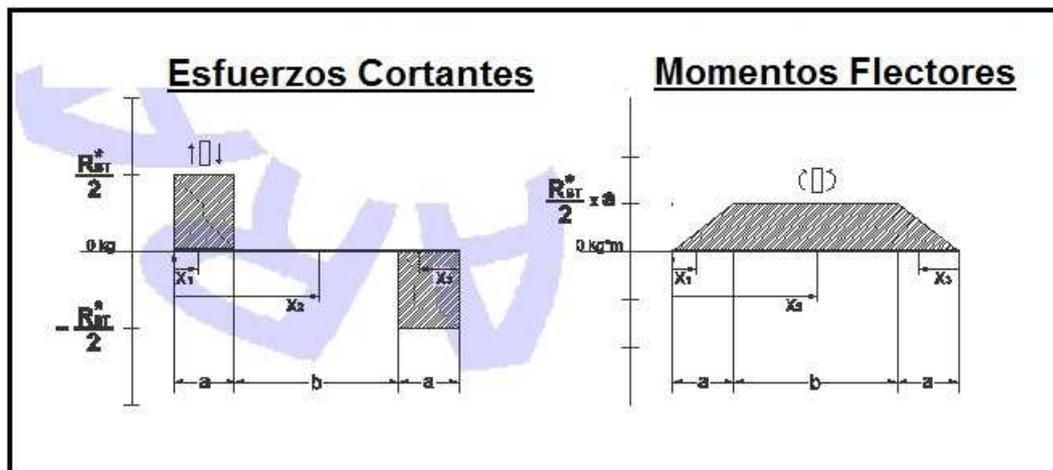
R_{BT}^* es la sobrecarga máxima que puede actuar sobre el eje trasero, cuyo valor ha sido calculado en el apartado anterior, $R_{BT}^* = 5440 \text{ kg}$.

El ancho de vía del eje trasero, $a+b+a = 1.385 \text{ mm}$. (según especificaciones del vehículo)

Distancia entre capuchinos, $b = 1047 \text{ mm}$. (según especificaciones del vehículo)

De los valores anteriores, también se puede obtener el parámetro (a) que es la distancia del punto de apoyo de la ballesta al punto medio de la rueda, que según la figura anterior, resulta ser $a = 169 \text{ mm}$.

En la siguiente figura se representan las leyes de esfuerzos cortantes y momentos flectores que actúan sobre el eje trasero:



De donde se obtiene que el momento flector y el esfuerzo cortante máximos alcanzados en el eje resultan ser:

$$M_f (\text{máximo}) = (R_{BT}^*/2) \cdot a = 460 \text{ m}\cdot\text{kg}$$

$$V (\text{máximo}) = (R_{BT}^*/2) = 2720 \text{ kg}$$

Por otro lado, el momento torsor (M_{tB}) más desfavorable que actúa sobre el eje trasero es el que ocurre durante la frenada de la rueda trasera. Para el cálculo de este valor se emplea la siguiente expresión:

$$M_{tB} = R^*_{BT} / (2 \cdot \mu_a \cdot R)$$

siendo R el radio de rodadura de la rueda trasera cargada.

El caso más desfavorable ocurre para un coeficiente de adherencia igual a 1 ($\mu_a=1$), por lo que finalmente el momento torsor actuante sobre el eje sería:

$$M_{tB} = R^*_{BT} / (2 \cdot R)$$

y donde para este proyecto resultan los valores,

$$R^*_{BT} = 5440 \text{ kg}$$

$$R = 654 \text{ mm. (0,654 m.)}$$

Por lo que el momento torsor actuante sobre el eje trasero resulta ser de:

$$M_{tB} = 4159 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

(*) Para el cálculo del radio de rodadura de la rueda trasera se ha partido del tipo de neumático instalado en el vehículo:

195/70R15C

El cálculo del diámetro de rodadura de un neumático es inmediato a partir de la siguiente expresión:

$$D = d \cdot 25,4 + \frac{2 \cdot R_a}{100} \cdot S \text{ (mm.)}$$

siendo:

R_a = Relación de forma (adimensional)

S = Anchura de la sección del neumático, en mm.

d = Diámetro de la llanta en pulgadas

D = Diámetro exterior en mm, a calcular.

Aplicado la expresión anterior al tipo de neumático instalado en el eje trasero del vehículo, resultan los siguientes valores:

Tipo de Neumático: 195/70R15C, donde:

$$R_a = 70\%$$

$$S = 195 \text{ mm.}$$

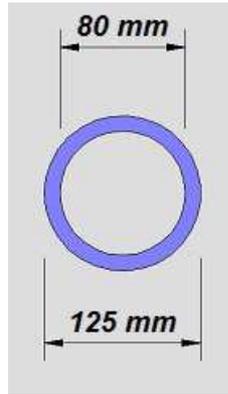
$$d = 15 \text{ pulgadas}$$

Por lo que el diámetro exterior del neumático, aplicando la expresión vista anteriormente, resulta ser de:

$$D = 15 \cdot 25,4 + 2 \cdot (70/100) \cdot 195 = 654 \text{ mm.}$$

- Propiedades mecánicas del eje:

El vehículo incorpora como eje trasero un perfil tubular (perfil circular hueco) de calidad de acero de cementación F1522 con una buena resistencia a la fatiga, con un límite elástico mínimo garantizado de al menos 65 kg/mm² y con las dimensiones que se indican en la figura siguiente:



A partir de las dimensiones anteriores se procederá a calcular los módulos resistentes a flexión (W_{x-x}) y a torsión (W_t) de la sección del eje.

- El módulo resistente a flexión (W_{x-x}) de la sección del perfil del eje respecto a su eje de giro se calcula por la siguiente expresión:

$$W_{x-x} = I_{x-x} / y_{m\acute{a}x}$$

donde:

I_{x-x} = momento de inercia del perfil del eje respecto al eje x-x neutro de la sección;

$y_{m\acute{a}x}$ = distancia del eje neutro de la sección a la fibra más alejada de la misma.

Para el caso de una sección circular hueca con diámetro exterior d_e y diámetro interior d_i , el momento de inercia I_{x-x} respecto al eje x-x es:

$$I_{x-x} = \frac{\pi}{64} \cdot (d_e^4 - d_i^4)$$

donde,

d_e : 125 mm;

d_i : 80 mm;

Por lo que sustituyendo estos valores se tiene que el momento de inercia (I_{x-x}) vale:

$$I_{x-x} = 9.973.605 \text{ mm}^4$$

Por otro lado, la distancia del eje neutro a la fibra más alejada para la sección del perfil es:

$$y_{m\acute{a}x} = d_e/2 = 62,5 \text{ mm};$$

Por lo tanto el módulo resistente a flexión (W_{x-x}) de la sección del perfil del eje respecto a su eje de flexión vale:

$$W_{x-x} = I_{x-x} / y_{m\acute{a}x} = 159.577 \text{ mm}^3$$

- Por otro lado, para calcular el módulo resistente a torsión (W_t) se emplea esta otra expresión:

$$W_t = I_o / R_{m\acute{a}x}$$

siendo:

I_o el momento polar, $I_o = I_{xx} + I_{yy}$;

$R_{m\acute{a}x}$ = la distancia del c.d.g. de la sección del eje a su fibra más lejana.

El momento polar de una sección circular hueca viene dado por la siguiente expresión:

$$I_o = I_{xx} + I_{yy} = 2 \cdot I_{xx} = 2 \cdot \frac{\pi}{64} \cdot (d_e^4 - d_i^4)$$

Que sustituyendo los valores de los diámetros exterior e interior de la sección se obtiene el siguiente valor del momento polar:

$$I_o = 19.947.210 \text{ mm}^4$$

Por otro lado, la distancia del c.d.g. de la sección del eje a su fibra más alejada es:

$$R_{m\acute{a}x} = d_e/2 = 62,5 \text{ mm};$$

Por lo que sustituyendo valores se obtiene el módulo resistente a torsión de la sección:

$$W_t = I_o / R_{m\acute{a}x} = 319.155 \text{ mm}^3$$

- Cálculo de las tensiones de trabajo en el eje:

Una vez calculado las propiedades mecánicas de la sección del eje y conocidos los valores máximos que se alcanza para los esfuerzos en la situación más desfavorable, las tensiones de trabajo se calculan de manera inmediata a través de las siguientes expresiones:

- Tensión de trabajo a flexión:

La tensión de trabajo debido a la flexión del eje viene dada por la siguiente expresión:

$$\sigma_f = M_{f \text{ m\acute{a}x}} / W_{x-x}$$

siendo:

σ_f = tensión de trabajo debida a la flexión del eje;

$M_{f \text{ m\acute{a}x}}$ = momento flector máximo que actúa sobre el eje;

W_{x-x} = módulo resistente a flexión del perfil del eje respecto a su eje de flexión.

De los apartados anteriores se tienen los siguientes valores:

$$M_f (\text{m\acute{a}ximo}) = 460 \text{ m}\cdot\text{kg}$$

$$W_{x-x} = 159.577 \text{ mm}^3$$

Por lo que la tensión de trabajo a flexión alcanza el valor de:

$$\sigma_f = M_{f \text{ m\acute{a}x}} / W_{x-x} = 2,88 \text{ kg/mm}^2$$

- Tensión de trabajo a torsión:

La tensión de trabajo a torsión (σ_t), a que estará sometido el eje viene dada por la siguiente expresión:

$$\sigma_t = M_t / W_t$$

siendo:

σ_t = tensión de trabajo debida a la torsión del eje;

M_t = momento torsor que actúa sobre el eje;

W_t = módulo resistente a torsión del perfil del eje.

De los apartados anteriores se tienen los siguientes valores:

$$M_t(\text{máx}) = 4159 \text{ m}\cdot\text{kg}$$

$$W_t = 319.155 \text{ mm}^3$$

Por lo que la tensión de trabajo a torsión alcanza el valor de:

$$\sigma_t = M_t / W_t = 13,03 \text{ kg/mm}^2$$

– Comprobación final del eje:

Generalmente se considerará que un tipo de perfil empleado para la fabricación del eje es válido cuando el grado o coeficiente de seguridad obtenido bajo las sollicitaciones de diseño sea mayor a 3 ($\lambda > 3$).

Para la comprobación final del grado de cumplimiento del eje se tomará como referencia la tensión límite de elasticidad del material (σ_e) para la calidad de acero del perfil del eje. En este caso se toma como límite elástico $\sigma_e = 36 \text{ kg/mm}^2$

Por otro lado, el eje del vehículo normalmente se encontrará sometido a un trabajo simultáneo de flexión y torsión, lo que origina las correspondientes tensiones de flexión (σ_f) y torsión (σ_t) en la sección del perfil del eje.

Como consecuencia de lo anterior, para la comparación con el límite elástico del material del eje se tomará una tensión final de comparación que será una combinación de ambas, llamada tensión combinada (σ_{co}), que viene dada por la expresión:

$$\sigma_{co} = 3/8 \cdot \sigma_f + 5/8 \cdot \sqrt{(\sigma_f^2 + 4 \cdot \sigma_t^2)}$$

Sustituyendo los valores obtenidos en el apartado anterior,

$$\sigma_f = 2,88 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_t = 13,03 \text{ kg/mm}^2$$

Resulta una tensión combinada de valor:

$$\sigma_{co} = 17,46 \text{ kg/mm}^2$$

Una vez calculado la tensión combinada de cálculo, la seguridad en el diseño en el eje se obtiene comparando la tensión combinada de cálculo (σ_{co}) con el límite elástico del material del eje (σ_e).

