



UNIVERSIDAD de VALLADOLID



ESCUELA de INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, ESPECIALIDAD EN MECÁNICA

PROYECTO FIN DE CARRERA

HOMOLOGACIÓN DE REFORMAS DE IMPORTANCIA EN UN TURISMO

Autor:

Hernández Galván, Luis Obdulio

Tutor:

Alonso Miñambres, Saúl

Dpto. Ingeniería Energ. Y Fluid.

JULIO — 2012



UNIVERSIDAD de VALLADOLID



ESCUELA de INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, ESPECIALIDAD EN MECÁNICA

PROYECTO FIN DE CARRERA

HOMOLOGACIÓN DE REFORMAS DE IMPORTANCIA EN UN TURISMO

Autor:

Hernández Galván, Luis Obdulio

Tutor:

Alonso Miñambres, Saúl

Dpto. Ingeniería Energ. Y Fluid.

JULIO — 2012

RESUMEN

Este Proyecto fin de carrera se ha realizado para estudiar y homologar las reformas de importancia realizadas en un turismo, en este caso el Hyundai Coupe 1.6 FX del año 1998. Debido a la legislación Española, al transformar las características de un vehículo es necesario hacer unos estudios para poder homologar las reformas realizadas y poder circular con el vehículo sin ningún problema. Otra función de este proyecto es la posible utilización por parte del alumno como base para la creación de una empresa de homologación de reformas de importancia en vehículos.

Las reformas de importancia realizadas en el vehículo se realizan para poder conseguir unas sensaciones de conducción mas deportiva y mejorar alguna de las características técnicas del vehículo. Se realizara el estudio para comprobar que después de realizar dichas reformas el vehículo puede circular sin ningún problema por las carreteras de la Comunidad Europea y que cumple la normativa vigente Española respecto a las reformas de importancia, normas de circulación, así como las normas de seguridad tanto de vehículos y de otros usuarios de la vía.

Durante el proyecto se explican detalladamente los elementos instalados o modificados, una descripción técnica de porque se instalan, así como los materiales de que están fabricados, sus dimensiones y formas, su modo de anclaje y la normativa específica por la que esta afectada.

En los cálculos se vera que las reformas realizadas en el vehículo mantienen las condiciones de seguridad y de protección al medio ambiente exigidas para el vehículo y que mejoran el rendimiento del vehículo y las características técnicas. Así el vehículo después de las reformas realizadas tiene mejores características que cuando salió de fabrica.

En este vehículo se han realizado las siguientes reformas:

- Instalación de kit de carrocería

Se han sustituido los paragolpes originales del vehículo. El kit de carrocería instalado en el vehículo está compuesto por paragolpes delantero, trasero y taloneras laterales. El kit instalado es de la marca VEILSIDE y está realizado específicamente para este vehículo. La instalación de este kit se realiza para mejorar la aerodinámica del vehículo y la estética, dándole un toque más moderno. Se mantendrán las características de refrigeración del vehículo. En los estudios de la instalación de este kit se ha tenido en cuenta que las uniones con el chasis fueran las correctas y que las cargas aerodinámicas que sufre el coche mejoraran el rendimiento. Se ha disminuido el consumo de combustible al mejorar el coeficiente aerodinámico. Se ha mejorado la conducción del vehículo al disminuir la altura respecto al suelo, bajando el centro de gravedad del vehículo. La instalación de este kit de carrocería cumple la normativa de protección de peatones. Al instalar este kit se ha modificado la longitud del vehículo, haciéndolo más largo.

- Sustitución de retrovisores

Se han sustituido los retrovisores originales por otros, manteniendo aproximadamente las medidas de los anteriores. El principal motivo de la modificación es cuestión estética. Se ha comprobado la homologación de los mismos. Estos retrovisores al estar diseñados para este vehículo se anclan en el anclaje original. Se ha comprobado que la visión a través de estos nuevos retrovisores cumple la normativa vigente.

- Cambio de neumáticos

El cambio de neumáticos se realiza debido a que se han instalado unas llantas más grandes. Para la instalación de los neumáticos se ha tenido en cuenta que se cumplen los criterios de equivalencia como son el índice de velocidad y de carga, así como el perfil para una correcta instalación. Se instalarán unos neumáticos 215/35 R18 de la marca WANLI. Estos neumáticos se instalarán siguiendo las instrucciones del fabricante. Se ha comprobado que la instalación de estos neumáticos y estas llantas no interfiere con ninguna parte del vehículo.

- Montaje de llantas

Se han montado unas llantas 8" x 18" (pulgadas) en acabado cromado sustituyendo así las originales del vehículo para mejorar la estética del vehículo. También al instalar las llantas más grandes el vehículo tendrá mas estabilidad. Un inconveniente que hay que tener en cuenta es que al instalar llantas más grandes hace que el vehículo consuma mas combustible. Estas llantas vienen preparadas para la instalación en este vehículo ya que tienen los mismos agujeros y a la misma medida que las originales. Se ha comprobado que las llantas equivalen y son aptas para montar los neumáticos antes descritos.

- Incorporación de separadores

Se han incorporado unos separadores, únicamente, en las ruedas delanteras de 50 mm. Al instalar estos separadores se ha variado el ancho de vía. Se ha comprobado que estos separadores están homologados para la instalación en este vehículo ya que son de doble centraje como exige la normativa vigente. En los cálculos se ha comprobado que la estabilidad en curva a mejorado al tener mas ancho de vía.

- Sustitución de volante

Se ha cambiado el volante original por otro de menores dimensiones para mejorar la estética interior. El nuevo volante reduce las dimensiones del original. Se instalara también un adaptador (piña) para que el volante quede a la misma distancia del salpicadero que el original. La instalación se a podido llevar a cabo ya que el volante original no llevaba airbag. Se ha comprobado que se pueden accionar los mandos que están cercanos al volante sin ningún perjuicio a la conducción. El volante instalado esta homologado para instalarlo en el vehículo.

- Cambio de sistema de suspensión

Se ha realizado el cambio de la suspensión original (muelle) del vehículo por un sistema de suspensión neumático de la marca NIBBELTEC. El sistema instalado esta fabricado específicamente para este vehículo. Este sistema de suspensión neumático permite variar la altura y la dureza de la suspensión del vehículo dependiendo del estado de la carretera o al gusto del conductor. Se han instalado los componentes siguiendo las instrucciones del fabricante. Los sistemas de mando se han instalado en la parte central

de la consola y las electrovalvulas, compresor, calderin y sistema de mando remoto en el hueco de la rueda de repuesto. Se han instalado unos relojes de marcaje de presión en el pilar delantero para tener siempre a la vista el estado de la presión en las balonas. Se ha comprobado que la suspensión neumática ha mejorado la conducción del vehículo ya que al estar más rígida mejora la entrada en curva y la estabilidad en carretera. Al instalar la suspensión neumática se ha reducido la altura al suelo de la carrocería mejorando el rendimiento y bajando el consumo de combustible. Al instalar la suspensión neumática se ha perdido confort para los pasajeros al ser una suspensión más dura. Con la suspensión neumática instalada se puede colocar el vehículo en tres posiciones bien diferenciadas, posición de estacionamiento, posición de conducción y posición de obstáculo. Al instalar el nuevo sistema de suspensión se ha aumentado el peso del vehículo. Este sistema de suspensión tiene mayor mantenimiento que un sistema de amortiguador-muelle, ya que hay que realizar varias operaciones de mantenimiento cada cierto tiempo de uso del vehículo para mantenerlo en condiciones óptimas de funcionamiento.

- Cambio de bisagras apertura de puertas

Se han cambiado las bisagras originales que llevaba el vehículo por unas nuevas de apertura vertical de la marca LSD. Estas bisagras abren primero como las originales (30°) y luego abren hacia arriba. Se ha estudiado que las nuevas bisagras instaladas aguanten las cargas solicitadas. Estas bisagras están fabricadas para este vehículo lo que nos da la seguridad de la empresa fabricante. La instalación de las nuevas bisagras se realiza siguiendo las instrucciones del fabricante. La instalación se realiza para mejorar la estética del vehículo cuando se abran las puertas. No se ha perdido seguridad ya que se instalan utilizando los agujeros originales y se cierran anclándose en los cierres originales, además la empresa que las fabrica realiza ensayos de crash-test para comprobar su apertura después de un golpe lateral.

- Cambio de faros delanteros

Se han cambiado los faros delanteros por otros de fondo negro. Este cambio es solamente una mejora estética. Se han mantenido las características de iluminación que llevaba el vehículo de origen. Los nuevos faros instalados se anclan en los anclajes

que llevaban los originales. Se ha comprobado que los faros instalados tienen contraseña de homologación.

- Cambio de faros traseros

Se han cambiado los faros traseros por otros de fondo negro. Este cambio es solamente una mejora estética. Los nuevos faros se anclan en los anclajes que llevaban los originales. Se ha comprobado que se mantienen los colores de las luces indicadoras traseras obligatorias y que tienen contraseña de homologación.

- Cambio asientos

Se han cambiado los asientos originales que llevaba el vehículo por unos semibaquets reclinables de la marca SPARCO. Estos asientos no se diferencian demasiado de los asientos originales, solo varían un poco la estética y la comodidad. Estos asientos vienen homologados para el uso en vehículos de calle. Los asientos instalados permiten el acceso a las plazas traseras debido a que se abaten, manteniendo así la utilidad de los originales. Se instalaron utilizando las guías originales del vehículo y los anclajes originales manteniendo así las características originales y manteniendo la seguridad para los ocupantes. Estos asientos dan al conductor y copiloto una comodidad en viajes largos.

- Cambio de silencioso trasero.

Se ha cambiado el silencioso trasero por otro que da un sonido diferente al sonido original del escape de serie. Se ha tenido en cuenta que el escape sea homologado y que no exceda las máximas de decibelios permitidas. Se instaló utilizando los anclajes originales.

Después de realizar todas estas reformas hemos podido comprobar después de los cálculos realizados, que el vehículo ha mejorado sus características técnicas con las que salió de fábrica, mejorando el consumo de combustible, mejorando la estabilidad y la conducción, se ha mejorado la estética del vehículo ya que el uso básico que se le va a dar al vehículo es para exposiciones de coches y no se realizarán más de 3000 km al año. La reforma no disminuye la seguridad del automóvil, al contrario, la aumenta.

Antes de rodar en carreteras abiertas, cargar personas y mercancías se ha comprobado el buen funcionamiento de todos los elementos, y la esmerada ejecución de la reforma.

También se cumple el requisito básico que queríamos cumplir, es decir, el vehículo cumple con toda la normativa vigente en materia de reformas de importancia e inspección técnica de vehículos. Para que la reforma sea totalmente legal y este proyecto sea utilizable para homologarlo será necesario un informe de conformidad de un laboratorio oficial, después habría que visarlo y cuando se tenga toda la documentación se pasaría una inspección técnica de vehículos para introducir todos los cambios realizados en el vehículo.

PALABRAS CLAVE

- Proyecto
- Homologación
- Reformas
- Importancia
- Turismo
- Vehículo
- Tuning
- ITV
- Hyundai
- Coupe
- Aerodinámica
- Paragolpes
- Taloneras
- Carrocería
- Neumáticos
- Llantas
- Separadores
- Volante
- Suspensión
- Neumática
- Bisagras
- LSD
- Faros
- Asientos
- Silencioso



UNIVERSIDAD de VALLADOLID



ESCUELA de INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, ESPECIALIDAD EN MECÁNICA

PROYECTO FIN DE CARRERA

HOMOLOGACIÓN DE REFORMAS DE IMPORTANCIA EN UN TURISMO

Autor:

Hernández Galván, Luis Obdulio

Tutor:

Saúl Alonso Miñambres

Dpto. Ingeniería Energ. Y Fluid.

JUNIO — 2012

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	OBJETIVOS	8
3.	JUSTIFICACIÓN	10
4.	ANTECEDENTES	12
5.	MEMORIA	14
5.1.	Identificación del vehículo	15
5.2.	Datos de carácter general	16
5.2.1.	Autores del proyecto	16
5.2.2.	Solicitante de la reforma	16
5.2.3.	Ejecutores de la reforma	16
5.3.	Normativa técnica aplicable	17
5.4.	Descripción y alcance de la reforma	23
5.4.1.	Descripción General de la reforma	23
5.4.2.	Detalles de la reforma	25
5.4.2.1.	Paragolpes delantero y trasero, taloneras	25
5.4.2.2.	Retrovisores	70
5.4.2.3.	Neumáticos	76
5.4.2.4.	Llantas	82
5.4.2.5.	Separadores	86
5.4.2.6.	Volante	90
5.4.2.7.	Suspensión neumática	94
5.4.2.8.	Bisagras puertas	107
5.4.2.9.	Faros delanteros	114

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

5.4.2.10	Faros traseros	119
5.4.2.11	Asientos delanteros	123
5.4.2.12	Silencioso trasero	128
5.5.	Características del vehículo antes y después de la reforma	132
5.6.	Plan de ejecución	134
6.	CALCULOS JUSTIFICATIVOS	135
6.1.	Calculo de mejora del coeficiente aerodinámico	137
6.2.	Calculo de mejoras en las fuerzas aerodinámicas	140
6.3.	Calculo de las reacciones en los ejes debidas a la tara, carga útil y total	151
6.4.	Características y cálculos de justificación de resistencia de carrocería	153
6.5.	Calculo de los esfuerzos provocados por los elementos sustituidos y cálculos de los sistemas de sujeción de dichos elementos	154
6.6.	Dimensiones y pesos antes y después de la reforma	166
6.7.	Calculo de porcentaje de diferencia de diámetros del volante	167
6.8.	Calculo del aumento de rigidez en el sistema de suspensión	168
6.9.	Cálculos de estabilidad en curva	174
6.10.	Calculo de esfuerzos en las bisagras de las puertas	176
7.	PLIEGO DE CONDICIONES	181
7.1.	OBJETO Y ALCANCE	182
7.2.	MATERIALES	183
8.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	186
9.	PRESUPUESTO	192
10.	PLANOS Y FOTOGRAFIAS DE MONTAJE	195
11.	RESUMEN	216
12.	DOCUMENTOS ADICIONALES	223

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

12.1.	Ficha técnica del vehículo antes de la reforma	<u>224</u>
12.2.	Permiso de circulación del vehículo	<u>225</u>
12.3.	Certificado de Taller.	<u>226</u>
12.4.	Informe de Conformidad	<u>227</u>
13.	CONCLUSIONES	<u>228</u>
14.	BIBLIOGRAFÍA	<u>230</u>

1. INTRODUCCION

¿QUE ES EL TUNING?

El tuning o transformación de coches cada vez es más popular, donde un coche es modificado para mejorar su estética, funcionamiento y manejo. El tuning ha logrado que los coches dejen de ser los mismos que salen de la fábrica, ahora un coche tuning es un coche a la medida del propietario. Por ejemplo los coches pueden ser modificados para proporcionar una mejor economía de combustible, producir potencia, más revoluciones por minuto (RPM) o un mejor manejo y estabilidad.

Generalmente el tuning de coches se relaciona con los coches de carrera, aunque la mayor parte de coches tuning no son para correr o competir, más bien son realizados por placer y ganas de disfrutar al manejarlo del dueño y por estética.

Además, el tuning de coches incluye la modificación exterior del coche, es decir, el cambio de las características aerodinámicas del coche. Por ejemplo mediante faldones a los costados, parachoques o paragolpes delanteros y traseros, la agregación de spoilers, ventilaciones y neumáticos y llantas más grandes.

Breve historia del Tuning.

Algunas personas atribuyen el origen del tuning a Europa, concretamente en Alemania entre los años 1960 y 1970. Otras indican que tendencias de modificación del automóvil como los Lowrider se empezaron a popularizar en Estados Unidos durante los años 50. Hay varias tendencias, pero el estilo más influyente de la actualidad es el de Estados Unidos.

El tuning se expandió a gran velocidad, incluso hoy en día existen una gran cantidad de concentraciones de fanáticos del tuning de coches, prensa especializada, tiendas de accesorios tuning y eventos de coches modificados. Adicionalmente, los medios y la televisión han influido considerablemente en la aceptación del concepto tuning como moda y estilo, como lo prueban películas como *The Fast and the Furious*.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Existen diversos estilos de tuning, entre ellos: Racing, German, Lowrider, DUB, Hi-Tech , DubToys, Import, Custom, Rat, Barroco, Extreme, JDM o Hot Rod. Cada comunidad posee un estilo diferente y lo aplica a sus coches.

Tuning como fenómeno social.

El tuning es uno de los elementos que cada día atrapa mas a la gente y hace que se conviertan en personas que sueñan con poder realizar modificaciones a su coche. Para otras personas el tuning no es mas que algo escandaloso, muy vistoso o de mal gusto. Incluso hay quienes creen que los coches tuning aparentan mas de lo que realmente son.

¿Y modificar el coche así es legal?

Pues cada vez menos. Homologar es la única manera de que no puedan multarte por haber realizado cambios en el coche, a veces tan simples como cambiar la matrícula de serie por una pequeña más estética. Además, es necesario que todos los cambios realizados en el vehículo estén en la ficha técnica para poder pasar satisfactoriamente la ITV y poder circular sin ningún problema.

En este vehículo se pretenden realizar las reformas de:

- Instalación de kit de carrocería
 - Consistente en:
 - Paragolpes delantero
 - Paragolpes trasero
 - Taloneras laterales
- Sustitución de retrovisores
- Cambio de neumáticos
- Montaje de llantas
- Incorporación de separadores
- Sustitución de volante
- Cambio de sistema de suspensión
- Cambio de bisagras apertura de puertas
- Cambio de faros delanteros

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

- Cambio de faros traseros
- Cambio asientos
- Cambio de silencioso trasero.

2. OBJETO DEL PROYECTO.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

El presente proyecto técnico tiene por objeto dar cumplimiento a la legislación vigente sobre Reformas de importancia de vehículos de carretera así como conseguir unas sensaciones de conducción más deportiva y mejorar las características mecánicas y aerodinámicas del vehículo.

Además este proyecto serviría para conseguir la autorización de la correspondiente Conserjería de Industria y Energía (cuyas competencias en esta materia las ha asumido el Ministerio de Ciencia y Tecnología), a la reforma considerada, y a la vez determinar las características de la transformación del vehículo objeto del presente proyecto.

En este proyecto se va a estudiar las modificaciones realizadas para poder homologar las diferentes piezas instaladas en este vehículo y poder circular con él sin ningún problema para el conductor, los demás usuarios de la vía, para pasar ITV sin ningún problema y para que el vehículo este en regla con el reglamento actual.

3. JUSTIFICACIÓN

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Este proyecto fin de carrera nace de la necesidad de poder homologar el turismo antes indicado para poder cumplir con la normativa vigente y poder circular con el sin ningún problema y poder pasar la Inspección Técnica de Vehículos obligatoria sin ningún problema.

Otra de las motivaciones de este proyecto es la posible creación de una empresa de homologación de reformas de importancia en vehículos cuando se obtenga el título de ingeniería para poder firmar los proyectos.

4. ANTECEDENTES.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

El presente proyecto fin de carrera surgió de la petición de Luis Obdulio Hernández Galván al tutor Saúl Alonso Miñambres debido a que se decidió modificar la carrocería, la suspensión y otros elementos del vehículo HYUNDAI COUPE 1.6 FX con matrícula 2485 CFX.

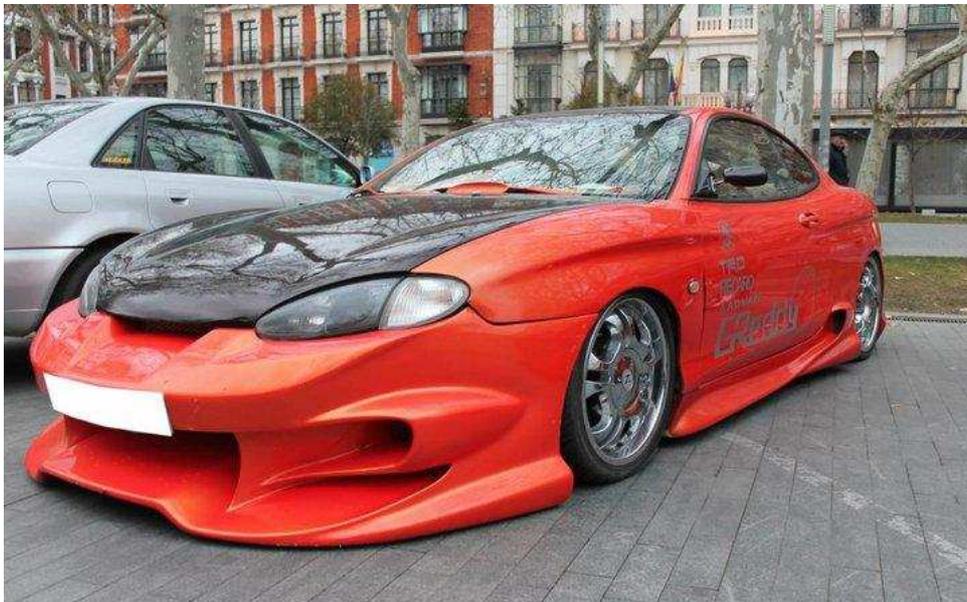
Al modificar estos elementos el alumno se vio con ganas y capacitado por sus estudios realizados a proponer este proyecto fin de carrera.

5. MEMORIA

5.1 Identificación del vehículo

Vehículo.

- Marca: HYUNDAI
- Modelo: COUPE 1.6 FX
- Nº Bastidor: KMHJG31RPWU107075
- Año Fabricación: 1998
- Matricula: 2485 CFX



Este vehículo se adapta en cuanto a estructura y chasis a las normas de resistencia exigidas por el Ministerio de Industria para este tipo de vehículos.

5.2 Datos de carácter general.

5.2.1 Autor del proyecto

El autor del siguiente proyecto es LUIS OBDULIO HERNÁNDEZ GALVÁN. Ingeniero técnico industrial de la Universidad de VALLADOLID. Colegiado N° ____ del colegio oficial de ingenieros Técnicos industriales de Valladolid.

DNI: 44915781-R

Dirección: LA PARRA N° 1 1º C

Teléfono: 669433062

E-mail: oduspain@hotmail.com

5.2.2 Solicitantes de la reforma.

Obdulio Hernández Galván.

C/ La parra N° 1 1º C

47100 Tordesillas (Valladolid).

5.2.3 Ejecutor de la reforma

TALLERES DUERO

D. Obdulio Hernández Hernández

C/ Vista Alegre N° 6 – 47100 Tordesillas (Valladolid)

Nº Registro industrial.

5.3 Normativa técnica aplicable.

A continuación se enunciará la normativa que rige las reformas de importancia en vehículos y las que hemos utilizado para la realización de este proyecto.

Real Decreto 866/2010 del 2 de Julio de 2010 que sustituye al anterior Real Decreto 736/88 de Julio de 1988.. Basándose en este Real Decreto se ha creado el Manual de Reformas de Importancia del 14 de enero de 2011.

Real Decreto 2140/1985. Normas sobre la homologación de tipo de vehículos, derogado por el Real Decreto 750/2010

Corrección del Real Decreto 2140/1985. Corrección publicando los anexos del Real Decreto 2140/1985 omitidos en su publicación en el BOE. Incluye los modelos de fichas reducidas y tarjetas ITV.

Orden de 31 de marzo de 1998. Actualización de los Anexos del Real Decreto 2140/1985.

Real Decreto 1204/1999. Modificación del RD 2140/1985

Real Decreto 750/2010, de 4 de junio de 2010, 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.

Directiva 70/156/CEE. Aproximación a legislaciones de países europeos para homologación de vehículos. Es derogada por la directiva 2007/46/CE.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Directiva 2007/46/CE (Texto consolidado), por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos a motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos(Directiva marco). Es modificada por:

Reglamento (CE) nº 78/2009. Relativo a la homologación de vehículos en lo que se refiere a la protección de los peatones y otros usuarios vulnerables de la vía

Reglamento (CE) nº 595/2009 relativo a la homologación de los vehículos de motor y los motores en lo concerniente a las emisiones de los vehículos pesados (Euro VI) y al acceso a la información sobre reparación y mantenimiento de vehículos y por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 715/2007 y la Directiva 2007/46/CE y se derogan las Directivas 80/1269/CEE, 2005/55/CE y 2005/78/CE

Reglamento (CE) nº 661/2009 Relativo a los requisitos de homologación de tipo referentes a la seguridad general de los vehículos a motor, sus remolques y sistemas, componentes y unidades técnicas independientes a ellos destinados

Directiva 2010/19/UE que modifica, para adaptarlas al progreso técnico en el ámbito de los sistemas antiproyección de determinadas categorías de vehículos de motor y sus remolques, la Directiva 91/226/CEE del Consejo y la Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo

Reglamento (CE) nº 371/2010 que sustituye los anexos V, X, XV y XVI de la Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos (Directiva marco)

Reglamento (CE) nº 183/2011 que modifica los anexos IV y VI de la Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, por la que se crea un marco para la

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos (Directiva marco)

Reglamento (CE) nº 582/2011 por el que se aplica y se modifica el Reglamento (CE) nº 595/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a las emisiones de los vehículos pesados (Euro VI) y por el que se modifican los anexos I y II de la Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo

Reglamento (CE) nº 678/2011 que sustituye el anexo II y modifica los anexos IV, IX y XI de la Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos (Directiva marco)

Real Decreto 2028/1986. Normas para aplicación de Directivas CEE relativas a homologación de tipo de vehículos

Orden ITC /3124/2010, de 26 de Noviembre. Actualización de los anexos I y II del RD 2028/1986

Directiva 2003/102/CE. Relativa a la protección de los peatones en caso de colisión y por la que se modifica la directiva 70/156/CEE. Derogada por el Reglamento (CE) nº 78/2009

Directiva 98/12/CE. (Texto consolidado). Relativa a la homologación de los dispositivos de frenado

Directiva 70/311/CEE (Texto consolidado). Relativa a la homologación de los dispositivos de dirección

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Directiva 94/20/CE (Texto consolidado). Relativa a la homologación de los dispositivos de acoplamiento

Directiva 2003/97/CE (Texto consolidado). Aproximación legislaciones de países europeos para la homologación de dispositivos de visión indirecta

Directiva 89/297/CEE. Aproximación legislaciones de países europeos sobre la protección lateral

Directiva 70/222/CEE (Texto consolidado). Aproximación legislaciones de países europeos sobre el emplazamiento e instalación de placas traseras de matrícula

Directiva 91/226/CEE (Texto consolidado). Aproximación de legislaciones de países europeos sobre los sistemas antiproyección

Reglamento (UE) nº 109/2011. Aplicación del Reglamento (CE) nº 661/2009 con respecto a los requisitos de homologación de tipo para determinadas categorías de vehículos de motor y sus remolques en relación a los sistemas antiproyección.

Directiva 76/756/CEE (Texto consolidado). Aproximación legislaciones de países europeos sobre la instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa.

Directiva 2008/89/CEE. Adaptación al progreso técnico de la directiva 76/756/CEE sobre la instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa.

Requisitos técnicos del Reglamento 48 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas

Rectificación de los requisitos técnicos del Reglamento 48

Directiva 70/221/CEE (Texto consolidado). Aproximación legislaciones de países europeos sobre los depósitos de carburante líquido y los dispositivos de protección trasera.

Real Decreto 2822/1998. Reglamento General de Vehículos.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Orden de 15 de Septiembre de 2000. Modifica el Anexo XVIII del Reglamento General de Vehículos RD 2822/1998 relativo a las placas de matricula.

Orden de 13 de Octubre de 2004 del ministerio de Presidencia. Modifica el Anexo IX del Reglamento General de Vehículos RD 2822/1998 relativo a masas y dimensiones.

Orden de 21 de enero de 2010. Modifica los Anexos II, IX, XI, XII y XVIII del Reglamento General de Vehículos RD 2822/1998.

Manual de procedimiento de Inspección Técnica de Vehículos de las ITV (Revisión enero 2012) Publicado por MITyC.

Real Decreto 711/2006. Modificación del Real Decreto sobre inspección técnica de vehículos.

ACTOS REGLAMENTARIOS

A.R. 76/114/CEE Relativo a placas reglamentarias

A.R. 74/483/CEE. Relativa a salientes exteriores.

A.R. 92/21/CEE. Relativa a masas y dimensiones (vehículos).

A.R. 70/387/CEE. Relativa a cerraduras y bisagras de las puertas

A.R. 92/23/CEE. Relativa a Neumáticos

A.R. 74/408/CEE. Relativa a resistencia de los asientos.

A.R. 76/115/CEE. Relativa a los anclajes de los cinturones de seguridad

A.R. 77/541/CEE. Relativa a los cinturones de seguridad y sistemas de retención.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Reglamento CEPE/ONU 66R. Relativo a la resistencia mecánica de la estructura

A.R. 70/157/CEE. Relativa al nivel sonoro admisible

A.R. 70/220/CEE. Relativa a las emisiones

A.R. 70/221/CEE Relativa a los dispositivos de protección trasera

A.R. 70/222/CEE. Relativa al emplazamiento de la placa matricula posterior.

A.R. 2003/97/CE Relativa a dispositivos de visión trasera

A.R. 2003/102/CE Relativa a protección de los peatones

A.R. 70/311/CEE Relativa a mecanismos de dirección

A.R. 74/60/CE. Relativa al acondicionamiento interior

A.R. 76/756/CEE. Relativa a la instalación de dispositivos de alumbrado y señalización luminosa.

5.4 Descripción y alcance de la reforma.

5.4.1 Descripción general de la reforma realizada

Las reformas a aplicar, en la modificación del vehículo del presente proyecto se realizarán siguiendo la normativa vigente:

Manual de Reformas de Importancia (Guía de Referencia)

Dicho manual está publicado por el Ministerio de Industria, Turismo y comercio. En la realización de este proyecto se ha utilizado la última versión disponible y que actualmente es:

El **vehículo objeto de este proyecto** se clasifica como perteneciente a:

Categoría M1: Vehículo a motor destinado al transporte de personas que tenga por lo menos 4 ruedas, ó tres ruedas y un peso máximo superior a 1 tonelada; que tenga además del asiento del conductor, ocho plazas sentadas como máximo.

Se trata de reformas tipificadas en el Real Decreto 866/2010 del 2 de julio de 2010. Las reformas que se realizarán están indicadas en los artículos correspondientes:

- Ar. **2.6.-** Modificación o sustitución de las características del sistema de escape: disposición, volumen total, silenciadores, catalizador, tramo de salida
- Ar. **4.5.-** Sustitución de neumáticos por otros no equivalentes

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

- Ar. **5.1.-** Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos de sus componentes elásticos
- Ar. **6.3.-** Sustitución del volante por otro
- Ar. **8.10.-** Sustitución de asiento por otro distinto
- Ar. **8.50.-** Transformaciones que modifiquen la longitud del voladizo delantero y/o trasero
- Ar. **8.51.-** Modificaciones que afecten a la carrocería de un vehículo
- Ar. **8.52.-** Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo

Estos artículos se especificaran mas adelante en cada una de las reformas realizadas

5.4.2 Detalles de la Reforma.

Descripción de cada una de las modificaciones en el vehículo:

5.4.2.1 Instalación de Kit de carrocería

Descripción técnica.

La instalación del kit de carrocería se realiza para la mejora de la aerodinámica del vehículo. Para especificar cuales son las mejoras que se realizan se expondrán unas nociones básicas de aerodinámica.

Introducción a la aerodinámica

La aerodinámica presenta su mayor representación en los coches y camiones actuales a través de su contribución en las cargas del vehículo. En el diseño de un vehículo moderno es de vital importancia la forma de la carrocería ya que esta influye tanto en el aprovechamiento de la potencia que desarrolla el motor, como en la estabilidad a altas velocidades y el consumo, siendo el estudio aerodinámico sobre el vehículo en cuestión la mejor herramienta para garantizar los mejores resultados.

Las fuerzas aerodinámicas interactúan con el vehículo y son la causa del arrastre, sustentación, fuerzas laterales, momentos y ruidos. Dicho conjunto de fuerzas provoca alteraciones en el consumo, el rendimiento, la forma de conducción y la estética del coche. Los parámetros que rigen las formas de un vehículo utilitario son muy diferentes a las de un coche de competición. Aunque ambos modelos se ven sometidos a las limitaciones que impone el hombre y la naturaleza, dichos límites surgen de requisitos diferentes: mientras en los coches de competición la sustentación negativa, la eficiencia aerodinámica y la normativa propia de cada competición son las pautas que dan forma al vehículo, en los coches utilitarios el consumo, la seguridad, la estética, la

funcionalidad, y el uso concreto de cada modelo son los principales parámetros a la hora de determinar el diseño exterior.

La facilidad con la que un automóvil se mueve en el seno de una corriente de aire viene determinada por un el coeficiente de resistencia aerodinámica denominado C_x . Dicho parámetro es adimensional, su valor se obtiene mediante medidas experimentales y viene determinado por la forma de cada carrocería. La aerodinámica juega también un importante papel en el confort de los pasajeros puesto que el diseño condiciona las formas de la carrocería y por lo tanto, la ventilación interior y el ruido aerodinámico en el interior del habitáculo. En cuanto a la estabilidad del vehículo es muy importante que el centro de presiones, punto donde se concentran todas las fuerzas aerodinámicas, quede lo más cerca posible del centro de gravedad del vehículo, lo cual resulta complicado de conseguir porque a altas velocidades el flujo de aire cambia completamente.

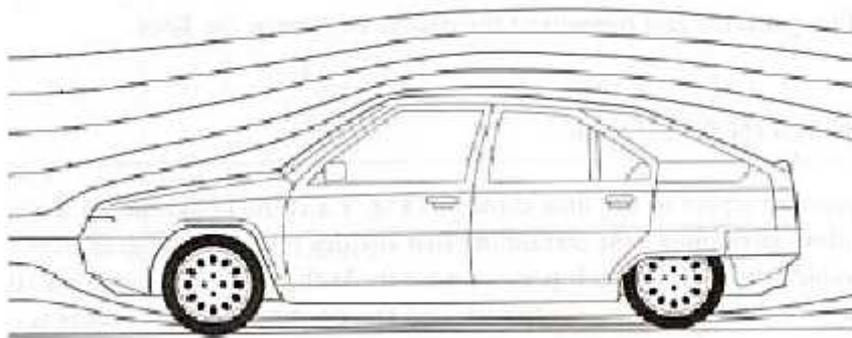
Cada tipo de vehículo plantea una serie de problemas aerodinámicos que son críticos en aspectos diferentes, siendo la mayor preocupación en los turismos la reducción de la resistencia al avance por razones de economía.

La aerodinámica de los vehículos se basa en los conocimientos del campo de la aeronáutica y hoy en día, los mayores progresos conseguidos a nivel de vehículos automóviles se han realizado a nivel experimental, no existiendo aun una teoría general aplicable a los mismos. En el caso de los vehículos de superficie, las demandas respecto a su estilo, prestaciones, comportamiento direccional, seguridad, confort y problemas de producción reducen la importancia relativa de la aerodinámica en el diseño de los mismos. Por otra parte, la proximidad al suelo, dimensiones y formas de los vehículos crean un campo de flujo alrededor del automóvil que principalmente puede ser:

Flujo uniforme: Tipo de flujo en el que las partículas se mueven a lo largo de trayectorias uniformes en capas o láminas, deslizándose suavemente una capa sobre la adyacente, sin que exista mezcla macroscópica o intercambio transversal entre ellas. En este tipo de flujo la velocidad del fluido en cualquier punto no cambia con el tiempo. Esta ley establece la relación existente entre el esfuerzo cortante y la rapidez de

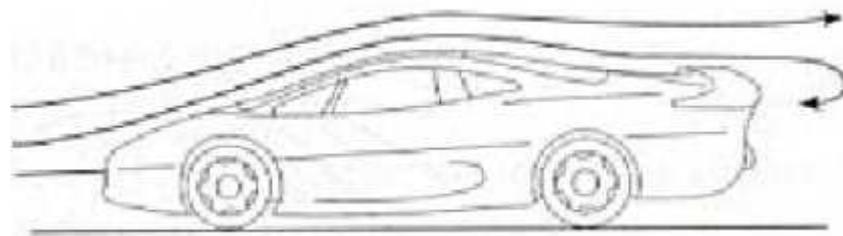
deformación angular. La acción de la viscosidad puede amortiguar cualquier tendencia turbulenta que pueda ocurrir en el flujo laminar.