En este caso, el coeficiente de seguridad resulta:

$$\lambda = \sigma_e / \sigma_{co} = 65 / 17,46 = 3,72 > 3$$

Que se considera un valor adecuado y por lo tanto se concluye que la sección del eje del vehículo CUMPLE con garantías de seguridad el aumento de la MMA del vehículo.

2.7. Estudio de la estabilidad del vehículo reformado

A continuación, se comprobará que el vehículo reformado cumple con los requisitos sobre estabilidad, a fin que pueda desarrollar su trabajo con las máximas garantías.

2.7.1. Estabilidad en la conducción.

Sobre este concepto, la práctica aconseja que el reparto de carga de las ruedas direccionales sobre un plano horizontal de un vehículo 4x2, como es el caso que nos ocupa, sea el siguiente:

Tipo de vehículo con carga más carrocería	Reparto de carga sobre las ruedas direccionales	Tipo de vehículo en autobastidor	Reparto de carga sobre las ruedas direccionales
4x2	$R_{AT} > 25\% Q_T$	4x2	$R'_A > 35\% Q'$

siendo:

Q_T = peso total del vehículo.

Q' = peso propio del vehículo (en autobastidor).

R_{AT} = reparto de la carga total sobre el eje delantero en plano horizontal.

R'_A = reparto de carga sobre el eje delantero debido al peso propio del vehículo (en autobastidor).

Aplicado al vehículo objeto de este proyecto, estos valores en orden de marcha son los siguientes:

$Q_T = 4500$ kg.

$Q' = 2195$ kg.

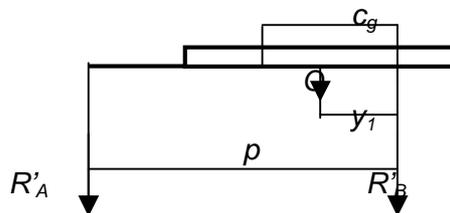
$R_{AT} = 1601$ kg. $> 25\% Q_T = 1125$ kg.

$R'_A = 1220$ kg. $> 35\% Q' = 768$ kg., cumpliéndose lo establecido.

2.7.2. Estabilidad longitudinal y transversal contra el vuelco.

Se realizará el estudio sobre la estabilidad del vehículo atendándose a doble criterio, por un lado según lo que resulte de un estudio matemático y, por otro lado, de un estudio práctico basado en la experiencia.

2.7.2.1. Cálculo del c.d.g. del vehículo en orden de marcha.



Para el cálculo de la distancia c_g del centro de gravedad del vehículo al eje trasero se empleará la siguiente expresión:

$$c_g = (Q \cdot y_1 + R'_A \cdot p) / (Q + R'_A + R'_B)$$

donde:

“ p ” es la distancia entre ejes, de valor $p=3400\text{ mm}$.

$y_1=L/2-a$; siendo “ L ” la longitud de la caja de carga y “ a ” el voladizo posterior, tomando para este proyecto el valor, $y_1=(4770/2)-2020=365\text{ mm}$.

R'_A y R'_B son las reacciones sobre los ejes delantero y trasero debido a la tara del vehículo en chasis-cabina (sin carga ni pasajeros), que para este proyecto son: $R'_A=1220\text{ kg}$ y $R'_B=975\text{ kg}$.

Q es el peso de la carga a transportar, de valor $Q=2155\text{ kg}$;

Con estos valores el cálculo de la distancia c_g del centro de gravedad del vehículo al eje trasero toma el siguiente valor:

$$c_g=(Q \cdot y_1 + R'_A \cdot p)/(Q + R'_A + R'_B) = 1134\text{ mm}$$

2.7.2. Estudio matemático.

a) Estabilidad longitudinal:

Desde un punto de vista matemático, para que el vehículo se encuentre en posición estable, es necesario que se verifique que:

$$R_{AT\alpha} > 0$$

siendo $R_{AT\alpha}$ el reparto de carga sobre el eje delantero en un plano de carretera con una inclinación de la propia carretera α cualquiera.

Por otro lado, para que el vehículo no deslice, se ha de verificar que:

$$F_a > R_p$$

siendo $F_a = Q_T \cdot \cos\alpha \cdot \mu_a$ la fuerza total de adherencia y μ_a el coeficiente de adherencia (en la práctica se suele tomar $\mu_a=0,6$) y $R_p = Q_T \cdot \sin\alpha$ la resistencia al movimiento del vehículo debida a la pendiente.

Por lo tanto, para que un vehículo no bascule ni deslice han de cumplirse las anteriores condiciones, que también se pueden poner de manera resumida como:

$$\mu_a > \text{tg}\alpha < c_g/h$$

donde c_g es la distancia de c. d. g. del peso total del vehículo al eje trasero y h la altura del c. d. g. del vehículo respecto al suelo. Además, como pendiente máxima de utilización se suele tomar en la práctica $\text{tg}\alpha=0,3$ (30%) con vehículo parado y $\text{tg}\alpha=0,4$ (40%) con vehículo en movimiento.

Sustituyendo valores se tiene que,

$$\mu_a=0,6 > \text{tg}\alpha=0,4$$

$$c_g/h=1,25/1,40=0,89 > \text{tg}\alpha=0,4$$

b) Estabilidad transversal:

De la misma manera, para que un vehículo colocado transversalmente no bascule ni deslice es necesario que se verifique que:

$$\mu_a > \text{tg}\alpha < v/(2 \cdot h)$$

siendo v la vía media del vehículo, de valor:

$$\text{vía media del vehículo } v=(v_{\text{delantera}} + v_{\text{trasera}})/2=(1570+1385)/2=1477,5\text{ mm.}$$

El peralte máximo de una carretera suele ser del orden de un 10 %, pero en los cálculos se toma un 30 % en estado de reposo y un 40 % en movimiento, con objeto de tener un margen de seguridad. Sustituyendo valores se tiene que,

$$\mu_a=0,6 > \operatorname{tg}\alpha=0,4$$

$$v/(2 \cdot h)=1477,5/(2 \cdot 1400)=0,53 > \operatorname{tg}\alpha=0,4$$

2.7.2.3. Estudio práctico.

La práctica aconseja que ha cumplirse en cualquier tipo de transformación lo que se indica en el siguiente cuadro para vehículos 4x2, que es el caso que nos ocupa.

TIPO DE VEHÍCULO CON CARGA MÁS CARROCERÍA	ESTABILIDAD LONGITUDINAL	ESTABILIDAD TRANSVERSAL*
4X2	$R_{AT\alpha} > R'_A$	$R_{i\alpha} > R'_i$

*suponiendo inclinado el vehículo sobre su costado derecho, siendo:

$R_{AT\alpha}$ =la carga total sobre el eje delantero para un ángulo α de giro del elemento de elevación.

R'_A =carga sobre el eje delantero debido al peso propio en chasis cabina.

$R_{i\alpha}$ =la carga total sobre las ruedas del lateral izquierdo del vehículo para un ángulo α de giro del elemento de elevación.

R'_i =la carga sobre las ruedas del lateral izquierdo del vehículo debido al peso propio en chasis cabina.

Cumpléndose para este caso, que:

- En posición de marcha:

Se cumple que $R_{AT}=1601 \text{ kg} > R'_A=1220 \text{ kg}$.

2.8. Conclusiones

A la vista de lo indicado anteriormente en la memoria descriptiva, así como en el correspondiente anexo de cálculos y planos que se detallan, se estima que el vehículo de referencia es apto para soportar las transformaciones indicadas en este proyecto, solicitándose por lo tanto de la Superioridad la aceptación de la reforma propuesta.

En Arahal, a 9 de Mayo de 2015

- EL INGENIERO INDUSTRIAL -

Hermenegildo Rodríguez Galbarro

Colegiado N° 2.391

Colegio Oficial Ingenieros Industriales de Andalucía Occidental

3. PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DE CONTENIDOS

- 3.1. Introducción
 - 3.1.1. Generalidades
 - 3.1.2. Seguridad y prevención
- 3.2. Pesos y dimensiones
 - 3.2.1. Tara del vehículo en chasis-cabina
 - 3.2.2. Distribución de la carga
 - 3.2.3. Distribución de espacios libres para la carrocería
- 3.3. Cinturones de seguridad y sistema de airbag
 - 3.3.1. Precauciones
 - 3.3.2. Módulo de control del airbag
- 3.4. Observaciones en el montaje
 - 3.4.1. Generalidades
 - 3.4.2. Uniones atornilladas
 - 3.4.3. Guardabarros posteriores
- 3.5. Modificaciones en la admisión y el escape
 - 3.5.1. Generalidades
 - 3.5.2. Sistema de admisión
 - 3.5.3. Sistema de escape
- 3.6. Modificaciones en la refrigeración
 - 3.6.1. Generalidades
 - Módulo de control del airbag
- 3.7. Sistema de combustible
 - 3.7.1. Generalidades
 - 3.7.2. Accesibilidad
- 3.8. Modificaciones en la cabina
 - 3.8.1. Generalidades
 - 3.8.2. Cargas sobre el techo
 - 3.8.3. Realización de cabinas alargadas
- 3.9. Sistema eléctrico
 - 3.9.1. Generalidades
 - 3.9.2. Baterías
 - 3.9.3. Tomas de corriente
 - 3.9.4. Modificaciones del cableado
 - 3.9.5. Modificación en la posición de las luces

- 3.10. Bastidor o falso bastidor auxiliar
 - 3.10.1 Generalidades
 - 3.10.2 Material
 - 3.10.3 Configuración de los largueros
 - 3.10.4 Travesaños
 - 3.10.5 Fijaciones
- 3.11. Carrocerías autoportantes (sin bastidor auxiliar)
- 3.12. Certificaciones y Autorizaciones

3.1. Introducción

3.1.1. Generalidades

Con este documento se trata de fijar las normas y prescripciones técnicas de ejecución de trabajos realizados para la transformación de la carrocería de camiones o de cualquier otro vehículo industrial, con objeto de mantener intactas, después de las reformas realizadas, las condiciones de seguridad del vehículo necesarias para poder circular por vías públicas.

Por tanto, sirva este conjunto de pliegos como referencia y guía técnica para los profesionales encargados de ejecutar los trabajos de reparación o reforma de las carrocerías de vehículos.

1.2. Seguridad y prevención

Antes de iniciar los trabajos para la modificación de cualquier aspecto o componente de una carrocería de cualquier vehículo, se debe comprobar antes si el chasis es el adecuado para la nueva carrocería proyectada, así como si el equipamiento elegido se corresponde a las exigencias del servicio.

Para ello, se recomienda consultar con el representante legal del fabricante del vehículo que se desea reformar y la documentación técnica que acompaña al vehículo, donde suelen figurar las limitaciones sobre longitudes y dimensiones máximas carrozables posibles, las cuales deben ser respetadas en toda reforma de importancia que se realice.