En situaciones que involucren combinaciones de baja viscosidad, alta velocidad o grandes caudales, el flujo laminar no es estable, lo que hace que se transforme en flujo turbulento.



Flujo laminar alrededor de un vehículo automóvil.

Flujo turbulento: Es el tipo de flujo más frecuente en las aplicaciones prácticas y en él, las partículas del fluido se mueven en trayectorias muy irregulares, originando un intercambio de cantidad de movimiento de una porción del fluido a otra.



Flujo turbulento alrededor de un vehículo automóvil.

Por lo tanto, a la velocidad a la que circula un vehículo, puede considerarse que la densidad se mantiene constante a lo largo de los puntos del campo de flujo.

Para el estudio de la aerodinámica de los vehículos interesan tres propiedades fundamentales del aire: densidad, viscosidad y conductividad térmica. Siendo las dos primeras las de mayor importancia.

La densidad de un fluido depende de la presión y de la temperatura. Para las gamas normales de velocidad de los vehículos automóviles, la variación de la presión y de la temperatura en el campo de flujo, varía poco respecto a los valores correspondientes al flujo libre del fluido a cierta distancia del vehículo, por lo tanto resulta obvio suponer que la densidad no varía y, debido a ello, que el aire actúa como un fluido incompresible. Dichos flujos incompresibles cumplen el llamado teorema de Bernouilli.

Teorema de Bernouilli

El teorema de Bernouilli es una de las leyes fundamentales que rigen el movimiento de los fluidos y relaciona un aumento en la velocidad de flujo con una disminución de la presión y viceversa. Afirma que la energía mecánica total de un flujo incompresible y no viscoso, es decir, sin rozamiento, es constante a lo largo de una línea de corriente. Las líneas de corriente son líneas de flujo imaginarias que siempre son paralelas a la dirección del flujo en cada punto, y en el caso de flujo uniforme coinciden con la trayectoria de las partículas individuales de fluido.

Dicho teorema implica una relación entre los efectos de la presión, la velocidad y la gravedad, e indica que un aumento en la velocidad de flujo implica una disminución de la presión y viceversa. Dicho teorema se aplica al flujo sobre superficies, como las alas de un avión, las hélices de un barco o cualquier superficie sólida. Un ala, o plano aerodinámico, está diseñada de forma que el aire fluya más rápidamente sobre la superficie superior que sobre la inferior, lo que provoca una disminución de presión en la superficie de arriba con respecto a la de abajo. Esta diferencia de presiones proporciona la fuerza de sustentación que mantiene el avión en vuelo. Los coches de carrera son muy bajos con el fin de que el aire se desplace a gran velocidad por el estrecho espacio entre la carrocería y el suelo. Esto reduce la presión debajo del vehículo y lo aprieta con fuerza hacia abajo, lo que mejora el agarre.

La viscosidad está originada por rozamiento molecular en el seno del fluido, lo que provoca un gradiente de velocidad entre las partículas que se encuentran en contacto con la superficie del cuerpo y la zona del fluido que circula libremente alrededor del mismo.

La zona en la que se produce dicho gradiente de velocidad se denomina capa límite y su espesor es muy reducido.

La viscosidad del aire produce en los vehículos una resistencia aerodinámica como consecuencia del rozamiento con las superficies de éstos, siempre que exista una capa límite con un gradiente de velocidad.

Flujo exterior

El flujo externo de aire actúa sobre las superficies exteriores del vehículo produciendo zonas de presión o depresión y rozamiento viscoso con las paredes, generando así fuerzas y momentos que afectan, no sólo al avance del vehículo, sino también a la estabilidad, y por tanto a la seguridad del mismo.

Si se considera el aire en reposo o que su velocidad es despreciable frente a la del vehículo, se puede suponer que éste está quieto y es el aire el que se mueve respecto a él con la velocidad V_{∞} con que el automóvil avanza. Alrededor del vehículo se forma un campo de flujo como el representado en la figura.

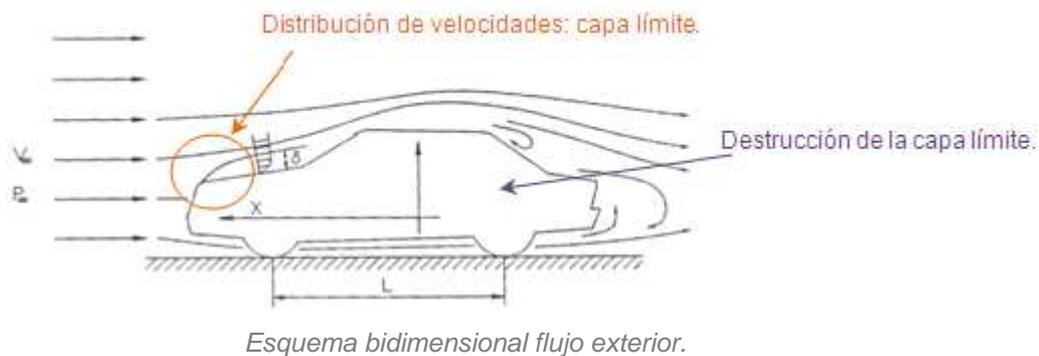


Flujo de aire alrededor de un vehículo automotor.

En las zonas en las que no se producen “separaciones” entre el fluido y la superficie del vehículo se forma una capa límite de unos pocos milímetros de espesor gobernada por la viscosidad del aire.

El flujo de aire que incide sobre el automóvil es viscoso, turbulento, tridimensional y presenta importantes vorticidades localizadas que se mueven sobre un contorno fuertemente irregular y con el único atenuante de ser incompresible, características que aumentan la complejidad del problema a tratar.

Una vez fuera de la capa límite el fluido se comporta como no viscoso. Al producirse la separación del flujo, como ocurre en la parte posterior del vehículo, la capa límite es destruida y el flujo queda regido por los efectos de la viscosidad.



En la figura puede observarse el esquema bidimensional del flujo exterior sobre la superficie de un vehículo. En ella se comprueba la distribución de velocidades de la capa límite en la parte frontal así como la destrucción de la capa límite en la parte posterior del vehículo.

Resistencia aerodinámica

La resistencia aerodinámica es la resultante de la fuerza que experimenta un cuerpo en movimiento a través del aire en la dirección de la velocidad relativa entre el mismo aire y el cuerpo propiamente dicho. La resistencia aerodinámica tiene dos causas principales: una debida al rozamiento y otra a causa de la presión. La proporción en que cada una de ellas influye en la global, depende de la forma del cuerpo y de la lisura de sus superficies. Cabe destacar que no existen modelos teóricos precisos para predecir la

resistencia aerodinámica, por lo que los resultados experimentales constituyen la fuente más fiable de datos y conocimientos sobre la influencia de diferentes variables geométricas, o de otra naturaleza, sobre los distintos coeficientes aerodinámicos.

Aunque la contribución de las diferentes resistencias a la total, varía de unos vehículos a otros, algunos valores orientativos se muestran a continuación:

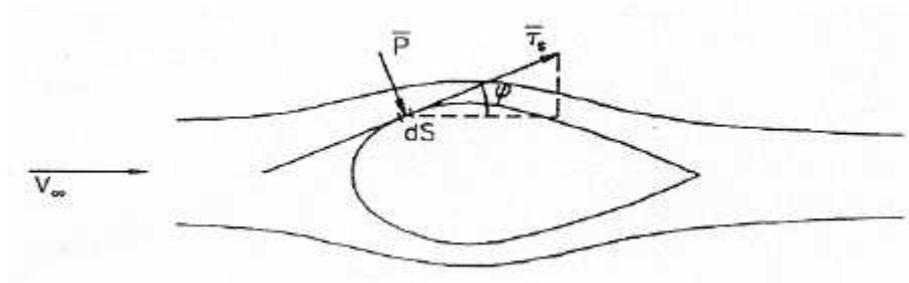
- Resistencia de presión (o de forma) $> 70\%$
- Resistencia de rozamiento (o viscosa) $< 10\%$
- Resistencia de densidad $> 10\%$
- Resistencia interna $\approx 10\%$

Para minimizar las resistencias de rozamiento y densidad se recurre al alisamiento de las superficies y la eliminación de protuberancias mientras que la resistencia interna se reduce mediante la adecuada disposición de las superficies de entrada y salida de aire en el habitáculo del vehículo. Por último, la resistencia de presión, al ser la componente que más contribuye a la resistencia total, es a la que más atención hay que prestar para lograr su reducción

A continuación se explica con detalle la influencia de las resistencias de rozamiento y presión en la resistencia aerodinámica global.

Resistencia debida al rozamiento

Ya se ha visto que uno de los efectos de la viscosidad es el rozamiento entre fluido y superficie, el cual es responsable de una tensión tangencial τ_s tal y como observarse en la figura.



Tensión tangencial debida al rozamiento.

Dicha tensión tangencial τ_s produce fuerzas, que al ser integradas, representan una primera componente de los esfuerzos que ejerce el fluido sobre el cuerpo en la dirección del movimiento relativo entre ambos.

La resistencia aerodinámica debida al rozamiento se expresa como:

$$R_{ar} = \int_s \tau_s \cos \varphi \cdot ds$$

Al sumarse todas las fuerzas de rozamiento que actúan en los diferentes elementos de superficie se obtiene, como resultante, una fuerza neta total de rozamiento aplicada en el centro de presiones del vehículo. Si dicha fuerza neta se descompone en dos direcciones, en la dirección de movimiento del fluido se obtendrá una fuerza de arrastre F_x , opuesta al desplazamiento del vehículo. La resultante en la dirección normal suele ser despreciable, pues si el vehículo presenta cierta simetría las fuerzas de un punto suelen compensarse con las del punto opuesto.



Fuerza de rozamiento. (cdp: centro de presiones).

Para cuantificar el efecto de esta acción sobre el cuerpo se define el coeficiente de resistencia aerodinámica C_{xr} , coeficiente adimensional que no depende de las condiciones del flujo libre, es decir, de la presión dinámica. El valor de dicho coeficiente para la resistencia aerodinámica de rozamiento en la dirección X es:

$$C_{xr} = \frac{R_{ar}}{\frac{1}{2} \rho V_{\infty}^2 A}$$

siendo A una superficie característica del cuerpo.

La viscosidad aparente se incrementa siempre que en la capa límite se produzca un flujo turbulento, y debido a ello, se produce un aumento de C_{xr}

Cabe destacar que a velocidades bajas las partículas del fluido siguen las líneas de corriente y los resultados experimentales coinciden con las predicciones analíticas, es el denominado flujo laminar. Sin embargo, a velocidades más elevadas, surgen fluctuaciones o remolinos en la velocidad del flujo, originando así un flujo turbulento, en una forma que ni siquiera en la actualidad se puede predecir completamente. Reynolds determinó que la transición del flujo laminar al turbulento era función de un único parámetro, que desde entonces se conoce como número de Reynolds, definido como:

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot L}{\mu}$$

Donde:

- v es la velocidad del fluido.
- L la longitud característica del cuerpo sumergido en la corriente fluida.
- ρ la densidad del fluido.
- μ viscosidad del fluido.

Dicho coeficiente carece de dimensiones y su valor marca la clasificación del tipo de flujo, quedando establecida de la forma:

- Si $Re < 2000$ se considerará flujo laminar.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

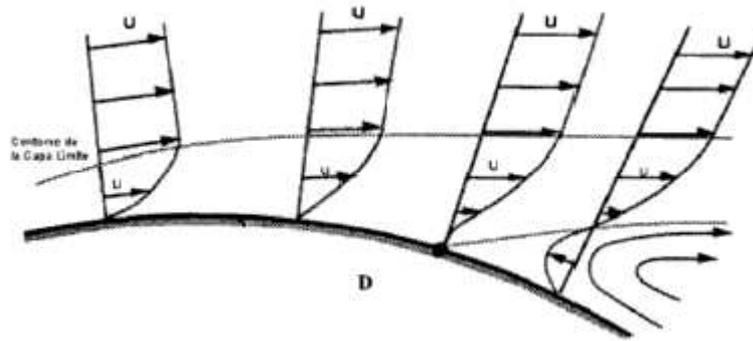
- Si $2000 < Re < 4000$ comienza la aparición de pequeñas ondulaciones variables en el tiempo y se inicia el denominado régimen de transición.
- Si $Re > 4000$ se considera el paso a flujo turbulento.

Por otra parte, las rugosidades superficiales aumentan la resistencia aerodinámica cuando se produce flujo turbulento, donde cabe destacar que la transición entre los regímenes laminar y turbulento se ve favorecida por presiones bajas y números de Reynolds elevados.

Resistencia debida a la presión

Cuando un cuerpo se encuentra en el seno de fluido existiendo movimiento relativo de uno respecto al otro, se produce con frecuencia un incremento de presión hacia la parte posterior de dicho cuerpo, procedente del flujo exterior no viscoso. Dicho incremento de presión, como ya se ha visto anteriormente, puede producir separaciones. Según las condiciones en que dichas separaciones se producen respecto al caso ideal del flujo no viscoso, el flujo resultante es diferente.

La distribución de presiones viene impuesta por el flujo exterior y los regímenes laminar y turbulento en la capa límite, dependen de dicha distribución. Al aumentar la presión en la dirección del flujo, la fuerza de rozamiento entre la superficie y el fluido aumenta, retrasándose el flujo tanto más intensamente cuanto mayor sea su proximidad a la superficie. En estas condiciones puede llegar a producirse incluso, una inversión en el flujo, conociéndose este fenómeno con el nombre de separación. La tendencia a la separación aumenta a medida que se incrementa la presión en la dirección del flujo.

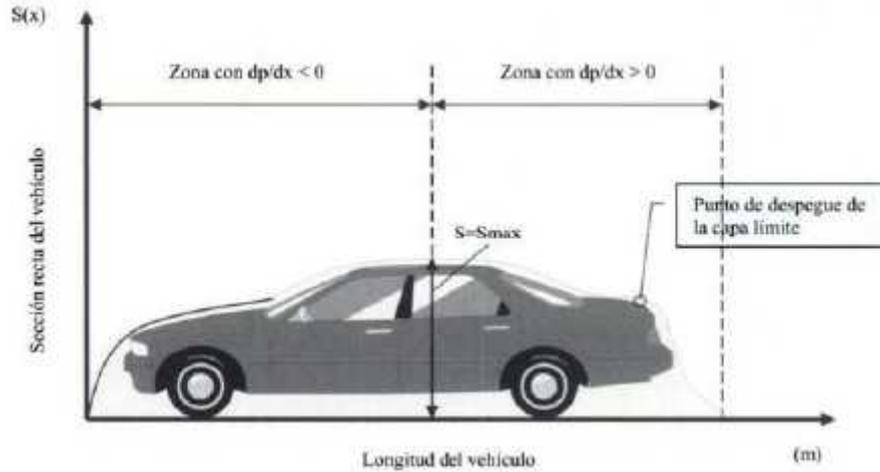


Perfil de velocidad en una placa plana, con un gradiente de presiones adverso.

En la figura se muestra la capa límite existente en una placa plana en la que se representan los perfiles de velocidad ($\delta u / \delta y$) correspondientes a diferentes puntos de la misma. El perfil de velocidades en dichos puntos depende del gradiente de presiones que exista en el sentido de avance del flujo. Cuando éste es positivo ($\delta p / \delta x > 0$), se obtiene un gradiente de presiones adverso que provoca la disminución de la velocidad del flujo de forma notable, llegando a producirse la separación en el punto D o punto de despegue, donde cabe destacar que:

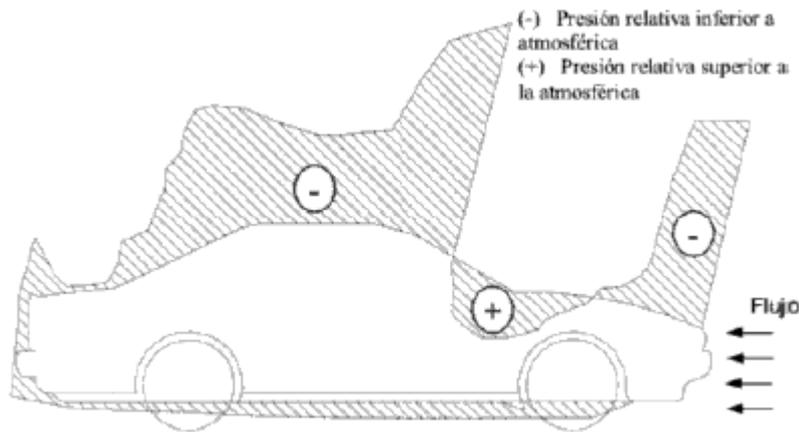
$$\left. \frac{\partial u}{\partial y} \right|_{y=0} = 0$$

Por otro lado, a la corriente de aire que recorre el perfil de un automóvil le corresponde un gradiente favorable ($\delta p / \delta x < 0$) desde el inicio de la parte frontal del mismo hasta la sección recta de la superficie máxima, ya que el fluido avanza con mayor velocidad como consecuencia de encontrar una menor sección útil de paso, aumentando la sección recta hasta llegar al habitáculo. En la zona de pendientes negativas de la carrocería o zonas posteriores del vehículo, aparecen gradientes de presiones adversos ($\delta p / \delta x > 0$) en los que la posibilidad de que se produzca la separación de la capa límite es mucho mayor, tal y como se observa en la figura. Cuando ello ocurre, se producen turbulencias que contribuyen a que aumente considerablemente la energía en el interior de la capa límite retrasando, como consecuencia, la aparición del punto de despegue. Dicho retraso provocará una menor resistencia al avance.



Distribución del gradiente de presiones con que se encuentra el flujo de aire.

La forma más sencilla de determinar el reparto de presiones que actúan sobre el vehículo es considerar la presión estática alrededor del mismo. La figura muestra la distribución de presiones relativas a lo largo del contorno del vehículo. El valor de la presión se expresa en función de la presión atmosférica, siendo positiva si es mayor, o negativa si es menor.



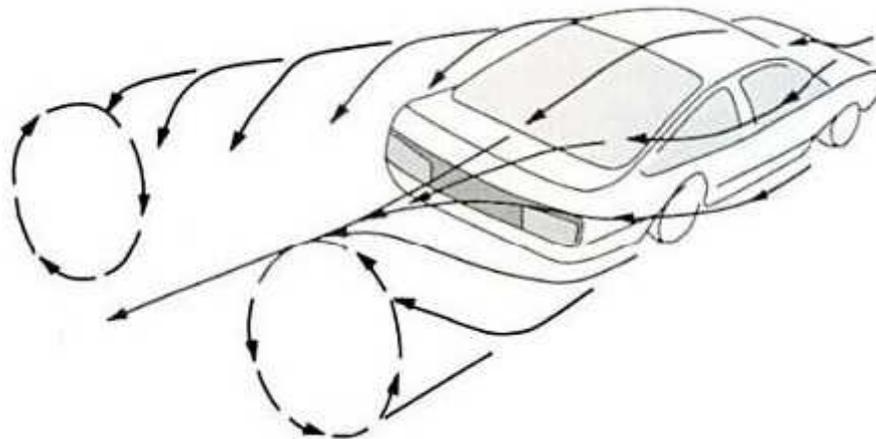
Distribución de presiones relativas alrededor del vehículo.

Se observa que en la parte frontal la presión relativa es negativa, favoreciendo el levantamiento del vehículo y el giro del mismo. A medida que el flujo recorre la superficie del automóvil, se observa que próximo a la base del parabrisas y del capó el flujo ha de cambiar su rumbo hacia arriba provocando una gran presión en esta zona, lo que provocará una disminución de la velocidad del aire, cumpliéndose así el Teorema de Bernouilli. Debido a estas bajas velocidades, dicha zona se convierte en un área

estable e ideal para la ubicación de los limpiaparabrisas. Una vez alcanzada la línea del techo la presión vuelve a ser negativa puesto que el flujo de aire intenta adaptarse al contorno del vehículo. Esta zona de bajas presiones se mantiene hasta la parte trasera del vehículo y continúa siéndolo en la zona del maletero, siendo en esta última donde existe mayor probabilidad de separación del flujo, ya que el fluido no es capaz de hacer un cambio tan drástico de dirección.

Cabe destacar que el diseño aerodinámico de los ángulos y los detalles del contorno de la carrocería en esta parte del vehículo revisten una atención especial ya que debido a las bajas presiones, el flujo que atraviesa el vehículo por los laterales intentará acelerar el aire en la región trasera del maletero y potenciará la separación. Hay que tener en cuenta que al formarse una capa límite turbulenta las separaciones en la parte trasera se retrasan quedando menor superficie expuesta a depresión.

En la figura se aprecia este efecto, donde se observa cómo el flujo lateral es arrastrado por las bajas presiones hacia la parte trasera, integrándose con el flujo procedente de la parte superior para formar vórtices que siguen al vehículo. Si estos torbellinos o vórtices tienden a girar hacia fuera, aumenta la resistencia al avance en función de la estela de turbulencia. Debido a ello, los ingenieros centran sus objetivos en conseguir que los torbellinos giren hacia adentro, tal y como esquematiza la siguiente figura, para lograr así una estela turbulenta inducida menor que la sección transversal y con ello, un arrastre mucho menor.



Sentido de giro eficiente de las turbulencias.

La elección de la longitud del techo y de los ángulos que forman la parte trasera del vehículo tiene un impacto directo sobre las fuerzas aerodinámicas puesto que determina el punto de separación de la capa límite. Dicha separación debe ocurrir siempre en el mismo punto, intentando abarcar un área de contacto flujo-vehículo lo más pequeña posible, ya que ello implica menor arrastre.

Al sumarse todas las fuerzas de presión que actúan sobre los diferentes elementos de superficie se obtiene, como resultante, una fuerza neta total que estará aplicada nuevamente en el centro de presiones, tal y como se ilustra en la figura 4.16. Si se establece la dirección de movimiento del fluido (o automóvil) y esa fuerza neta se descompone en dos componentes, en la dirección de dicho movimiento y en su perpendicular, se obtendrá que la primera de esas componentes, llamada fuerza de arrastre se opone al avance del vehículo y la segunda, denominada fuerza de adherencia o sustentación, es la responsable de la tendencia a la adherencia o a la separación del vehículo respecto del suelo.

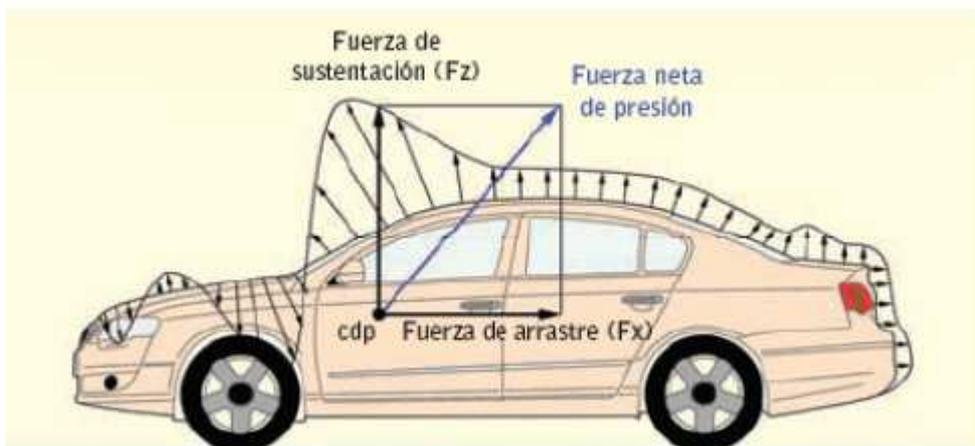


Figura 4. 16 Aplicación de la fuerza neta de presión.

La resistencia aerodinámica de presión es mayor que la de rozamiento y se expresa como:

$$R_{ap} = \int_s P \cdot \text{sen}\varphi \cdot ds$$

Del mismo modo que sucede con la resistencia de rozamiento, en la resistencia de presión queda definido un coeficiente, el coeficiente de presión, C_p , que se expresa como:

$$C_p = \frac{P - P_\infty}{\frac{\rho}{2} V_\infty^2 A}$$

Donde:

- P es la presión local sobre la superficie del cuerpo, para cada punto cuya situación en el plano viene definido por su coordenada angular.
- P_∞ y V_∞ son los valores de presión y velocidad en el flujo libre.

Dada la complejidad de los efectos del aire sobre el vehículo y con la finalidad de facilitar su estudio, se hacen depender todas estas relaciones de una única variable o coeficiente que permita, de forma sencilla, conocer los efectos que surgen a lo largo del estudio aerodinámico. Normalmente el valor de dicho coeficiente se determina de forma experimental en un entorno controlado, como puede ser un túnel de viento, en el que sea posible conocer la velocidad, la densidad del aire y el área de referencia. También es posible determinarlo de forma teórica, mediante ordenadores para la resolución de las ecuaciones de la mecánica de fluidos y programas de simulación que permitan optimizar el diseño de los automóviles desde el punto de vista aerodinámico, como herramienta complementaria a los túneles de viento.

Así pues, la suma de la resistencia debida al rozamiento y la debida a la presión constituye la resistencia aerodinámica total en una dirección X , siendo su expresión:

$$R_{ax} = R_{ap} + R_{ar}$$

Quedando definido el coeficiente de resistencia aerodinámica en la dirección X , también llamado coeficiente de arrastre, como:

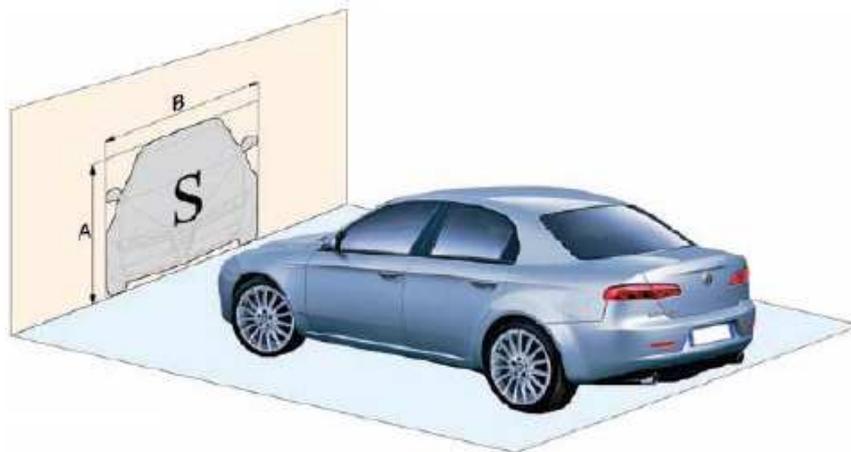
$$C_x = \frac{R_{ax}}{\frac{\rho}{2} V_{\infty}^2 S}$$

Donde:

- C_x = coeficiente de arrastre.
- R_{ax} = fuerza de arrastre.
- ρ = densidad del aire.
- V_{∞} = velocidad del flujo libre.
- S superficie frontal de referencia del vehículo de la forma:

$$S = f \cdot B \cdot A$$

En principio, la superficie de referencia puede ser cualquiera del vehículo, tal y como se ilustra en la figura, siendo habitual tomar la superficie frontal proyectada del vehículo, tomando f un valor comprendido entre 0.8 y 0.85



Superficie frontal del vehículo.

Como ya se ha explicado anteriormente, el régimen laminar produce una mayor depresión en la parte posterior que el régimen turbulento, y por tanto una mayor resistencia (empuje). Puesto que el tránsito de un régimen a otro depende del número de Reynolds, el coeficiente de resistencia aerodinámica, C_x , también se verá afectado por

este parámetro. Cabe destacar la existencia de un régimen laminar para valores de Re pequeños, produciéndose la separación en zonas próximas a la de máximo espesor. Debido a ello, la zona de bajas presiones en la parte posterior es mayor y C_x , también es más elevado.

Cuando se produce la transición al régimen turbulento, para $Re = 5 \cdot 10^5$ aproximadamente, la separación de la capa límite respecto de la superficie se retrasa, lo que provoca una reducción de la zona de bajas presiones, una disminución de la zona de succión y por tanto, de C_x .

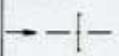
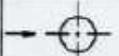
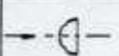
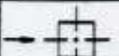
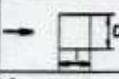
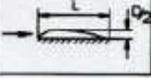
Un criterio de diseño de los vehículos automóviles es conseguir que C_x sea lo más independiente posible del número de Reynolds, y para ello es necesario lograr que la separación del flujo se produzca en ciertos puntos para cualquier condición. Por delante de estos puntos el diseño tiene como objetivo la unión del flujo a la superficie, siendo necesario para ello que la presión sea lo más alta posible para las diferentes condiciones del flujo libre.

Cabe destacar que la forma de la parte delantera del cuerpo tiene mucha menos influencia en la resistencia aerodinámica que la forma de la parte trasera, y ello se debe a la gran influencia que ejerce la resistencia de presión frente a la de rozamiento en el valor final de la resistencia aerodinámica.

Los valores del coeficiente de resistencia aerodinámica para diferentes cuerpos se muestran a continuación:

Coefficientes de resistencia aerodinámica para varios cuerpos.

(corresponden a flujos subcríticos).*

Cuerpo	Orientación del flujo	Cx
Placa circular		1.17
Esfera		0.47 *
Semiesfera		0.42 *
Cono (60°)		0.5
Cubo		1.05 *
Cilindro ($l/D > 2$)		0.82
Cilindro ($l/D < 1$)		1.15
Cuerpo currentilíneo $l/D = 2.5$		0.04
Medio cuerpo currentilíneo sobre el suelo		0.09

A partir de dichos valores se comprueba que el diseño óptimo para vencer la oposición que presenta el aire al avance de los vehículos ofreciendo por tanto, un menor valor del coeficiente C_x , es la forma de gota. También denominados sólidos currentilíneos, se caracterizan por presentar un valor mínimo de la resistencia aerodinámica al avance. El diseño de estos cuerpos permite a las líneas de corriente adaptarse al contorno del cuerpo, lo cual ayuda a evitar los despegues de la capa límite en la parte posterior del mismo, provocando así una disminución del valor de la resistencia aerodinámica.

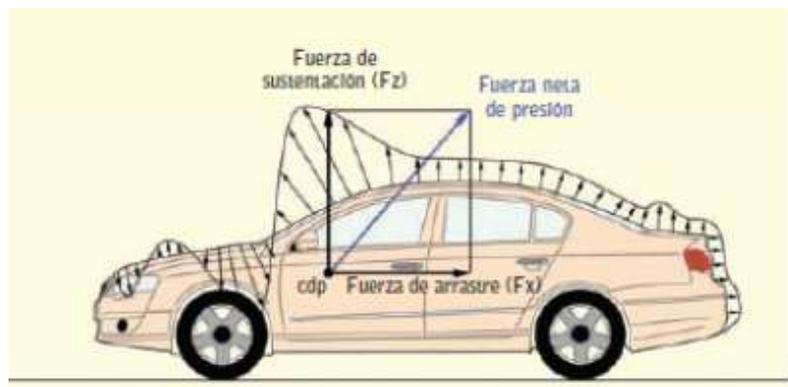
Por otro lado, la resistencia aerodinámica depende tanto del flujo exterior del vehículo como de la circulación interior del mismo. El primero, se relaciona con la resistencia debida al rozamiento y la resistencia de presión y la proporción en que cada una de ellas influye en la resistencia global, depende de la forma del cuerpo y de lo lisas que sean sus superficies.

Fuerzas y momentos aerodinámicos

Como resumen a lo explicado anteriormente, se sabe que en todo fluido existen tres tipos de energía:

- la potencial (por cota o altura)
- la cinética (por velocidad)
- la de presión

Por otro lado, debido a que en todo proceso se conserva la cantidad total de energía, la suma de estas tres energías ha de permanecer constante. Esto permitió definir el Principio de Bernoulli, el cual establece que en un fluido en movimiento la suma de la presión y la velocidad en un punto cualquiera permanece constante, por lo que si se aumenta la velocidad disminuye la presión, y a la inversa. Ello permite establecer una distribución de presiones a partir de una distribución de velocidades y viceversa. Como ya se ha explicado anteriormente, al sumar todas las fuerzas de presión que actúan sobre los diferentes elementos de superficie, se obtiene como resultante una fuerza neta total aplicada en el centro de presiones. Al establecer la dirección de movimiento del fluido y descomponer esa fuerza neta en dos componentes, en la dirección de dicho movimiento y en su perpendicular, se obtiene que la primera de esas componentes, llamada fuerza de arrastre, se opone al avance del vehículo y la segunda, llamada fuerza de adherencia o sustentación, hace que el vehículo se adhiera o tenga tendencia a separarse del suelo.

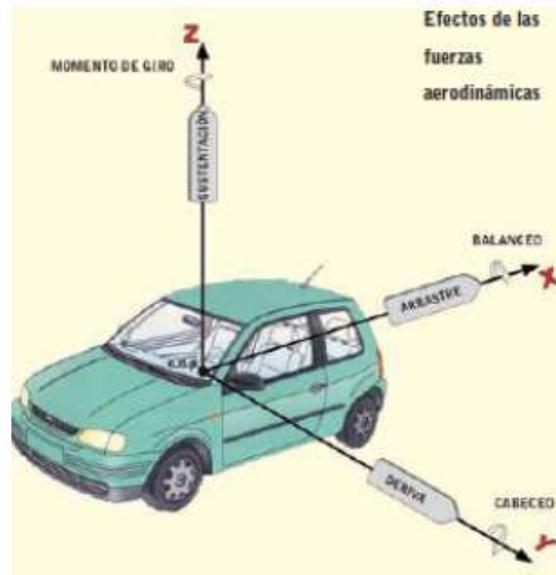


Fuerza de arrastre y de sustentación.

Existe una tercera fuerza, denominada fuerza de deriva, F_y , que actúa en la dirección transversal del vehículo, influyendo sobre su estabilidad cuando hay presente viento lateral. El hecho de que estas fuerzas aerodinámicas se encuentren aplicadas en el centro de presiones, punto imaginario que no coincide con el centro de gravedad del vehículo, hace que las mismas den lugar a unos momentos aerodinámicos, denominados giro o de guiñada, balanceo y cabeceo.

Fuerzas y momentos aerodinámicos.

Dirección	Fuerza	Momento
Longitudinal (Eje X)	Arrastre (F_x)	Balanceo (M_x)
Transversal (Eje Y)	Lateral (F_y)	Cabeceo (M_y)
Vertical (Eje Z)	Sustentación (F_z)	Guiñada o giro (M_z)



Fuerzas y momentos aerodinámicos que actúan sobre el vehículo.

. A continuación se procede al estudio detallado de cada una de estas reacciones así como los efectos que producen sobre el automóvil.

Fuerzas aerodinámicas

• *Fuerza de arrastre*

La fuerza de arrastre F_x , es la fuerza de carácter aerodinámico más grande e importante que se opone al desplazamiento del vehículo. La fuerza de arrastre tiene una incidencia directa en la velocidad y en el consumo de combustible. La fuerza de arrastre total procede de la contribución de diversas fuerzas, la mayor parte de las cuales tiene su origen en el cuerpo del vehículo. Se trata de fuerzas derivadas de las turbulencias creadas en la parte delantera, inferior y trasera del automóvil. El arrastre aerodinámico se caracteriza por la ecuación:

$$F_x = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D \cdot A_f \cdot v^2$$

Donde:

- A_f = área frontal del vehículo.
- C_D = coeficiente de arrastre aerodinámico.
- ρ = densidad del aire.
- v = velocidad del viento.

Coeficiente de arrastre, C_D ó C_x .

El coeficiente de arrastre se determina experimentalmente en los ensayos realizados en túneles de viento. Éste varía dentro de un amplio rango y depende especialmente de la morfología superficial, quedando definido a partir de la fórmula:

$$C_x = \frac{F_x}{\frac{\rho}{2} V^2 A_f}$$

Donde:

- C_x = coeficiente de arrastre.
- F_x = fuerza de arrastre.
- ρ = densidad del aire.
- V = velocidad del aire.
- A_f = superficie frontal de referencia del vehículo.

Se trata de una magnitud adimensional que influye de forma decisiva en la resistencia aerodinámica al avance de los vehículos, encargándose de determinar cómo influye la forma del vehículo en la resistencia que presenta el aire al avance de los mismos. El coeficiente C_x . Es independiente del tamaño del vehículo, de su masa y de cualquier otra magnitud medible de los automóviles, lo que explica su carácter adimensional.

A partir de los ensayos realizados en el túnel de viento se obtienen los valores de la fuerza de arrastre o resistencia aerodinámica al avance, F_x , para unos determinados valores de densidad del aire y velocidad, pudiéndose entonces calcular de forma experimental a partir de la ecuación el coeficiente de resistencia aerodinámica C_x .

Cabe destacar que, además del coeficiente C_x , también se miden los coeficientes C_y y C_z , que son los índices de resistencia aerodinámica en la dirección transversal del vehículo y en la vertical. El coeficiente transversal C_y es importante, ya que la dirección de incidencia del viento sobre el vehículo no es siempre longitudinal. El viento lateral es habitual y es necesario saber qué influencia tiene sobre el comportamiento dinámico del

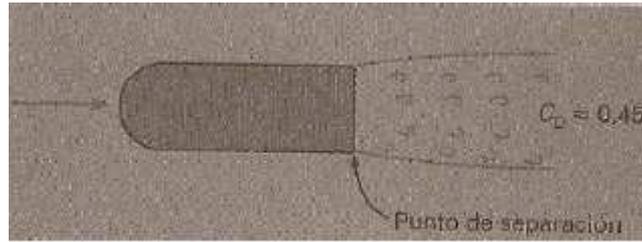
vehículo. Asimismo, hay una componente vertical de fuerzas que no influye teóricamente sobre la resistencia al avance pero que afectan directamente a la estabilidad. Se trata del coeficiente de sustentación C_z , que indica la tendencia de la carrocería a elevarse o a incrementar su presión contra el suelo.

Actualmente, a la hora de comparar la diferencia “real” en cuanto a la eficacia aerodinámica de los vehículos no se emplea tan sólo el coeficiente C_x , sino el producto $C_x \cdot S = S \cdot C_x$, que como se observa, es función de la superficie frontal del vehículo S y se mide en m^2 en el Sistema Internacional de Unidades.

Actualmente, los esfuerzos para reducir la resistencia de los automóviles y por tanto reducir el consumo de combustible, ha influenciado enormemente el diseño de la carrocería de los mismos. En definitiva, el fin de dar una forma aerodinámica a un cuerpo es conseguir que el punto de separación de la capa límite se mueva lo más atrás posible para reducir el tamaño de la estela turbulenta al mínimo. Evidentemente, ha de prestarse especial atención tanto a la forma aerodinámica en la parte posterior, o aguas abajo, como en la parte anterior del cuerpo. La forma de la parte frontal del cuerpo es importante en cuanto que determina la posición del punto o puntos de separación en la parte posterior del cuerpo. Se consigue la mínima perturbación de las líneas de corriente empleando morro redondeado, por lo que es la forma más adecuada para flujos incompresibles a velocidades subsónicas. Ello puede comprobarse en la figura, donde se compara el flujo alrededor de un vehículo de motor con morro cuadrado con uno de morro redondeado.



Morro de bordes vivos con flujo separado a lo largo de toda la superficie lateral y con coeficiente de resistencia C_x o C_D grande. $C_D = 0.74$.



Morro redondeado con separación en la parte trasera del vehículo y coeficiente de resistencia pequeño $C_D = 0.44$.

Parte delantera

El arrastre aerodinámico en la parte trasera del vehículo está ligado a los diseños del extremo frontal del mismo y del ángulo de entrada (ángulo de inclinación del parabrisas) del aire, puesto que el parabrisas establece la dirección del flujo en su aproximación al techo. El ángulo del parabrisas influye directamente en los efectos aerodinámicos, alcanzando mayor relevancia en los vehículos industriales. Los ángulos superficiales reducen el arrastre, pero dificultan el diseño del vehículo ya que aumentan, entre otras, las cargas térmicas solares. Así, para un ángulo superior a 60 grados se produce la difusión de la luz con merma de las condiciones de visibilidad.

Con un ángulo excesivo, la velocidad del flujo de aire que incide sobre el parabrisas se reduce por la gran presión generada en la zona. Con un ángulo menor se incrementa la velocidad del flujo, aumentando también las cargas aerodinámicas sobre el limpiaparabrisas.

En nuestro caso el ángulo de inclinación del parabrisas está cercano a los 26° y se mantendrá después de la reforma. Esta inclinación del parabrisas nos permite un buen redireccionamiento del aire que entra a la zona del techo y no merma las condiciones de visibilidad durante la conducción.

Parte inferior

La parte inferior del vehículo también es un área crítica en la generación de fuerzas de arrastre. El sistema de suspensión, los sistemas de escape y otros componentes que forman parte de los bajos del vehículo exponen su resistencia en forma de fuerzas de arrastre. El flujo de aire en esta área es un plano cortante controlado por la velocidad cero del aire en la superficie de rodadura e inducido por los componentes que forman los bajos del vehículo. Se pueden reducir los efectos de arrastre en los bajos del vehículo acoplando unos paneles (spoilers) o faldones que reduzcan la distancia del cuerpo del vehículo con el suelo.

En nuestro caso al modificar el sistema de suspensión y rebajar la altura al suelo de nuestro vehículo, hemos reducido el flujo de aire que entra por debajo del coche, además de que con los nuevos paragolpes también se reduce la distancia.

La parte inferior de nuestro vehículo no la hemos modificado excepto la parte del paragolpes trasero que ha tomado forma de difusor.

Fuerza lateral

Un coche en circulación por una carretera se encuentra sometido a la acción del viento, y con frecuencia puede actuar de forma lateral intentando cambiar la dirección de desplazamiento. Según su intensidad puede darse el caso de que la fuerza lateral tome más importancia que la fuerza de arrastre. Dicha fuerza lateral viene dada por la expresión:

$$F_y = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_s \cdot A_f \cdot v^2$$

Donde:

- A_f = superficie frontal del vehículo. También puede emplearse como superficie de referencia A_s , superficie lateral proyectada del vehículo.
- C_s = el coeficiente de fuerza lateral (función del ángulo de incidencia del viento).
- ρ = la densidad del aire.
- v = la velocidad relativa resultante del viento incidente.

El coeficiente de fuerza lateral se obtiene a partir de la ecuación:

$$C_s = \frac{F_y}{\frac{\rho}{2} V^2 A_f}$$

Donde:

- F_y = es la fuerza lateral que sufre el vehículo.
- A_f = superficie frontal del vehículo. También puede emplearse como superficie de referencia A_s , superficie lateral proyectada del vehículo.
- ρ = la densidad del aire.
- v = la velocidad relativa resultante del viento incidente.

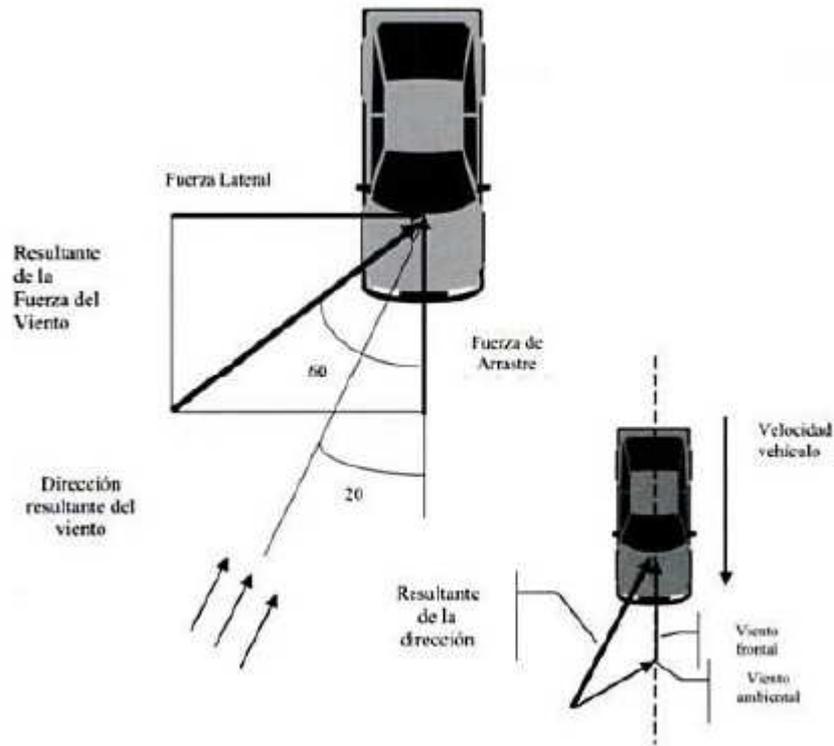
En la figura mostrada a continuación se observa un gráfico en el que se representa el coeficiente de fuerza lateral C_s en función del ángulo de incidencia del viento para diferentes tipos de vehículos, como pueden furgones, berlinas y turismos familiares. Como puede observarse claramente, a medida que aumentan las dimensiones del vehículo, mayor será el valor del coeficiente de fuerza lateral C_s .



C_s en función del ángulo de incidencia del viento para diferentes tipos de vehículos.

La fuerza lateral actúa sobre la carrocería en el centro de presión, punto que suele localizarse por delante del centro de gravedad, de modo tal que incita al viraje del vehículo.

Las fuerzas laterales que se generan como consecuencia de la aparición de un viento cruzado, y que normalmente son mayores en estos casos que la resistencia al avance, dependen del ángulo de incidencia de la resultante de la fuerza total del viento, que suele ser mayor que el ángulo resultante de la dirección del viento. Se comprueba en el esquema de la figura.



Influencia del viento lateral en la resistencia al avance.

En estos casos es de gran importancia que el valor de la fuerza lateral que se transmite sobre el eje delantero, sea mayor que la fuerza lateral transmitida sobre el eje trasero.

También se puede deducir de la observación de la figura anterior que cuanto mayor sea la fuerza resultante de los vientos cruzados, mayor será la resistencia al avance que soportará el vehículo.

La forma del vehículo influye también en la fuerza lateral. En general, superficies laterales planas y prolongadas hacia la parte trasera, como en vehículos tipo furgoneta o familiares, tienden a incrementar el valor de la fuerza lateral F_y .

Fuerza de sustentación

La fuerza de sustentación tiene su origen en la diferencia de presiones de la parte inferior y superior del vehículo. Normalmente esta fuerza tiene un sentido tal que compensa una parte del peso del vehículo, es decir, sentido vertical; descargando parcialmente los ejes. La fuerza de sustentación en la adherencia del vehículo. La fuerza de sustentación influye por tanto en la estabilidad del vehículo y afecta a la dirigibilidad del mismo. Además, esta fuerza se mide en la línea central del vehículo, en el centro de la distancia entre ejes y puede cuantificarse según la siguiente ecuación:

$$F_z = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_z \cdot A_f \cdot v^2$$

Donde:

- A_f = es el área frontal del vehículo.
- C_z = el coeficiente de sustentación aerodinámico.
- ρ = la densidad del aire.
- v = la velocidad del viento.

Dado que la fuerza de sustentación es vertical se buscará que tenga un sentido negativo o al menos que sea lo menos positiva posible, es decir, que intente pegar al vehículo contra el asfalto aumentando así su adherencia. Existen tres métodos fundamentales para llevar esto a cabo:

Configuración básica del vehículo

El valor del coeficiente de sustentación aerodinámico, C_z , y por tanto de la fuerza de sustentación, disminuye si se eliminan zonas de separación de flujo en la parte superior, las cuales originan disminución de presión. Los valores de C_z se reducen con una parte delantera baja, y si es posible cóncava, superficie lisa en el techo y parte posterior elevada. Pueden usarse spoiler u otras ayudas aerodinámicas para lograr

efectos análogos. El ángulo de ataque del vehículo y la distancia al suelo de sus bajos afectan también a C_z .

Deflectores con “efecto de ala”

Para lograr sustentaciones negativas pueden instalarse “alas” invertidas, cuyo efecto aumenta con su separación del suelo, así como retrasando el “ala” posterior cuanto sea posible por detrás del eje trasero y separando la delantera por delante del eje anterior.

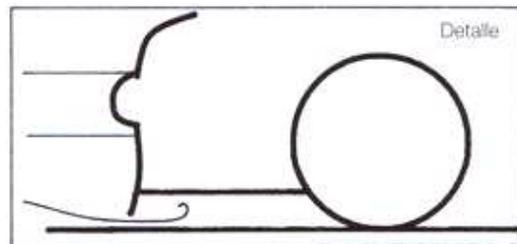
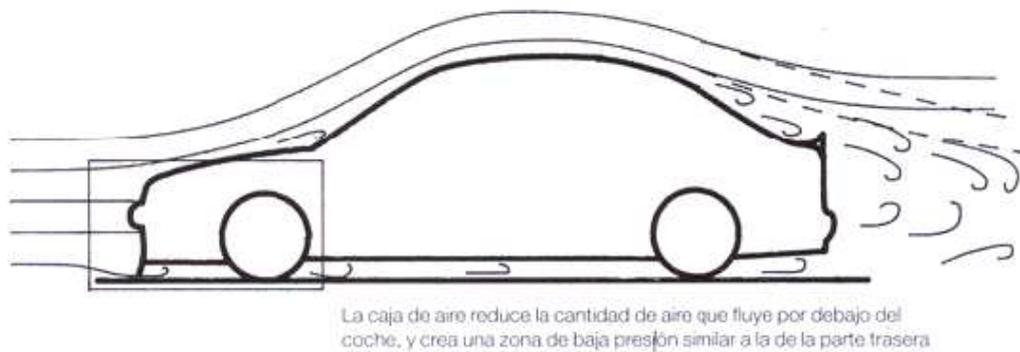
Espoilers delanteros.

En su definición mas sencilla, una “ caja de aire” se extiende hacia abajo desde el panel frontal inferior del coche con el fin de reducir el espacio entre el propio vehículo y el suelo, y esto reduce la cantidad de aire que pasa por debajo de él cuando esta en movimiento. Parte del aire que pasa por debajo del coche se desvía en dos direcciones. Pero ¿cómo puede ayudar esto? Existen dos ventajas potenciales, dependiendo del tipo y la forma del coche. El coche al estar basado en un turismo, el fondo de su chasis esta bastante lejos de ser plano. Así, estarán a la vista el carter, la caja de cambios, los tubos de escape, las ruedas, las cavidades para las ruedas, el deposito y toda clase de espacios y agujeros. Queda claro que el aire que pasa por debajo de un coche con ese fondo, no lo hará de forma suave, y es sencillo entender que la situación causa una gran cantidad de resistencia aerodinámica. Así que, si la masa de aire que fluye a través de esta zona se reduce, también la resistencia debería reducirse, y resulta que este es el caso. A pesar de que el área frontal de un coche puede verse incrementada por la adicción de este tipo de spoilers, el coeficiente de penetración puede reducirse lo suficiente como para compensar por esto.

El segundo beneficio, y en el que nosotros estamos mas interesados, es que la presión por debajo del coche queda reducida gracias a este tipo de spoiler. Pero ¿cómo ocurre esto? Tomemos un ejemplo extremo y consideremos lo que ocurre si bloqueamos el flujo de aire que va al fondo del coche, con una caja de aire que va hasta el suelo. Esto no seria practico, pero vamos a imaginarnos que lo hacemos. Si un coche con esta

caja de aire se moviera, el aire de debajo de él estaría en el mismo estado que lo está el de la estela trasera, es decir, turbulento.

La parte trasera del coche es una zona de baja presión (sabemos esto porque no solo podemos ver hojas, polvo y restos levantados por el coche al pasar, sino que podemos sentir que nuestro coche es absorbido por el rebufo de otro cuando nos ponemos cerca de él), y con la configuración descrita aquí, el fondo del coche se transforma, igual que la estela, en una zona de baja presión.



La baja presión tiene todo el fondo del coche para actuar, y el resultado teórico es un coche con un coeficiente de sustentación negativa muy grande, o sea con uno con mucha carga aerodinámica (recuerda, fuerza = presión * área). Por supuesto, lo poco práctico de este spoiler significa que los resultados teóricos no pueden obtenerse, pero el efecto, a pesar de ser reducido, todavía puede conseguirse incluso con una altura entre el coche y el suelo que no requiere que el spoiler tenga que ser reparado cada 10 kilómetros recorridos. Así que la reducción de la sustentación es un hecho consumado, además de que se puede conseguir generar carga aerodinámica.

La efectividad de un spoiler delantero puede ser incrementada mediante el uso de faldas laterales, que ayudan a sellar el fondo e impiden que el aire entre por los lados. Esta claro que si la presión debajo del coche ha sido reducida, el aire que pasa por los

lados intentara mezclarse en esta área de baja presión, y si se le permitiera hacer eso, la presión volvería a subir, lo que reduciría cualquier beneficio que se hubiera logrado. Volvamos al ejemplo de antes donde el spoiler tocaba el suelo, y veremos que si los lados también estuvieran extendidos hasta tocar el suelo, entonces las condiciones debajo del coche serían las mismas que en la parte trasera. Levantar las taloneras laterales para que ya no toquen el suelo permitiría que el aire se colara por los lados y se introdujera en la zona de baja presión, y la magnitud de la presión sería reducida, lo que reduce también la carga aerodinámica. Comienza a estar claro porque el efecto de un apéndice aerodinámico en la parte delantera del coche puede verse afectado por la forma y diseño de los componentes o de los paneles situados más atrás.

Así que las cajas de aire generan una reducción de la sustentación, y, si tenemos suerte, incluso carga aerodinámica., bloqueando el flujo del fondo del coche. ¿Qué cantidad de este efecto podemos esperar? Un estudio llevado a cabo sobre un coche de pasajeros con una altura frontal de la carrocería con respecto al suelo de 300mm mostró que, con solo reducir esta distancia con una caja de aire improvisada, reducía de manera significativa el coeficiente de sustentación, y, además, por lo menos inicialmente, reducía el coeficiente de penetración del coche. Con un spoiler de 90mm, el valor del ΔC_{L_f} , o sea el incremento en el coeficiente de sustentación delantero, estaba alrededor de $-0,21$, y la resistencia había sido reducida con un ΔC_D , de $-0,04$. Esto, obviamente representa un cambio eficiente en el rendimiento aerodinámico. Sin embargo la reducción de la sustentación era mayor cuanto mayor era el largo del spoiler, y con uno de 170mm el ΔC_{L_f} , había bajado hasta $-0,25$, aunque la resistencia había subido hasta su nivel inicial. Pero por lo menos se había conseguido no generar más resistencia de la que ya se tenía. Con spoilers de tamaño superior a 170mm, los cambios en el ΔC_{L_f} comenzaron a estabilizarse y con 250mm de longitud el valor era de $-0,27$. Sin embargo, la resistencia siguió subiendo, aunque con este último spoiler, el incremento fue de solo 0,04, por lo que el handicap no era muy grande.

Un punto interesante que se va en los datos de esta prueba es que los valores del coeficiente sustentación en la parte trasera empeoró mientras que el delantero mejoraba. Esto puede haber sido debido a que el flujo de aire en la parte trasera había sido modificado por la caja de aire, o tal vez era un efecto de palanca debido al voladizo de la caja de aire situada bastante por delante del eje delantero.

De todas formas, prestaremos atención durante un momento solo al eje delantero, sabiendo que es potencialmente arriesgado hacerlo, y daremos algunos valores al ΔC_{LF} . Una vez más podemos tabular las fuerzas reales para los niveles de incremento en el coeficiente de sustentación de la parte delantera. Usaremos un coche familiar con unas dimensiones de $2,32\text{m}^2$ de área frontal y a una velocidad de 160km/h para este ejemplo:

ΔC_{LF}	Fuerza de sustentación
0,10	29 kg
0,15	43,6 kg
0,20	58,2 kg
0,25	72,7 kg

Con estos valores podemos llegar a concluir que $72,7\text{ kg}$ representan un $14,5\%$ de peso sobre el eje delantero de un coche de 1000kg con un reparto de masas de $50/50$, y si se consigue esta reducción de la sustentación, entonces el incremento de agarre a esta velocidad se encuentra en proporción directa. Un coche de calle típico produce alrededor de $72,7\text{-}81,2\text{ kg}$ de sustentación positiva a 160km/h . Por esto se puede esperar que una caja de aire delantera cancele toda esta sustentación, sino que además, con un apéndice efectivo, pueda llegar a producir unos 35kg de carga aerodinámica a esa misma velocidad.

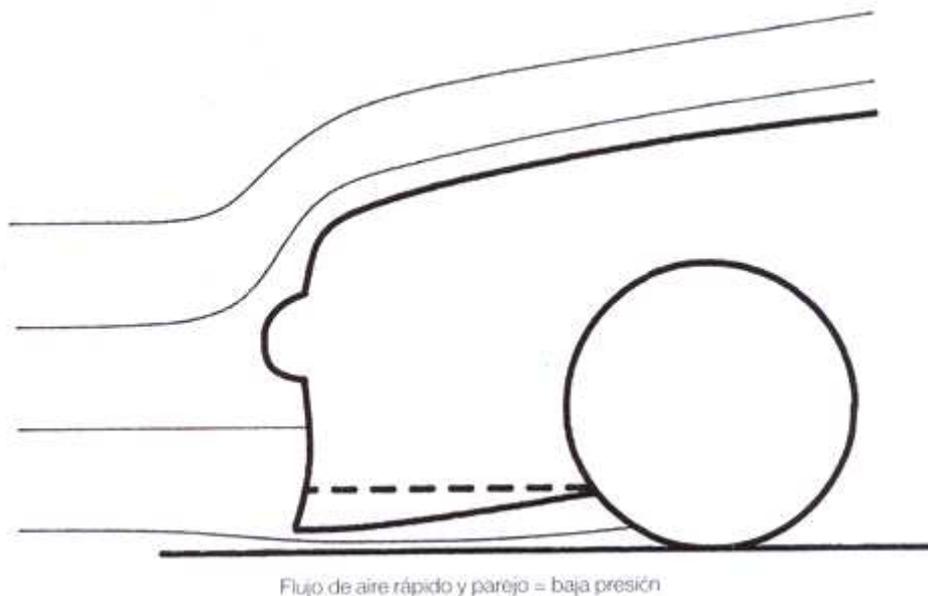
Existe un asunto importante cuando se plantea montar cajas de aire en un coche: la refrigeración. Y no solo la refrigeración del motor, sino la de los frenos y particularmente en los coches con tracción delantera, la refrigeración de la transmisión.

Resulta curioso que, al crear una zona de baja presión debajo del coche, el flujo de aire refrigerante que pasa por el compartimiento del motor es, incluso mayor. Aunque suene difamatorio, siempre los diseñadores de coches de calle incluyen un gran agujero en la parte delantera para canalizar el aire hasta los radiadores, pero se olvidan de cómo sacar ese aire de los radiadores. De algún modo, se supone que el aire debe encontrar una salida, pasar por el motor, y probablemente también por la transmisión, y finalmente por el fondo del coche. Sin embargo, incluir una caja de aire delantera, que, según hemos visto, causa una reducción de presión del aire en el fondo del vehículo,

también puede crear algo de succión del aire que pasa por el compartimiento del motor. El efecto de este es extraer aun mas aire que, a su vez, puede permitir que se adopte una toma de aire mas pequeña para la refrigeración, lo que hará que se reduzca la resistencia al avance.

Variaciones en las cajas de aire.

Hemos visto que las cajas de aire sencillas reducen la presión de debajo del coche bloqueando la mayor parte del flujo de aire que entra a esa zona, lo que crea unas condiciones similares a las de la trasera del coche. Además de esto, lo que hace una caja de aire es acelerar la velocidad que si pasa por debajo del spoiler, lo que también creara una zona de baja presión. Ahora en muchos coches esto no representa ningún beneficio, ya que el área de debajo y detrás de la caja de aire es una cavidad vacía. Entonces ¿cómo podemos sacarle partido? Sencillo, añadir a la caja de aire un “retorno” que se extienda hacia atrás. O mejor aun, inclinar la extensión hasta arriba un poco hacia atrás, para formar una especie de “difusor”



Lo que se tiene ahora es un apéndice que acelera el flujo de aire, y reduce la presión en el estrecho espacio entre la caja de aire y el suelo, así como una superficie en la que pueden actuar las bajas presiones. El resultado es que la carga aerodinámica actúa sobre la superficie horizontal o cerca de ella, superficie que, teniendo en cuenta que se

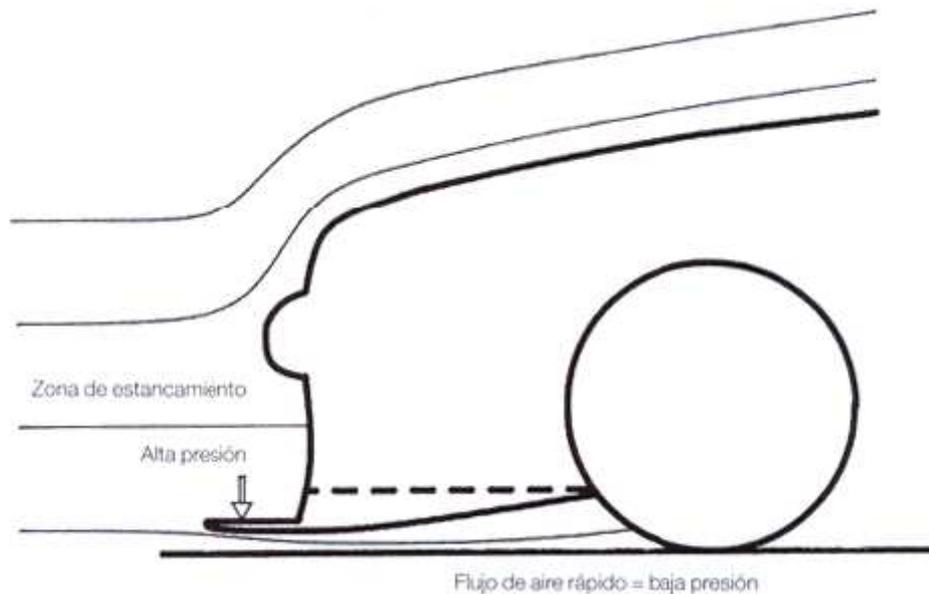
encuentra bien fijada al coche, empuja la parte delantera del vehículo hacia el suelo. Los coches del campeonato británico de turismos utilizan este principio. Esta clase de apéndice no funcionaría si la caja llegara justo hasta el suelo y bloqueara todo el flujo, y, de hecho, esta solución requiere probablemente algo más de espacio entre el coche y el suelo de lo que pueda necesitar una caja de aire sencilla. Si se echa un vistazo a los turismos que explotan este efecto, se verá que la parte central de la caja de aire delantera se encuentra más elevada que las esquinas. Como es en nuestro vehículo



El divisor de flujo.

Una extensión más larga, que puede ser añadida a la caja de aire, es lo que se conoce como “divisor de flujo” (splitter). Se trata de una extensión horizontal o labio inferior de una caja de aire y que se expande hacia delante. Por muy sencillo, e incluso tosco, que un divisor de flujo pueda parecer, en realidad es un apéndice aerodinámico extremadamente eficaz que puede crear carga aerodinámica sin prácticamente generar resistencia. ¿Cómo consigue eso? Básicamente por introducirse mucho en una zona de alta presión. La mayoría de los coches cerrados, excepto los muy aerodinámicos, con muy poca resistencia, tienen un morro brusco. Según se mueven, el aire se divide hacia arriba y pasa por encima o por debajo de ellos. Pero justo por delante del morro se encuentra lo que es conocido como “zona de estancamiento” donde el aire choca con la parte delantera del coche. Parte de este aire es conducido por el sistema de refrigeración, lo que resulta lógico porque el aire aquí está, hablando relativamente, a una presión elevada, y por eso sigue cualquier camino que le permita deshacerse de esa presión. La

zona de estancamiento puede considerarse como una especie de burbuja de aire a alta presión fijada en la parte delantera del coche. Por tanto, una vez más, tenemos una parcela de aire que puede ser aprovechada, y de nuevo la técnica es bastante sencilla: fijar una placa plana con el fin de que la alta presión incida sobre la placa y la empuje hacia abajo, creando así carga aerodinámica.



Un divisor de flujo también tiende a colaborar con la función principal de la caja de aire, en lo que se refiere a restringir la cantidad de aire que entra en la parte de debajo del coche. En cierto modo, un divisor de flujo tiene el mismo efecto que una caja de aire más profunda, y como resultado de esto, aun más aire es redireccionado hacia los lados del coche. Esto puede ayudar a entender la eficacia de un divisor de flujo como apéndice inductor de carga aerodinámica, ya que con la incorporación de un divisor de flujo se genera muy poca o ninguna resistencia. Se decía que un Súper Turismo en 1996, cuando montaba todo el kit de caja de aire / divisor de flujo, producía menos resistencia que su homónimo de serie. La cantidad de resistencia solo empeoró cuando se montaron unos neumáticos más anchos y un spoiler trasero. La cantidad de carga aerodinámica creada puede ser controlada mediante la longitud del divisor de flujo, hasta cierto punto, y si el divisor es regulable, sirve para controlar el equilibrio delantero / trasero de carga.

Tal vez resulta evidente que solo merece la pena incorporar un divisor de flujo de una longitud determinada. Si se extiende mas allá de la zona de estancamiento de alta presión, no se conseguirá ningún beneficio adicional. Además, se convertirá en una pieza muy vulnerable colgando delante del coche. también resulta igual de aparente que un divisor de flujo no servirá para nada en un coche que cuente con un morro muy afilado y que produzca poca resistencia. La creación de una zona de estancamiento de alta presión tiene lugar debido a los morros bruscos de los coches, y aquí un divisor puede sacar partido al área de alta presión delante de el. Sin embargo, si su coche tiene morro estilizado y afilado, puede que no se genere zona de alta presión y, por tanto, tendrá que buscar otros métodos para generar carga aerodinámica.

Uno de los problemas aparentes cuando se monta un divisor de flujo es que puede ser muy sensible a los cambios en la altura del coche sobre el suelo. Los cambios en la altura del coche, causados por una combinación de cambios en la suspensión tales como el hundimiento del morro a la hora de frenar, y la compresión como resultado directo de la carga aerodinámica, alteran de manera regular el espacio entre el fondo del coche y el suelo.

Pero las cajas de aire y los divisores de flujo, de por si ya se encuentran muy cerca del suelo, y como hemos visto, su efectividad como apéndice aerodinámico depende directamente de su distancia al suelo. Cuanto más cerca del suelo estén, mayor será la cantidad de carga aerodinámica que generen. Así que es posible encontrarse una situación en la que el coche produzca enormes cantidades de carga aerodinámica muy inconsistentes debido a que la altura con respecto al suelo esta variando constantemente. Un modo de reducir este problema es endurecer las suspensiones del coche, lo que reduce la compresión de los muelles cuando se aplican fuerzas, tanto mecánicas como aerodinámicas. Esto puede tener desventajas no solo en confort de marcha, sino también porque se reduce potencialmente la habilidad del coche de agarrarse al suelo y traccionar, una condición que se puede notar especialmente en las curvas lentas donde la aerodinámica no ayuda demasiado. Así que los aerodinamistas más inteligentes buscaran soluciones que sean menos sensibles a los cambios de altura del coche, y que por tanto permitan a los ingenieros poder contar con una cantidad de movimiento de la suspensión decente.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

En la competición de superturismos, OPEL tenía una parte delantera con un difusor de flujo redondeado que contaba con una porción central elevada. Los primeros OPEL con el divisor plano aparentemente eran muy sensibles al cabeceo, hasta el punto en que cuando el divisor se acercaba al suelo, bloqueaba totalmente el flujo, con la consiguiente pérdida de carga aerodinámica. La sección central elevada solucionó este problema.



Placas de hundimiento.

Otro dispositivo es la “placa de hundimiento” o “plano de hundimiento”, llamado así por su parecido con los planos de hundimiento de los submarinos. En su forma más sencilla se trata de placas planas, inclinadas hacia delante, fijadas a ambos lados en la parte delantera de los turismos o coches de sport. Estas placas crearan, efectivamente, carga aerodinámica, pero no puede esperarse que sea mucha ni efectiva. Una vez más, pueden considerarse como un medio de afinar la puesta a punto en caso de que sean regulables o intercambiables. Sin embargo, ha habido casos donde la cantidad de carga aerodinámica general ha aumentado considerablemente con esas placas fijadas, a unos niveles que no pueden ser solo consecuencia de las propias placas.

En este caso, tuvo que existir una influencia secundaria sobre el flujo de aire que tuvo algún efecto beneficioso, y es probable que el efecto en estos casos, fuera el de

crear una especie de vortices por los lados del coche, que dio como resultado el sellado del fondo que, de no ser así, hubiera dejado escapar el flujo de aire por los lados. Esto puede conducir a una producción más eficiente de la carga aerodinámica en el fondo del coche con la simple incorporación de unas placas de hundimiento en el morro. Hace falta varios días en el túnel de viento para optimizar la posición e inclinación de las placas, pero cumplen su función para conseguir una configuración más afinada. Las placas de hundimiento se han mutado en varias formas más complejas, y en algunos casos es evidente que los diseñadores querían crear vortices a los lados de los coches, mientras que otros dispositivos estaban orientados solo a lograr afinar la configuración.

Efecto suelo

En el automovilismo se busca crear una zona de alta presión por encima del vehículo y una de baja presión por debajo. La diferencia de presiones provoca una succión que "aplasta" al vehículo contra el suelo, mejorando el agarre, lo que se traduce en la posibilidad de trazar curvas a mayor velocidad.

Este efecto se introdujo en la Fórmula 1 a finales de los años 70, mediante faldones y un diseño especial de la parte inferior de la carrocería para lograr un efecto Venturi que disminuyera la presión del aire debajo del monoplaza.

Sin embargo, esta técnica podía resultar peligrosa ya que en cuanto no hubiese una presión lo suficientemente pequeña por debajo del vehículo, lo cual por ejemplo podía pasar si se pasaba a gran velocidad por encima de un bache y el vehículo daba un "saltito", el vehículo podía volverse muy inestable e incluso podía salir literalmente despedido del suelo.

Lo interesante del efecto suelo es que aumenta considerablemente el esfuerzo límite de adherencia entre los neumáticos y el suelo, sin aumentar la masa del automóvil, haciendo que el agarre sea mayor a velocidades más elevadas. El problema se presenta cuando los materiales de la banda de rodadura de los neumáticos llegan al límite de adherencia contra el suelo, o cuando por accidente se levanta una rueda o el monoplaza avanza ladeado. Si esto ocurre, el vehículo simplemente se vuelve incontrolable.

Difusor trasero.

Un difusor es definido en este contexto como una zona del fondo del coche, generalmente situado en la parte trasera, y que incorpora un incremento en el ángulo de desviación comparado con la parte delantera de dicho fondo. Esencialmente se trata de la parte de la sección Venturi que es divergente, en contraste con la parte delantera convergente, y la parte más estrecha de la misma, la garganta.

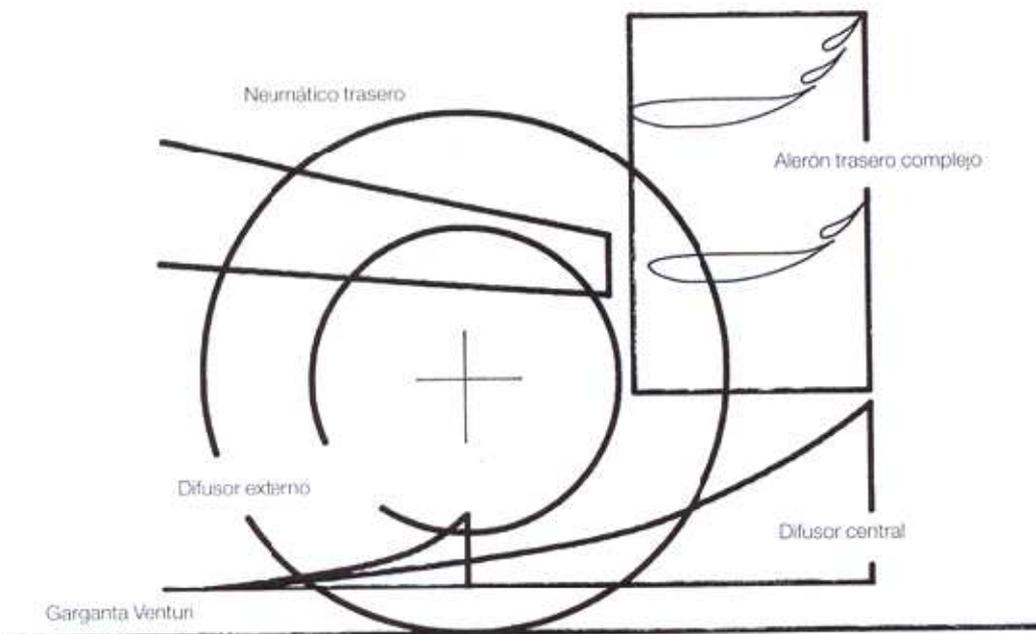


Figura 5.4. Esquema del difusor de un coche de Fórmula 1.