En general, y con el fin de preservar la seguridad y el buen funcionamiento, se recomienda no actuar sobre los siguientes componentes del vehículo:

- Sistema de frenos: circuitos, mandos y fijaciones
- Sistema de dirección: columna de dirección, circuitos, mandos, fijaciones y cadena cinemática
- Ejes delanteros
- Ejes motrices
- Sistema de Airbag y pretensado de cinturones de seguridad
- Sistema electrónico de control y mando del vehículo

Se recomienda además, que cuando un vehículo deba permanecer un largo tiempo inmovilizado antes de su entrega al cliente, se desconecte el borne negativo de la batería, asegurándose posteriormente el torque recomendado cuando se vaya a reconectar la batería.

A continuación se relacionan qué medidas preventivas se deben adoptar para mitigar la aparición de riesgos durante las siguientes tareas desarrolladas en la transformación del chasis de un vehículo.

Medidas contra la corrosión.- Es importante que ya desde el momento del proyecto y diseño se efectúe una conveniente selección de los materiales a emplear.

Se deben evitar esquinas, ranuras, rendijas que puedan provocar la acumulación de sedimentaciones, suciedad y humedad. Si se emplean chaflanes y drenajes conseguiremos aumentar la protección anticorrosión durante los trabajos de transformación y acondicionamiento.

Una vez concluidos los trabajos de carrozado y/o transformación será necesario:

- Proteger contra la corrosión y la oxidación todas las partes del vehículo afectadas (cabina, bastidor, carrocería, etc.), aplicando protecciones tales como galvanizado, pintado, etc.
- Eliminar virutas, filos y cantos.

- Aplicar medidas protectoras y de conservación en los espacios huecos, en los bajos del vehículo y en las piezas del bastidor.
- Eliminar todos los restos de pintura.
- Dar una capa de antioxidante y pintar todas las piezas desnudas.

Pintura.- Antes de proceder a los trabajos de pintado deberán protegerse convenientemente las zonas siguientes, a fin de evitar que se ensucien con la pintura que se vaya a aplicar:

- Las superficies de acoplamiento a los tambores y bujes.
- Los frenos de disco.
- En las ruedas gemelas, las superficies de contacto de las llantas.
- Las zonas de apoyo de las tuercas de fijación de las ruedas.
- Bridas de los árboles de transmisión y tomas de fuerza.
- Vástagos de los émbolos de los cilindros hidráulicos y/o neumáticos y de los amortiguadores.
- Todas las válvulas de los circuitos hidráulicos y/o neumáticos.
- Los respiraderos del cambio, eje trasero, etc.
- Tuberías de las instalaciones neumáticas y/o hidráulicas.
- Juntas y piezas de plástico o goma.

Peligro de incendio.- Siempre que se trabaje en el sistema eléctrico, se deberá(n) desconectar previamente la(s) batería(s).

Se deberá tener precaución en no acercarse a líquidos o materiales inflamables a fuentes de calor tales como el motor, caja de cambios, sistema de escape, turbo, etc.

Cabina.- Antes de efectuar cualquier operación, se deberá proteger la cabina de manera adecuada. Antes de abatir la cabina de un camión es imprescindible leer detenidamente las instrucciones del capítulo "Abatimiento de cabina" del manual del conductor. Abatir la cabina sin seguir dichas instrucciones podría ser peligroso para la integridad física de las personas que estén trabajando en las cercanías de la cabina.

Módulo de control del motor (ECM).- Si por alguna razón se requiere desconectar la ECM, se deberá pedir apoyo al Distribuidor Autorizado por el fabricante del vehículo, ya que cualquier daño provocado por la manipulación inadecuada comprometerá la garantía de calidad del producto.

Sistema de freno.- La manipulación incorrecta en los sistemas de freno (tuberías flexibles y metálicas) pueden provocar fallos en el funcionamiento del sistema, que a su vez pueden provocar graves accidentes.

Al efectuar cualquier trabajo cerca de los tubos de los sistemas de frenos y combustible, especialmente si son de naturaleza plástica, y de cables eléctricos, se tomarán las medidas necesarias para la protección de las mismas, debiéndose desmontar si fuese necesario.

Suspensión.- No se deberá reemplazar ni adicionar hojas sueltas a las ballestas y muelles del sistema de suspensión. Por tanto es imprescindible, siempre que sea necesario, sustituir las ballestas completas que conformen la suspensión del vehículo.

Sistema eléctrico.- Las intervenciones en el sistema eléctrico efectuadas de manera incorrecta pueden tener graves repercusiones en elementos o dispositivos importantes para la seguridad del vehículo y los usuarios.

Las manipulaciones en el sistema eléctrico pueden provocar cortocircuitos, por lo que es obligatorio que antes de comenzar cualquier trabajo que afecte al sistema eléctrico, se desconecte la/s batería/s. (p. ej. desmontando los bornes de la/s batería/s).

Todos los circuitos eléctricos que puedan verse afectados por los trabajos de reforma se protegerán y aislarán de las fuentes de calor y estarán a resguardo de posibles golpes o erosiones. Asimismo es obligatoria la utilización de un protector de cable en el paso de los mismos a través de los componentes del bastidor (largueros, travesaños).

No se debe desconectar nunca los conectores de las unidades de control con el motor en funcionamiento o estando dichas unidades con alimentación.

Baterías.- El borne positivo de la/s batería/s no debe entrar en contacto con otros elementos del vehículo, dado que esto podría provocar un cortocircuito y poner en peligro la vida de personas.

Asimismo, se debe evitar colocar elementos metálicos sobre la/s batería/s.

Al desmontar los bornes de la/s batería/s se tendrá siempre en cuenta desmontar primero el borne negativo y a continuación el borne positivo. Al volver a montar los bornes, se seguirá el orden inverso, es decir, primero se montará el borne positivo y después el negativo. El montaje incorrecto de la polaridad de los bornes podría provocar graves daños en las unidades de control.

Jamás deben desmontarse los bornes de la/s batería/s con el motor en marcha.

Antes de poner en marcha el vehículo se vigilará que tanto los bornes como la/s batería/s han sido montadas y fijadas a su soporte correctamente.

En caso de descarga de la/s batería/s puede ponerse en marcha el motor mediante unos cables auxiliares utilizando la/s batería/s de otro vehículo (consultar el manual del conductor). No utilizar para ello un cargador rápido de baterías.

En caso de remolcado del vehículo, la/s batería/s deberán estar conectadas.

La/s batería/s solo podrán ser cargadas mediante un cargador rápido cuando ambos bornes (negativo y positivo) estén desmontados

Circuitos eléctricos.- Se protegerán y aislarán de fuentes de calor y estarán a resguardo de posibles golpes o erosiones. Asimismo se requerirá la utilización de un protector de cable en el paso de los mismos a través de los componentes del bastidor (largueros, travesaños).

No se debe desconectar nunca los conectores de las unidades de control con el motor en funcionamiento o estando dichas unidades con alimentación.

3.2. Pesos y dimensiones

3.2.1. Tara del vehículo en chasis-cabina

Los fabricantes de vehículos suelen incluir en las hojas de especificaciones técnicas información relativa a los pesos del vehículo en configuración de chasis-cabina. No obstante, los equipamientos opcionales que se puedan incluir en el vehículo provocan variaciones sobre los pesos y su distribución, que pueden ser del orden del 5% a lo especificado en las hojas técnicas entregadas por el fabricante.

Por lo tanto, resulta importante y se recomienda conocer el peso en báscula del vehículo en chasis-cabina y su distribución sobre los ejes antes y después de efectuar los trabajos de carrozado.

3.2.2. Distribución de la carga

En las hojas de especificaciones suministradas por el fabricante del vehículo se indican igualmente las longitudes carrozables máximas y mínimas permitidas. Cada modelo de vehículo tiene sus propios límites en cuanto al tipo de carrocería y dimensiones de la misma que se puede montar. Estos límites están condicionados básicamente por:

- Reparto de los pesos por eje
- Tipo de espejos retrovisores utilizados
- La posición de la barra de empotramiento trasera
- Lo dictado en el Reglamento General de Vehículos de cada país

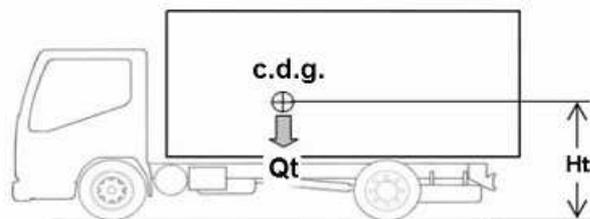
A fin de garantizar un control eficiente y seguro del vehículo en cualquier condición de firme de la carretera o camino, se deberá respetar los siguientes valores mínimos de la carga total que gravite sobre el eje delantero:

- 25% del peso total del vehículo
- 30% del peso total del vehículo, con carga concentrada en el voladizo posterior.

Por lo tanto, se prestará especial atención a los vehículos con carga concentrada en el voladizo posterior (por ejemplo, la instalación de grúas, plataformas elevadoras traseras, remolques con eje central) y a los vehículos con poca distancia entre ejes y con centro de gravedad alto (por ejemplo, vehículos hormigoneras).

El montaje de otros equipamientos con cargas puntuales (enganches de remolque, grúas de carga, plataformas elevadoras, etc.) significa un desplazamiento de la posición del centro de gravedad de la carga y con ello una variación de las longitudes carrozables indicadas en las hojas de especificaciones del fabricante, por lo que se requiere un estudio previo donde se calcule el nuevo reparto de cargas.

Asimismo, se debe evitar que la carga una vez montada la nueva carrocería quede repartida unilateralmente. Como caso excepcional, la carga de las ruedas ($\frac{1}{2}$ de la carga sobre el eje) se puede sobrepasar como máximo en un 4%. No obstante, se recomienda respetar escrupulosamente las capacidades de carga de los neumáticos.



c.d.g. = centro de gravedad

Qt = Peso del vehículo completo (carrozado a plena carga)

En todo caso, se recomienda consultar cuál es la altura del centro de gravedad del vehículo en chasis-cabina, dato que viene resuelto en las hojas de especificaciones técnicas suministradas por el fabricante del vehículo.

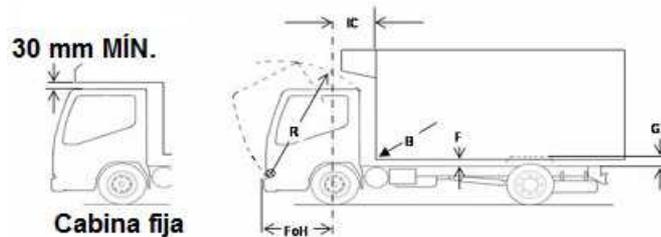
Una vez hecha la reforma, se deberá comprobar que la altura (Ht) del centro de gravedad del vehículo carrozado, tanto en tara como a plena carga, respeta los valores máximos definidos por el fabricante en su hoja de especificaciones, a fin de garantizar un buen comportamiento del vehículo en situación de marcha.

En el caso que la carga útil pueda desplazarse lateralmente (ejemplo, transporte de líquidos, cargas colgadas, etc.) se tendrá en cuenta que dichas cargas pueden producir fuerzas laterales más elevadas y por tanto tendrán mayor repercusión en la estabilidad transversal del vehículo, por lo que es aconsejable conseguir una reducción de la altura del centro de gravedad recomendado por el fabricante.