El propósito de un difusor es, en parte, abrir la parte trasera del flujo del fondo a la influencia de la zona de baja presión de la estela. Pero, al igual que el efecto de aspiración creado por la carrera de admisión de un motor fuerza al aire a acelerarse a través del venturi de un carburador, el movimiento hacia delante de un coche hace que el aire se acelere por encima y debajo de él. Un difusor divergente tiene un volumen expansible que debe ser llenado de aire mientras el coche se mueve (el difusor no puede trabajar sin aire) y, para llenar ese volumen, el aire se acelera a través de la garganta Venturi, creando una reducción de la presión en esa zona, antes de entrar en el difusor y volver, mas o menos, a la velocidad ambiente en la que se une con la estela.

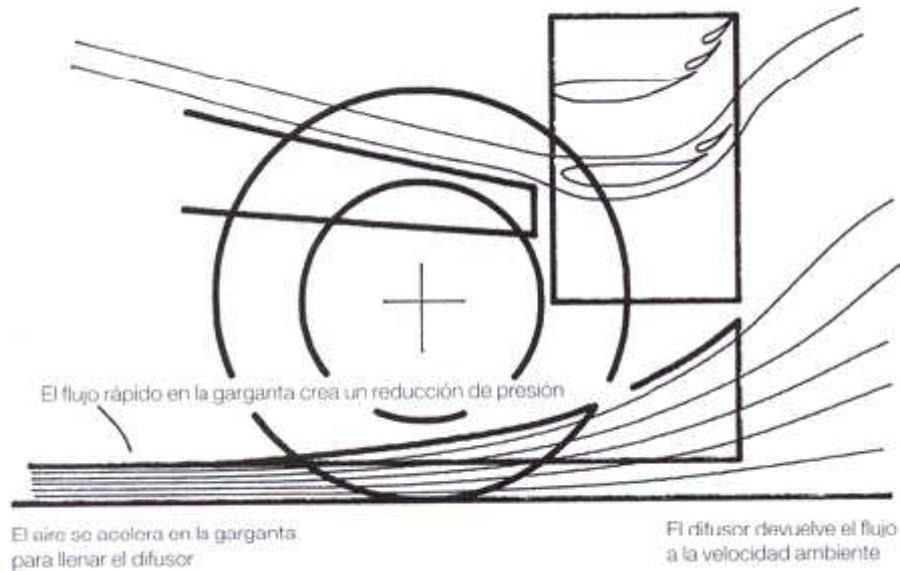


Figura 5.5. Flujo generalizado a través del centro de un difusor.

Así que el difusor, en efecto, fuerza el aire de delante de el, introduciéndolo bajo el coche, acelerándolo, y creando así una zona de baja presión y, por tanto, carga aerodinámica. también sirve para hacer regresar la velocidad de la masa del aire que fluye a través de la garganta a los valores que tenía antes de entrar en la zona Venturi. Esta tarea la realiza de una forma controlada y progresiva, de manera que evita la influencia negativa del gradiente de presión adversa y los riesgos asociados de separación del flujo. En otras palabras, el difusor tiene que sufrir un cambio gradual de ángulo con el fin de evitar que el flujo se separe del “techo” o de los laterales. No se habrá escapado a la atención, que todas las representaciones en diagramas de los tubos Venturi muestran la parte convergente con un ángulo mas pronunciado que la divergencia de la sección del difusor. Esto no es solo la representación, sino una ley de la naturaleza, que dicta que debe haber un incremento gradual de la presión a lo largo de un difusor Venturi, y que es aplicable del mismo modo al difusor de un coche. Sin embargo, un coche que debe tener una sección plana en su fondo, que se extienda hasta las ruedas traseras, puede no tener mucho espacio para un difusor que se curve suavemente, y algunos difusores de Formula 1, que son muy cortos debido al reglamento, tienen unas divergencias muy pronunciadas.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

En general, cuanto mayor es el ángulo de curvatura del difusor, mayor será la reducción de la sustentación, y la producción de carga aerodinámica

Elementos sustituidos:

Se sustituirán los Paragolpes tanto delantero como trasero, originales del vehículo por otros, también se instalarán unas Taloneras laterales a ambos lados del vehículo.

Elementos montados:

Se instalará un kit de carrocería. Consistente en: paragolpes delantero, paragolpes trasero y taloneras laterales.

El Kit tiene por fabricante y denominación:

KIT CARROCERÍA VEILSIDE Hyundai Tiburón K01-R Model

Materiales:

Todos los componentes que forman el kit de carrocería están formados por material: PLASTICO (POLIPROPILENO)

Formas y dimensiones:

Las piezas están diseñadas para el modelo del vehículo objeto de este proyecto:

HYUNDAI COUPE

Las dimensiones del kit vienen determinadas en los planos de detalle incluidos en este proyecto.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Se ha tenido en cuenta que el cambio de esta pieza no produjera una disminución de la superficie eficaz de aireación de los elementos de refrigeración y de admisión, respecto a la que el vehículo traía de origen.

Así los valores de dichas superficies de aireación antes y después de la reforma son:

Antes: 0,096 m ²	Después: 0,096 m ²
-----------------------------	-------------------------------

Por tanto la superficie es la misma y no impide la correcta refrigeración del vehículo y su correcto funcionamiento..

Modo de anclaje:

Se han respetado los sistemas de anclaje que traían por defecto las piezas originales.

El modo de anclaje de las piezas al vehículo esta asegurado puesto que el fabricante a respetado la forma y el sistema de sujeción del fabricante original del vehículo. Quedando así solidamente fijada.

Los tornillos utilizados venían con las piezas adquiridas del fabricante y son aptos para soportar los esfuerzos que dichas piezas puedan provocar en el vehículo.

Los anclajes están formados por:

- 4 tornillos centrales y 2 laterales para el paragolpes delantero.
- 4 tornillos centrales y 2 laterales para el paragolpes trasero.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

- 2 tornillos para cada talonera lateral, colocadas simétricamente a lo largo de cada pieza. Además de acoplamiento a la aleta trasera del vehículo para mejorar la aerodinámica.

Se han realizado igualmente los cálculos necesarios para asegurar el buen anclaje de cada pieza al vehículo.

Se adjuntan fotos de su instalación final.

Normativa que afecta.

- **Artículo 8.50.-** Transformaciones que modifiquen la longitud del voladizo delantero y/o trasero
- **Artículo 8.51.-** Modificaciones que afecten a la carrocería de un vehículo
- **Artículo 8.52.-** Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo

Según observamos en dichas reformas:

La instalación de defensas delanteras o traseras, protectores laterales, paragolpes, faldones, alerones, añadidos o postizos fijados al bastidor, estructura y/o carrocería se consideran incluidos en esta Reforma.

En esta reforma se incluyen TODAS las transformaciones que afecten a la resistencia estructural de la carrocería y del acondicionamiento interior de la misma.

El caso que nos ocupa es: Personalización de la carrocería (Tuning)

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

La documentación exigible será:

- Proyecto técnico y certificado de ejecución de obra (contenido mínimo)
- Informe favorable del fabricante o de su representante debidamente acreditado o del Laboratorio oficial acreditado en España.
- Certificado del Taller que hace la reforma.

Se ha comprobado que las modificaciones realizadas en el vehículo no han creado un aumento significativo de su peso, como puede comprobarse.

Para las reformas concernientes a la resistencia de la carrocería se ha tenido en cuenta la aplicación de la norma UNE 26-192-87, valores de tolerancias para cada categoría de vehículo.

Se han tenido en cuenta las tolerancias permitidas, para el caso del vehículo que nos ocupa (categoría M1) y en ningún momento se han excedido las dimensiones exigidas en la realización de la reforma del vehículo. Respetándose por tanto las tolerancias permitidas.

Para la modificación de la superficie de la carrocería se ha tenido en cuenta que, la modificación de la superficie de la carrocería del vehículo esta perfectamente regulada por la legislación vigente.

Estos son los requisitos que debe cumplir la instalación del kit de carrocería:

- La superficie exterior de los vehículos no deberá tener partes puntiagudas o afiladas ni salientes dirigidos hacia el exterior que a causa de su forma, de sus dimensiones, de su orientación o de su dureza puedan aumentar el riesgo o la gravedad de las lesiones corporales sufridas por una persona golpeada o rozada por la carrocería en caso de colisión

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

- La superficie exterior de los vehículos no deberá tener partes orientadas hacia el exterior que pudieran enganchar a peatones, ciclistas o motoristas.
- Ningún punto que sobresalga de la superficie exterior tendrá un radio de curvatura inferior a 2,5 mm. Esta disposición no se aplicara a las partes de la superficie exterior que sobresalgan menos de 5 mm; no obstante los ángulos de dichas partes orientados hacia el exterior deberán estar esmerilados a menos que los salientes resultantes no sean inferiores a 1,5 mm.
- Las partes sobresalientes de la superficie exterior que estén constituidas por un material cuya dureza no sobrepase 60 Shores A podrán tener un radio de curvatura inferior a 2,5 mm. La medición de la dureza se efectuara sobre el elemento montado en el vehículo. Si es posible medir la dureza según el método Shore A, se efectuaran mediciones equivalentes para su evaluación.

Se han cumplido los requisitos que dicha legislación exige, puesto que, se ha comprobado que no hay ninguna parte modificada en el vehículo que tenga dimensiones inferiores a los valores mínimos exigidos; por lo tanto, es apta la modificación realizada en el vehículo objeto de este proyecto.

5.4.2.2 Sustitución de Retrovisores

Descripción Técnica.

Los retrovisores que se han instalado en el vehículo mejoran en parte la aerodinámica , al reducir la zona de plástico que recubre el cristal. Además la incorporación de los nuevos retrovisores es por estética.

Existen varios tipos de retrovisores que al no poder replegarse en caso de colisión no pueden instalarse en el vehículo al no estar homologados.

Elementos sustituidos:

Se sustituirán los Retrovisores originales del vehículo por otros.

Elementos montados:

Los retrovisores a instalar son de marca BC CORONA, homologados.

Se ha comprobado la Homologación CE de los mismos en el grabado en relieve que dispone cada uno de los retrovisores exteriormente. El código que aparece es el siguiente:

DOSM2 E11 000196 12V 1W

Materiales.

Los retrovisores instalados están fabricados en:

- Carcasa de plástico con acabado exterior símil fibra de carbono
- Espejo realizado en cristal con curvatura para la correcta visión.

Formas y dimensiones:

Diseñados para este modelo de coche, mismas dimensiones que los originales del vehículo. Únicamente varían estéticamente. El área de visión de los retrovisores es $15 \times 7,5 = 112,5 \text{ cm}^2$. Aproximadamente igual al área de visión de los retrovisores originales.

Modo de Anclaje:

Para la sustitución de los retrovisores, se desmontaron los originales y se anclaron los nuevos. Se respetaran los anclajes originales del vehículo ya que los nuevos retrovisores son equivalentes a los originales en cuando al sistema de fijación así como en su peso. No necesario por tanto calculo de esfuerzos ni de sujeciones. Los anclajes de los retrovisores se hace a través de 3 tornillos rosca-chapa de cabeza de estrella. Para el desmontaje se quita la tapa interior que da acceso a los 3 tornillos. Para el nuevo montaje se colocan los retrovisores nuevos y se utilizan los 3 tornillos originales, ya que los agujeros de anclaje tienen las mismas dimensiones.

El anclaje original permite la sustitución sin verse comprometidas la sujeción y dureza del mismo al vehículo. Quedando así solidamente fijados.

Se adjuntan fotografías de los mismos

PESO originario pieza = PESO pieza sustituida

Normativa que afecta.

El cambio de retrovisores por otros esta incluido como reforma en el siguiente articulo.

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

Características de debe cumplir los nuevos retrovisores.

Por «dispositivos de visión indirecta» se entiende los dispositivos para observar el área de circulación adyacente al vehículo que no se puede observar de forma directa. Se puede tratar de espejos retrovisores convencionales, cámaras con monitores u otros dispositivos que puedan dar información sobre el campo de visión indirecta del conductor.

Por «retrovisor» se entiende un dispositivo, exceptuándose dispositivos tales como los periscopios, cuyo fin es garantizar una visibilidad clara hacia atrás, hacia el costado hacia delante del vehículo, en los campos de visión.

Por «retrovisor exterior» se designa un dispositivo destinado a ir montado en la superficie exterior del vehículo.

El propósito del sistema de visión indirecta es detectar los usuarios viales pertinentes. La pertinencia de un usuario vial se define por su posición y velocidad (potencial). De manera más o menos proporcional a la velocidad del peatón/ciclista/conductor de ciclomotor, las dimensiones de estos usuarios también se incrementan. A efectos de detección, un conductor de ciclomotor ($D = 0,8$) a 40 m de distancia sería idéntico a un peatón ($D = 0,5$) a 25 m de distancia. Teniendo en cuenta las velocidades, el conductor de ciclomotor sería seleccionado como criterio de tamaño de detección; por ese motivo, se utilizará un objeto de un tamaño de 0,8 m para determinar el resultado de detección.

La superficie reflectante de un retrovisor deberá ser plana o esférica convexa. Los retrovisores exteriores podrán estar equipados con una parte esférica suplementaria, siempre que el principal retrovisor cumpla los requisitos del campo de visión indirecta.

Todo retrovisor u otro dispositivo de visión indirecta deberá instalarse de tal manera que no se desplace hasta el punto de modificar sensiblemente el campo de visión medido ni vibre hasta el punto de que el conductor interprete de manera errónea la naturaleza de la imagen recibida.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Las condiciones de visibilidad deberán mantenerse cuando el vehículo circule a velocidades no superiores al 80 % de la velocidad máxima prevista, pero sin pasar de los 150 km/h.

Posición

Los retrovisores deberán estar colocados de tal manera que permitan al conductor, sentado en su posición normal de conducción, observar claramente la parte anterior, lateral(es) o frontal del vehículo.

Los retrovisores exteriores deben ser visibles a través de los cristales laterales o de la parte del parabrisas barrida por el limpiaparabrisas.

El retrovisor exterior previsto para el lado del conductor deberá estar instalado de manera que el ángulo entre el plano vertical longitudinal mediano del vehículo y el plano vertical que pasa por el centro del retrovisor y por el centro del segmento de 65 mm que une los dos puntos oculares del conductor no sea superior a 55 °.

Los retrovisores no deberán superar el gálibo exterior del vehículo sensiblemente más de lo que sea necesario para respetar los campos de visión establecidos

Cuando el borde inferior de un retrovisor exterior esté situado a menos de 2 m del suelo, estando el vehículo cargado con la masa de carga máxima técnicamente admisible, dicho retrovisor no deberá sobresalir más de 250 mm con relación a la anchura total del vehículo no equipado de retrovisor.

Campos de visión.

Retrovisor exterior del lado del conductor

El campo de visión deberá ser tal que el conductor pueda ver, como mínimo, una parte de carretera plana y horizontal de 5 m de anchura, limitada por un plano paralelo al plano vertical longitudinal medio que pase por el extremo del vehículo del lado del

conductor, y que se extienda, hacia atrás, desde una distancia de 30 m de los puntos oculares del conductor hasta el horizonte. Además, el conductor deberá poder comenzar a ver la carretera en una anchura de 1 m, limitada por un plano paralelo al plano vertical longitudinal medio que pase por el extremo del vehículo a partir de un punto situado a 4 m por detrás del plano vertical que pasa por sus puntos oculares.

Retrovisor exterior del lado del pasajero

El campo de visión deberá ser tal que el conductor pueda ver, como mínimo, una parte de carretera plana y horizontal de 5 m de anchura, limitada en el lado del pasajero por un plano paralelo al plano vertical longitudinal medio que pase por el extremo del vehículo del lado del pasajero, y que se extienda, hacia atrás, desde una distancia de 30 m de los puntos oculares del conductor hasta el horizonte.

Además, el conductor deberá poder comenzar a ver la carretera en una anchura de 1 m, limitada por un plano paralelo al plano vertical longitudinal medio que pase por el extremo del vehículo a partir de un punto situado a 4 m por detrás del plano vertical que pasa por sus puntos oculares (véase la figura 7).

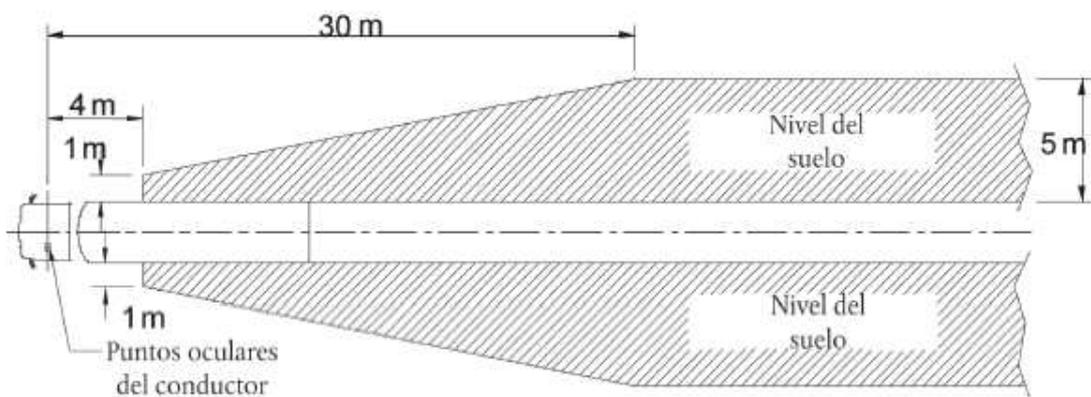


Figura 7: Campo de visión de un retrovisor de la clase II

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Según la información adicional de esta normativa, el cambio de retrovisores por otros de características similares a los originales del vehículo, cuya instalación o desmontaje , no requiera herramienta alguna o pueda realizarse con las herramientas normales suministradas por el fabricante en cuestión, no debe considerarse reforma.

Se ha comprobado que las modificaciones realizadas en el vehículo no han creado un aumento significativo de su peso, como puede comprobarse en la ficha técnica.

5.4.2.3 Cambio de Neumáticos

Descripción técnica

La instalación de unos neumáticos de mayores dimensiones que es debido a que nos proporcionarán al vehículo una mayor estabilidad durante la conducción. La instalación de estos neumáticos se tiene que basar en la compatibilidad con las llantas en las que se vayan a montar y en unos valores técnicos del vehículo como son:

- Índice de carga: es el peso que puede soportar un neumático durante su trabajo.
- Índice de velocidad: es la velocidad máxima de rodadura que se puede alcanzar con el vehículo sin que los neumáticos sufran desperfectos.

Se ha comprobado que los neumáticos instalados no interfieren con las aletas a la hora de girar en la posición de conducción que llevara la suspensión del vehículo.

Elementos sustituidos

Se sustituirán los neumáticos originales del vehículo por otros de dimensiones diferentes.

Elementos montados

Se instalarán unos neumáticos nuevos.

Los neumáticos que se van a instalar son del fabricante:

- WANLI

Materiales.

Los componentes de las ruedas nuevas instaladas son de caucho sintético, formado por estireno y butadieno (SBR). Se ha realizado su fabricación en las factorías del fabricante de neumáticos siguiendo sus pautas.

Formas y dimensiones

:

Las nuevas dimensiones de los neumáticos instalados en el vehículo son las siguientes:

Neumáticos 215/35 R18 83V

Quedando de acuerdo con fotos que se adjuntan

Los neumáticos nuevos son unos neumáticos TUBBELESS (sin cámara)

Los datos de los neumáticos del vehículo son:

Neumático	ICG/Símbolo Velocidad	Masa Máxima (Kg)	Velocidad (km/h)
ORIGINAL	83 V	487	240
NUEVO	83 V	487	240

Estudio de equivalencia de neumáticos

Neumático	Descripción	Diámetro (mm)
ORIGINAL	195/60 R 14	589,6
NUEVO	215/35 R18	607,7

Diferencia de la rueda original y la nueva: 18,1 mm

% aumento del diámetro de la rueda: 3%

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Luego las características de los neumáticos y su compatibilidad son:

- El índice de capacidad de carga es superior, **valido**

El índices de carga ha de ser siempre igual o superior al que se encuentra contemplado en la Tarjeta de inspección técnica.

Según la ficha técnica, el PMA de el Hyundai coupe es de 895Kg en el eje delantero y de 770Kg en el eje trasero. El PMA mayor dividido por 2, nos indica el peso a soportar por cada neumático, que en este caso sería de 447,5 Kg.

Para hallar el índice de carga, vamos a la tabla de abajo y comprobamos que para un peso de 450 Kg el índice de carga es 80. En nuestro caso el neumático lleva un índice de carga 83, mayor que el que necesitamos para este vehículo

Indice	Kg	Indice	Kg										
62	265	71	345	80	450	89	580	98	750	107	975	116	1250
63	272	72	355	81	462	90	600	99	775	108	1000	117	1285
64	280	73	365	82	475	91	615	100	800	109	1030	118	1320
65	290	74	375	83	487	92	630	101	825	110	1060	119	1360
66	300	75	387	84	500	93	650	102	850	111	1090	120	1400
67	307	76	400	85	515	94	670	103	875	112	1120	121	1450
68	315	77	421	86	530	95	690	104	900	113	1150		
69	325	78	425	87	545	96	710	105	925	114	1180		
70	335	79	437	88	560	97	730	106	950	115	1215		

- El código de categoría de velocidad superior, **valido**

El código de velocidad ha de ser siempre igual o superior al que se encuentra contemplado en la Tarjeta de inspección técnica. En nuestro caso el índice de velocidad no aparece especificado en la Tarjeta.

J => Hasta 100 Km/hora	P => Hasta 150 Km/hora	H => Hasta 210 km/h.
K => Hasta 110 Km/hora	Q => Hasta 160 Km/hora	V => Hasta 240 km/h
L => Hasta 120 Km/hora	R => Hasta 170 Km/hora	W => Hasta 270 km/h
M => Hasta 130 Km/hora	S => Hasta 180 Km/hora	Y => Hasta 300 Km/hora
N => Hasta 140 Km/hora	T => Hasta 190 km/h.	ZR => Más de 300 Km/hora

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

- El diámetro exterior tiene una tolerancia de +3% es **valido**.

Si la medida del diámetro exterior del neumático montado sobre el vehículo está dentro del margen de $\pm 3\%$ con respecto a la misma medida del neumático que figura en la TIT, no es necesario que venga reflejado en la TIT, al ser una medida directamente equivalente.

$$\text{Diámetro exterior} = \left[\frac{\text{Perfil} \times \text{Ancho}}{100} \times 2 \right] + [\text{Radio} \times 25,4]$$

Los neumáticos han de tener la inscripción de la marca de homologación. La profundidad del dibujo en sus ranuras principales ha de tener como mínimo de 1,6 mm.

Modo de anclaje

El neumático se instalara en la llanta adecuada para este. Se realizara el anclaje del neumático a la llanta en una maquina provista para ello. Se seguirán las indicaciones del fabricante para su correcta instalación.

La presión de inflado indicada por el fabricante es: **2.2 Bar**

Normativa que afecta.

El cambio de neumáticos esta incluido como reforma en el articulo. Aunque nuestros neumáticos son equivalentes a los que incorpora el vehículo de serie lo tramitaremos como neumáticos no equivalentes.

- Ar. **4.5.-** Sustitución de neumáticos por otros no equivalentes

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Los criterios de equivalencia para neumáticos:

- Índice de capacidad de carga igual o superior
- Código de categoría de velocidad igual o superior
- Igual diámetro exterior con una tolerancia de 3%
- Que el perfil de la llanta de montaje sea el correspondiente al neumático.

Para comprobar los criterios y determinar si los neumáticos son equivalentes, pueden utilizarse diversas tablas y documentaciones donde aparecen los datos mas significativos, por ejemplo neumáticos clasificados por su diámetro exterior de diseño según normas ETRTO, reglamentos 30, 54, 75, 106, etc.

Esta reforma no podrá efectuarse cuando implique riesgo de interferencias con otras partes del vehículo.

Si se utilizan neumáticos con la inscripción M+S, MS o M&S deberán tener una categoría de velocidad igual o superior a la máxima estipulada del vehículo o no inferior a 160 km/h. Si la velocidad máxima del vehículo es superior a esta, deberá especificarse en una etiqueta de advertencia de velocidad máxima, situada en un lugar destacado dentro del campo de vision del conductor del vehículo.

Los neumáticos homologados según la directiva 92/23/CEE con marcado ZR, pueden no disponer de indice de carga, por lo que no se tendra en cuenta el correspondiente criterio de equivalencia

En caso de que la reforma incluya la sustitución del dispositivo antiempotramiento trasero, se aplicara la directiva a ultimo nivel.

Luego la documentación exigible será:

- Informe favorable del fabricante o de su representante debidamente acreditado o del laboratorio oficial acreditado en España.
 - Descripción de la reforma, incluyendo, si procede, los siguientes datos identificativos:

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

- i. Dimensiones
 - ii. Anchos de vía del vehículo
 - iii. Características de las llantas y de los neumáticos y su compatibilidad
- Certificado del taller que hace la Reforma.

Se ha comprobado que las modificaciones realizadas en el vehículo no han creado un aumento significativo de su peso, como puede comprobarse en la ficha técnica.

NOTA:

Debido al nuevo sistema de suspensión instalado en el vehículo, se elimina la rueda de repuesto, ya que su hueco pasa a ser ocupado por el calderín, compresor y válvulas. Debido a esto se llevara un kit repara-pinchazos por si se tuviera algún pinchazo. También se incorporara un pequeño compresor en el maletín de repuestos para el posible hinchado de los neumáticos.

5.4.2.4 Montaje de Llantas

Descripción Técnica.

El montaje de nuevas llantas en el vehículo se realiza debido a dos factores.

El primer factor es debido a la introducción de unos neumáticos de mayores dimensiones que se instalan debido a que nos proporcionarían al vehículo una mayor estabilidad durante la conducción. Al instalar unas llantas de mayor diámetro, también el ancho de llanta aumenta, así la superficie de contacto del vehículo con la carretera aumenta dando más seguridad al conjunto.

El segundo factor es por estética, ya que unas llantas de menores dimensiones darían un toque antiestético a la modificación del vehículo. Así que se han instalado unas llantas de 18" que hacen que el conjunto quede más estético.

Para la elección de las llantas hay que tener en cuenta que el conjunto de llanta y neumático que se monte no interfiera con las demás partes del vehículo. Podría darse el caso de que la instalación de una llanta de 20", al montarla y bajar el coche a la posición de conducción el conjunto golpeará con las aletas del vehículo impidiendo que el vehículo se condujera en unas condiciones óptimas y de seguridad.

El único inconveniente que se puede tener al instalar unas llantas más grandes es que el vehículo consumirá más combustible debido a que tiene que mover unas llantas más grandes.

Si la diferencia entre las ruedas originales y las nuevas es muy grande habría que modificar el velocímetro del vehículo, ya que al ser la rueda más grande no marcará la velocidad verdadera a la que estamos circulando. En este caso las ruedas entran dentro de la tolerancia, además se ha comprobado con varios sistemas de GPS que la velocidad a la que circulamos es similar a la que marca el sistema GPS.

Elementos sustituidos

Se sustituirán las llantas originales de aluminio del vehículo por otras de mayor tamaño.

Elementos montados.

Se han instalado unas llantas nuevas de mayores dimensiones.

El fabricante y la denominación de las llantas:

Fabricante: **ZILLIOM**

Denominación: **ROTA 18”(pulgadas)**



Materiales.

Las llantas instaladas son de aleación de aluminio y magnesio ya que se tiene mayor ligereza. El acabado que incorporan las nuevas llantas es cromado para mejorar la estética del vehículo. Las llantas disponen de una pequeña tapa de plástico en acabado cromado para tapar la tornillería.

Formas y dimensiones:

Montaje de llantas de 18" (pulgadas) de marca ZILLIOM ROTA

Dimensiones:

Llanta 8" x 18" (pulgadas)

ET = 35

4 agujeros a medida 114,3 mm

Luego las características de las llantas y su compatibilidad son:

- El perfil de la llanta de montaje tiene correspondencia con el neumático.
- La llanta montada tiene un peso similar a la llanta original que llevaba el vehículo, así que su cambio no afecta al peso total del vehículo.

Modo de anclaje

Se montaran siguiendo las indicaciones del fabricante. Quedando de acuerdo con fotos que se adjuntan.

El anclaje se lleva a cabo a través de cuatro tornillos por llanta, específicos para llantas de aluminio

El anclaje de la rueda quedara oculto por una tapa de plástico en acabado cromado para evitar el posible robo y dar un toque estético al conjunto.

Normativa que afecta.

Debido al cambio de llantas y la incorporación de separadores, esta reforma esta incluida en el articulo siguiente.

Ar. 4.4.- Modificaciones o sustituciones en ruedas o instalación / desinstalación de separadores de ruedas que impliquen modificación del ancho de vía

Documentación exigible.

- Proyecto técnico y certificado de ejecución de obra (contenido mínimo)
- Informe favorable del fabricante o de su representante debidamente acreditado o del Laboratorio oficial acreditado en España.
- Certificado del Taller que hace la reforma.

Se ha comprobado que las modificaciones realizadas en el vehículo no han creado un aumento significativo de su peso, como puede comprobarse en la ficha técnica.

5.4.2.5 Montaje de Separadores (ruedas delanteras)

Descripción técnica.

La incorporación de separadores en las ruedas delanteras se realiza debido a que al modificar el ancho de vías del vehículo se mejora la estabilidad. En el momento de la instalación, hay que tener en cuenta que si se instalan unos separadores con un espesor demasiado grande puede que la rueda roce con la aleta o salga parte de ella quedando al descubierto y siendo un peligro para los demás usuarios de la vía.

Hay diferentes tipos de separadores, pero solo los separadores de doble centraje son los que se pueden instalar en el vehículo para poder homologarlos.



Elementos sustituidos

En esta reforma no se a sustituido ningún elemento solo se han añadido separadores en las ruedas delanteras.

Elementos montados

Se incorporan separadores en las ruedas delanteras (únicamente)

Materiales.

Los separadores instalados en las ruedas delanteras están fabricados en Al-2030 que tiene una dureza de 115 Hb. están fabricados siguiendo las pautas del fabricante y pasando los rigurosos métodos de control de calidad

Formas y dimensiones:

Los separadores instalados en las ruedas son del fabricante y denominación siguiente:

Fabricante: **BC CORONA**

Denominación: **S-00580 CH**

Dimensión/ Espesor **50 mm.**

Los separadores montados en el vehículo son de doble centraje, lo que hace que la sujeción sea la correcta y la exigida por la legislación.

Modo de anclaje.

Los separadores se instalaran utilizando los agujeros originales de anclaje de la rueda al buje, después las llantas se anclaran a los separadores a través de los tornillos de rueda.

Se montaran correctamente siguiendo las instrucciones del fabricante de la pieza y según el director de obra. Si al realizar el montaje de los separadores, el neumático sobresaliese de la carrocería se requiere el montaje de unos aletines “rígidos” que pueden ser de goma o plástico para cubrir el neumático, sino se estaría contraviniendo el artículo 12 del R.G. Circulación. En nuestro caso los neumáticos no salen de la carrocería, lo que hace que no requiera el montaje de aletines.

Luego:

Tras la incorporación de los separadores al vehículo han variado las dimensiones de los anchos de vía del vehículo.

Los nuevos anchos de vía son: 1520 / 1495 mm (anterior/ posterior)

Normativa que afecta.

La instalación de separadores es una reforma de importancia descrita en el artículo

Ar. 4.4.- Modificaciones o sustituciones en ruedas o instalación / desinstalación de separadores de ruedas que impliquen modificación del ancho de vía

Esta se considera reforma ya que nos salimos de los márgenes de tolerancia permitidos por la norma UNE26-192-87, de ± 30 mm en el ancho de las vías del vehículo.

En este caso nos excedemos en:

- 55mm en la vía anterior.
- 45mm en la vía posterior.

En la información adicional de este artículo nos indica que solo se requerirá proyecto técnico cuando se excedan los 60 mm de ancho de vía en el caso de turismos y 150 mm en el caso de todoterreno. En este caso no excedemos de los 60mm.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Normalización de la anotación de la reforma en la Tarjeta ITV.

__ / __ / __	Vías Opcionales.	
	Neumáticos : 215/35 R18 83 V	(Firma y Sello)
	Vía Anterior: 1520	
	vía Posterior: 1495	ITV N° NNNN

Se ha comprobado que las modificaciones realizadas en el vehículo no han creado un aumento significativo de su peso, como puede comprobarse.

5.4.2.6 Cambio de volante.

Descripción técnica.

El cambio de volante se realiza únicamente por ser una modificación estética.

Este vehículo al no tener Airbag en el volante, esta permitido el cambio de volante por otro siempre que las características y las dimensiones sean las correctas. Al colocar un volante diferente al original se necesita un adaptador (piña) ya que el volante instalado es plano.

Elementos sustituidos

Se sustituirá el volante original por otro de diferentes dimensiones.

Elementos montados.

Se instalara un nuevo volante y una piña para sujeción del volante.

El nuevo volante instalado es de la marca **RACE SPORT**

El modelo de volante instalado es: **MODELO PRO**

La piña para la sujeción del volante es de la marca **MOMO** y viene con su código de homologación para este vehículo

El nuevo volante instalado tiene el mando de accionamiento para el claxon como el volante original. La ubicación de este mando esta en el centro del volante.

Materiales.

El nuevo volante instalado esta fabricado con un armazón de aluminio y varias piezas y embellecedores en plástico.

La piña instalada esta fabricada en aluminio.

Formas y dimensiones.

Dimensiones:

VOLANTE ORIGINAL	VOLANTE MODIFICADO
37 cm	32 cm

En los calculos se estudiara la diferencia de diámetro de los volantes.

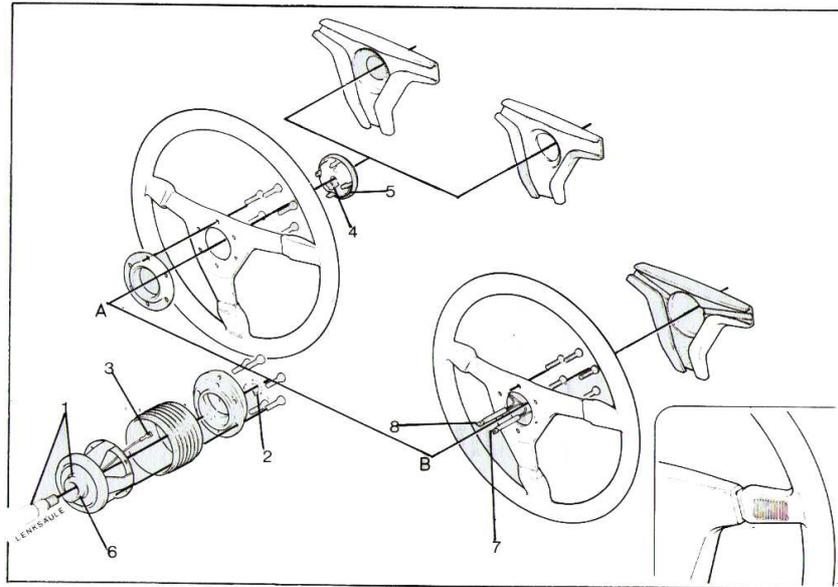
El aro del volante quedara a la misma distancia respecto del salpicadero que se encontraba el volante original.

Modo de anclaje

La sujeción del volante al sistema de dirección se realiza de la siguiente manera

Pasos a seguir para la sustitución del volante

- 1- Desmontar el volante original quitando el tornillo que le une a la dirección
- 2- Colocar la piña a la dirección y anclándola a ella con el tornillo que se ha quitado antes.
- 3- Colocar las ruedas rectas y anclar el volante a la piña a través de los 6 tornillos que lleva.



Normativa que afecta

Ar. 6.3.- Sustitución de un volante por otro.

Tras la entrada en vigor del R.D. 866/2010 de 2 de julio, se redefine la sustitución del volante de un vehículo, eliminando la necesidad de una diferencia de diámetros entre volantes para que sea considerado reforma. La definición de la nueva reforma 6.3 “Sustitución del volante por otro”, hace que el simple hecho de cambiar un volante por otro tenga que estar autorizado mediante la correspondiente anotación en la tarjeta ITV, independientemente de la diferencia de diámetros entre el volante original y el sustituto. No se permite la sustitución de un volante con airbag por otro que no lo tenga, debiendo garantizarse el normal funcionamiento de los sistemas de airbag y pretensores del vehículo después de la transformación, o la modificación del mismo.

Según el artículo N°11 del R. G. Vehículos y el Reglamento CEPE/ONU N°12 los órganos de mando y maniobra han de estar contruidos de manera que sean fácilmente accionados tanto los propios mandos como los indicadores y testigos, por tanto no están permitidos aquellos que separan el aro del volante de los mandos de accionamiento de luces e indicadores de dirección.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Tampoco están permitidos los volantes con forma de fantasía, con cuernos o salientes, dado que han de ser de fácil accionamiento y cumplir la normativa de acondicionamiento interior.

Documentación exigible

- Informe favorable del fabricante o de su representante debidamente acreditado o del Laboratorio oficial acreditado en España.
- Certificado del Taller que hace la reforma.

Se ha comprobado que las modificaciones realizadas en el vehículo no han creado un aumento significativo de su peso, como puede comprobarse.

5.4.2.7 Cambio de sistema de suspensión.

Descripción técnica.

La suspensión debe sostener el vehículo, aportar control direccional en la maniobrabilidad y aislamiento efectivo de los pasajeros / carga frente a las perturbaciones del terreno. Un buen confort en la conducción requiere una suspensión suave, mientras que una insensibilidad a las cargas aplicadas requiere una suspensión rígida. Una buena maniobrabilidad requiere una suspensión de rigidez intermedia respecto a las otras dos. A causa de estas demandas en conflicto, el diseño de la suspensión debe tener una solución de compromiso, mayoritariamente determinada por el tipo de uso para el cuál el vehículo se diseña. Los fabricantes de vehículos deportivos seleccionan suspensiones bajo la base de la maniobrabilidad antes que el traqueteo mientras que los fabricantes de automóviles de lujo escogen justo lo contrario. En ambas opciones debe llegarse a una solución de compromiso.

Entre los diferentes tipos de suspensiones hay que destacar dos por encima de los demás:

- Suspensiones pasivas
- Suspensiones activas

Una suspensión pasiva tiene la habilidad de almacenar energía mediante un muelle y de disiparla mediante un amortiguador. Sus parámetros vienen normalmente fijados y se escogen para asumir un cierto nivel de compromiso entre las características del terreno, la carga soportada y el confort.

Una suspensión activa tiene la habilidad de almacenar, disipar e introducir la energía al sistema. Puede variar sus parámetros dependiendo de las condiciones de funcionamiento y puede tener otros conocimientos a parte de la compresión / expansión a la cual está limitado el sistema pasivo.

Las suspensiones activas se consideran una manera de aumentar la libertad de cada uno para especificar independientemente las características de la carga a soportar,

maniobrabilidad y traqueteo.

La suspensión neumática, puede clasificarse a medio camino entre las suspensiones pasivas y las activas.

Fundamentos técnicos

Básicamente la suspensión parte del principio de sustituir los muelles u otro elemento de absorción de baches (ballesta, barra de torsión, etc) por balonas de aire como las que montan los camiones pero a menor escala. Añadiendo mas presión o menos a cada balona, metiendo mas o menos aire, vamos a conseguir una u otra altura del vehículo. El sistema parte de un compresor que coge aire a presión atmosférica, lo comprime y lo almacena en un calderin. De esta forma el compresor no tiene que estar funcionando continuamente y solo se pone en marcha cuando el calderin baja de una determinada presión. El paso de mas o menos aire a las balonas de cada rueda(o cada eje) se regula mediante unas electrovalvulas que según las ordenes que reciben de los mandos(que nosotros manejamos) meten o sacan aire de cada balona, produciendo los característicos silbidos de entrada y salida de aire. De cara a ayudarnos a controlar el buen funcionamiento de la suspensión y de ajustar la presión, los mandos disponen de relojes de presión. Por norma general y dependiendo del vehículo nos moveremos en presiones de 2-6 bares, pero cada coche en función del tipo de suspensión, kit de carrocería, rueda, etc, requiere de un tarado específico.

Ventajas de la suspensión neumática.

- Altura de suspensión constante para cualquier carga
- Sistema de baja frecuencia natural
- Frecuencia natural prácticamente constante en todo el rango de carga del vehículo.
- Suspensión más ligera que las mecánicas
- Menor daño a la carretera

Homologar suspensión neumática

La suspensión neumática procede de los vehículos de competición, para que durante una curva el piloto, desde el interior del vehículo, pueda subir o bajar la altura del vehículo y a la vez aumentar o disminuir la rigidez de la suspensión.

La suspensión neumática consta de un compresor, un acumulador y unas balonas, y de la instalación entre ellos.

El vehículo tendrá que tener unos manómetros para controlar la presión y unos mecanismos para accionar las válvulas.

La instalación se complementa con la utilización de tubo acorde a DIN73378, conexionado por racores de espiga roscados en las conexiones existentes entre: acumulador y modulo de expansión de electroválvulas, acumulador y purgador manual, salida electroválvula y conexión de balonas. Las conexiones realizadas en la distribución de aire entre las electroválvulas y las balonas se realiza mediante racores de presión y distribuidores en T conexionados por el mismo sistema.

La instalación eléctrica de alimentación al compresor se realiza mediante cable de 6mm² (en + y en -)

La adaptación de las balonas a los elementos fijos y móviles de la suspensión del vehículo se realiza mediante soportes realizados a medida a partir de aluminio 2030.

Características del vehículo con el nuevo sistema de suspensión.

El fabricante aconseja unas presiones de servicio de 3,5 bar para el eje delantero y 4 bar para el eje trasero, siendo la presión máxima a utilizar de 6 bar. Pese a estos rangos de trabajo la instalación neumática esta configurada con presión máxima 10 bar.

El vehículo dispone de dos manómetros que indican la presión en tiempo real de cada uno de los circuitos (eje delantero y eje trasero), de forma que si se produce una fuga en alguno de los circuitos el conductor detectaría la fuga al ver que la presión del circuito afectado disminuye. Estos manómetros se colocaran en el pilar delantero izquierdo para una fácil y rápida visualización en todo momento por el conductor. El interruptor de bloqueo de la suspensión y los conmutadores de control eléctricos, se

sitúan en el panel de control de la suspensión situado en el salpicadero del vehículo (ver esquema anexo). Además en el salpicadero se colocara un reloj de marcaje de la presión en el calderin.

Posiciones del vehículo.

Gracias a la instalación de este sistema de suspensión, el vehículo podrá tener 3 posiciones bien diferenciadas (la cantidad de posiciones de la suspensión es grande al poder elegir la presión de cada balona). Las posiciones son estas:

- Posición exposición o aparcamiento. Esta posición es la mas baja de todas, no es posible circular con ella, ya que la presión de las balonas de la suspensión es cero. Esta posición se utilizara cuando el vehículo esta aparcado o para la exposición. Las llantas quedan por dentro de las aletas y los paragolpes quedan a menos de 1 cm del suelo.



- Posición de conducción. Esta posición es una posición intermedia. Esta posición es la mas adecuada para circular. En esta posición la presión de las balonas es 3,5 Bar, tanto delanteras como traseras. Para colocar el vehículo en esta posición deberemos subir la presión en el eje delantero y trasero y colocar el interruptor central de la consola en posición superior, así cuando bajemos la presión en los ejes, quedara a la presión de 3,5 Bar en los ejes delanteros y traseros. También

es posible colocar el vehículo en esa posición simplemente colocando el interruptor central en la posición mas alta. En esta posición la parte mas baja de los paragolpes respecto al suelo es la parte delantera que quedara a 60mm del suelo (Se añaden planos con las distancias de los paragolpes al suelo). La posición de conducción se ha establecido así, debido a que en esta posición se mejoran las características del vehículo ya que el centro de gravedad del vehículo se coloca lo mas bajo posible dentro del rango de las posibles posiciones. También se ha tenido en cuenta que las ruedas pudieran girar totalmente durante esta posición y que no interfirieran con las aletas o paragolpes.



- Posición de obstáculos y resaltos. Esta posición es la posición mas alta. Esta posición sera utilizada para pasar sin ningun problema cualquier resalto u obstáculo que pudiera aparecer en la carretera, así como entrar y salir de aparcamientos sin rozar con los paragolpes. En esta posición la presion que alcanzan las balonas es de 8 Bar. La suspensión se vuelve muy dura y al circular en esta posición el coche rebota mucho. Para colocar el vehículo en esta posición se debera accionar los interruptores para llenar las balonas de aire hasta el máximo. En esta posición la parte mas baja del vehículo respecto al suelo son 127 mm la parte del paragolpes delantero mas cercana al eje delantero (Se añaden planos con las distancias de los paragolpes al suelo).



Elementos sustituidos:

Se sustituirá el sistema de suspensión original del vehículo de tipo McPherson tanto delantero como trasero por un sistema de suspensión neumática.

La instalación del sistema de suspensión se hará de acuerdo con las directrices dadas por el fabricante y por las indicaciones a seguir por parte del director de obra.

Quedando la reforma correctamente ejecutada y de acuerdo con las fotos que se adjuntan

Elementos montados:

El kit tiene por fabricante NIBBELTEC

El kit esta fabricado específicamente para el Hyundai Coupe 1.6 FX.

Los diferentes componentes son los siguientes:

- CALDERIN NT NIBBELTEC:
 - REF: 1020615 BA
 - CAPACIDAD: 10 LITROS
 - UNE EN 286-2/1993
 - PRESION SUPERIOR 14 BAR
 - LOTE 9324

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

- MATERIAL: ALUMINIO
- ELECTROVALVULAS:
 - METAL WORK: 7010022100
 - SERIE 70-5 VIAS
 - 3 POSICIONES
 - COMPRESION MAXIMA 10 BAR
 - COMPRESIÓN NOMINAL 6 BAR
- BALONAS DELANTERAS Y TRASERAS
 - ACTUADOR 4 ½ 2x3 E
 - DIÁMETRO TORNILLERIA: 93 mm
 - DIÁMETRO MÁXIMO: 120 mm
 - ALTURA MINIMA DEL: 65 mm
 - ALTURA MINIMA TRAS: 70 mm
- COMPRESOR
 - VIAR MODELO 35033-350C 150 PSI
 - PRESOSTATO DE CONTROL DE PRESION
 - FILTRO DE AIRE Y PURGADOR DE AGUA VIAR

Materiales.

Los materiales de los diferentes componentes de la suspensión están indicados en la siguiente lista.

- Compresor marca viair de 350c. Modelo 35033-350C. 150 PSI.
- Deposito acumulador de aire de 10 litros en aluminio y retimbrado con marcado CE de presión Máxima 14 bar. Marca NIBBELTEC. Ref:1020615BA. Normativa UNE EN 286-2/1993. Lote 9324.
- Presostato de control de presión

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

- Filtro de aire y purgador de agua marca VIAIR.
- Electrovalvulas de control METAL WORK serie 70-5 vías, 3 posiciones. Compresión máxima 10 bar y nominal 6 bar. Ref: 7010022100
- Balonas neumáticas delanteras y traseras 4 ½ 2x3 E con alturas mínimas de 65 mm y 70 mm respectivamente. Diámetro tornillería: 93mm. Diámetro máximo: 120 mm. Esta formado por tejido de nylon envuelto en caucho, así como anillos embutidos en este mismo material
- Sistema de control remoto con mando a distancia.

Formas y dimensiones:

Las piezas están diseñadas para el modelo del vehículo objeto de este proyecto:
HYUNDAI COUPE

Modo de anclaje:

Se han respetado los sistemas de anclaje que traían por defecto las piezas originales.

El modo de anclaje de las piezas al vehículo esta asegurado puesto que el fabricante ha respetado la forma y el sistema de sujeción del fabricante original del vehículo. Quedando así solidamente fijada.

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

El sistema de suspensión neumático se instalara en el hueco del maletero que estaba utilizado para la rueda de repuesto.

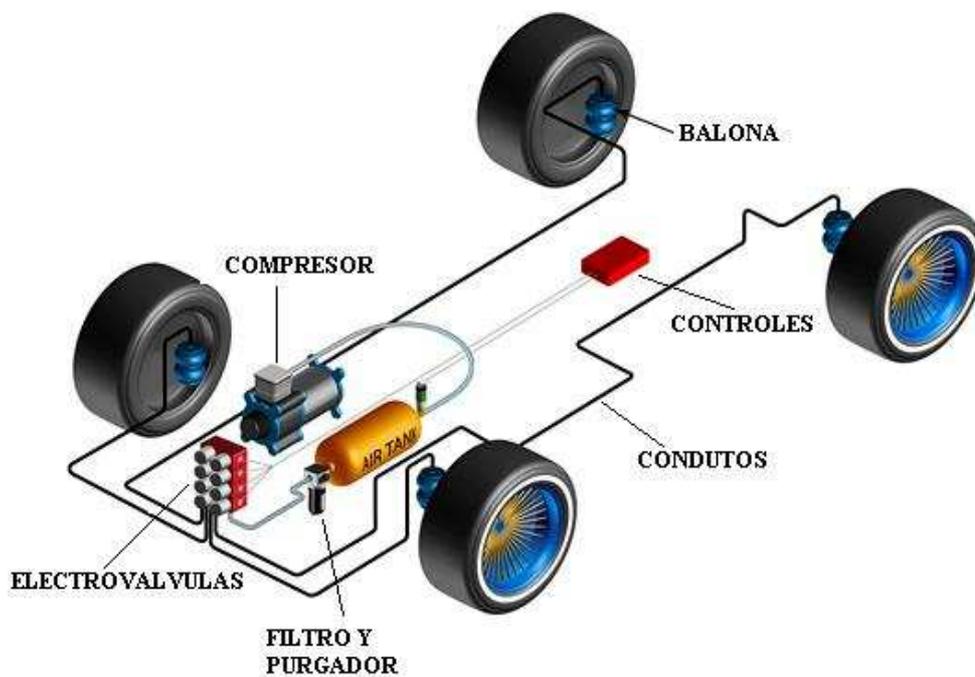
En este hueco se instalaran el compresor, manómetro, deposito, filtro y purgador, electrovalvulas y sistema de control remoto.

Se llevaran hasta la parte trasera una toma de corriente bajo llave para la alimentación del compresor y del sistema de control remoto. El rele que hace el contacto para el funcionamiento del compresor se colocara detrás de los asientos delanteros para su rapido acceso en caso de fallo.

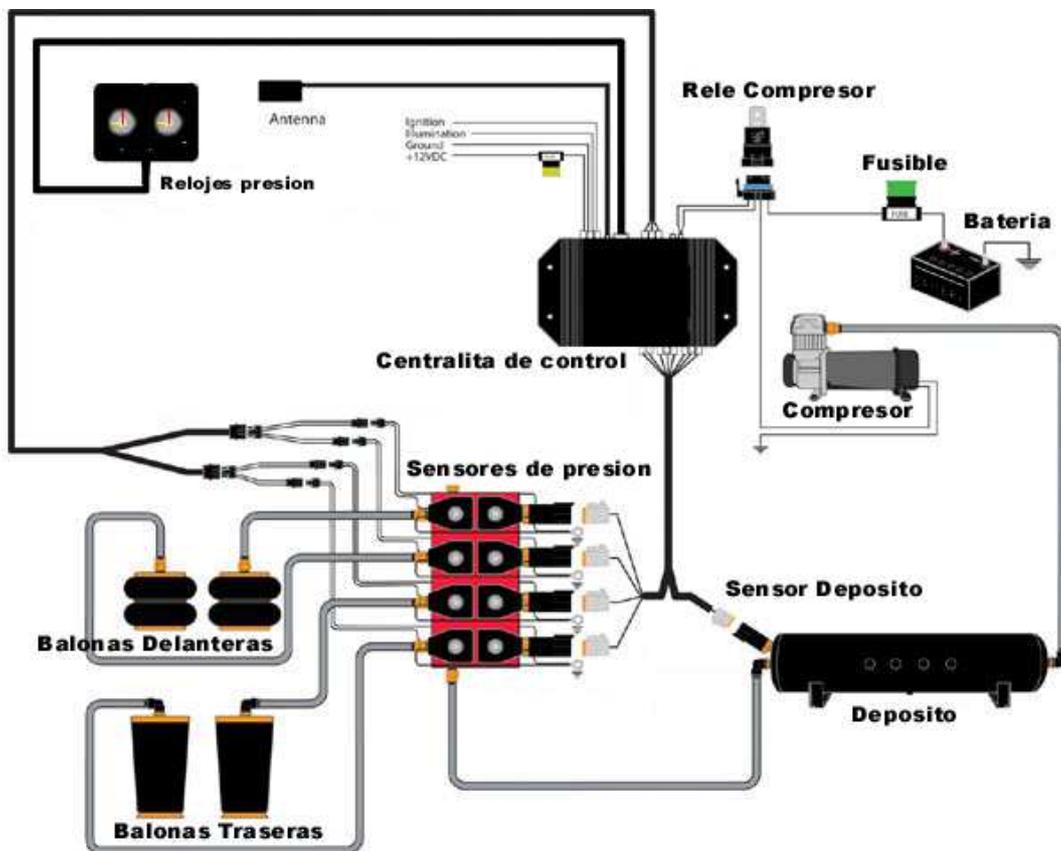
En la parte central del salpicadero se colocaran los mandos de control de altura de la suspensión. En total 5 mandos; uno por cada rueda y uno de control de altura. También se colocara un marcador de la presión del deposito.

En el pilar delantero izquierdo se colocaran 2 relojes para el control de la presión de las balonas delanteras y traseras.

ESQUEMA BASICO INSTALACION



ESQUEMA ELECTRICO Y NEUMÁTICO DE LA INSTALACIÓN



Intervención en el sistema de suspensión neumática:

- Precauciones:

Antes de intervenir, limpiar cuidadosamente la zona de trabajo, órganos y canalizaciones sobre las que vamos a trabajar.

- Mantenimiento:

Comprobación del nivel de aceite del compresor, sustitución de aceite del compresor, limpieza y sustitución del filtro de aire y comprobación de que la presión está en el valor establecido.

Comprobaciones:

Seguir las instrucciones del fabricante.

- Control de alturas: colocar el vehículo en horizontal, comprobar la presión de aire y medir la distancia entre los puntos indicados por el fabricante.

LOCALIZACIÓN DE AVERIAS.

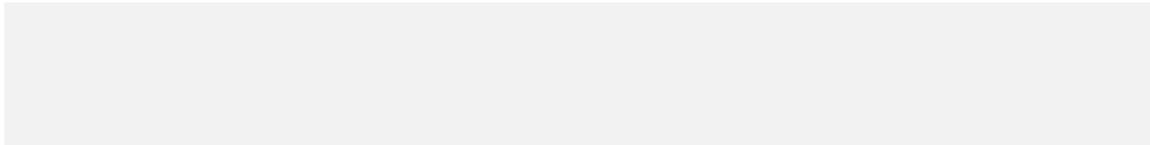
Vamos a explicar como se pueden hallar algunas averías que pueden aparecer en la suspensión neumática.

- ¿Cómo se manifiesta el desgaste de la suspensión?: Tras mucho tiempo de uso, las membranas de las esferas envejecen y hay pérdida de presión por pérdida de gas. La

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

suspensión se endurece y el coche no sube y baja de forma suave al empujarle de las cuatro esquinas hacia abajo. Hay que cambiar las esferas.

- Desgaste de algún elemento: Con el motor en marcha, comprobar los conductos de fugas a los que deben de llegar gotas de líquido. Si llega líquido de forma continuada, comprobar el elemento del que proceda.
- ¿La suspensión no sube o no baja?: Verificar el varillaje de accionamiento del control de altura, comprobar si hay agarrotamiento en el eje del corrector, aflojar el tornillo de purga y suspender el coche y mover cada una de las ruedas hacia arriba y abajo para comprobar que no hay agarrotamiento en los elementos de suspensión.
- Control de los fuelles: se realiza efectuando el control de alturas.
- Sustitución de un fuelle neumático: Se coloca un gato hidráulico entre la semiballesta y el bastidor, se expande hasta una longitud mayor que el fuelle para que soporte el peso del bastidor, se coloca el mando manual de alturas en bajo y se expulsa el aire del fuelle, se desmonta el tornillo de sujeción del émbolo sobre la brida de sujeción, se comprime el émbolo para retirar el conjunto y se impregna de grasa la superficie superior del fuelle nuevo para montarlo, se coloca el tornillo de sujeción y se mide la altura con el mando manual de alturas en alto y en bajo que, restando la baja a la alta, debe salir la cifra especificada por el fabricantes.



Normativa que afecta

La modificación del sistema de suspensión esta reflejado en el MRV en el siguiente articulo.

Ar. **5.1.-** Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos de sus componentes elásticos.

Documentación exigible.

- Proyecto técnico y certificado de ejecución de obra (contenido mínimo)
- Informe favorable del fabricante o de su representante debidamente acreditado o del Laboratorio oficial acreditado en España.
- Certificado del Taller que hace la reforma.

Se ha comprobado que las modificaciones realizadas en el vehículo han incrementado el peso del vehículo, como se ha comprobado y se ha anotado en la ficha técnica. El aumento de peso es de +48 kg, quedando así una TARA del vehículo de 1240 Kg.

5.4.2.8 Sustitución de bisagras apertura puertas

Descripción técnica

La instalación de las nuevas bisagras en las puertas se realiza debido a un cambio estético en el vehículo. Esto proporcionara un nuevo toque estético al vehículo ya que al abrir las puertas en su segunda fase quedaran con una inclinación hacia arriba.



Las puertas pueden abrir normalmente, hasta un ángulo de 30°, lo que hace que el coche sea accesible.

La prueba de impacto lateral de las Lambo Style Doors (LSD) presenta impresionantes pruebas de seguridad. Este sistema está verificado por DEKRA según la directiva R95 y ECE. Cualquier duda sobre la seguridad de este sistema puede ser integralmente disipada. Se cumplen todos los requisitos de las directivas aplicables a los fabricantes de coches. La prueba confirma la protección de los ocupantes y la facilidad del rescate.

Elementos sustituidos:

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Se han sustituido las bisagras de apertura de puerta delanteras por otro sistema de bisagras.

Elementos montados:

Se han montado unas bisagras de la marca LSD.



Estas nuevas bisagras están estudiadas y fabricadas para poder proporcionar una apertura correcta y aguantar los pesos de las puertas en su posición de apertura vertical.

Materiales

Las nuevas bisagras instaladas están fabricadas en Acero de alta resistencia cortado a láser y acabado de la superficie galvanizado para que aguanten perfectamente los esfuerzos provocados al levantar la puerta

El accionador para elevar la puerta es hidráulico

Las nuevas bisagras instaladas estan fabricadas en Alemania.

Formas y dimensiones

Las bisagras nuevas están compuestas por una bisagra metálica y un accionador neumático para mantener la puerta en la parte mas alta. El kit viene fabricado específicamente para el Hyundai Coupe 1.6 FX.

FUNCIONAMIENTO DEL MECANISMO:

Tecnología - Múltiple - Eje - Rotacional – Montaje

- La conexión del brazo pivotante de aluminio fijado a la placa de fondo puede ser reposicionada en dirección longitudinal para ajustar las dimensiones de la brecha, reemplazando a la bisagra superior estándar.
- La puerta se abre primero hacia fuera como siempre, hasta un ángulo de 30°, alrededor del eje vertical del perfil en C (según el modelo del vehículo)
- En el apoyo del cojinete del pivote con dentado CNC (Computer Numerical Control) hay un cojinete especial en el eje horizontal, por medio el cual la puerta se desplaza luego hacia arriba en el estilo LSD.

1. LSD GRS (Sistema de Rodillo Guiado)

- Las aplicaciones LSD GRS (sistema de rodillo Guiado) garantizan que toda la secuencia de movimiento del brazo pivotante esta guiada en todas las posiciones por la opción de ajuste bidimensional del cojinete de rodillos, con objeto de garantizar la precisa apertura y cierre de la puerta.

2. Bloqueo de seguridad patentado para impacto lateral

- Cuando la puerta se cierra con el cierre original, se crea una conexión de interbloqueo entre la placa de fondo LSD y el brazo pivotante

3. *"Magic Stick"*

- Cuando la puerta se cierra, al final del movimiento descendente, el “magic Stick” se posiciona por si mismo en un asiento de poliamida, amortiguador de ruido, alineado verticalmente
- La longitud del estabilizador puede ajustarse para adaptarla a las opciones de ajuste tridimensional.
- El asiento para el estabilizador tiene el ajuste de profundidad necesario, lo que asegura que la puerta quede cerrada herméticamente.

El contenido del kit es el siguiente:

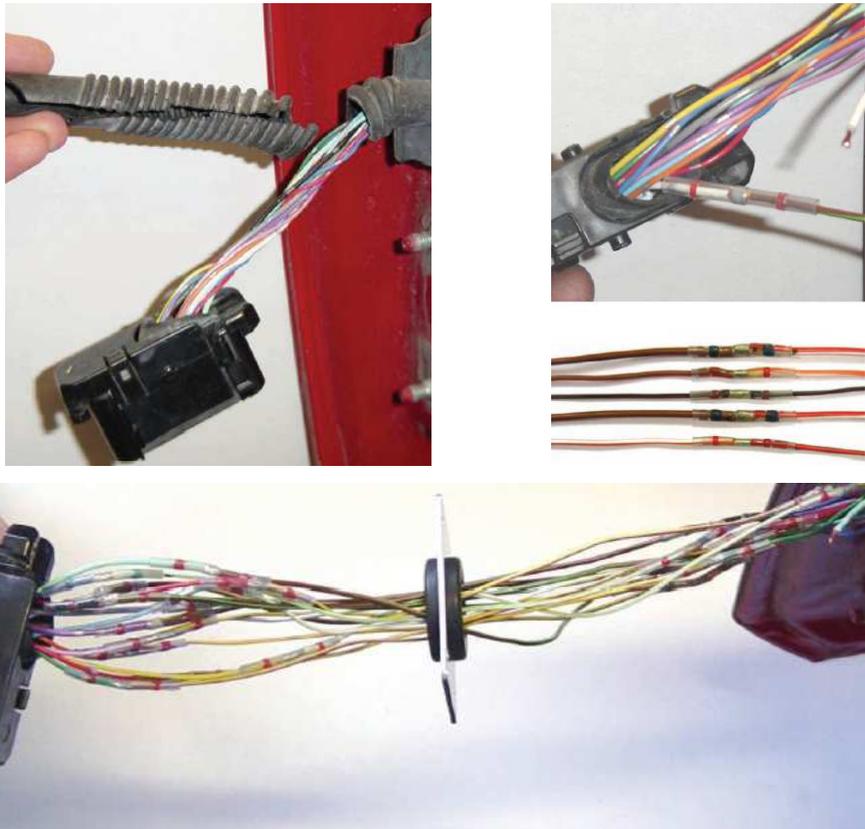
- 2 bisagras LSD completamente montadas
- 2 resortes a gas
- Materiales completos para la instalación y fijación
- Cable de extensión y sujetacables aislados
- Cinta aislante a prueba de agua
- Clips para cables
- Instrucciones completas para la instalación
- Certificados TÜV de las partes para la homologación.

Modo de anclaje

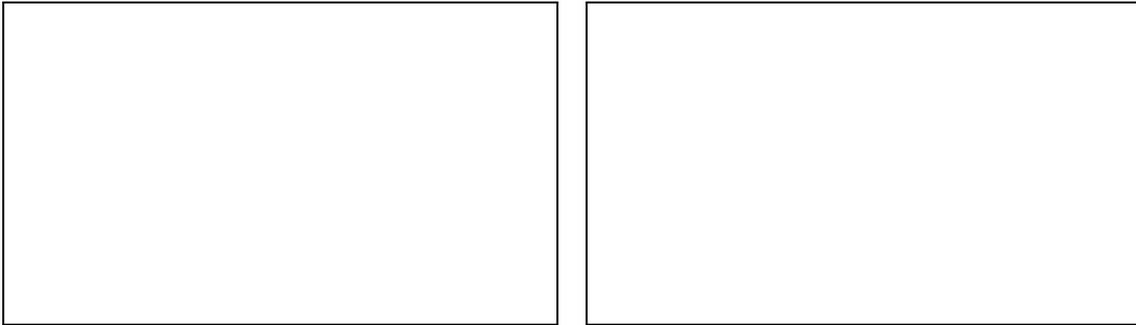
INSTALACIÓN DE LAS NUEVAS VISAGRAS

1. Desconectar la batería
2. Desmonte el paragolpes delantero

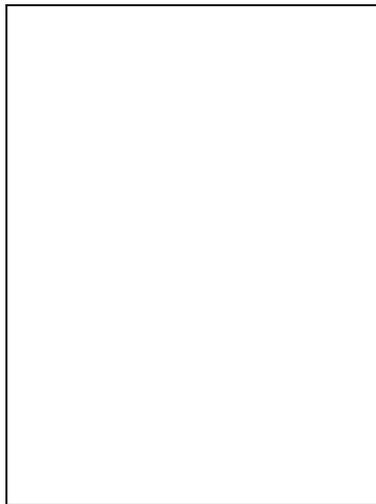
3. Desmonte las aletas delanteras
- .
4. Quite la puerta del vehículo
5. Quite las bisagras de la fábrica.
6. Examine los cables eléctricos y cerciőrese de que son suficientemente largos para que la puerta haga su movimiento verticalmente. Si no tienen demasiada largura para realizar el movimiento, extienda los cables hasta que tengan una medida la cual no sufran tensiones al estar la puerta abierta.



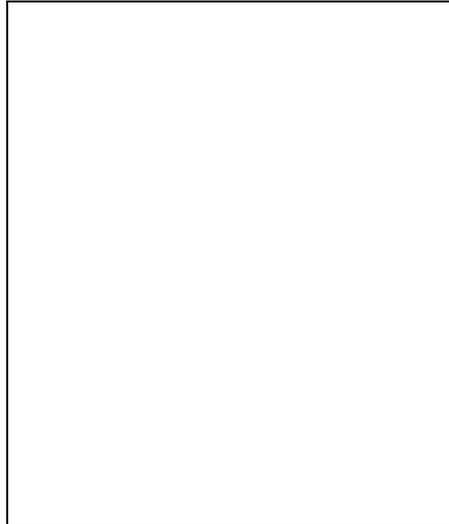
7. Con la ayuda de otra persona, coloque la puerta en su posición cerrada. Esto le dejará saber cómo la bisagra necesita trabajar y dónde necesita ser montada de modo que funcione la puerta correctamente.
8. Coloque la bisagra en la posición que coincidan los agujeros de la bisagra con los agujeros que tiene la carrocería (donde estaban ancladas las bisagras originales)



9. Una la puerta al vehículo con la bisagra nueva y, con la ayuda otra persona, levante temporalmente la puerta arriba y abajo cerciorarse de que todo alinea correctamente y que nada este de pegando con algún otro objeto.
10. Coloque el amortiguador presurizado de gas en los agujeros que están provistos para ello en las dos partes de la bisagra. Esto levantará la puerta y la guardará de caer cuando se está subiendo dentro y fuera de su vehículo.



11. Conecte los cables que van a la puerta.
12. Pruebe la operación de la puerta. Cerciórese de que el amortiguador de gas sea bastante fuerte para llevar a cabo el peso de la puerta, y pruebe que el mecanismo cierra correctamente. Cerciórese de que todo esté colocado en correctas condiciones y que no hay holguras. Con el tornillo inferior ajuste la puerta en su posición.



13. Repita para la otra puerta. Esto será más fácil e irá mucho más deprisa.

14. Monte de nuevo aletas y paragolpes delantero.

Normativa que afecta

La normativa relativa a las nuevas bisagras esta recogida en el Manual de Reformas, en el artículo:

Ar 8.51: Modificaciones que afecten a la carrocería del vehículo

Documentación exigible.

- Proyecto técnico y certificado de ejecución de obra (contenido mínimo)
- Informe favorable del fabricante o de su representante debidamente acreditado o del Laboratorio oficial acreditado en España.
- Certificado del Taller que hace la reforma.

Se ha comprobado que las modificaciones realizadas en el vehículo no han creado un aumento significativo de su peso, como puede comprobarse.

5.4.2.9 Sustitución de faros delanteros.

Descripción técnica.

Los faros en un vehículo son parte fundamental de la estética del conjunto del vehículo y también es un elemento importante de seguridad. Nos permite ver mejor en la carretera y, también, ser vistos.

En el caso de unos faros diferentes a los de serie (con fondo negro, angel eyes, leds...), pero con bombillas halógenas convencionales, y en todo caso solo se podrán inscribir en ficha técnica aquellos faros que lleven grabada sobre su tulipa la correspondiente CONTRASEÑA DE HOMOLOGACIÓN.

Los faros de alumbrado que se sustituyan deberán estar homologados por el fabricante y deben tener grabados los códigos de homologación. El alumbrado de carretera nunca podrá tener más de 75 puntos de índice de luminosidad.

Se pueden añadir 2 faros más de alumbrado de carretera siempre que el índice de luminosidad de los 4 faros no supere los 75 puntos.

No se pueden tintar parcial o totalmente los faros ni colocar pestañas o cualquier otro elemento que interfiera en el haz de luz. Las pestañas en los faros rompen su homologación si afectan a su función.

No se pueden instalar los kits xenón ya que los faros vienen preparados para luces halógenas y no de xenón. Cambiar o modificar los proyectores o el sistema de alumbrado de carretera está considerado como una reforma de importancia 9.2 *“Modificación o sustitución de cualquier elemento, dispositivo, sistema, componente o unidad técnica independiente de alumbrado y señalización, en cuanto a ubicación o características”*, circunstancia que ha de estar recogida en la TIT, para ello el grupo óptico ha de disponer de un regulador de altura automático y de un dispositivo de limpieza de faros siguiendo las directrices del Reglamento CEPE/ONU N°45.-

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

No se pueden colocar neones u otro tipo de luces en el exterior del vehículo ni en los bajos aunque estén desconectados de la batería ni luces tipo coche fantástico, dado que la reforma 9.1 del MRV dicta *“Adición de cualquier elemento, dispositivo, sistema, componente ó unidad técnica independiente de alumbrado y señalización”* y el artículo 15 del Reglamento General de Vehículos, en su apartado 5 establece que “no se instalarán en los vehículos más luces que las autorizadas en el presente Reglamento, prohibiéndose expresamente el uso de pinturas o dispositivos luminosos o reflectantes no autorizados...”.

No se consideran reforma la instalación de faros de trabajo, los rotativos o destellantes propios de la señalización luminosa específica para servicios especiales o propios de vehículos prioritarios, vehículos especiales.

Es vital que los pilotos, sean de la clase que sean (JDM, Kuoki, Lexus, de leds...), cumplan con los colores prescritos en el manual, especialmente los indicadores de dirección (intermitentes), que han de ser obligatoriamente de color AMARILLO AUTO, léase, naranja o ámbar.

Elementos sustituidos:

Se han sustituidos los faros delanteros originales por otros.

Elementos montados:

Se instalaran unos faros delanteros cuyo fabricante y denominación.

FAROS DELANTEROS BC CORONA Hyundai tiburón

Materiales.

Los faros delanteros instalados en el vehículo están realizados en plástico y la tulipa delantera es de cristal. La zona interior tiene partes en negro.

Formas y dimensiones:

Las piezas montadas están diseñadas para el modelo del vehículo objeto de este proyecto: HYUNDAI COUPE.

Las piezas montadas tienen las mismas características de los faros originales. Los faros instalados incluyen; luces de posición, luces de cruce y luces de largo alcance. Tienen las mismas dimensiones que los originales y el mismo peso.