3.2.3. Distribución de espacios libres para la carrocería

Cualquier intervención o modificación que se realice en un vehículo debe garantizar el correcto funcionamiento, la fiabilidad y el fácil acceso a todos los componentes del mismo. Para ello se tendrá en cuenta que:

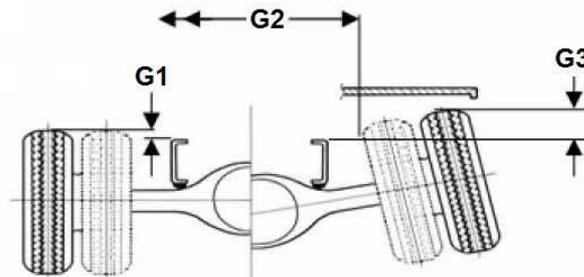
- deberá preverse el libre acceso a los puntos que precisan inspección o mantenimiento y controles periódicos
- deberá estar garantizada la libertad de movimiento para las cabinas abatibles y el paso de aire para la admisión
- respetarse determinados espacios libres, según lo indicado por cada fabricante.



Como norma general no deberá situarse ningún elemento de la carrocería, o dispositivo adicional, a menos de 30 mm de cualquier componente móvil o apoyado sobre elementos elásticos del vehículo.

Al colocarse los guardabarros y pasos de rueda, el carrocerero que realice la reforma deberá cuidar que:

- se puedan montar los neumáticos permitidos más grandes
- que la distancia entre el neumático y el guardabarros o la caja del paso de rueda sea suficiente, incluso en el caso que estén montadas cadenas antideslizantes, y cuando los elementos de suspensión se compriman a fondo incluyendo el caso de una torsión del vehículo
- respetar en todo caso las dimensiones indicadas en las zonas de la figura siguiente (G1, G2, G3) cuyos valores suelen ser suministrados por el fabricante del vehículo.



3.3. Cinturones de seguridad y sistema de airbag

3.3.1. Precauciones

Como se sabe, y según marca la reglamentación, todos los vehículos capaces de circular a velocidades máximas superiores a los 25 Km/h deberán estar equipados con cinturones de seguridad. Por otro lado, la indicación *SRS Airbag* en su hoja de especificaciones permite identificar a los vehículos que están equipados también con el sistema de protección "airbag".

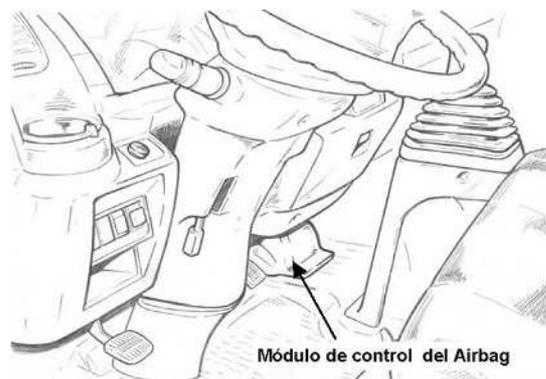
En todo caso, se deberá extremar la precaución en aquellas intervenciones que puedan afectar a los asientos, anclajes y tensores de los cinturones de seguridad, así como al frontal de la carrocería del vehículo, o la instalación de piezas cerca de los puntos de despliegue de los airbag.

Antes de empezar cualquier trabajo de carrozado o transformación de un vehículo se tendrá en cuenta que:

- Siempre que sea necesario desmontar el airbag o los tensores de los cinturones de seguridad, se deberá, previamente, desembornar la batería y desconectar el módulo de control del airbag.
- Cuando se tenga que remover la bolsa de aire, ésta deberá ser colocada siempre con la superficie plástica (por donde sale la bolsa) hacia arriba.
- Debe desconectarse SIEMPRE la batería y esperar por lo menos 5 minutos antes de efectuar trabajos que puedan provocar fuertes golpes en el vehículo ó que necesiten operaciones de soldadura.
- Siempre que sea necesario desmontar el volante se deberá previamente desconectar el módulo de control del airbag.
- En caso que los trabajos de carrozado del vehículo requiera el desmontaje del eje cardan de la caja de la dirección, se deberá asegurar que las ruedas del vehículo están en línea recta y el volante inmovilizado a fin de conservar invariable el punto medio.
- Si tuviera que sustituirse, por cualquier razón, el asiento del conductor, entonces se deberá montar otro asiento de igual características al montado de origen, o en su caso, otro que mantenga las cotas de alturas e inclinaciones del original.
- Se debe tener siempre presente que cualquier modificación que afecte a la parte delantera del vehículo o a una sobrecarga, puede provocar el despliegue accidental del airbag.

3.3.2. Módulo de control del airbag

Bajo ningún concepto se deberá modificar la fijación, posición y situación original de montaje del módulo de control del airbag dentro de la cabina del camión, así como del dispositivo del sensor.



Tampoco se puede situar otros componentes del vehículo alrededor de la zona donde se sitúa el módulo de control y el sensor.

Tampoco se recomienda que se fijen elementos que puedan producir vibraciones cerca del módulo de control ni del sensor del airbag, ya que estos podrían anular la efectividad del sistema.

Tampoco se podrá efectuar modificaciones en la estructura del piso donde está situado el módulo de control del airbag. En la mayoría de las versiones de camiones, el módulo de control del airbag suele estar situado sobre el piso de cabina del camión, en la zona central, aunque esta posición puede variar en función del fabricante.

IMPORTANTE: No debe instalarse ningún equipamiento o accesorio eléctrico cerca del módulo de control del airbag que pueda provocar un campo magnético que haga desplegar el sistema airbag de forma accidental.

3.4. Observaciones en el montaje

3.4.1. Generalidades

Hay que tener presente que cualquier elemento o componente (por ejemplo, cilindros y bombas hidráulicas, dispositivos de iluminación, enganches, etc.) montado sobre el bastidor del vehículo deberá cumplir con las disposiciones legales y normas de seguridad, así como estar debidamente homologado para formar parte como componente de un vehículo y estar en posesión del correspondiente certificado o marca CE o sello equivalente de homologación, que habilita su uso en el país donde vaya ser matriculado el vehículo.

Como norma general, tras efectuar cualquier trabajo sobre el bastidor o chasis de un camión o vehículo industrial, se deberá:

- Eliminar las virutas resultantes de operaciones de taladrado
- Desbarbar los taladros efectuados.

Asimismo, como práctica general no se deberá soldar elemento alguno al bastidor del vehículo. Cualquier elemento que necesite ser unido al bastidor se realizará a base de uniones atornilladas, nunca mediante soldadura. Ello es así, porque los bastidores de los vehículos van a estar sometidos a continuas vibraciones debida al movimiento del vehículo y las irregularidades del terreno o la carretera, que terminarían agotando por fatiga cualquier unión soldada.

Asimismo, cuando se necesiten realizar taladros sobre el bastidor del vehículo para alojar los tornillos de anclaje, éstos NO se realizarán en las alas de los largueros, sino que siempre se realizarán sobre el alma del perfil que conforman el bastidor del vehículo. No obstante, siempre se tratará de utilizar los taladros que ya vienen hechos de fábrica a lo largo del chasis del vehículo.

En todas las modificaciones del bastidor, como puedan ser alargamientos de la distancia entre ejes del vehículo, o la modificación del voladizo trasero, etc., los materiales a emplear en los tramos añadidos al bastidor original y/o en los refuerzos del mismo deberán coincidir en calidad y en medidas con el utilizado en los largueros de serie que trae el camión de fábrica.

3.4.2. Uniones atornilladas

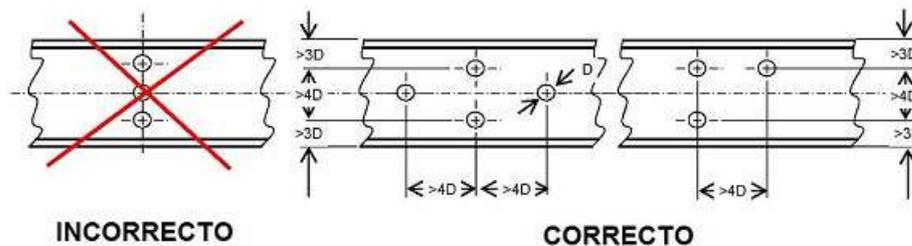
En el caso de ser necesario realizar nuevas perforaciones al bastidor o chasis del vehículo para el anclaje de los tornillos, se deberá tener en cuenta no hacer ningún tipo de taladro en:

- las alas de los largueros del bastidor;
- en posiciones del bastidor cerca de los soportes de los muelles de la suspensión del vehículo.

Se ha de tener presente que realizar un taladro al bastidor resta resistencia a éste, y por lo tanto se ha de extremar la precaución a este respecto. Por tanto, si se han de hacer nuevos taladros, que siempre sean en el alma de los largueros, y además se deberá asegurar que se realizan en zonas del larguero donde los esfuerzos no alcancen los valores máximos.

Para ello, se recomienda consultar el tutorial nº 14 que enseña a calcular los diagramas de esfuerzos cortantes y flectores, y muestran la distribución de los esfuerzos a lo largo del bastidor del vehículo para distintos tipos de carrozados. La observación de estos diagramas permite detectar las zonas críticas del bastidor, y evitar así realizar taladros en ellas.

Como norma general, no se deben realizar más de dos perforaciones en la misma vertical del perfil que forma el bastidor, siguiéndose las recomendaciones que se muestran en las figuras siguientes:



Si se han de sustituir los tornillos de serie por otros (más largos, por ejemplo), se utilizarán únicamente tornillos del mismo tipo y clase. Las tuercas autoblocantes, una vez desmontadas, no deben volver a utilizarse y deberán sustituirse por otras de idénticas características a las de la serie.

En todas las fijaciones del bastidor y en la fijación de la carrocería y/o equipos adicionales al mismo se emplearán tuercas autoblocantes con arandelas planas endurecidas según norma DIN 125.

El siguiente cuadro orienta para la selección de los pares de apriete necesarios para aplicar en las uniones atornilladas (m·kg):

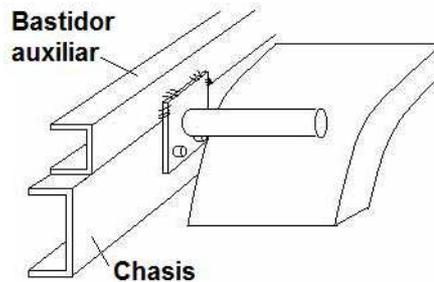
Diámetro nominal (mm)	Paso grueso MA					Paso fino MB				
	Paso (mm)	Calidad del acero				Paso (mm)	Calidad del acero			
		6.8	8.8	10.9	12.9		6.8	8.8	10.9	12.9
6	1	0,69	1,19	1,68	2,01	0,75	0,96	1,27	1,79	2,15
8	1,25	2,15	2,86	4,02	4,83	1	2,24	3,00	4,21	5,05
10	1,5	4,25	5,68	8,00	9,57	1	4,57	6,18	8,57	10,25
12	1,75	7,33	9,76	13,70	16,45	1,5	7,60	10,10	14,25	17,05
14	2	11,60	15,45	21,75	26,10	1,5	12,30	16,40	23,05	27,60
16	2	17,55	23,40	32,80	39,40	1,5	18,25	24,30	34,20	41,00

18	2,5	24,30	32,40	45,60	54,70	1,5	26,10	34,80	49,00	58,80
20	2,5	34,20	45,60	64,20	77,00	1,5	36,60	48,80	68,70	82,40
22	2,5	45,50	60,60	85,30	102,50	1,5	48,40	64,30	90,70	108,70
24	3	59,00	78,80	110,50	132,50	2	62,60	83,00	116,60	136,50

NOTA: Si por cualquier razón es necesario sustituir un remache existente del bastidor por un tornillo, se retaladrará en primer lugar el agujero a un diámetro menor que el de la cuerda del tornillo para conseguir interferencia.