El código de homologación que llevan grabado en la tulipa exterior es:

HCR 02A

04

Las bombillas utilizadas para las diferentes luces son:

- Luz de posición:
- Luz de cruce y carretera:

Modo de anclaje:

Se han respetado los sistemas de anclaje que traían por defecto las piezas originales.

El modo de anclaje de las piezas esta asegurado puesto que el fabricante ha respetado la forma y el sistema de sujeción del fabricante original del vehículo. Quedando así solidamente fijada.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Los tornillos utilizados venían con las piezas adquiridas del fabricante y son aptos para soportar los esfuerzos que dichas piezas puedan provocar en el vehículo.

Los anclajes están formados por

- 2 tornillos rosca chapa a carrocería
- 1 tornillo rosca chapa a intermitente

Normativa que afecta

La normativa relativa a los nuevos faros delanteros esta recogida en el Manual de Reformas, en el artículo:

Ar 9.2 : Modificación o sustitución de cualquier elemento, dispositivo, sistema, componente o unidad técnica independiente de alumbrado y señalización, en cuanto a ubicación o características

Con la entrada en vigor del RD 866/2010 las homologaciones de estos elementos se han disparado ya que antes la sustitución de los faros no estaban contemplados en la antigua normativa. Únicamente estaba contemplada la adición de faros. Actualmente, se realiza la homologación de los faros mediante la presentación en ITV de un Informe de Conformidad de un laboratorio acreditado en España y un certificado de montaje de un taller.

El único requisito que debe cumplir los faros es que deben poseer contraseña de homologación europea. Esta contraseña viene grabada en el mismo faro y puede verse a simple vista sobre los mismos en caso de que lo tengan. Los faros traseros tienen un requisito adicional y es que deben poseer catadióptrico.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Documentación exigible.

- Informe favorable del fabricante o de su representante debidamente acreditado o del Laboratorio oficial acreditado en España.
- Certificado del Taller que hace la reforma.

Información Adicional.

No se considerara reforma la instalación de repuestos o recambios.

Se ha comprobado que las modificaciones realizadas en el vehículo no han creado un aumento significativo de su peso, como puede comprobarse.

5.4.2.10 Sustitución de faros traseros

Descripción técnica.

Antes de la entrada en vigor del Real Decreto 866/2010 de 2 de Julio, la sustitución de los grupos ópticos traseros de un vehículo estaba permitida con el único requisito de que el grupo instalado estuviera debidamente homologado, si bien tras la entrada en vigor de la mencionada norma, establece que la adición, la modificación o la sustitución de estos ha de estar autorizada por la ITV con la correspondiente anotación de la reforma en la tarjeta ITV.

Uno de los requisitos básicos y primordiales que deben cumplir unos pilotos traseros es que EL COLOR de todas sus bombillas esté acorde con lo estipulado en el Real Decreto 736/1988:

Elementos sustituidos:

Se han sustituidos los faros traseros originales por otros.

Elementos montados:

Se instalaran unos faros traseros cuyo fabricante y denominación.

FAROS TRASEROS BC CORONA Hyundai tiburón Black

Materiales.

Los faros traseros instalados en el vehículo están fabricados, tanto la zona interior, trasera y la tulipa, en plástico.

Formas y dimensiones:

Las piezas montadas están diseñadas para el modelo del vehículo objeto de este proyecto: HYUNDAI COUPE.

Las piezas montadas tienen las mismas características de los faros originales. Los faros instalados incluyen; luces de posición, luces de freno, luces de intermitencia, luz de marcha atrás y antiniebla trasero. Tienen las mismas dimensiones que los originales y el mismo peso.

El código de homologación que llevan grabado en la tulipa exterior es:

		E11
2^a	AR	→
01	00	0636
R-S1	IA	
02	02	

Las bombillas utilizadas para las diferentes luces son:

- Luz de posición y freno:
- Luz de intermitencia:
- Luz de marcha atrás:
- Luz antiniebla trasera:

Modo de anclaje:

Se han respetado los sistemas de anclaje que traían por defecto las piezas originales.

El modo de anclaje de las piezas esta asegurado puesto que el fabricante ha respetado la forma y el sistema de sujecion del fabricante original del vehículo. Quedando así solidamente fijada.

Los tornillos utilizados venían con las piezas adquiridas del fabricante y son aptos para soportar los esfuerzos que dichas piezas puedan provocar en el vehículo.

Los anclajes están formados por:

- 3 tornillos rosca chapa a la carrocería.

Normativa que afecta:

La normativa relativa a los nuevos faros traseros esta recogida en el Manual de Reformas, en el artículo:

Ar 9.2 : Modificación o sustitución de cualquier elemento, dispositivo, sistema, componente o unidad técnica independiente de alumbrado y señalización, en cuanto a ubicación o características

Con la entrada en vigor del RD 866/2010 las homologaciones de estos elementos se han disparado ya que antes la sustitución de los faros no estaban contemplados en la antigua normativa. Únicamente estaba contemplada la adicción de faros. Actualmente, se realiza la homologación de los faros mediante la presentación en ITV de un Informe de Conformidad de un laboratorio acreditado en España y un certificado de montaje de un taller.

Uno de los requisitos básicos y primordiales que deben cumplir unos pilotos traseros es que el color de todas sus bombillas esté acorde con lo estipulado en el Real Decreto 736/1988:

El único requisito que debe cumplir los faros es que deben poseer contraseña de homologación europea. Esta contraseña viene grabada en el mismo faro y puede verse a simple vista sobre los mismos en caso de que lo tengan. Los faros traseros tienen un requisito adicional y es que deben poseer catadióptrico.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Documentación exigible.

- Informe favorable del fabricante o de su representante debidamente acreditado o del Laboratorio oficial acreditado en España.
- Certificado del Taller que hace la reforma.

Información Adicional.

No se considerara reforma la instalación de repuestos o recambios.

Se ha comprobado que las modificaciones realizadas en el vehículo no han creado un aumento significativo de su peso, como puede comprobarse.

5.4.2.11 Sustitución de asientos delanteros

Descripción técnica.

Los asientos de competición o baquets son un tipo de asiento que tiene unas características algo diferentes a los asientos originales que puede llevar un vehículo salido de fabrica. Principalmente los baquets se instalan en vehículos de carreras y vehículos deportivos o de alta gama, ya que tienen un aspecto estético más bonito que un asiento de serie.

Los asientos de competición FIA o baquets se utilizan en competiciones automovilísticas, y tienen que ser homologados FIA, es decir tienen que cumplir la normativa FIA. Cuando la homologación se caduca se pueden usar en competiciones menores o incluso instalar en turismos de calle, solamente cuando el coche se homologue como coche de competición.

Los asientos tuning o semibaquets en este caso, no son validos para uso en competición porque no están homologados FIA, pero si es posible su uso en coches de calle porque son homologables, es decir, a pesar que tienen la homologación europea ECE, en España se ha de homologar su uso en los coches de calle.

Se ha de tener en cuenta que incluso unas fundas en un asiento con airbag están alterando el comportamiento de este, ya que estamos delante de un componente que para su fabricación controla hasta la tensión de sus costuras para asegurar que en caso de impacto el airbag se dispare en sus tiempos de diseño que viene a ser entorno a milisegundos. (hay vehículos que llevan de serie asientos deportivos con airbag, Renault Clio sport con asiento recaro)

- Un asiento homologado es legalizable siempre y cuando se mantengan las guías y elementos de fijación de los asientos al suelo originales y el tercer punto de fijación del cinturón de seguridad.
- Los asientos de competición tipo baquet y sus guías y elementos de fijación al suelo disponen de homologación FIA según Anexo J (Normativa de seguridad en Rallyes) lo cual los autoriza para montar y utilizar en vehículos homologados

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

para rallye y en competiciones autorizadas. Esta homologación FIA no es válida para vehículos convencionales, con lo que no se puede homologar asientos de competición tipo Baquet en vehículos de calle, sólo si se pasan a rallye, previa instalación de barras antivuelco, etc.

Elementos sustituidos:

Se sustituirán los asientos delanteros originales del vehículo por unos semibaquets reclinables.

Elementos montados:

Los asientos a instalar son:

Marca: SPARCO

Denominación comercial: TORINO O MILANO

Asiento tipo: 00941

Estos asientos están fabricados para uso en vehículos de categoría M1

Se ha comprobado la homologación CE de los mismos que incorpora cada asiento. Se adjunta el informe técnico de homologación del fabricante.

Materiales.

Los nuevos asientos instalados están fabricados con un chasis tubular de acero y espuma para dar forma a las diferentes partes. Esta acabado en piel negra.

Se tapizaran enteros en piel beige y roja para mejorar su estética,

Formas y dimensiones:

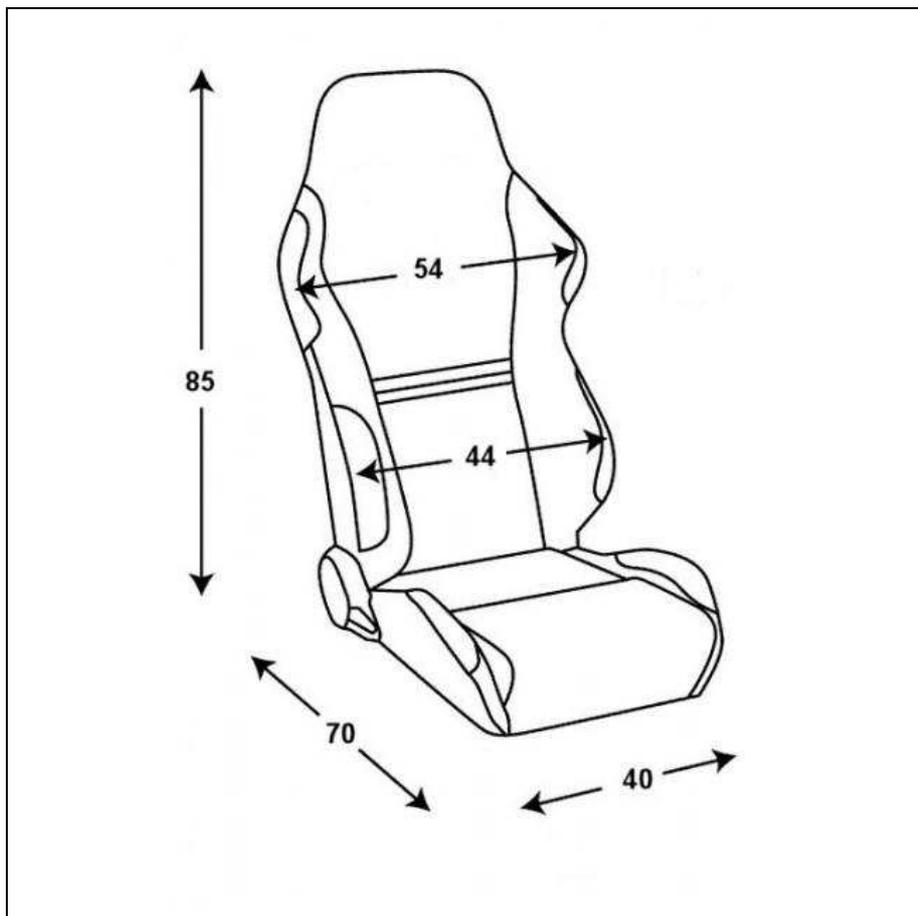
Los asientos tienen unas dimensiones similares a los asientos originales, con sistema de inclinación para el acceso a las plazas traseras.

Los asientos tienen integrado en reposacabezas (que no es ajustable)

También debemos tener en cuenta que, en el vehículo que se instalan los asientos, dichas guías deben permitir el abatimiento de los asientos, para el correcto acceso de los ocupantes de las plazas traseras.

Los asientos originales no incorporaban sistema de airbag, y los montados tampoco lo llevan.

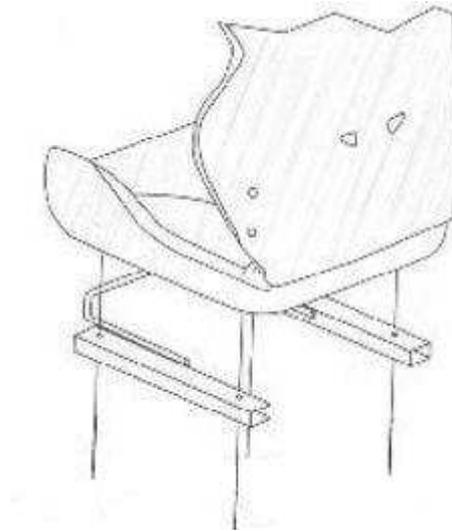
Estas son las medidas del asiento que se ha instalado en el vehículo.



Modo de anclaje:

Para la sustitución de los asientos, se desmontaran los originales y se anclaran los nuevos. Se respetaran los anclajes originales del vehículo. No siendo necesario por tanto calculo de esfuerzos ni de sujeciones.

El anclaje original permite la sustitución sin verse comprometidas la sujeción y dureza del mismo al vehículo. Quedando así solidamente fijados.



El anclaje se realiza a través de 4 tornillos que irán roscados a la carrocería.

Normativa que afecta

La normativa relativa a los asientos delanteros esta recogida en el Manual de Reformas, en el artículo:

Ar 8.10 : Reformas que afecten a la acondicionamiento interior del vehículo.

La reforma de importancia 8.10 se define como la “sustitución de asiento por otro distinto”, en esta reforma también se incluye cualquier modificación sobre el asiento original que altere su homologación inicial o la de sus anclajes.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Cuando el cambio de asiento implique aumento o disminución de plazas se tramitará conjuntamente la reforma 8.1 “Reducción de plazas de asiento” y 8.2 “Aumento de plazas de asiento”. Se considerará que hay una «plaza de asiento» si el vehículo dispone de anclajes para asiento accesibles, por accesibles se entenderán los anclajes que pueden ser utilizados. Para que unos anclajes no sean accesibles, el taller que ha realizado la reforma deberá impedir físicamente su uso, por ejemplo, soldando encima unas placas que los cubran o instalando unas piezas permanentes similares que no puedan quitarse utilizando herramientas disponibles normalmente.

Por tanto:

- El cambio de asientos viene tipificada como reforma 8.10 y solo se podrán montar aquellos que estén homologados por el fabricante. Deberá de estar anclado a los anclajes originales, y en el caso de tener que adaptarlos se realizará mediante tornillería, nunca sobre soldadura.
- Si un vehículo va equipado en el asiento con airbag en su interior, no podrá ser sustituido.

Documentación exigible.

- Proyecto Técnico y Certificado final de Obra.
- Informe favorable del fabricante o de su representante debidamente acreditado o del Laboratorio oficial acreditado en España
- Certificado del Taller que hace la reforma.

Se ha comprobado que las modificaciones realizadas en el vehículo no han creado un aumento significativo de su peso, como puede comprobarse.

5.4.2.12 Sustitución de silencioso trasero.

Descripción técnica

La sustitución del silencioso trasero del vehículo se puede realizar por varias causas. Una de ellas es la mejora del sistema de escape, aunque modificando solamente el escape trasero no se notara ninguna mejora sustancial. Otra de las razones para cambiar el escape trasero puede ser por estética sonora; ya que al cambiar el escape el coche sonara mas ronco. Para esta razón de cambio hay que tener cuidado, ya que existe un limite de sonoro admisible como veremos un poco mas adelante.

El artículo 11.19 del Reglamento General de Vehículos, dicta que “Los vehículos a motor deberán cumplir lo establecido en las correspondientes disposiciones sobre emisión de humos, gases contaminantes, ruidos y compatibilidad electromagnética, de acuerdo con lo dispuesto en la reglamentación que se recoge en el anexo I”.

La Directiva 70/157/CEE establece que para vehículos destinados al transporte de menos de 9 personas incluido el conductor y peso inferior a 3500kg el nivel sonoro admisible ha de ser inferior a 82Db, medidos según las condiciones expresadas en el anexo 1 de dicha directiva.

Reglamento CEPE/ONU N°26 estipula que la cola del escape de un vehículo M1, si sobresale de la defensa trasera más de 5mm ha de tener un radio de curvatura de 2,5mm en sus bordes, si sobresale 10mm por debajo de la línea de suelo también sus bordes han de tener un radio de curvatura de 2,5mm.

Resulta totalmente imposible homologar un escape que no venga ya de fabrica con el código de homologación grabado en la panza.

Dicho código deberá venir troquelado en la propia panza del escape.

Elementos sustituidos:

Se ha sustituido el silencioso trasero original por otro.

Elementos montados:

El silencioso a instalar esta fabricado para el vehículo objeto de este proyecto y su denominación y código de homologación son los siguientes:

Fabricante: DON SILENCIOSO

Marca: ROAR

código de Homologación: e9*70/157*1999/101*03*4825*02

Materiales.

El silencioso esta fabricado con:

- Chapa AISI 304 en tapas envolventes
- Hilo continuo de fibra de vidrio como aislante térmico y protección contra el fuego.

Formas y dimensiones:

El silencioso instalado esta fabricado especialmente para el modelo de vehículo HYUNDAI COUPE, tiene dimensiones y peso similar al original.

El silencioso instalado no supera el limite de nivel sonoro especificado en la norma.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Se ha aumentado respecto al silencioso original la cola de salida de escape. Aun realizado este aumento el escape no sobresale del paragolpes trasero.

Modo de anclaje:

Para la sustitución del silencioso, se desmontara el original se colocara el nuevo silencioso en los anclajes originales del vehículo cambiando la junta de unión con el tramo anterior. Ya que el nuevo silencioso tiene las mismas dimensiones y el mismo peso no es necesario por tanto el calculo de esfuerzos ni de sujeciones.

El anclaje original permite la sustitución sin verse comprometidas la sujeción y dureza del mismo al vehículo. Quedando así solidamente fijados.

Normativa que afecta.

La normativa relativa a el silencioso trasero esta recogida en el Manual de Reformas, en el articulo:

Ar 2.6 : Modificación o sustitución de las características del sistema de escape: disposición, volumen total, silenciadores, catalizador, tramo de salida.

No se considerara reforma la sustitución de silenciosos por otros que cumplan la directiva 96/20/CE o la sustitución de catalizadores por otros que cumplan la directiva 98/77/CE

Se entiende por tramo de salida el comprendido entre el ultimo silencioso y la salida.

Si esta reforma supone modificación de la potencia máxima, se tramitara además la reforma 2.9.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Documentación exigible.

- Informe favorable del fabricante o de su representante debidamente acreditado o del Laboratorio oficial acreditado en España
- Certificado del Taller que hace la reforma.

Se ha comprobado que las modificaciones realizadas en el vehículo no han creado un aumento significativo de su peso, como puede comprobarse.

5.5 Características del vehículo antes y después de la reforma.

	ANTES REFORMA
Marca	HYUNDAI
Tipo	RD
Variante	CR11
Denominación Comercial	COUPE 1.6 FX
Matricula	2485 CFX
Nº Bastidor	KMHJG31RPWU107075
Tara (kg)	1192
MTMA/MMA (Kg)	1600
MTMA/MMA 1º eje (Kg)	895
MTMA/MMA 2º eje (Kg)	770
PMR S/F C/F (Kg)	550 / 1200
Neumáticos (Nº, DIM, TIPO)	4 /205 / 50 R15
Nº Asientos	4
Clase	
Altura total (mm)	1303
Anchura total (mm)	1730
Vía anterior/posterior (mm)	1465 / 1450
Longitud total (mm)	4340
Voladizo posterior (mm)	892
Distancia eje 1º/2º (mm)	2475
Motor: Marca:	HYUNDAI
Tipo	G / G4GR
Nº Cilindros	4
Cilindrada (cm3)	1595
Potencia Fiscal (C.V.F.)	11,63
Potencial real (kW)	83
Opciones incluidas en la homologación de tipo	NEUMÁTICOS OPCIONALES: 195/60 R14
Reformas autorizadas	Cambio de matricula

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

	DESPUES REFORMA
Marca	HYUNDAI
Tipo	RD
Variante	CR11
Denominación Comercial	COUPE 1.6 FX
Matricula	2485 CFX
Nº Bastidor	KMHJG31RPWU107075
Tara (kg)	1240
MTMA/MMA (Kg)	1600
MTMA/MMA 1º eje (Kg)	895
MTMA/MMA 2º eje (Kg)	770
PMR S/F C/F (Kg)	550 / 1200
Neumáticos (Nº, DIM, TIPO)	4 /215 / 35 R18
Nº Asientos	4
Clase	
Altura total (mm)	1243/1353
Anchura total (mm)	1810
Vía anterior/posterior (mm)	1520 / 1495
Longitud total (mm)	4490
Voladizo posterior (mm)	900
Distancia eje 1º/2º (mm)	2475
Motor: Marca:	HYUNDAI
Tipo	G / G4GR
Nº Cilindros	4
Cilindrada (cm3)	1595
Potencia Fiscal (C.V.F.)	11,63
Potencial real (kW)	83
Opciones incluidas en la homologación de tipo	NEUMÁTICOS OPCIONALES: 195/60 R14
Reformas autorizadas	

CALCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD

DISTANCIA EN mm DEL CENTRO DE GRAVEDAD CON RESPECTO :
--

AL EJE TRASERO (Y)	1858
AL LADO IZQUIERDO (X)	748
AL SUELO (Z)	296

5.6 Plan de ejecución.

La reforma objeto de este proyecto ya se encuentra realizada

Valladolid, 16 de Mayo de 2012

D. Luis Obdulio Hernandez Galván
Ingeniero Técnico Industrial Esp. Mecánica
COITIM- Colegiado N^a

6. CALCULOS

ESTUDIO AERODINÁMICO HYUNDAI COUPE 1.6

FX

Para el estudio aerodinámico del vehículo es necesario conocer unos datos dimensionales originales y los datos resultantes después de la instalación de los elementos mencionados en el proyecto. Los colocaremos en esta tabla.

DIMENSIONES

Datos originales		Datos nuevos	
Ancho de vía:	1465 / 1450	Ancho de vía:	1520 / 1495
Distancia entre ejes	2475	Distancia entre ejes:	2475
Longitud total:	4340	Longitud total:	4490
Anchura total:	1730	Anchura total:	1810
Altura total:	1303	Altura total:	1240/1300
Angulo frontal:	18°	Angulo frontal:	0°
Angulo del capó:	13°	Angulo del capó:	13°
Angulo del parabrisas:	25,8°	Angulo del parabrisas:	25,8°
Angulo de ataque:	23°	Angulo de ataque:	14°
Distancia bajos- suelo:	180 mm	Distancia bajos-suelo:	

6.1 CALCULO DE MEJORA DEL COEFICIENTE AERODINÁMICO

En nuestro caso de estudio del HYUNDAI COUPE 1.6 FX. El coeficiente aerodinámico que se ha obtenido de fabrica es:

$$C_x = 0,317$$

Este coeficiente lo colocaba entre uno de los turismos con mejor coeficiente aerodinámico en su segmento calidad / precio.

Debido a las modificaciones realizadas en el vehículo y los diferentes accesorios que se instalan en el vehículo, este coeficiente se modifica basándonos según la tabla puesta a continuación:

Valores Cx para vehículos modificados

Efecto de	delta Cx: %
Reducir la altura 30mm	aprox. -5
Suavizar guardabarros	-1,-3
Ancho de ruedas	+2,+4
Abertura de ventilación	aprox. -1
Aberturas del cuerpo cerradas	-2,-5
Paneles inferiores	-1,-7
Espejos retrov. ext.	+2,+5
Aire por radiador y encend.	+4,+14
Enfriamiento de frenos	+2,+5
Ventilación interior	aprox. +1
Ventanas abiertas	aprox. +5

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Vent. de techo abierta	aprox. +2
Soporte p/tabla de surf en el techo	aprox. +40
Faros adicionales	+3,+10

Como en nuestro vehículo se ha reducido la altura respecto al suelo 60mm, se han suavizado las líneas del morro del coche y se han cambiado el ancho de ruedas.

Estas modificaciones según la tabla unas mejoran el coeficiente y otras lo empeoran:

Rebajar la altura: $-5\% = -0,01585$

Suavizado de líneas: $-1\% = -0,00317$

Ancho de ruedas: $+3\% = 0,00951$

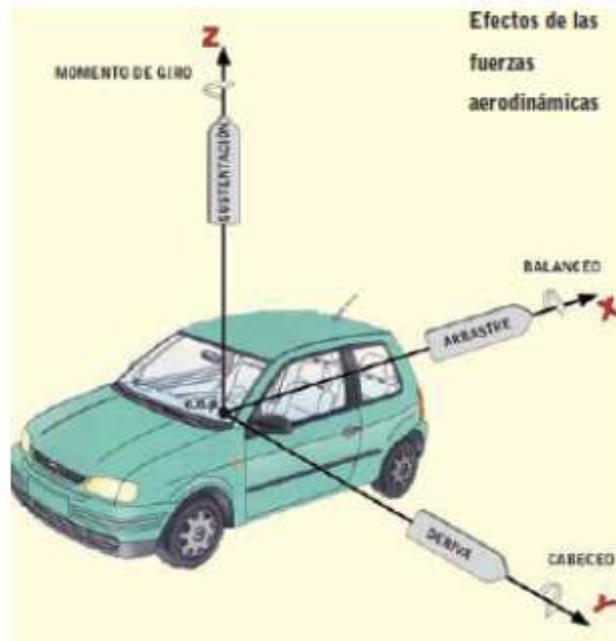
En conclusión el nuevo coeficiente aerodinámico de nuestro vehículo es:

$$C_x = 0,307$$

El coeficiente aerodinámico se ha reducido, reduciéndose así la resistencia aerodinámica y mejorando el rendimiento del vehículo.

6.2 CALCULO DE MEJORA EN LAS FUERZAS AERODINÁMICAS

Fuerzas que actúan sobre el vehículo.



Fuerzas y momentos aerodinámicos que actúan sobre el vehículo.

FUERZA DE ARRASTRE.

A la hora de llevar a cabo un estudio comparativo entre el vehículo antes y después de la reforma, denominado por ejemplo “1” y “2”, en igualdad de condiciones, se considerará ante todo que tanto la densidad del fluido que les rodea, ρ , como la velocidad a la que circulan, V , sean iguales para ambos estados. De ahí que la resistencia aerodinámica que producirán sea:

$$F_{x1} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_{x1} \cdot A_{f1} \cdot v^2$$

$$F_{x2} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_{x2} \cdot A_{f2} \cdot v^2$$

Si se junta el término $\frac{1}{2} \rho \cdot v^2$ en una variable B, se ve claramente que la resistencia aerodinámica, en igualdad de condiciones, de cada uno de los vehículos depende únicamente de su C_x y de su superficie frontal S .

$$F_{x1} = B \cdot C_{x1} \cdot A_{f1}$$

$$F_{x2} = B \cdot C_{x2} \cdot A_{f2}$$

Por ello, a la hora de comparar resistencias aerodinámicas es suficiente con comparar el coeficiente $S \cdot C_x$, cuyo uso es mucho más cómodo que el empleo de fuerzas.

Para nuestro caso, el estado 1 tiene como coeficientes:

- $C_x = 0,317$
- $S_1 = (1303 \cdot 1730) \cdot 0,85 = 1,916 \text{ m}^2$

El estado 2 tendría los siguientes coeficientes:

- $C_x = 0,307$
- $S_2 = (1243 \cdot 1810) \cdot 0,85 = 1,912 \text{ m}^2$

Al comparar los dos estados vemos que el estado 2 (después de la reforma) tiene menor resistencia al arrastre..

$$F_{x1} = B \cdot (0,317 \cdot 1,916) = 0,607B$$

$$\underline{F_{X_2}} = B * (0,307 * 1,912) = \underline{0,586B}$$

Las siguientes figuras ilustran cómo cambia el coeficiente de arrastre en función de distintos factores:

a) En función del tipo de morfología:

	Coeficiente de arrastre (C _D)	Potencia de arrastre en kW – valores medios para A = 2m ² a diferentes velocidades (v ₀ = 0) –			
		40 Km/h	80 Km/h	120 Km/h	160 Km/h
	0.15 a 0.02	0.29	2.3	7.8	18
	0.23	0.38	3.0	10	24
	0.2 a 0.25	0.37	3.0	10	24
	0.3 a 0.4	0.58	4.6	16	37
	0.4 a 0.55	0.78	6.3	21	50
	0.5 a 0.6	0.91	7.2	24	58
	0.5 a 0.7	1	7.9	27	38
Camiones, combinaciones	0.8 a 0.15	---	---	---	---
Motocicletas	0.6 a 0.7	---	---	---	---
Autobuses	0.6 a 0.7	---	---	---	---
Autobuses con líneas aerodinámicas	0.3 a 0.4	---	---	---	---

A la vista de los resultados de la tabla mostrada se comprueba que el morro redondeado en la parte frontal del vehículo ofrece valores del coeficiente de resistencia aerodinámica C_x menores así como potencias de arrastre más pequeños. Dichos parámetros se incrementan a medida que el morro adquiere un perfil con mayor número de aristas.

Para nuestro caso, vemos que nuestro vehículo puede aplicarse a la cuarta opción, dado que el coeficiente C_x esta entre 0,3 y 0,4 y las líneas son similares a la del dibujo.

b) En función del número y tipo de aristas :

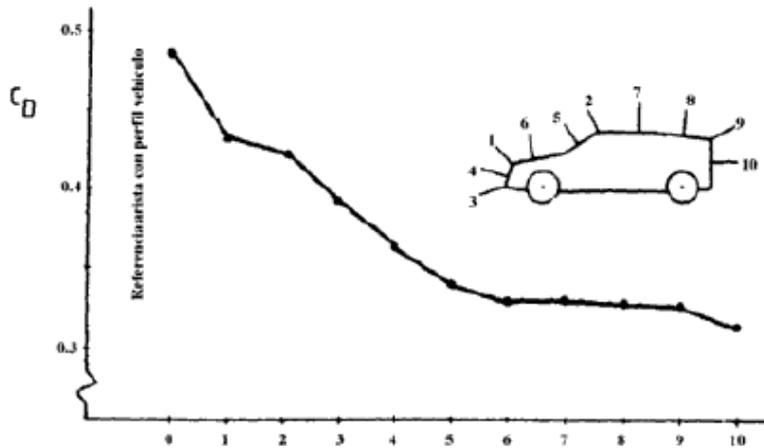


Figura 4. 23 Reducción de C_x o C_D en función del número y tipo de aristas redondeadas

Para nuestro caso el numero de aristas se ha mantenido constante después de la reforma de la carrocería. Lo que ha variado es la redondez de las aristas de la parte delantera y trasera de los paragolpes que se han estilizado para mejorar el C_x .

c) En función de las dimensiones del maletero

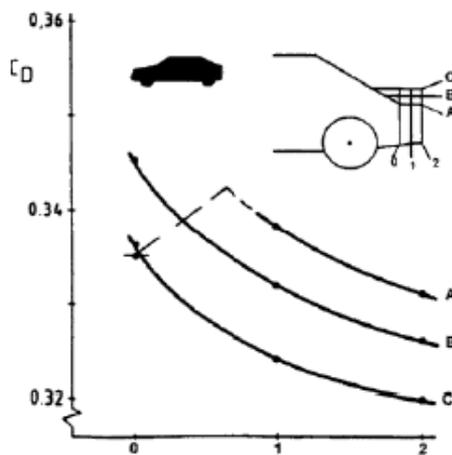
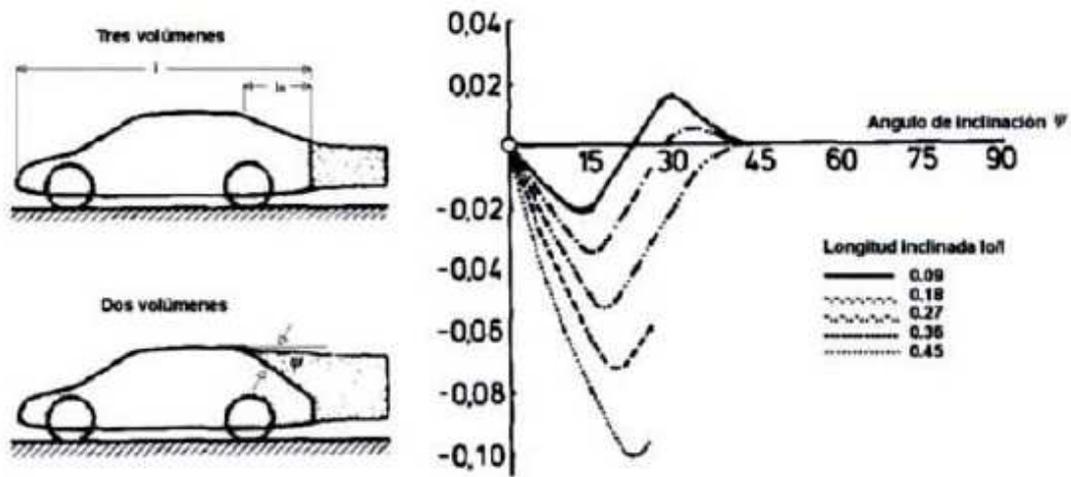


Figura 4. 24 Reducción de C_x o C_D en función de las dimensiones del maletero del vehículo.

Como se observa en la gráfica el valor del coeficiente CD es tanto más pequeño cuanto mayor es la altura del maletero y menor la distancia al extremo final del mismo.

La parte trasera del vehículo es la de mayor contribución a la fuerza de arrastre, ya que es en esta zona donde mayores turbulencias de aire se forman. La siguiente

figura muestra la influencia de la inclinación de la parte trasera del vehículo para diferentes longitudes de la zona inclinada.



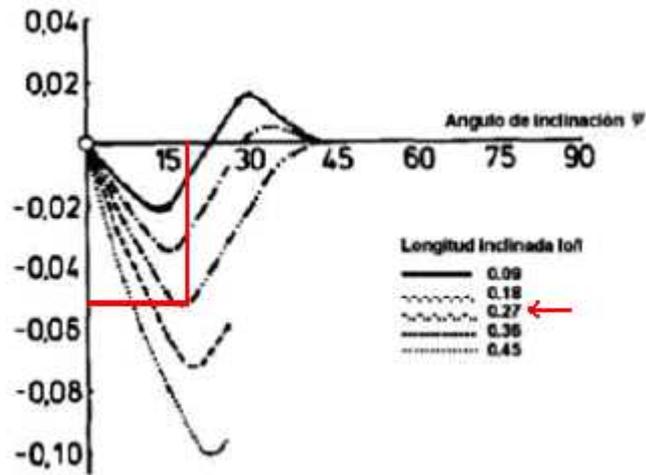
Influencia de la inclinación trasera del vehículo sobre la fuerza de arrastre.

Como se observa en la figura, conforme el ángulo de inclinación evoluciona hasta los 15° la fuerza de arrastre disminuye progresivamente. En cuanto se supera el valor de dicho ángulo, el arrastre empieza a aumentar debido a la mayor separación que se produce entre las líneas de flujo.

Para nuestro caso, los datos a aplicar son

- Ángulo de inclinación de la parte trasera = 19°
- Longitud $l = 4,490\text{m}$
- Longitud $l_0 = 1,200\text{m}$

$$L_0/l = 0,267$$



Según observamos en la tabla, nos encontramos en el punto en el cual la fuerza de arrastre debido a la inclinación de la parte trasera empieza a incrementarse pero es una de las zonas mas bajas de la tabla, lo cual indica que nuestro vehículo tiene la parte trasera con un buen coeficiente.

Momentos aerodinámicos

Momento de balanceo

El momento de balanceo M_x , es el momento resultante de las fuerzas aerodinámicas lateral F_y y de sustentación F_z respecto a la proyección del eje longitudinal sobre el plano de rodadura.

$$M_x = F_y \cdot h + F_z \cdot b$$

Donde los parámetros h y b corresponde a las distancias mostradas en la figura 4.29:

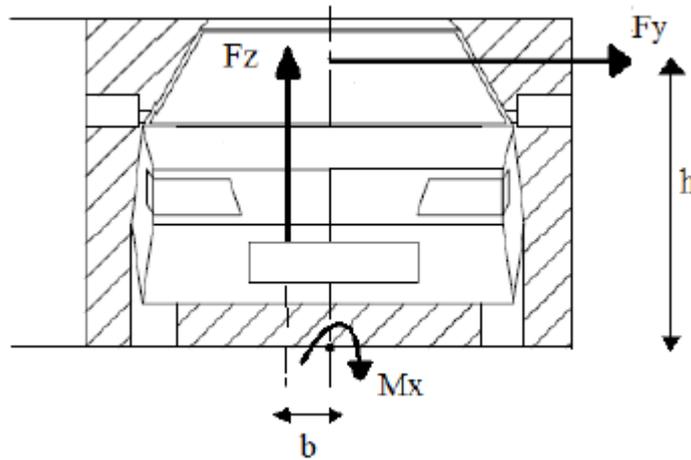


Figura 4. 29 Momento de balanceo.

El momento de balanceo tiene poca influencia sobre la estabilidad del vehículo y depende en gran parte de las propiedades de balanceo del sistema de suspensión. Este momento se puede cuantificar con la siguiente expresión:

$$M_x = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_{Mx} \cdot A_f \cdot L \cdot v^2$$

En la expresión de los momentos se utiliza, como puede observarse, el área frontal del vehículo A_f y como longitud característica suele usarse la batalla o distancia entre ejes L . El coeficiente del momento de balanceo C_{Mx} es muy sensible a los cambios de la dirección del viento tomando valores que oscilan entre 0.1 y 0.3 en vehículos de tipo turismo.

En nuestro caso este momento se ve muy poco modificado entre antes y después de la reforma, ya que el área frontal del vehículo varía muy poco y las demás constantes siguen siendo las mismas que antes de la reforma.

$$- S_1 = (1303 \cdot 1730) \cdot 0,85 = 1,916 \text{ m}^2$$

$$- S_2 = (1243 * 1810) * 0,85 = 1,912 \text{ m}^2$$

La variación de la superficie frontal sería de un -0,6%, lo que no influye sobre el momento de balanceo.

Momento de cabeceo

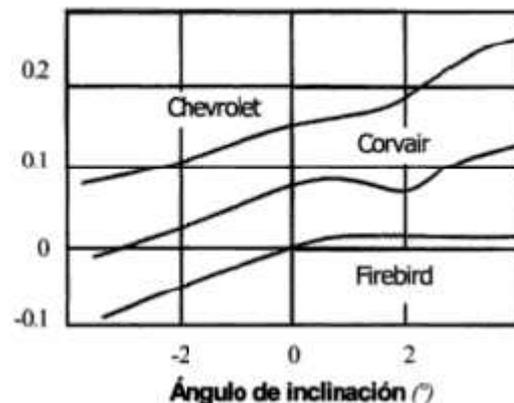
Cuando la fuerza de sustentación actúa reduciendo (o incrementando) el peso sobre los ejes, existe una reacción, debida al cabeceo del vehículo, que propicia la transferencia del peso entre los dos ejes delantero y trasero. El momento de cabeceo surge debido a que el arrastre no actúa al nivel del suelo y la fuerza de sustentación no actúa exactamente en el centro de la batalla del vehículo. El momento de cabeceo se define como:

$$M_y = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_{My} \cdot A_f \cdot L \cdot v^2$$

Donde los parámetros son los mismos que para el momento de balanceo excepto el coeficiente del momento de cabeceo C_{My} .

El momento puede trasladarse sin cambiar su efecto, por tanto no es necesario un punto de acción. Los vehículos más modernos tienen un coeficiente de momento de cabeceo en el rango 0.05 - 0.2, y es bastante sensible a la variación del ángulo de ataque del vehículo, tal y como se observa en la figura.

Coefficiente del momento de cabeceo (C_{My})



Variación de C_{My} en función del ángulo de cabeceo de la estructura del vehículo.

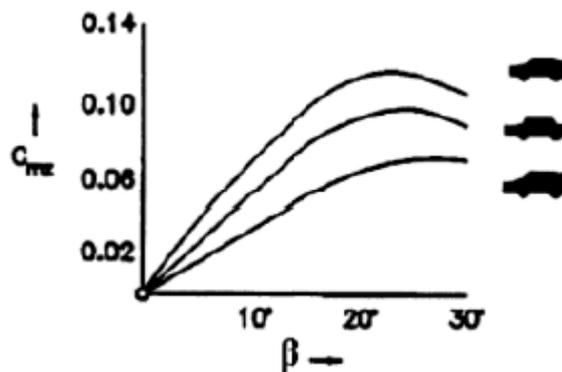
En nuestro caso el momento de cabeceo se reduce del original, ya que el ángulo de ataque del vehículo se ha reducido.

Momento de guiñada

La fuerza lateral causada por el viento lateral no actúa normalmente en el centro de la línea de batalla. A causa de este viento se crea un momento de guiñada, M_z , que puede cuantificarse como:

$$M_z = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_{Mz} \cdot A_f \cdot L \cdot v^2$$

Donde el coeficiente momento de guiñada C_{Mz} , varía con la dirección del viento, comenzando con un ángulo relativo nulo del viento y con un crecimiento lineal del ángulo de 20° .



Influencia de la forma trasera del vehículo en el momento de guiñada.

Según podemos ver en la figura anterior, en nuestro caso el coeficiente de guiñada C_{Mz} varía según el primer vehículo de la figura ya que la forma trasera del coche es similar a primera, teniendo la parte trasera redondeada.

Esto nos indica que según vaya aumentando el ángulo de inclinación del viento nuestro vehículo tiene un coeficiente de guiñada mayor.

La diferencia del momento de guiñada antes y después de la reforma no ha variado demasiado, ya que el área frontal a disminuido y la longitud total del vehículo a aumentado. Se puede decir que el momento de guiñada es el mismo antes y después de la reforma.

CONCLUSIONES DE LOS EFECTOS AERODINÁMICOS

Como hemos podido observar durante todo este apartado, al modificar el vehículo en su carrocería y en la suspensión, hemos modificado varias de las cotas que afectan a la aerodinámica del vehículo, mejorando estos efectos.

Algunos elementos de la carrocería que afectan a la aerodinámica como son los ángulos del capo, ángulo del parabrisas y ángulo de estancamiento no han sido modificados debido a que son elementos “fijos” del vehículo. Por lo tanto en este estudio no se ve afectado puesto que estos ángulos no se han modificado.

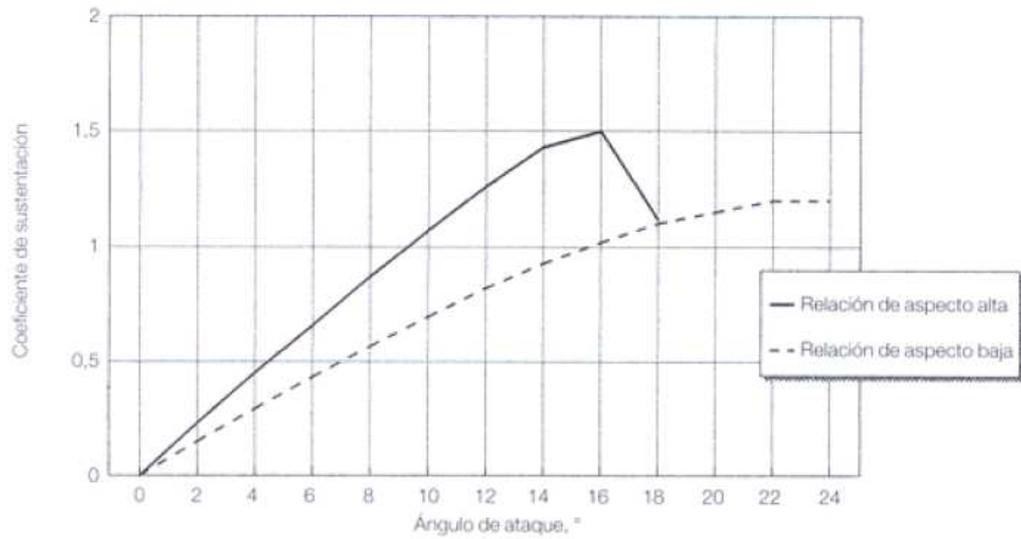
INFLUENCIA DE LOS SPOILERS DELANTERO, TRASERO Y BAJOS LATERALES.

La sustitución de paragolpes, disminuyen la distancia entre el suelo y los bajos del vehículo, lo cual tiene un doble efecto positivo como hemos visto anteriormente, reduce la resistencia aerodinámica al avance y reduce la fuerza sustentadora. El objetivo es que el aire que pase por debajo del coche sea menor.

Debido a esto, con la nueva instalación y configuración del coche se disminuye el coeficiente C_x como hemos visto, lo que disminuye la resistencia al avance, y es por ello que se consigue una disminución del consumo de combustible.

La instalación del paragolpes delantero, disminuye la distancia de los bajos al suelo y por tanto el ángulo de ataque se hace menor, por lo que como se puede ver en la grafica disminuye el coeficiente de sustentación C_z y se consigue en mejor agarre a la carretera

Homologación Reformas de Importancia en Turismo



Todas estas reformas realizadas en el vehículo han conseguido como hemos comprobado, una mayor estabilidad del vehículo y si cabe un menor consumo de combustible.

Por lo que puede determinarse que la instalación se ha realizado correctamente.

6.3 CALCULO DE LAS REACCIONES EN LOS EJES DEBIDAS A LA TARA, CARGA UTIL Y TOTAL

Con objeto de calcular las reacciones del vehículo sobre el suelo consideramos su masa total, tanto la masa suspendida como la no suspendida.

El peso propio de los ejes del vehículo debe tenerse en cuenta tanto para el calculo de la tara del vehículo como para el calculo de las reacciones sobre el suelo.

Para determinar las reacciones exteriores se utilizara las ecuaciones del equilibrio estático:

$$\Sigma M_p = 0 \quad \Sigma F_v = 0$$

De acuerdo con las indicaciones del fabricante y la ficha técnica del vehículo se tienen las siguientes restricciones:

TARA (kg)	PMA (kg)	PMA 1E (kg)	PMA 2E (kg)
1192	1600	895	770

Para el calculo de reparto de cargas se supondrán las cargas aplicadas como puntuales situadas en el centro de gravedad de cada componente y las del vehículo en sus ejes directamente aplicados.

Aplicando las ecuaciones anteriores y tomando momentos respecto del centro del eje trasero se obtiene el valor de la reacción sobre el eje delantero.

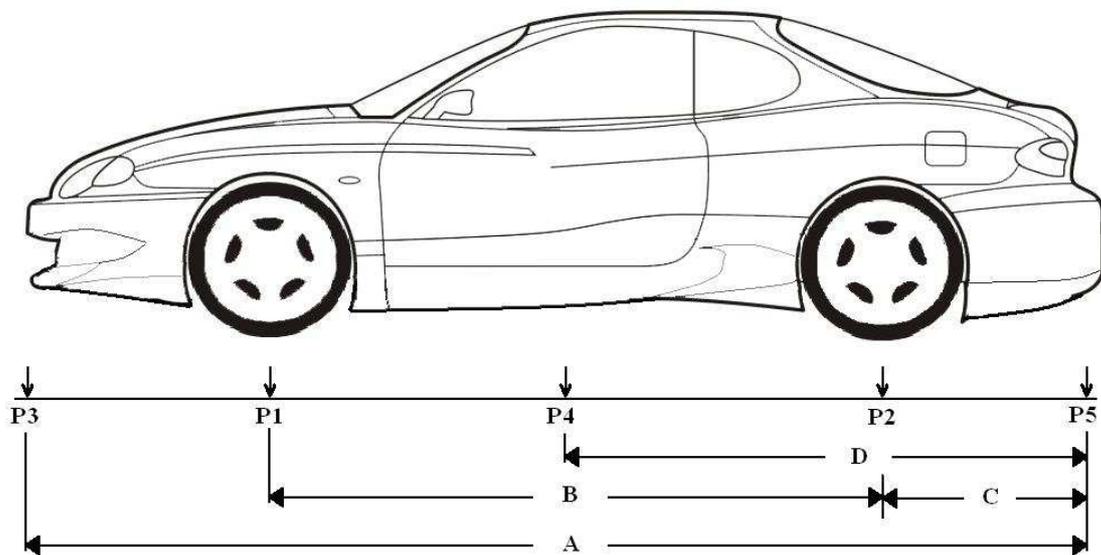
La reacción sobre el eje trasero la podemos obtener por la diferencia entre el PMA total y la reacción sobre el eje delantero.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

REACCIONES (kg) :

1er Eje = Rueda delantera (kg)	2do Eje = Rueda Trasera (kg)
895	705

Grafico acotado de la distribución de cargas.



A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	
4490	2475	900	2245	
P1 (kg)	P2 (kg)	P3 (kg)	P4 (kg)	P5 (kg)
895	770	5,4	1,2	4,2

Siendo:

P1 = peso del chasis sobre el eje delantero

P2 = peso del chasis sobre el eje trasero

P3 = peso del paragolpes delantero

P4 = peso de taloneras

P5 = peso de paragolpes trasero

6.4 Características y cálculos justificativos de Resistencia de Carrocería.

La resistencia de la carrocería del vehículo objeto de este proyecto esta asegurada. Esto es debido a:

- Los elementos o piezas instaladas en el vehículo son las originales de fabricante originario del vehículo

Se ha comprobado que dichas piezas cumplan con las condiciones de Resistencia necesarias.

Se tiene que las características de las piezas que componente la carrocería del vehículo (paragolpes y taloneras) es:

Plástico (polipropileno), $\sigma_r =$ Tensión de Tracción mínima = 4 kg/mm²

Luego las piezas poseen la resistencia adecuada para soportar el esfuerzo que dicho material debe soportar.

Conclusión: La carrocería del vehículo transformado es igual o superior a la original.

6.5 Cálculo de los esfuerzos provocados por los elementos sustituidos y cálculo de los sistemas de sujeción de dichos elementos.

Puesto que se han realizado modificaciones en los elementos se pasa a realizar los cálculos de los esfuerzos provocados, también se analiza el método de sujeción de los mismos.

ESFUERZOS PROVOCADOS: PARAGOLPES DELANTERO.

El máximo esfuerzo provocado en el elemento, considerando el caso más desfavorable posible es:

Cada elemento de sujeción (tornillo) soporte las fuerzas aplicadas sobre el elemento añadido, dichas fuerzas son las siguientes.

- Peso de la pieza
- Fuerza de Frenado del vehículo
- Fuerza Aire sobre la pieza
- Fuerza centrífuga en el vehículo.

Se considerara aplicadas todas en la misma dirección y sentido para ser así el caso más desfavorable posible.

Peso de la pieza:

$$\text{Peso pieza} = \text{masa} = m = 5,4 \text{ kg.}$$

$$F_{\text{peso}} = m * a = 5,4 * 9,8 = 52,92 \text{ N}$$

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Fuerza de frenado:

Los automóviles actuales frenan en unas distancias y en unos tiempos que vienen a suponer una aceleración cercana a 10 m/s^2 .

Partiendo de los datos que nos facilitan los fabricantes de coches, el tiempo y la distancia de frenada son:

Velocidad inicial (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (s)
60	14,1	1,72
100	39,1	2,29
120	56,1	3,40
140	75,7	3,95

Suponiendo el caso en el que:

Velocidad máxima a la que circula el vehículo: $V_{\text{maxima}} = 140 \text{ km/h} = 38,8 \text{ m/s}$

Tiempo de frenado aproximado a esa velocidad: $t_{\text{frenada}} = 3,95 \text{ segundos}$

Velocidad final (vehículo parado): $V_{\text{final}} = 0 \text{ km/h}$

Luego aplicando y sustituyendo en las formulas: $V = V_0 - at$, $F = m * a$

A frenado = $-(V - V_0) / t = -(V_{\text{final}} - V_{\text{maxima}}) / t = -(0 - 38,8) / 3,95 = 9,8 \text{ m/s}^2$

Frenado = $m * a_{\text{frenado}} = 5,4 * 9,8 = 52,92 \text{ N}$

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Fuerza aire sobre la pieza

La fuerza de arrastre es la fuerza que se opone al avance del vehículo.

La fuerza de arrastre viene determinada por:

$$F_{\text{arrastre}} = 0.5 * C_x * r * S * V^2$$

Siendo

Farrastre : Fuerza de arrastre

C_x : Coeficiente de penetración aerodinámico (indica las características aerodinámicas de la carrocería del vehículo. Las cifras normales para los turismos están entre 0,30 y 0,40) En este caso el coeficiente es 0,307 como ya calculamos anteriormente.

R: Valor de la densidad del aire = 1,29 kg/m³

S : área del elemento o pieza del vehículo

V: velocidad del vehículo en cuestión (V = 140 km/h = 38,8 m/s)

Luego

$$F_{\text{arrastre}} = 0,5 * C_x * r * S * V^2$$

$$F_{\text{arrastre}} = 0,5 * 0,307 * 1,29 * 1,8 * 38,8^2 = 536,58 \text{ N}$$

Fuerza centrífuga en el vehículo

La fuerza centrífuga es la fuerza que se opone al avance del vehículo.

$$F_{\text{centrifuga}} = m * a = m * (V^2 / R)$$

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Y teniendo en cuenta los radios especificados en la instrucción de carreteras 3.1 – I.C. , para el valor de la velocidad correspondiente a 140 km/h corresponde a un radio mínimo de 800 m.

Luego:

$$F_{\text{centrifuga}} = m * a = m * (V^2 / R) = 5,4 * (140^2 / 800) = 132,3 \text{ N}$$

FINALMENTE la fuerza total a soportar es :

$$F_{\text{total}} = F_{\text{peso}} + F_{\text{frenado}} + F_{\text{arrastre}} + F_{\text{centrifuga}} = 774,72 \text{ N} = 79,05 \text{ Kg}$$

Aplicando un coeficiente de seguridad $K = 2,5$ tendremos:

$$F = 2,5 * 79,05 = 197,63 \text{ Kg}$$

Ecuación de resistencia de Materiales: $\sigma = T / A$

Siendo:

σ_{ADM} = Tensión admisible Máxima

T = Esfuerzo ponderado solicitante

A = sección neta tornillo = $\pi * r^2$

Tomando como referencia, tornillo de diámetro 10 mm:

$$\sigma_{\text{ADM}} = T / A = 197,63 / 3,14 * 5^2 = 2,517 \text{ kg/mm}^2$$

Para tornillos ordinarios (de acero A4t)

$$\sigma_r = \text{Tensión a tracción mínima} = 333,2 \text{ N/mm}^2 = 34 \text{ kg/mm}^2 \text{ según DIN 627.}$$

Como $\sigma_{\text{ADM}} < \sigma_r$ Luego el tornillo elegido es valido.

Para plástico (Polipropileno) $\sigma_r = \text{Tensión a tracción mínima} = 4 \text{ kg/mm}^2$

Como $\sigma_{\text{ADM}} < \sigma_r$ Luego el plástico soporta la tracción.

ESFUERZOS PROVOCADOS: PARAGOLPES TRASERO.

El máximo esfuerzo provocado en el elemento, considerado el caso mas desfavorable posible es:

Cada elemento de sujeción (tornillo) soporte las fuerzas aplicadas sobre el elemento añadido, dichas fuerzas son las siguientes:

- Peso de la pieza
- Fuerza de frenado del vehículo
- Fuerza Aire sobre la pieza
- Fuerza centrífuga en el vehículo

Se consideraran aplicadas todas en la misma dirección y sentido para ser así caso mas desfavorable posible.

Peso de la pieza

Peso pieza = masa = 4,2 kg.

$$F_{\text{peso}} = m * a = 4,2 * 9,8 = 41,16 \text{ N}$$

Fuerza de frenado:

Los automóviles actuales frenan en unas distancias y en unos tiempos que vienen a suponer una aceleración cercana a 10 m/s^2 .

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Partiendo de los datos que nos facilitan los fabricantes de coches, el tiempo y la distancia de frenada son:

Velocidad inicial (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (s)
60	14,1	1,72
100	39,1	2,29
120	56,1	3,40
140	75,7	3,95

Suponiendo el caso en el que:

Velocidad máxima a la que circula el vehículo: $V_{\text{maxima}} = 140 \text{ km/h} = 38,8 \text{ m/s}$

Tiempo de frenado aproximado a esa velocidad: $t_{\text{frenada}} = 3,95 \text{ segundos}$

Velocidad final (vehículo parado): $V_{\text{final}} = 0 \text{ km/h}$

Luego aplicando y sustituyendo en las formulas: $V = V_0 - at$, $F = m * a$

$$A_{\text{frenado}} = - (V - V_0) / t = - (V_{\text{final}} - V_{\text{maxima}}) / t = - (0 - 38,8) / 3,95 = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F_{\text{frenado}} = m * a_{\text{frenado}} = 4,2 * 9,8 = 41,16 \text{ N}$$

Fuerza aire sobre la pieza

La fuerza de arrastre es la fuerza que se opone al avance del vehículo.

La fuerza de arrastre viene determinada por:

$$F_{\text{arrastre}} = 0.5 * C_x * r * S * V^2$$

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Siendo

F_{arrastre} : Fuerza de arrastre

C_x : Coeficiente de penetración aerodinámico (indica las características aerodinámicas de la carrocería del vehículo. Las cifras normales para los turismos están entre 0,30 y 0,40) En este caso el coeficiente es 0,307

R: Valor de la densidad del aire = 1,29 kg/m³

S : área del elemento o pieza del vehículo

V: velocidad del vehículo en cuestión (V = 140 km/h = 38,8 m/s)

Luego

$$F_{\text{arrastre}} = 0,5 * C_x * r * S * V^2$$

$$F_{\text{arrastre}} = 0,5 * 0,307 * 1,29 * 0,785 * 38,8^2 = 234 \text{ N}$$

Fuerza centrífuga en el vehículo

La fuerza centrífuga es la fuerza que se opone al avance del vehículo.

$$F_{\text{centrifuga}} = m * a = m * (V^2 / R)$$

Y teniendo en cuenta los radios especificados en la instrucción de carreteras 3.1 – I.C. , para el valor de la velocidad correspondiente a 140 km/h corresponde a un radio mínimo de 800 m.

Luego:

$$F_{\text{centrifuga}} = m * a = m * (V^2 / R) = 4,2 * (140^2 / 800) = 102,9 \text{ N}$$

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

FINALMENTE la fuerza total a soportar es :

$$F_{\text{total}} = F_{\text{peso}} + F_{\text{frenado}} + F_{\text{arrastr}} + F_{\text{centrífuga}} = 419,22 \text{ N} = 42,77 \text{ Kg}$$

Aplicando un coeficiente de seguridad $K = 2,5$ tendremos:

$$F = 2,5 * 42,77 = 106,94 \text{ Kg}$$

Ecuación de resistencia de Materiales: $\sigma = T / A$

Siendo:

σ_{ADM} = Tensión admisible Máxima

T = Esfuerzo ponderado solicitante

A = sección neta tornillo = $\pi * r^2$

Tomando como referencia, tornillo de diámetro 10 mm:

$$\sigma_{\text{ADM}} = T / A = 106,94 / 3,14 * 5^2 = 1,36 \text{ kg/mm}^2$$

Para tornillos ordinarios (de acero A4t)

$$\sigma_r = \text{Tensión a tracción mínima} = 333,2 \text{ N/mm}^2 = 34 \text{ kg/mm}^2 \text{ según DIN 627.}$$

Como $\sigma_{\text{ADM}} < \sigma_r$ Luego el tornillo elegido es valido.

Para plástico (Polipropileno) σ_r = Tensión a tracción mínima = 4 kg/mm²

Como $\sigma_{\text{ADM}} < \sigma_r$ Luego el plástico soporta la tracción.

ESFUERZOS PROVOCADOS : TALONERAS LATERALES.

El máximo esfuerzo provocado en el elemento, considerado el caso mas desfavorable posible es:

Cada elemento de sujeción (tornillo) soporte las fuerzas aplicadas sobre el elemento añadido, dichas fuerzas son las siguientes:

- Peso de la pieza
- Fuerza de frenado del vehículo
- Fuerza Aire sobre la pieza
- Fuerza centrífuga en el vehículo

Se consideraran aplicadas todas en la misma dirección y sentido para ser así caso mas desfavorable posible.

Peso de la pieza

Peso pieza = masa = 1,2 kg.

$$F_{\text{peso}} = m * a = 1,2 * 9,8 = 11,76 \text{ N}$$

Fuerza de frenado:

Los automóviles actuales frenan en unas distancias y en unos tiempos que vienen a suponer una aceleración cercana a 10 m/s^2 .

Partiendo de los datos que nos facilitan los fabricantes de coches, el tiempo y la distancia de frenada son:

Velocidad inicial (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (s)
60	14,1	1,72
100	39,1	2,29
120	56,1	3,40
140	75,7	3,95

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Suponiendo el caso en el que:

Velocidad máxima a la que circula el vehículo: $V_{\text{maxima}} = 140 \text{ km/h} = 38,8 \text{ m/s}$

Tiempo de frenado aproximado a esa velocidad: $t_{\text{frenada}} = 3,95 \text{ segundos}$

Velocidad final (vehículo parado): $V_{\text{final}} = 0 \text{ km/h}$

Luego aplicando y sustituyendo en las formulas: $V = V_0 - at$, $F = m * a$

$$A_{\text{frenado}} = - (V - V_0) / t = - (V_{\text{final}} - V_{\text{maxima}}) / t = - (0 - 38,8) / 3,95 = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F_{\text{frenado}} = m * a_{\text{frenado}} = 1,2 * 9,8 = 11,76 \text{ N}$$

Fuerza aire sobre la pieza

La fuerza de arrastre es la fuerza que se opone al avance del vehículo.

La fuerza de arrastre viene determinada por:

$$F_{\text{arrastre}} = 0.5 * C_x * r * S * V^2$$

Siendo

F_{arrastre} : Fuerza de arrastre

C_x : Coeficiente de penetración aerodinámico (indica las características aerodinámicas de la carrocería del vehículo. Las cifras normales para los turismos están entre 0,30 y 0,40) En este caso el coeficiente es 0,307

R: Valor de la densidad del aire = $1,29 \text{ kg/m}^3$

S : área del elemento o pieza del vehículo

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

V: velocidad del vehículo en cuestión ($V = 140 \text{ km/h} = 38,8 \text{ m/s}$)

Luego

$$F_{\text{arrastre}} = 0,5 * C_x * r * S * V^2$$

$$F_{\text{arrastre}} = 0,5 * 0,307 * 1,29 * 0,062 * 38,8^2 = 18,48 \text{ N}$$

Fuerza centrífuga en el vehículo

La fuerza centrífuga es la fuerza que se opone al avance del vehículo.

$$F_{\text{centrifuga}} = m * a = m * (V^2 / R)$$

Y teniendo en cuenta los radios especificados en la instrucción de carreteras 3.1 – I.C. , para el valor de la velocidad correspondiente a 140 km/h corresponde a un radio mínimo de 800 m.

Luego:

$$F_{\text{centrifuga}} = m * a = m * (V^2 / R) = 1,2 * (140^2 / 800) = 29,4 \text{ N}$$

FINALMENTE la fuerza total a soportar es :

$$F_{\text{total}} = F_{\text{peso}} + F_{\text{frenado}} + F_{\text{arrastre}} + F_{\text{centrifuga}} = 71,4 \text{ N} = 7,28 \text{ Kg}$$

Aplicando un coeficiente de seguridad $K = 2,5$ tendremos:

$$F = 2,5 * 7,28 = 18,21 \text{ Kg}$$

Ecuación de resistencia de Materiales: $\sigma = T / A$

Siendo:

$$\sigma_{\text{ADM}} = \text{Tensión admisible Máxima}$$

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

$T =$ Esfuerzo ponderado solicitante

$A =$ sección neta tornillo $= \pi * r^2$

Tomando como referencia, tornillo de diámetro 10 mm:

$$\sigma_{ADM} = T / A = 18,21 / 3,14 * 5^2 = 0,23 \text{ kg/mm}^2$$

Para tornillos ordinarios (de acero A4t)

$\sigma_r =$ Tensión a tracción mínima $= 333,2 \text{ N/mm}^2 = 34 \text{ kg/mm}^2$ según DIN 627.

Como $\sigma_{ADM} < \sigma_r$ Luego el tornillo elegido es valido.

Para plástico (Polipropileno) $\sigma_r =$ Tensión a tracción mínima $= 4 \text{ kg/mm}^2$

Como $\sigma_{ADM} < \sigma_r$ Luego el plástico soporta la tracción.

.

CONCLUSIÓN:

Los materiales elegidos y métodos de sujeción son aptos para realizar la reforma del vehículo.

6.6 Dimensiones y pesos del vehículo antes y después de la reforma.

No se ha producido una variación susceptible en cuanto a las dimensiones del vehículo durante su reforma, puesto que principalmente se han realizado sustitución de piezas originales por otras similares.

En cuanto al peso del vehículo si se a aumentado dado que se han incorporado los elementos de la suspensión neumática. Estos elementos se han instalado en el hueco de la rueda de repuesto, así que el peso de la rueda de repuesto se ha eliminado y se ha sumado el peso de los elementos de la suspensión.

TARA antes de reforma: 1192 kg

Accesorios añadidos y pesos:

- Calderin: 19 kg
- Compresor: 16 kg
- Electrovalvulas: 4 kg
- Tuberías, accesorios y tornillería: 9 kg

Total peso añadido: 48 kg.

TARA después de Reforma: 1240 kg

Estos datos se han incluido en el apartado “ Ficha técnica el vehículo” de este proyecto

6.7 CALCULO DE PORCENTAJE DE DIFERENCIA DE DIÁMETROS DEL VOLANTE

Vamos a calcular la diferencia de diámetros del volante original con el volante instalado. Calcularemos esta diferencia ya que anteriormente en la normativa nos explicaba que la diferencia debería ser menor de un 15% para que el volante instalado tuviera unas características y se pudiera conducir el vehículo sin ningún problema.

Estas son las medidas del volante original y el volante instalado.

VOLANTE ORIGINAL	VOLANTE MODIFICADO
37 cm	32 cm

El volante instalado es un 13,52 % más pequeño. La diferencia de diámetros entre el volante instalado y el original es menor de un 15 %. Lo cual no dificulta el manejo de los accionadores situados a la alcance del volante y la conducción como son las intermitencias, limpiaparabrisas delantero, luces de posición, cruce y largo alcance.

6.8 CALCULOS DEL AUMENTO DE RIGIDEZ EN EL SISTEMA DE SUSPENSION

El sistema de suspensión original del vehículo era un sistema McPherson de muelle y amortiguador. Con la instalación del sistema de suspensión neumática se ha cambiado el muelle por una balona neumática, cambiando así la rigidez de la suspensión del vehículo. Vamos a calcular ese incremento de rigidez.

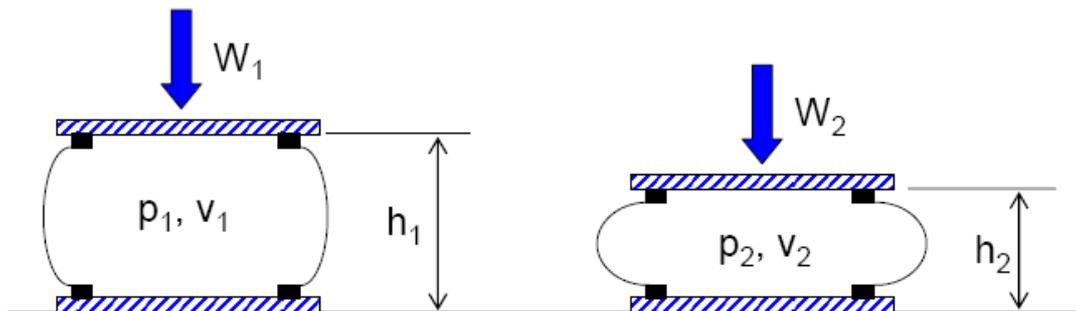
La rigidez de los muelles helicoidales que incorporaba el vehículo es la siguiente:

$$K = 220 \text{ Kgf/cm}$$

Numero de espiras 4.

RIGIDEZ:

Si comprimimos un muelle neumático, que previamente esta a una presión P_1 y un volumen V_1 , adquirirá una presión P_2 y un volumen V_2 .



Se puede considerar que el proceso de compresión de los muelles neumáticos se desarrolla sin intercambio de temperatura al exterior, por ser la compresión y descompresión muy rápida, es decir, es un proceso adiabático (sin intercambio de calor).

Una vez hallados P2 y V2, partiendo de la expresión $P \cdot V^\gamma = k$, y operando, llegamos a otra expresión que es la nueva rigidez neumática en las condiciones de volumen V2, presión P2 y superficie S2:

$$W = (p - p_a) \cdot A$$

$$K = \frac{dW}{dh} = \frac{d(p - p_a) \cdot A}{dh} = A \cdot \frac{dp}{dh} + (p - p_a) \cdot \frac{dA}{dh}$$

$$\frac{dp}{dh} = \frac{dp}{dV} \cdot \frac{dV}{dh} = -\frac{dp}{dV} \cdot A$$

$$p \cdot V^\gamma = k$$

$$dp \cdot V^\gamma + p \cdot \gamma \cdot V^{\gamma-1} \cdot dV = 0$$

$$dp \cdot V + p \cdot \gamma \cdot dV = 0$$

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{p}{V} \cdot \gamma$$

$$\frac{dp}{dh} = \frac{dp}{dV} \cdot \frac{dV}{dh} = -\frac{dp}{dV} \cdot A = \frac{p}{V} \cdot \gamma \cdot A$$

$$K = \frac{p \cdot \gamma \cdot A^2}{V} + (p - p_a) \cdot \frac{dA}{dh}$$

Rigidez dinámica

\uparrow \uparrow
Rigidez de compresión *Rigidez de forma*

Vemos que la rigidez neumática es variable, es decir, depende de la presión, del volumen adquirido y de la superficie donde se ejerce la presión.

Al comprimir la suspensión, la presión aumenta y el volumen disminuye, por lo que la constante K (rigidez neumática) aumenta.