3.4.3. Guardabarros posteriores

En general, los vehículos, en su configuración chasis-cabina, se suministran sin guardabarros posteriores. Es por tanto responsabilidad del carrocerero que vaya a montar la carrocería la realización de los mismos.



Para la realización y posterior fijación de los guardabarros el carrocerero o persona que realice la reforma del vehículo, deberá:

- Garantizar el espacio libre para las ruedas, teniendo en cuenta el recorrido de la suspensión de las mismas.
- Cubrir la anchura máxima de los neumáticos dentro de los límites que especifica la legislación vigente, o bien, por la anchura máxima prevista para matriculación del vehículo.
- Prever una superficie de apoyo lo suficientemente sólida evitando las variaciones bruscas en las secciones y la presencia de vibraciones.
- Fijar los soportes del guardabarros al alma de los largueros del vehículo, o bien al alma del falso bastidor o bastidor auxiliar. En el caso de anclarlo al alma de los largueros la unión se deberá realizar únicamente mediante tornillos.

3.5. Modificaciones en la admisión y el escape

3.5.1. Generalidades

Como norma general no se debe modificar las características de los sistemas de admisión y escape de un vehículo. Cualquier actuación en este sentido afectará a los valores de depresión para la admisión y los valores de contrapresión del escape que trae el vehículo de fábrica.

Tampoco se debe sustituir el filtro de aire original, ni modificar o sustituir el cuerpo del silenciador. Las modificaciones en elementos tales como bomba inyectora, regulador, inyectores, etc., tampoco deben realizarse dado que afectará en el normal funcionamiento del motor y podrá alterar las emisiones de los gases de escape.

En cualquier caso, si se realizara alguna actuación se deberá verificar la necesidad de realizar una nueva homologación del vehículo, si la normativa (ruido, emisiones, etc.) en vigor así lo requiere.

3.5.2. Sistema de admisión

Si durante los trabajos de carrozado y transformación del vehículo fuese imprescindible desmontar el sistema de admisión, deberá protegerse, siempre, la entrada de aire de modo que sea imposible la entrada de polvo, suciedad o elementos extraños en la admisión, así como prever un sistema por el cual sea imposible poner el motor en marcha (por ejemplo, desconectar la batería).

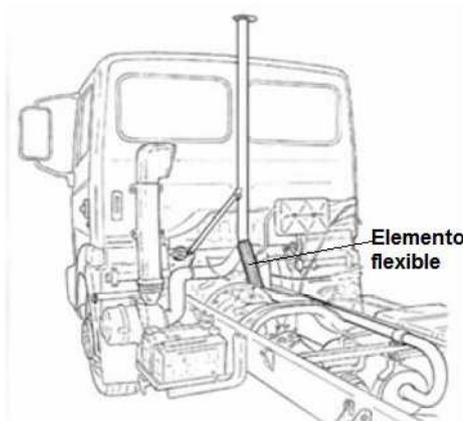
Es importante no actuar ni modificar el sensor de masa de flujo de aire, que suele situarse en el recorrido de entrada al filtro de aire, y que mide el caudal de aire que entra en el motor. Si por cualquier motivo fuese necesario desmontar este sensor, no se deberá, bajo ningún concepto, manipular los elementos que constituyen los sensores, dado que dicha manipulación podría causar graves daños, no visibles, al sensor y provocar alteraciones en las prestaciones del motor.

La toma de aire se situará siempre de tal modo, que sea imposible la aspiración de aire caliente. Una temperatura del aire de aspiración superior en 10°C a la temperatura del ambiente, va a provocar pérdidas de potencia del motor.

Por otro lado deberá evitarse también situar la toma de aire en la zona de turbulencias originadas por la cabina, la carrocería o las ruedas del camión. Del mismo modo, se procurará que la toma de aire esté colocada de manera que se evite la aspiración de aire lleno de polvo, o salpicaduras de lluvia o nieve. Una mayor entrada de suciedad implica la necesidad de realizar un mayor mantenimiento del filtro.

3.5.3. Sistema de escape

Algunos tipos de carrozados de camiones, como los dedicados a la recogida de basuras en las ciudades y otros vehículos municipales, pueden precisar de una salida vertical de los gases de escape.



En estos casos, además de lo indicado en los apartados anteriores, se deberá prestar una especial atención en los siguientes aspectos:

- Prever, para el tramo vertical del tubo de escape, de un sistema de fijación rígida al chasis de la cabina, que sea lo suficientemente resistente y evite vibraciones.

- Se recomienda intercalar un tramo de tubo flexible entre el tramo del tubo de escape fijado al motor y el fijado al chasis de la cabina, con objeto de absorber las vibraciones que se transmiten desde la salida del motor.
- En todo caso, se recomienda mantener la salida del escape lo más alejado posible de la entrada al sistema de la admisión, con objeto de evitar la recirculación de los gases de escape hacia la entrada de la toma de aire del exterior.
- Además, resulta de mucha utilidad para el tramo final del escape, instalar alguna solución o dispositivo que impida la entrada directa del agua de lluvia al tubo vertical que conforma el sistema de escape de gases.

3.6. Modificaciones en la refrigeración

3.6.1. Generalidades

Como norma general no se debe modificar la configuración ni ningún componente que constituye el sistema de refrigeración (radiador, bomba, tubería de aire, circuito del líquido de refrigeración, etc.).

Asimismo se debe garantizar un paso de aire suficiente a través del radiador, por lo que se recomienda seguir las siguientes normas de actuación:

- No obstruir las entradas de aire del radiador.
- No colocar placas publicitarias, carteles, embellecedores, u otros elementos decorativos delante del radiador.

Es posible que se deba prever dispositivos adicionales de refrigeración cuando el vehículo deba prestar un servicio estando parado y con el motor en marcha, lo que supone un gran consumo de potencia permanentemente.

3.7. Sistema de combustible

3.7.1. Generalidades

También como norma general, no se debe realizar ninguna modificación en el sistema de combustible (ni en el circuito, ni en los componentes). En caso de tener que realizarse, es recomendable desmontar los tubos del circuito de combustible antes de comenzar los trabajos de carrozado o transformación, a fin de evitar causar daños en el circuito.

En este caso, y previo a desconectar cualquiera de los tubos de combustible que van desde la bomba de inyección a los inyectores, se debe asegurar que se ha eliminado la presión de combustible. Posteriormente, cuando se vaya a restablecer el circuito se deberá respetar el trazado original, así como asegurarse que existen las debidas distancias de seguridad con los elementos del carrozado.

3.7.2. Accesibilidad

Una vez terminado los trabajos de carrozado, se debe comprobar que se permite en todo caso el fácil acceso a la boca de llenado del depósito de combustible.

No obstante, si por necesidades del tipo de carrozado instalado se dificulta las operaciones de llenado de combustible, se recomienda el empleo de separadores de forma que se acerque el brocal del depósito al lateral de la carrocería.

Estos separadores y su fijación se dimensionarán teniendo en cuenta el volumen del depósito, garantizando en todo caso una perfecta fijación y evitando la presencia de vibraciones.

3.8. Modificaciones en la cabina

3.8.1. Generalidades

Cuando se lleve a cabo modificaciones en la cabina de un camión, estas modificaciones realizadas no afectarán al buen funcionamiento ni a la resistencia de grupos o dispositivos de mando del vehículo, tales como pedales, interruptores, varillajes, etc., situados en la zona afectada por la modificación, y tampoco alterará la resistencia de las partes portantes. Las cabinas de aquellos camiones que sean abatibles no deberán fijarse permanentemente al bastidor.

Especial cuidado deberá tenerse con las modificaciones que afecten al sistema de refrigeración, debiéndose tener en cuenta que se deberá respetar, en todo caso, el paso de aire al radiador a través de la calandra.

Cuando la transformación a realizar implique variaciones de masa de la cabina, o bien modificaciones en la distancia que hay entre el panel posterior de la cabina respecto al eje delantero, entonces deberá comprobarse que no se sobrepasan los valores máximos de peso sobre el eje delantero del vehículo, a fin de respetar la distribución de cargas admitidas sobre los ejes del vehículo y las longitudes carrozables permitidas. Para su comprobación se deberá pesar en báscula cada eje por separado del vehículo una vez realizada la reforma.

Cuando las intervenciones afecten a elementos específicos del aislamiento acústico y térmico de las paredes o techo de la cabina, éstas deberán ser llevadas a cabo de manera que las modificaciones afecten en lo mínimo a dichos elementos, y en todo caso, se deberán tomar las medidas oportunas que restablezcan en lo posible sus características de origen, garantizando siempre su efectividad.

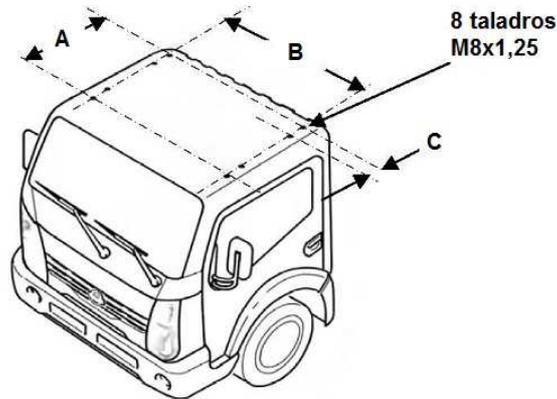
La instalación de mandos y aparatos adicionales en la cabina se realizarán siempre respetando los mandos y elementos instalados en origen, además de tratar que sean de fácil alcance al conductor. Una vez finalizadas las intervenciones deberá cuidarse de aplicar juntas y/o sellados en las zonas donde se requieran dichas protecciones, garantizándose en todo momento una perfecta estanqueidad de los trabajos efectuados, así como una correcta protección contra la corrosión.

3.8.2. Cargas sobre el techo

Para la instalación de equipos especiales sobre el techo de la cabina (por ejemplo, deflectores de aire,...) se comprobará que el peso añadido no supere las cargas admitidas para la cabina.

Todo paso hecho a través del techo de la cabina (para paso de cables eléctricos, antenas de telefonía, etc.) deberá ser perfectamente hermético. Por tal motivo, se utilizarán pasacables, y

si fuera necesario, productos de sellado. En todo caso, el centro de gravedad final del conjunto en ningún caso será superior al máximo autorizado por el fabricante.



Para la instalación de deflectores sobre el techo de la cabina se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- Se debe comprobar que el peso del deflector o de cualquier otro elemento instalado no interfiera o entorpezca el abatimiento de la cabina.
- El montaje de deflectores no producirá vibraciones o ruidos que puedan crear insatisfacción a la hora de la conducción, o incluso que pueda afectar a la homologación por ruidos.
- Se deberá prestar especial cuidado en que el sistema de fijación, o el propio deflector, no pueda dañar la pintura o la chapa de la cabina, en estático o en movimiento.
- No se deberá realizar ningún tipo de taladros para la fijación de deflectores en el techo de la cabina. Generalmente, los vehículos ya disponen de fábrica de unos taladros que faciliten la fijación de deflectores u otros elementos adicionales sobre el techo de la cabina.

3.8.3. Realización de cabinas alargadas

Para la realización de cabinas alargadas (por ejemplo, cabinas de 7 plazas para usos municipales o camiones de bomberos, cabinas con litera, etc.) se requerirá la confirmación por parte del fabricante o distribuidor autorizado de la capacidad de los elementos originales de abatimiento, cierre de cabina y suspensión.

Es importante para la ejecución de este tipo de vehículos asegurarse de contar con vehículos con abatimiento hidráulico instalado de fábrica. A fin de mantener la rigidez e integridad de la cabina, se recomienda mantener la estructura original lo más intacta posible. Asimismo se recomienda efectuar el corte lateralmente, manteniendo intacto el marco de la puerta.

Se debe cuidar especialmente en adoptar las medidas necesarias para proteger las partes afectadas contra la corrosión y la oxidación.

Los sistemas de fijación y abatimiento de la cabina deberán adaptarse en función de las nuevas dimensiones y pesos, sin que perjudiquen los movimientos normales de la cabina. Se deben prever trampillas de registro a fin de facilitar los trabajos de inspección y mantenimiento de los órganos ocultos. Por otro lado, si la cabina queda fija, se deberá disponer de un capó móvil que permita el acceso a todos los elementos situados bajo el piso de la misma.

3.9. Sistema eléctrico

3.9.1. Generalidades

Como norma general, los vehículos todos van equipados con instalaciones eléctricas de 12VDC. El conjunto bastidor del vehículo representa la masa y a él estará conectado el borne negativo de la batería, así como de todos los aparatos que no tengan previsto un retorno independiente.

Es importante, que todas las masas de los dispositivos añadidos nuevos al vehículo deban conectarse al bastidor y no a la carrocería del vehículo.

3.9.2. Baterías

Incluso las baterías denominadas “libres de mantenimiento” precisan de unos cuidados de conservación mínimos. Con esta denominación tan sólo se pretende indicar que no se tiene que controlar el nivel del líquido de la batería.

Toda batería sufre auto-descarga, por lo que es necesario efectuar un control periódico. En caso que se llegue a su descarga total podría deteriorarse la(s) batería(s).

Por tanto, durante la fase de carrozado/transformación del vehículo e incluso en el caso que deba éste permanecer un largo periodo inmovilizado, se deberá realizar lo siguiente:

- Desconectar siempre la(s) batería(s) desmontando los cables de alimentación, primero el borne negativo y después el positivo. No utilizar para ello el desconectador de batería/s (en caso de que exista) ya que no desconecta el Tacógrafo.
- Evitar en lo posible arrancar el motor de manera innecesaria.
- Efectuar mediciones regulares de tensión, una vez al mes como mínimo, y recargas hasta entregar el vehículo al cliente final.

La descarga total de la/s batería/s (con formación de sulfato) puede provocar la pérdida de la garantía del vehículo por parte del fabricante antes de la entrega al cliente final.

3.9.3. Tomas de corriente

En este apartado se indican los puntos desde donde es posible efectuar las tomas de corriente eléctrica en un camión, las capacidades admitidas y las precauciones que hay que tomar.



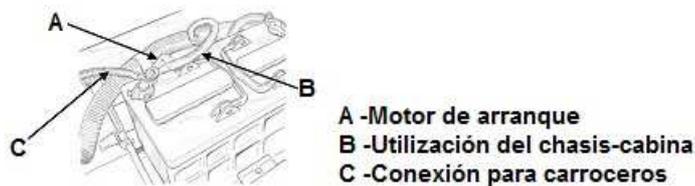
En general, en un camión se puede efectuar las tomas de corriente eléctrica desde dos puntos distintos:

- desde el lugar donde se sitúan las baterías del vehículo (A en la figura adjunta), o
- desde el interior de la cabina del camión a partir de una regleta o conector que disponen de serie los camiones para la toma de corriente (señalado con B).

Según la aplicación a la que se destine la toma de corriente, el lugar donde se sitúe el punto de consumo, o bien, la costumbre o práctica del carroceros, se podrá realizar la toma de electricidad desde uno u otro punto.

En cualquier caso, toda nueva toma de corriente adicional que se instale en el vehículo deberá protegerse adecuadamente, instalándose fusibles lo mas cercanos posible al punto de conexión.

A) Desde la(s) batería(s):

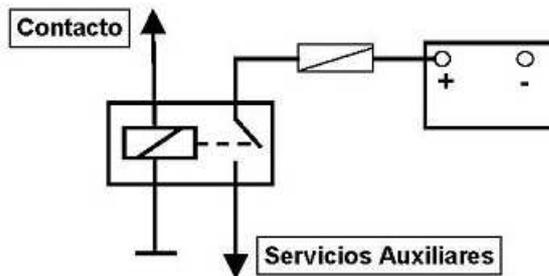


En la mayoría de los modelos de camiones, la toma de corriente desde las baterías se podrá efectuar directamente a través del borne del polo positivo (motor de arranque).

En todo caso, siempre se deberá tener presente que la nueva conexión se protegerá mediante el fusible correspondiente.

Si se presume que con la nueva instalación se van a tener consumos de corriente con una intensidad de más de 10 A (amperios), entonces se recomienda verificar si la(s) batería(s) con la(s) que cuenta el vehículo dispone(n) de la capacidad prevista para el funcionamiento normal y arranque del vehículo.

En todo caso, si se van a tener consumos superiores a los 30 A, entonces deberán preverse nuevas baterías y alternadores que ofrezcan más capacidad, o bien instalar un grupo de baterías suplementarias de apoyo a las propias del vehículo.



En el esquema de la figura adjunta se muestra cómo debe hacerse la instalación para la alimentación de equipos adicionales con corriente desde el contacto.

Se debe tener en cuenta que el fusible aéreo de potencia se situará de manera que no se encuentre alejado del borne (+) de la batería una distancia de más de 500 mm.

Recordar que NO están permitidas conexiones directamente en los polos negativos de las baterías.

En estos casos, para la alimentación de masa de los nuevos equipos instalados deberá tenderse una nueva línea hasta el punto de masa común del vehículo.

B) Desde el conector de vías para carroceros:

Generalmente, los vehículos van a disponer en el interior de la cabina de un conector para carroceros donde poder realizar las conexiones desde los pins disponibles en la caja de conector. En dicha caja, se dispondrá de pins reservados para la conexión desde el positivo de contacto y desde el positivo de la batería.

En todo caso, las conexiones que se efectúen desde los pins del conector deberán protegerse mediante el fusible adecuado.

Asimismo, cuando se tiendan nuevas líneas de cables eléctricos, bien desde las baterías o desde la caja de conector de la cabina, se deberá evitar el acoplamiento con otros cables de transmisión de señales (por ejemplo, ABS), los cuales se disponen según una instalación y un trazado especial a fin de cumplir con las exigencias electromagnéticas que este tipo de instalaciones requiere.

3.9.4. Modificaciones del cableado

Si debido a las operaciones de carrozado es necesario reubicar las luces traseras o laterales del vehículo, y en consecuencia se tienen que alargar los cables, esta operación se deberá llevar a cabo siguiendo las siguientes recomendaciones:

- Emplear cables de las mismas características, de la misma sección y de los mismos colores que los cables de serie.
- Con el objeto de prevenir cortocircuitos, se deben cortar los cables uno a uno, pero de manera escalonada, con el fin que no haya dos cables cortados a la misma altura y evitar así que entren en contacto.
- Se deberán soldar los cables y revisar que no queden puntas de cable o bordes que pueda perforar el aislante.
- Para conseguir un aislamiento adecuado del cable, se deben usar tubos termo contráctil, dado que las cintas aislantes pierden adhesividad con el tiempo.
- Una vez que todos los cables hayan sido soldados y aislados, entonces sí se pueden cubrir con cinta aislante todo el conjunto.
- Se recomienda que los tramos que hayan sido añadidos deberán estar protegido mediante un tubo corrugado del mismo tipo que el original.
- En todo caso, RECORDAR que las instalaciones eléctricas del sistema del ABS del vehículo no deben ser modificadas.

3.9.5. Modificación en la posición de las luces

Generalmente, los vehículos vienen equipados de serie con luces laterales indicadores de dirección extensibles, es decir, que el carrocerero adaptará la anchura de estas luces al tipo de

carrocería montada, manteniendo en lo posible la altura, y siempre cumpliendo lo indicado en el Reglamento General de Vehículos.

Las luces traseras sin embargo, montadas de serie en su soporte, generalmente estarán homologadas para ser montadas en posición horizontal o vertical, según las necesidades del carrozado. Si el carrozado exige el montaje vertical de las luces, entonces deberá colocarse una junta de estanqueidad de forma que la hendidura (espacio que queda entre los dos extremos) quede hacia abajo, a fin de permitir la evacuación de la humedad debida a la condensación.

Debe evitarse que durante el funcionamiento de los elementos móviles de la carrocería (plataformas elevadoras traseras, plataformas portacoche, etc.) quede oculto más del 50% de las luces traseras. Si esto no fuera posible cumplir, entonces deberán reubicarse las luces traseras.

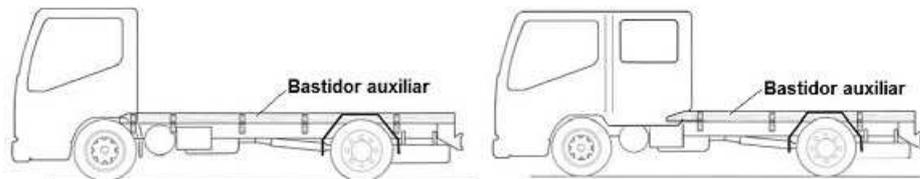
En todo caso, la nueva situación de luces traseras respetará, en cuanto a dimensiones y visibilidad se refiere, las disposiciones de la normativa vigente.

Se puede consultar en la sección “Legislación” de esta web, la reglamentación aplicable a los distintos componentes y sistemas del vehículo, incluyendo los dispositivos de iluminación.

3.10. Bastidor auxiliar o falso bastidor auxiliar

3.10.1. Generalidades

El objetivo básico del falso bastidor o bastidor auxiliar es la de garantizar una distribución uniforme de las cargas sobre el bastidor original del vehículo y garantizar una unión perfecta entre el bastidor del vehículo y la carrocería prevista.



Los largueros del falso bastidor o bastidor auxiliar se ajustarán perfectamente sobre los del bastidor original del vehículo en toda su longitud. Para ello, los largueros del falso bastidor o bastidor auxiliar se extenderán de forma continua y deberán apoyarse a lo largo de toda su superficie sobre el ala superior del larguero del vehículo.

No es aconsejable montar listones de madera entre ambos bastidores. Para su ejecución es importante tener en cuenta:

- El material del bastidor auxiliar
- La configuración de los largueros
- Los travesaños
- La fijación

3.10.2. Material

Como norma general, para el bastidor auxiliar se deberán utilizar siempre materiales de características iguales ó superiores a los materiales empleados en la fabricación del bastidor del vehículo.

En los casos donde se tengan esfuerzos más elevados, o cuando se desee evitar secciones de gran altura para el perfil del bastidor auxiliar, entonces se deberán utilizar obligatoriamente materiales de características superiores a los empleados en el bastidor del vehículo.

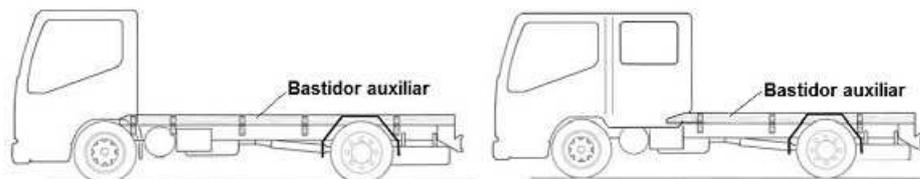
Los materiales empleados para elaboración del falso del bastidor deberán tener buenas propiedades para la soldadura.

La calidad del acero recomendado, para todos los casos, será como mínimo St-52-3:

Tabla 2. Calidad del acero empleado para el sobrebastidor auxiliar			
Material	Resistencia a la tracción (Kg/mm ²)	Límite de elasticidad (Kg/mm ²)	Alargamiento a la rotura
ST-52-3 (DIN-17100)	52-62	36	≥ 22 %.

3.10.3. Configuración de los largueros

Como ya se ha dicho, para mejorar la resistencia de los largueros que constituyen el bastidor original o chasis del vehículo y conseguir también una mejor distribución de las cargas, se suele montar sobre estos otra estructura auxiliar, llamada bastidor auxiliar o falso bastidor.

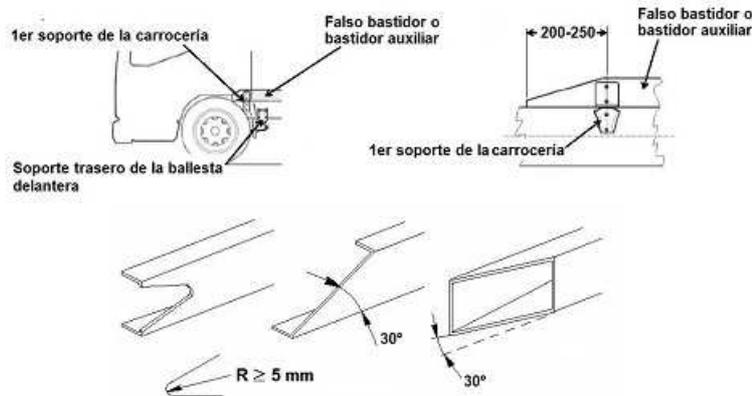


De esta manera, sobre los largueros del falso bastidor será sobre los que descansará finalmente el carrozado que se desee instalar sobre el camión.

Para la fijación del bastidor auxiliar al bastidor o chasis del vehículo, se deberá emplear únicamente los soportes previstos y que los vehículos traen de fábrica distribuidos a lo largo de su chasis, y que están específicamente destinados para usarlos en la fijación del bastidor auxiliar que se incorpore en la reforma.

A la hora de la instalación, los largueros del falso bastidor o bastidor auxiliar se ajustarán perfectamente sobre los largueros del bastidor original del vehículo en toda su longitud, apoyándose sobre el ala superior.

Para ello, los largueros del falso bastidor se extenderán de forma continua sin interrupción ni cortes, y deberán apoyarse a lo largo de toda su superficie sobre el ala superior del larguero que conforma el chasis del vehículo, como ya se ha dicho.



La parte delantera del larguero deberá prolongarse lo máximo posible, como mínimo hasta que coincida con la posición del soporte trasero de los muelles de la suspensión de las ruedas delanteras, o bien entre 200-250 mm por delante del primer soporte de la carrocería, en el caso de suspensión independiente.

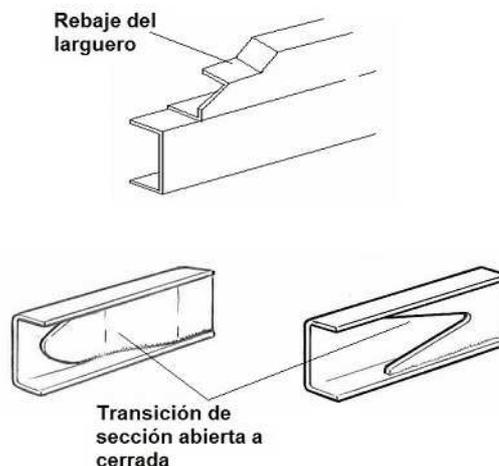
Es muy importante acatar esta recomendación, especialmente en el caso de carrocerías o equipamientos con cargas concentradas en la parte posterior de la cabina (por ejemplo, la instalación de grúas tras la cabina para la elevación de carga) a fin de evitar, de esta manera, los problemas derivados de las vibraciones y poder garantizar así una mejor estabilidad.

Por otro lado, y a fin de conseguir una transición suave y gradual de la carga al chasis, se debe achaflanar el extremo delantero de los largueros del bastidor auxiliar con un ángulo no superior a 30°, o con otra forma que cumpla esta misma función.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en redondear el extremo delantero en contacto con el bastidor del vehículo con un radio de 5 mm como mínimo.

Se podrán emplear perfiles de sección cuadrada cuando sea necesario conseguir una mayor rigidez sin aumentar en exceso la altura del perfil empleado como falso bastidor.

Cuando algún componente del vehículo impida el paso de los largueros del falso bastidor en toda su sección, estos podrán rebajarse como se indica en la figura siguiente.



No obstante, se tendrá especial cuidado en comprobar la sección mínima que se obtenga de bastidor cuando se prevean momentos de flexión elevados en la parte delantera del vehículo.

En todo caso, y para mayor seguridad se recomienda realizar un estudio previo para obtener los diagramas de esfuerzos en la zona y comprobar que con la sección disponible no se rebaja el límite de seguridad mínimo exigible.

Cuando se precise que el falso bastidor se adapte elásticamente al bastidor del vehículo, se utilizarán preferentemente perfiles en “U” plegados o perfiles en “U” comerciales específicos para la construcción de vehículos (no utilizar perfiles laminados usados para construcción y obra civil).

A fin de evitar tensiones puntuales, el paso de sección cerrada a abierta será progresivo, según se muestra también en los ejemplos de la figura.

Se recomienda consultar las dimensiones de los largueros para el falso bastidor que los fabricantes de los vehículos recomiendan en sus hojas técnicas, en función del tipo de servicio previsto. Estos datos se suelen corresponder a valores mínimos aconsejados y válidos para vehículos de distancias entre ejes y voladizos estándar de producción para cada fabricante.

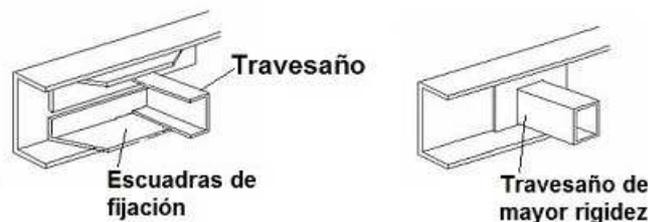
De todos modos es importante asegurarse del espacio libre disponible sobre el larguero antes de determinar la altura (H) del falso bastidor. Se recomienda que en los perfiles en “U” las dimensiones del ala y su espesor coincidan con el de los largueros del bastidor del vehículo, para que su acople resulte mejor.

El empleo de largueros para el falso bastidor cuyas alturas sean iguales o superiores al paso de rueda trasero permitirá la realización de cajas de carrocería con el piso plano.

Siempre se podrán emplear perfiles parecidos a los recomendados por el fabricante, con momentos de inercia y de resistencia que no sean inferiores a los empleados en la producción del vehículo. Estos valores constan en la documentación técnica de los fabricantes de perfiles y se debe consultar.

3.10.4. Travesaños

Ambos largueros que conforman el falso bastidor o bastidor auxiliar deberán unirse entre sí mediante travesaños, con objeto de dotar de mayor rigidez al conjunto.



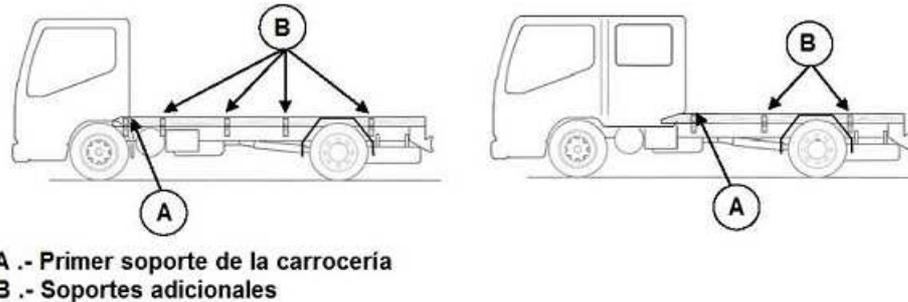
El número de travesaños necesarios se determinará en función del tipo de carrozado o equipamiento previsto, y serán dispuestos, si es posible, coincidiendo con los del bastidor del vehículo.

En general, los travesaños se unirán a los largueros del bastidor auxiliar mediante escuadras que garanticen la resistencia necesaria para su fijación.

En casos de mayores requerimientos de rigidez en la fijación podrán emplearse fijaciones y travesaños del tipo indicados en la figura anterior.

3.10.5. Fijaciones

El tipo y número de fijaciones entre el bastidor del vehículo y el bastidor auxiliar acoplado encima dependerá del modelo del vehículo y el tipo de carrocería prevista.



Generalmente los vehículos van equipados de serie con el primer soporte para la carrocería, tipo escuadra (indicado con letra A en la figura adjunta), y opcionalmente también el resto de soportes repartidos a lo largo del chasis del bastidor (indicado con letra B en la figura adjunta).

Es sumamente importante determinar el tipo de fijación, según el modelo de vehículo y la carrocería prevista, así como la utilización a la que estará destinado el vehículo, para conseguir una buena contribución por parte del falso bastidor en cuanto a resistencia y rigidez se refiere.

En función del tipo de carrocería prevista, se determinará también el tipo de fijación a emplear, que puede ser elástica o rígida resistente a los esfuerzos de corte. La cantidad y el reparto de los soportes de la carrocería a lo largo del falso bastidor se determinarán a partir del correspondiente plano de carrocería y el tipo de carrocería.

Una buena realización de los elementos de fijación garantizará una buena unión entre el bastidor del vehículo y el falso bastidor.

Preferentemente se utilizarán los soportes de carrocería existentes que están repartidos por el chasis del bastidor del vehículo. Cuando las carrocerías previstas puedan ejercer cargas concentradas sobre el bastidor del vehículo, el carrocería deberá prever los elementos de fijación adecuados. En este caso, se deberán añadir placas planas resistentes al corte en la zona posterior del chasis.

Todos los tornillos que se empleen en la unión de los soportes deberán ser de alta resistencia, calidad 8.8, y serán montados sin holguras, con tuercas autoblocantes de seguridad calidad 10 y arandelas planas en ambos lados con dureza mínima 200 HB, usadas debajo de las cabezas de los tornillos y de las tuercas.

ATENCIÓN: NO se debe realizar soldaduras en el bastidor del vehículo para fijar la carrocería y, en ningún caso perforar las alas de los largueros del chasis del vehículo.

- Tipos de Fijaciones:

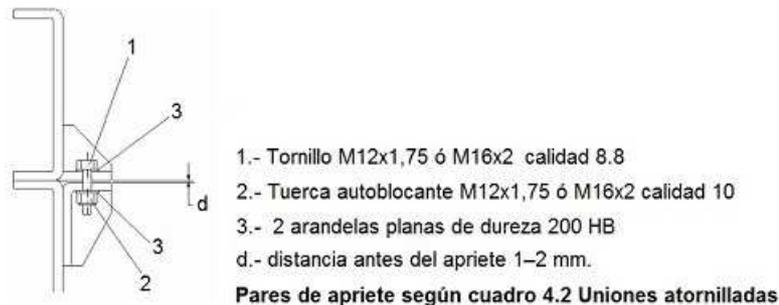
Como ya se ha indicado, para realizar la unión del falso bastidor o bastidor auxiliar al chasis del bastidor del vehículo, se pueden emplear uniones tanto rígidas como elásticas.

Las fijaciones de tipo rígidas permiten considerar a la unión entre bastidores como si se tratase de una sección única resistente a la que forman los perfiles del bastidor del vehículo y del falso bastidor, a condición de que la cantidad y distribución de los soportes de carrocería sean capaces de soportar los consiguientes esfuerzos de corte.

En cambio, las uniones de tipo elástico permiten movimientos, aunque limitados, entre ambos perfiles y se considera a las dos secciones resistentes que trabajan paralelamente.

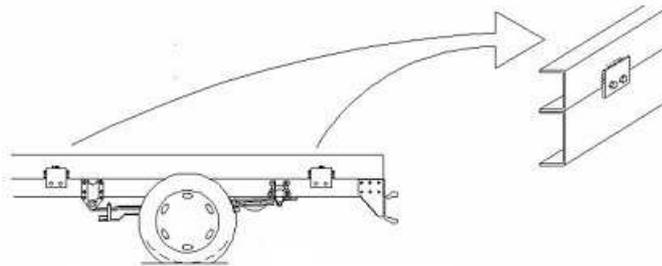
El tipo de soportes de serie con que vienen equipados los vehículos en el chasis permiten aplicar soluciones de tipo rígido o elástico, en función de su montaje.

A) Fijación rígida:



Este tipo de fijación es el recomendado para carrocerías de rigidez torsional no muy elevada y de utilización en carretera.

Para que esta fijación pueda considerarse rígida es imprescindible conseguir el par de apriete en todas las uniones que se indica en el cuadro del apartado 4.2 Uniones atornilladas.



Siempre que no pueda garantizarse aplicar el par de apriete indicado, deberá combinarse con fijaciones mediante placas planas usando los agujeros existentes en la parte posterior del bastidor vehículo.

Mediante el empleo de fijaciones con placas planas se garantiza un buen comportamiento al empuje longitudinal y transversal, asegurando una mayor rigidez del conjunto. Está especialmente indicado para carrocerías particularmente pesadas.

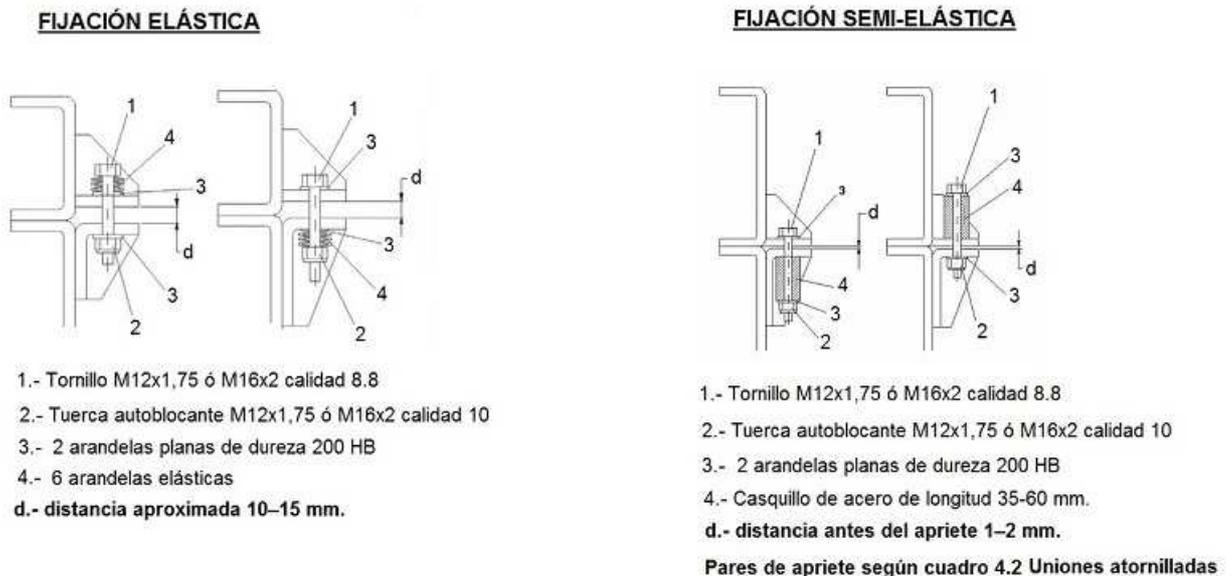
Tener en cuenta que el empleo de placas planas para la fijación del falso bastidor al chasis del vehículo requiere que:

- Su utilización debe estar limitada a la zona central y posterior del bastidor usando los agujeros existentes que suele traer de fábrica el vehículo en su chasis.
- Verificar que el falso bastidor asienta perfectamente sobre el bastidor del vehículo antes de efectuar la fijación en el alma de los largueros del vehículo.

- El número de placas, sus características y cantidad de tornillos para su fijación deberán ser los adecuados para transmitir los momentos de flexión y de esfuerzos cortantes.

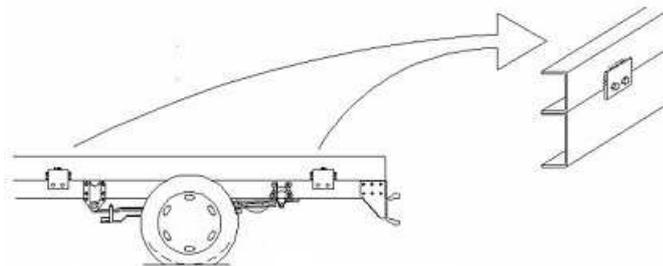
B) Fijación elástica y semi-elástica:

Cuando se requieran uniones entre bastidores con una mayor elasticidad (por ejemplo: cuando se montan carrocerías de gran rigidez como furgones, cisternas, para dar servicios fuera de carretera como puedan ser volquetes de obras, etc.) deberán adoptarse soluciones como las que a continuación se indican en la figura siguiente, aplicables en las fijaciones de la zona de la cabina y la inmediatamente siguiente.



NOTA: Las escuadras que se monten en el falso bastidor nunca deberán ser de características inferiores a las que se montan originalmente en el bastidor del vehículo.

C) Fijación con placas planas:



Mediante el empleo de fijaciones con placas planas se garantiza un buen comportamiento al empuje longitudinal y transversal, asegurando una mayor rigidez del conjunto. Está especialmente indicado para carrocerías particularmente pesadas.

Se debe tener en cuenta, a su vez, que el empleo de placas planas como modo de fijación del falso bastidor al chasis del bastidor del vehículo, requiere tener presente que:

- Su utilización debe estar limitada a la zona central y posterior del bastidor usando los agujeros existentes que suele traer de fábrica el vehículo en su chasis.

- Verificar que el falso bastidor asienta perfectamente sobre el bastidor del vehículo antes de efectuar la fijación en el alma de los largueros del vehículo.
- El número de placas, sus características y cantidad de tornillos para su fijación deberán ser los adecuados para transmitir los momentos de flexión y de esfuerzos cortantes.

D) Fijaciones Mixtas:

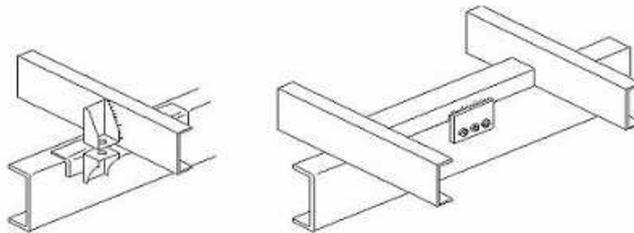
En general, para la fijación del bastidor auxiliar al chasis del bastidor del vehículo se empleará una combinación de fijaciones de tipo rígido y elástico.

Es recomendable utilizar las uniones elásticas en la parte delantera del falso bastidor (dos en cada lado). En cambio las fijaciones por placas son recomendables para la parte posterior del vehículo, cuando la carrocería prevista exija del falso bastidor una mayor aportación a la rigidez del conjunto (por ejemplo, hormigoneras, grúas en voladizo, volquetes, etc.).

3.11. Carrocerías autoportantes (sin bastidor auxiliar)

En ocasiones, puede no ser necesario la instalación de un bastidor auxiliar y de los travesaños sobre el chasis del vehículo. Esto puede ocurrir cuando:

- se vaya a instalar carrocerías de tipo autoportantes (como furgones cerrados, cisternas) que por sí solas garantizan un par suficiente de resistencia e inercia, o bien,
- cuando la estructura del piso de la carrocería está configurado de modo que se asemeja a un falso bastidor.



Cuando se trate de carrocerías autoportantes, que además no estén sometidas a cargas puntuales ni posteriores, y se hayan empleado en la construcción del piso de la carrocería de travesaños situados a distancias, unos de otros, no superiores a los 500 mm, atornillados en los agujeros existentes del chasis del vehículo, de tal manera que todo el conjunto quede debidamente unido entre sí formando una estructura suficientemente rígida, entonces también podrá prescindirse del empleo de los largueros longitudinales de un falso bastidor.

Para proporcionar a los travesaños la estabilidad precisa y evitar al bastidor del vehículo de una excesiva rigidez, se requiere la utilización de fijaciones de tipo elásticas (ver apartado anterior) en la parte delantera del chasis, es decir, justamente detrás de la cabina.

En todo caso, en este tipo de carrozado se tendrá cuidado en respetar los pasos de ruedas posteriores y las zonas que deben quedar libres por encima de los largueros.

3.12. Certificados 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 de vehículos, y lo desarrollado en el Manual de Reformas de Vehículos, revisión de Abril de 2015, publicado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 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.

En Arahal, a 9 de Mayo de 2015

- EL INGENIERO INDUSTRIAL -

Hermenegildo Rodríguez Galbarro
Colegiado N° 2.391
Colegio Oficial Ingenieros Industriales de Andalucía Occidental

4. PRESUPUESTO

Asciende el presente presupuesto para ejecución de reforma de importancia en vehículo industrial de acuerdo a lo descrito en el presente proyecto, a la cantidad de DOS MIL OCHENTA Y UN EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS (2.081,20 €), desglosado como sigue:

1.- Preparación del vehículo	390,00 €
2.- Instalación y equilibrado de neumáticos 195/70R15C 108R (4 uds.).....	540,00 €
3.- Montaje de ballestín de refuerzo en suspensión trasera (2 uds)	790,00 €
<hr/>	
Total Ejecución Material	1.720,00 €
IVA (21%)	361,20 €
TOTAL PRESUPUESTO:	2.081,20 €

- EL INGENIERO INDUSTRIAL -

Hermenegildo Rodríguez Galbarro
Colegiado N° 2.391
Colegio Oficial Ingenieros Industriales de Andalucía Occidental

5. PLANOS

6. ANEXOS

6.1. Fotografías de la reforma