K	Rigidez (N/m)
A	área eficaz del cojín neumático (m ²)
p	Presión absoluta (Pa)
V	Volumen total (m ³)
p _a	Presión atmosférica (Pa)
h	Altura del cojín neumático (m)
γ	Constante politrópica (1.38 para el aire en una compresión adiabática)

$$K = \frac{p \cdot \gamma \cdot A^2}{V} + (p - p_a) \cdot \frac{dA}{dh}$$

Rigidez dinámica

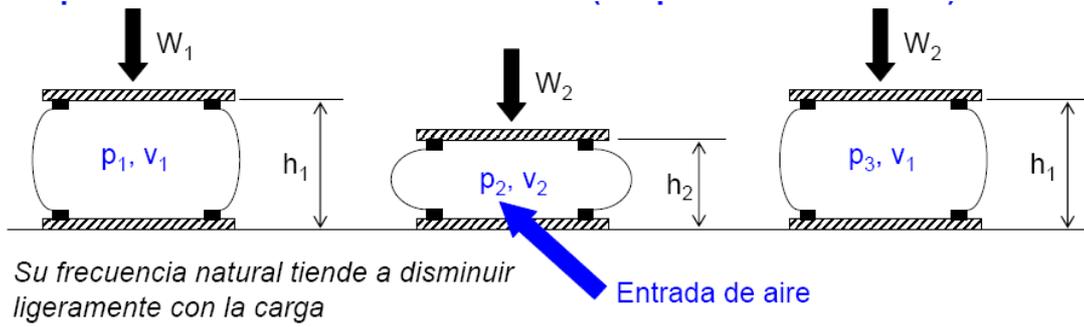
$$K = \frac{p \cdot A^2}{V} + (p - p_a) \cdot \frac{dA}{dh}$$

*Rigidez cuasi-estática
(compresión isoterma)*

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{p \cdot \gamma \cdot A^2}{V \cdot m} + (p - p_a) \cdot \frac{dA}{dh} \cdot \frac{1}{m}}$$

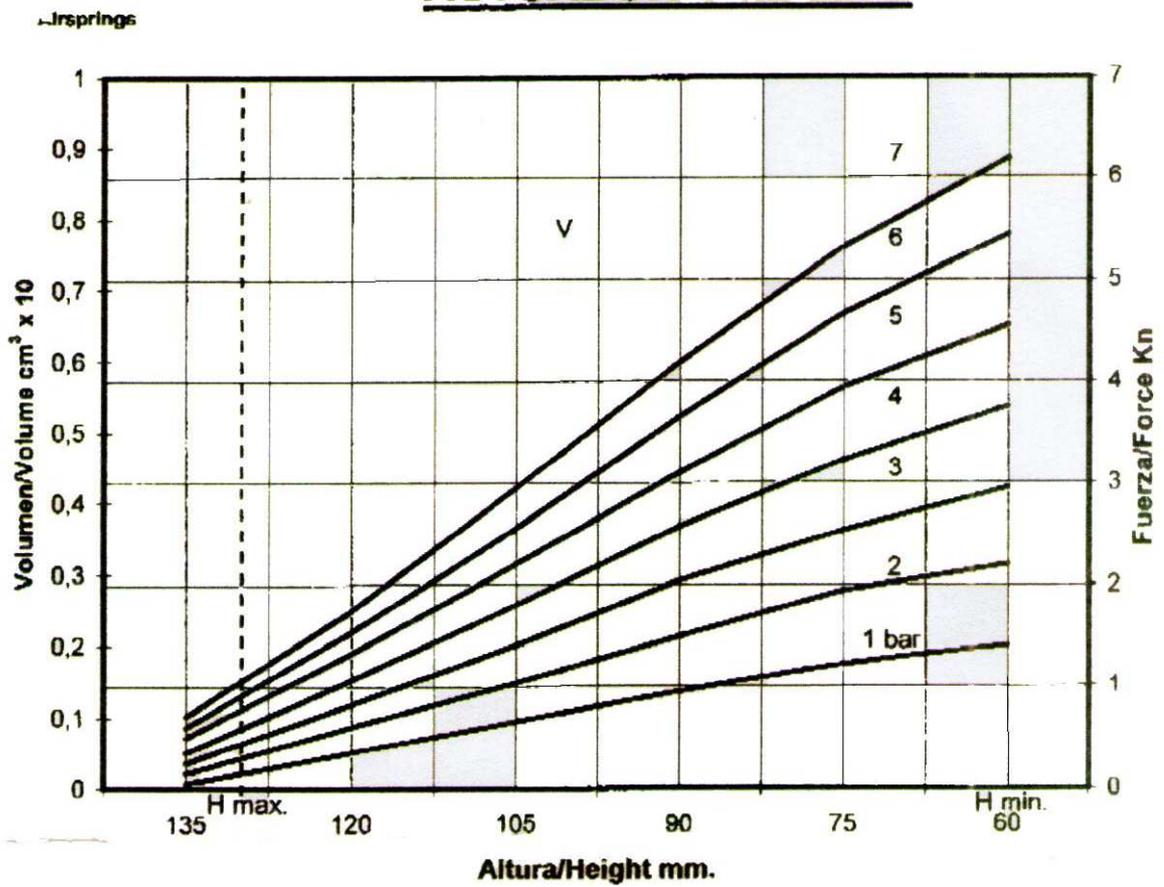
Frecuencia natural

SUSPENSIÓN CON MASA DE AIRE VARIABLE

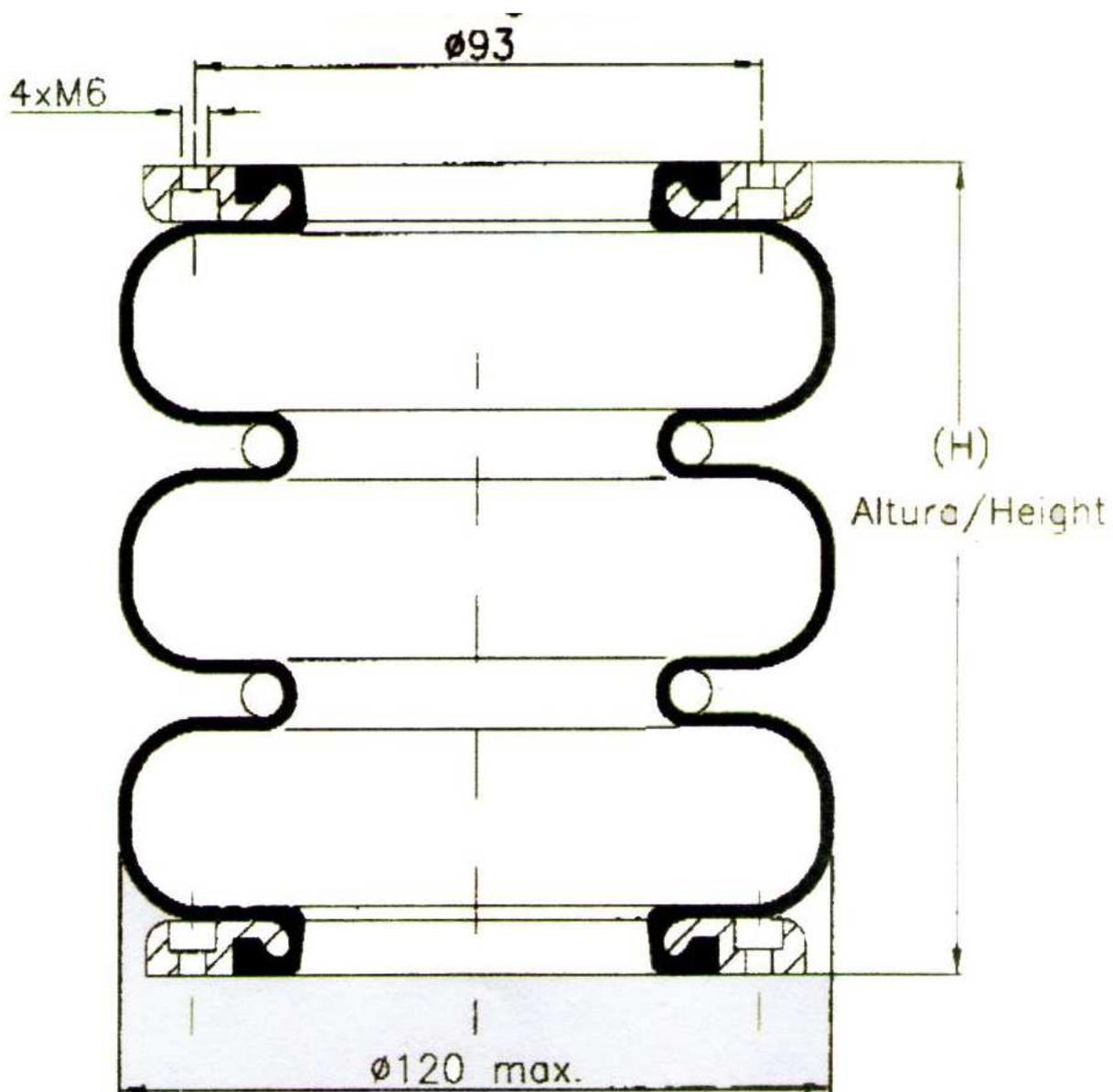


Características de los actuadores instalados en el vehículo

ACTUADOR 4 1/2 2x3E



Características de las balonas instaladas



Homologación Reformas de Importancia en Turismo

En este vehículo estudiaremos las dos posiciones básicas en las que el vehículo podrá circular, estas dos posiciones las hemos denominado

- Posición de conducción
- Posición de obstáculo.

Cada una de estas dos posiciones tiene una determinada presión en las balonas y una altura, lo que nos dará una rigidez diferente en una posición o en otra.

Para la posición de conducción tenemos los siguientes datos:

Presion de trabajo: 4 Bar

Altura de la balona (H): 65 mm

Si vamos a la tabla anterior donde nos indica la fuerza, comprobamos que para esas características, la fuerza de la suspensión es de 3,5 KN

6.9 CALCULOS DE ESTABILIDAD EN CURVA

Cuando el vehículo describe una trayectoria curva, la fuerza centrífuga, actuando sobre su centro de gravedad, a una altura h , desde la superficie de rodadura, origina un esfuerzo lateral, que debe ser compensado por las fuerzas de adherencia entre los neumáticos y el suelo, y por un momento de vuelco. Al aumentar la velocidad, se incrementaran ambos efectos por lo que el vehículo puede perder su trayectoria si la adherencia transversal es sobrepasada., o volcar, cuando la velocidad alcance ciertos valores limites.

Al aumentar el ancho de via se modifican dichos parámetros del vehículo. Para compararlo se calcula antes y después de la reforma, se toma como radio de curva 100 metros.

Antes:

$$V_{\text{lim vuelco}} = \sqrt{\frac{g \cdot R \cdot B}{2 \cdot h}} = 49,27 \frac{m}{s} = 177,37 \frac{km}{h}$$

Después:

$$V_{\text{lim vuelco}} = \sqrt{\frac{g \cdot R \cdot B}{2 \cdot h}} = 56,12 \frac{m}{s} = 187,78 \frac{km}{h}$$

g = valor de la gravedad (9,81 m/s)

R = radio de curva (100m)

B = Ancho de via (antes: 1465; después: 1520)

h = altura del centro de gravedad (antes: 296; depuse: 274)

$\mu_{y\text{max}} = 0,85$

También se calcula la velocidad límite de derrape aunque en este caso no influye el ancho de vía.

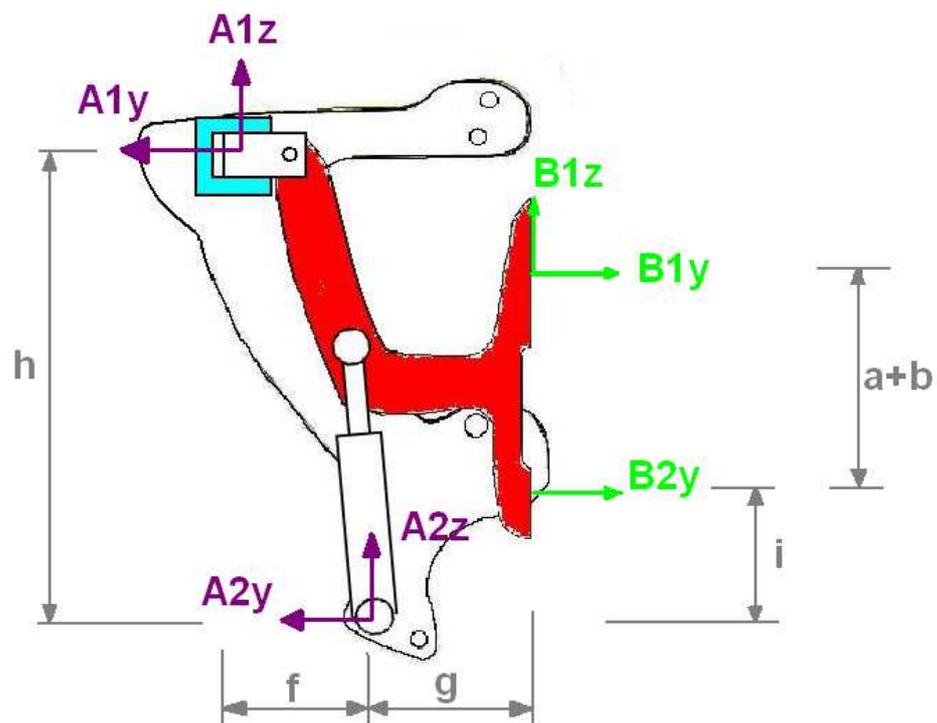
$$V_{\text{lim derrape}} = \sqrt{g \cdot R \cdot \mu_{y\text{max}}} = 28,9 \frac{m}{s} = 104 \frac{km}{h}$$

Como se observa en los resultados, se llega antes a la velocidad límite de derrape para que el vehículo pueda derrapar antes de llegar al vuelco. Este caso es para unas condiciones ideales de la vía, pero se podrían encontrar algunos factores que modifiquen dicho resultado. Uno de ellos puede ser un obstáculo con distinta altura que la superficie de la vía, por ejemplo un bordillo. En este caso, si el vehículo impacta con este obstáculo, se produciría un par que haría girar al vehículo sobre sí mismo llegando antes a volcar que derrapar. Por tanto este resultado puede verse alterado por varios factores pero se debe calcular para unas condiciones normales de circulación, aunque sin llegar a olvidar dichos factores

6.10 CALCULOS DE ESFUERZOS EN LAS BISAGRAS DE LAS PUERTAS

Calcularemos los esfuerzos que van a soportar las nuevas bisagras en dos instantes:

- Puerta apertura horizontal
- Puerta apertura vertical



$$a + b = 150 \text{ mm}$$

$$f = 65 \text{ mm}$$

$$g = 75 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$i = 75 \text{ mm}$$

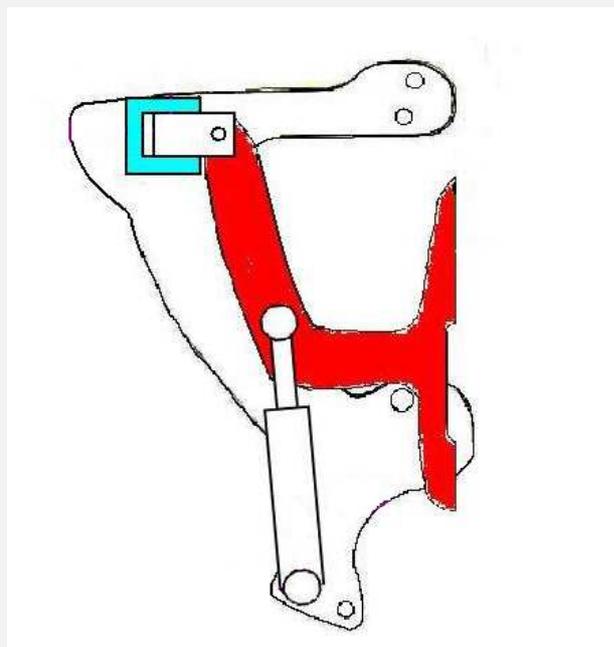
PESO PUERTA 40 Kg.

FUERZA DE AMORTIGUADOR 2500 N.

Para calcular si las bisagras nuevas pueden aguantar las fuerzas que ejerce la puerta, calcularemos sumatorio de fuerzas en los dos ejes (“y” y “z”) y un sumatorio de fuerzas.

Los puntos de calculo de los esfuerzos serán el punto superior de la bisagra (la zona en azul) la parte más importante del conjunto, ya que aquí es donde la puerta gira respecto de la horizontal y luego gira sobre la vertical. El otro punto de calculo será la parte donde descansa el amortiguador de gas. Se calculara en las dos posiciones basicas que va a tener la puerta, posición apertura horizontal y posición de apertura vertical.

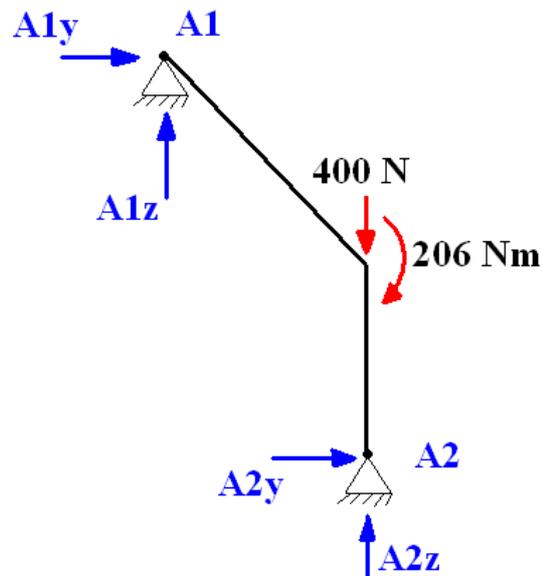
PUERTA ABIERTA POSICIÓN HORIZONTAL



Homologación Reformas de Importancia en Turismo

$$\begin{aligned} F_y = 0 & \quad B1y + B2y - A1y - A2y = 0 \\ \Sigma F_z = 0 & \quad B1z + A1z + A2z = 0 \\ \Sigma MA1 = 0 & \quad A2y * (h) - B1y * (h-i- (a+b)) - B2y * (i + (a+b)) - A2z * (f) = 0 \\ \Sigma MA2 = 0 & \quad B2y * (i) + B1y * (a+b+i) + A1z * (f) - B1z(g) - A1y * (h) = 0 \end{aligned}$$

Para el estudio de las fuerzas podemos simplificar el dibujo de arriba ya que la parte de la bisagra que va unida a la puerta están perfectamente unidas a través de 4 tornillos, lo que hace una parte única.



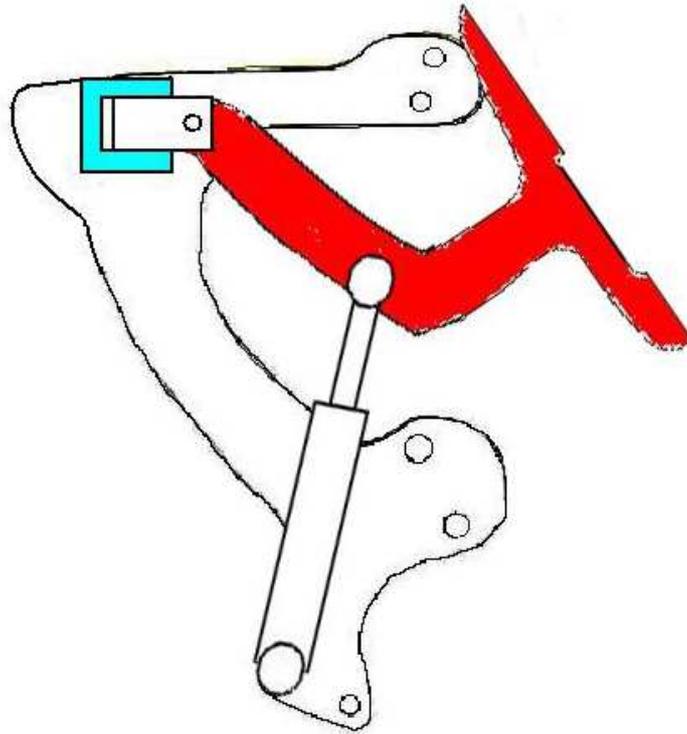
No existen fuerzas en dirección “y”, lo que solo nos quedan las fuerzas en dirección “z”

$$A1z + A2z = 400 \text{ N}$$

Las fuerzas a las que están sometidos los anclajes de las bisagras a la carrocería son soportadas correctamente por los soportes, ya que están sujetadas al vehículo a través de 4 tornillos en los agujeros originales del vehículo. Anteriormente las puertas

estaban sujetas a la carrocería con el mismo numero de tornillos, de las mismas características y en la misma parte de la carrocería.

PUERTA ABIERTA POSICIÓN VERTICAL



En la posición de apertura vertical de la puerta, la parte que deberemos estudiar es el amortiguador de gas que tenemos instalado en el vehículo.

El amortiguador que está instalado es de 2500 N, lo que nos quiere decir hará una fuerza de 2500 N en la posición de máxima apertura. El cilindro del amortiguador de gas se desplaza unos 6 cm. En esta posición de apertura vertical los soportes de las bisagras de la carrocería aguantan perfectamente las sollicitaciones ya que se aplican las mismas fuerzas que en la posición de apertura horizontal.

Podemos confirmar que las nuevas bisagras cumplen su función de apertura de las puertas y aguantan las sollicitaciones que ejercen las puertas. También cumplen la normativa de seguridad en caso de colisión lateral.

7. PLIEGO DE CONDICIONES

7.1 CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego de condiciones Técnicas constituye el conjunto de normas e instrucciones complementarias de obligado cumplimiento que se han de dar en la reforma y posterior uso del vehículo.

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

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

Cuando se incorporen equipos adicionales se incluirá, si es pertinente, el manual de instrucciones de montaje del equipamiento incorporado.

Cuando exista manual del fabricante del elemento instalado, en ningún momento se realizara operación alguna en contra de lo que el manual indique, debiendo dar constancia explícitamente de la obligación de realizar aquello que el fabricante considera como apropiado para la transformación del vehículo solicitada.

Se cumplirá estrictamente la normativa referente a Seguridad de maquinas en función de su año de fabricación por lo que a los equipos y dispositivos instalados se refiere (Real Decreto 1435/1992 BOE 297). Asimismo se deberá garantizar al usuario de las maquinas instaladas las garantías de seguridad que obliga el mercado CE y su previa declaración de conformidad del producto.

Es perceptivo sustituir los elementos del vehículo por su desgaste o mal estado, presenten riesgos para la seguridad del vehículo objeto de la reforma con el número de bastidor indicado.

Para el correspondiente estudio de viabilidad del proyecto y que se cumplen las normativas vigentes para la homologación de las reformas se utilizaran la normativa especificada en este proyecto.

7.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS

Los materiales utilizados para la reforma deben ser al menos de la misma calidad que los que tenía el vehículo antes de la misma.

En todo momento se han tenido en cuenta las calidades de los materiales empleados en la reforma del vehículo, y que son, de calidad igual o superior a la que el vehículo incorporaba de origen.

Los diferentes elementos instalados o sustituidos en el vehículo, deberán tener el marcaje CE de homologación en la unión europea. Se deberán inspeccionar antes del montaje que tiene grabado el código de homologación europeo.

Para la fijación de los tornillos se utilizarán los soportes que vienen preinstalados de fábrica en el bastidor del vehículo. Si fuera necesario realizar algún taladro para la instalación de algún elemento se realizara en lugares de gran resistencia.

Si fuera necesario desmontar alguna parte del vehículo para la instalación de algún elemento, se realizara siguiendo las instrucciones pertinentes. Se volvera a su colocación en la posición y estado que se encontraba.

MATERIALES.

A continuación se detallara los materiales utilizados para llevar a cabo la reforma.

- **PLASTICO (POLIPROPILENO).** Los elementos de carrocería que se instalaran se realizaran en este tipo de material. Si fuera necesario reparar la carrocería se utilizara este material. Las características de elección para la utilización de este material es su fácil manejo y su ligereza.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

- APAREJOS Y PINTURAS. Se utilizara una pintura bicomponente para el pintado de los elementos instalados en la carrocería. Esta pintura sera con base al agua.

Los demás materiales a utilizar vienen incluidos con las piezas instaladas y se utilizaran para la instalación de los elementos. Si fuera necesario la utilización de otro material por falta o por rotura de este, se utilizara uno de misma o mayores características. Algunos de los materiales incluidos con los elementos son:

- Tornillos, tuercas y arandelas
- Cable y material eléctrico

Si en el momento de recibir los elementos a montar en el vehículo se comprueba que no se encuentran en perfecto estado para su montaje en el vehículo, no se instalaran hasta solucionar el desperfecto o la llegada del componente nuevo.

EJECUCIÓN Y MANTENIMIENTO.

Todos los procedimientos de trabajo que vayan a llevarse a cabo para la ejecución de la reforma (taladrados, soldaduras, fijaciones, etc...) deberán ejecutarse con referencia a la normativa vigente y teniendo en cuenta los manuales y las indicaciones de los fabricantes, que son de aplicación obligatoria.

Se realizaran las pruebas que sean necesarias para confirmar el correcto funcionamiento del vehículo antes de entregarle al propietario.

Antes de cada uso del vehículo se realizara una inspección visual para comprobar que exteriormente no este dañado y este en condiciones de poder circular por las carreteras.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Una vez al mes se realizara una inspección mas completa:

- Nivel de aceite motor
- Nivel de liquido de refrigeración
- Nivel de liquido de freno
- Nivel de liquido de dirección asistida
- Presión de neumáticos

Cada tres meses de utilización se realizara una inspección y mantenimiento de la suspensión neumática:

- Inspección de las balonas
- Purgar el calderin
- Comprobación de fusibles y rele.

8. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y
SALUD

8.1 OBJETIVO

El presente proyecto se ha elaborado con la finalidad de legalizar las reformas de importancia, y en este apartado se desarrolla la evaluación de riesgos laborales de los puestos de trabajo relacionados con la realización de las citadas reformas en Talleres mecánicos, en cumplimiento con los requerimientos de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos laborales. Así como para velar por la seguridad y Salud de los trabajadores.

El Reglamento de los servicios de Prevención regula tanto la evaluación de riesgos como la planificación de la actividad preventiva en su Capítulo II (artículos del 3 al 9) quedando definida la evaluación de riesgos y a ofrecer la información necesaria para establecer las prioridades necesarias en las acciones de eliminación y control de riesgos.

Si existe normativa específica de aplicación, el procedimiento de evaluación deberá ajustarse a las condiciones concretas establecidas en la misma.

Debido a lo expuesto hasta ahora, pretende cumplir los requisitos establecidos en la ley mediante la realización de este proyecto, en el cual se evalúa la exposición de los trabajadores a agentes higiénicos (químicos, físicos y biológicos) que puedan tener un efecto negativo sobre su salud, cumpliéndose con la normativa legal vigente en cuanto al procedimiento de evaluación.

8.2 EVALUACION DE LOS RIESGOS.

- Golpes y/o Cortes producidos por maquinas con partes móviles no protegidas
- Golpes producidos por movimientos incontrolados de objetos(piezas y/o herramientas manuales)
- Caídas
- Golpes por caídas de objetos
- Contacto eléctrico
- Ruido
- Quemaduras

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

- Incendio
- Cargas o posiciones forzadas.

8.3 MEDIDAS PREVENTIVAS

Como medidas preventivas generales de un taller mecánico:

- Orden y limpieza en las zonas de trabajo
- Mantener en buen estado las herramientas
- Formación e información de los Riesgos
- Señalizar el entorno de trabajo

Esto es un Estudio Básico de Seguridad y Salud en el entorno de trabajo donde se realiza la reforma de importancia en el vehículo mencionado en el presente proyecto, por lo que Los trabajadores se acogen al Plan de Seguridad y Salud del taller donde se realiza la reforma.

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

- Frenos: circuitos, mandos y fijaciones
- Dirección: columna de dirección, circuitos, mandos, fijaciones y cinemática
- Ejes delanteros
- Ejes motrices
- Sistema de Airbag y pretensado de cinturones de seguridad
- Electrónica

En caso que un vehículo deba estar un largo tiempo inmovilizado antes de su entrega al cliente se recomienda aplicar sobre el vehículo una protección anticorrosiva temporal, así como desconectar el borne negativo de la batería. NOTA: asegurar el apriete recomendado al reconectar la batería.

Tipologías de riesgos a prevenir

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:

- 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.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

- 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.

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.

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 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, 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.

9. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

DESCRIPCION	UNIDADES	COSTE MATERIAL(€)	MANO DE OBRA(€)	TOTAL
PARAGOLPES DELANTERO	1	369,00	90,00	459,00
PARAGOLPES TRASERO	1	219,00	90,00	209,00
JUEGO TALONERAS	1	200,00	135,00	335,00
RETROVISORES	1	140,00	22,50	162,50
NEUMÁTICOS 215/35 R18	4	476,00	22,50	498,50
LLANTAS ZILLIOM ROTA	4	780,00	22,50	802,50
JUEGO SEPARADORES	2	90,00	22,50	112,50
VOLANTE CON PIÑA	1	220,00	45,00	265,00
SUSPENSIÓN NEUMÁTICA NIBBELTEC	1	2718,72	270,00	2988,72
BISAGRAS LSD	1	1000,00	180,00	1180,00
FAROS DELANTEROS	1	150,00	45,00	195,00
FAROS TRASEROS	1	116,00	45,00	161,00
ASIENTOS SPARCO	2	680,00	135,00	815,00
ESCAPE DON SILENCIOSO	1	304,38	90,00	394,38
TOTAL		7732,38	1215,00	8947,38

COSTES ADMINISTRATIVOS

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
COSTES LABORATORIO ACREDITADO	1	140,00	140,00 €
COSTES ITV	1	48,55	48,55 €
HONORARIOS DE INGENIERO	160	16,90	2704,00 €
TOTAL			2892,55 €

Presupuesto final.

El coste total asciende a:

PRESUPUESTO FINAL	11839,93€
--------------------------	------------------

Once mil ochocientos treinta y nueve con noventa y tres Euros

10. **PLANOS Y FOTOGRAFIAS DE**
MONTAJE

10.1 FOTOGRAFIAS

1. LATERAL POSICIÓN APARCAMIENTO



2. LATERAL POSICIÓN CONDUCCION



3. LATERAL POSICIÓN OBSTÁCULO



4. TRASERA



5. LATERAL DELANTERO



6. LATERAL TRASERO



7. DETALLE PERFIL DELANTERO



8. DETALLE PERFIL TRASERO



9. DETALLE LATERAL



10. DETALLE RETROVISOR



11. DETALLE FARO TRASERO



11.DETALLE FARO DELANTERO



13. DETALLE RUEDA (LLANTA Y NEUMÁTICO)



1. DETALLE ASIENTO DELANTERO



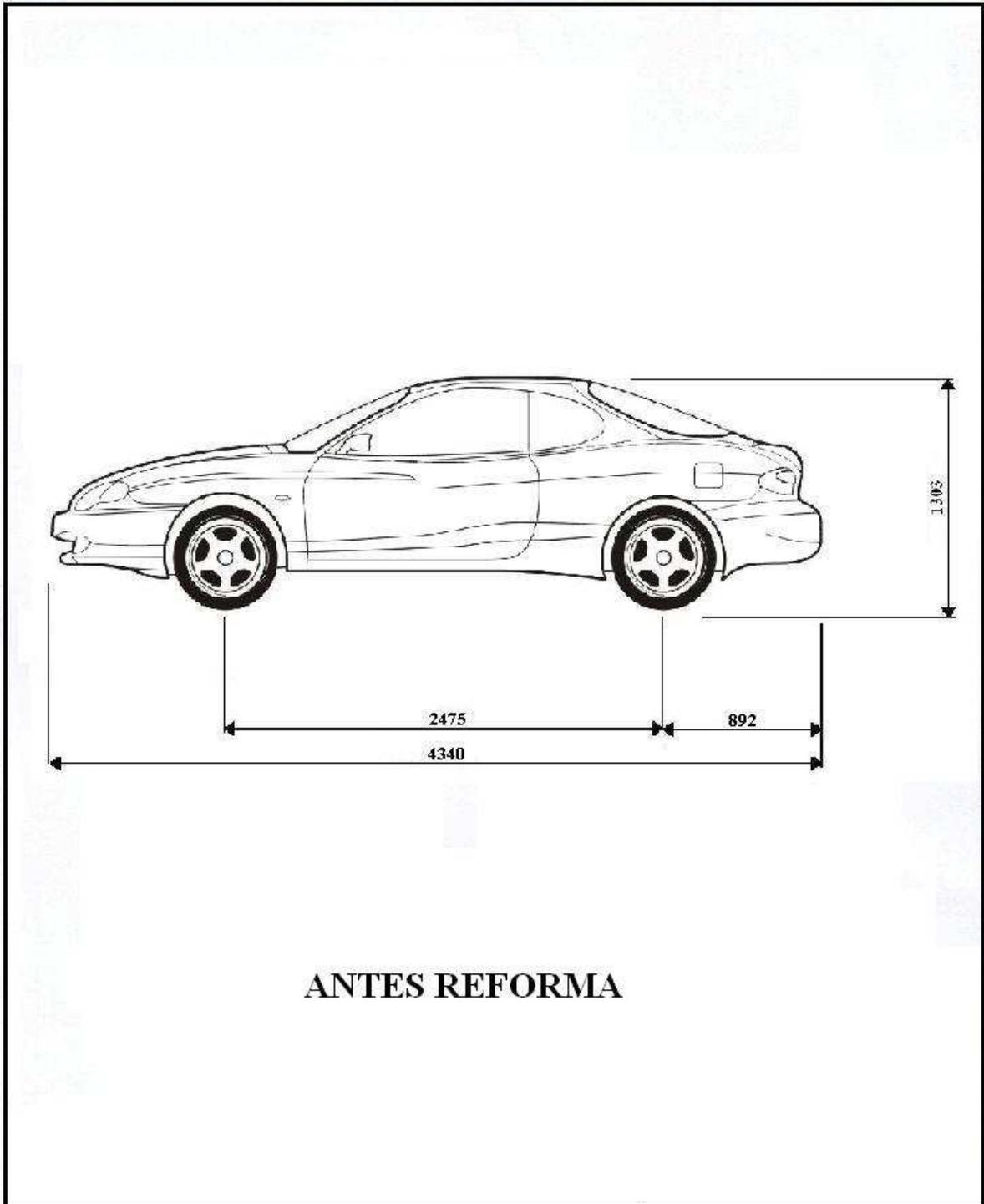
2. DETALLE VOLANTE



3. DETALLE ESCAPE



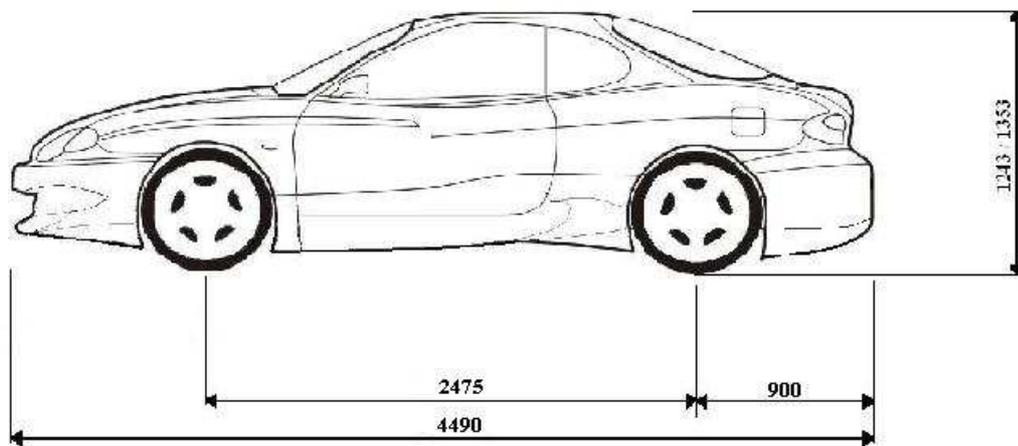
10.2 Planos



ANTES REFORMA

HYUNDAI COUPE 1.6 FX

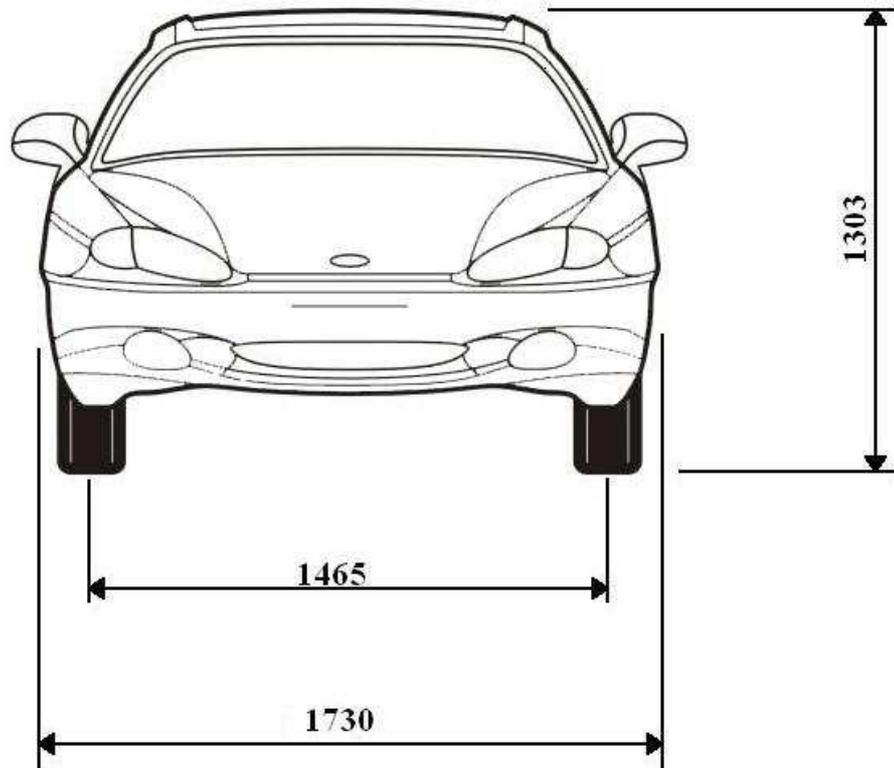
HYUNDAI COUPE 1.6 FX			
	FECHA:	NOMBRE:	PLANO DE:
DIBUJADO:	ABRIL 2012	O. HERNANDEZ	ALZADO DEL VEHICULO
COMPROBADO:			
Escala:	1 / 50	PETICIONARIO	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL:
Plano N°:	1		LUIS OBDULIO HERNANDEZ GALVAN



DESPUES REFORMA

HYUNDAI COUPE 1.6 FX

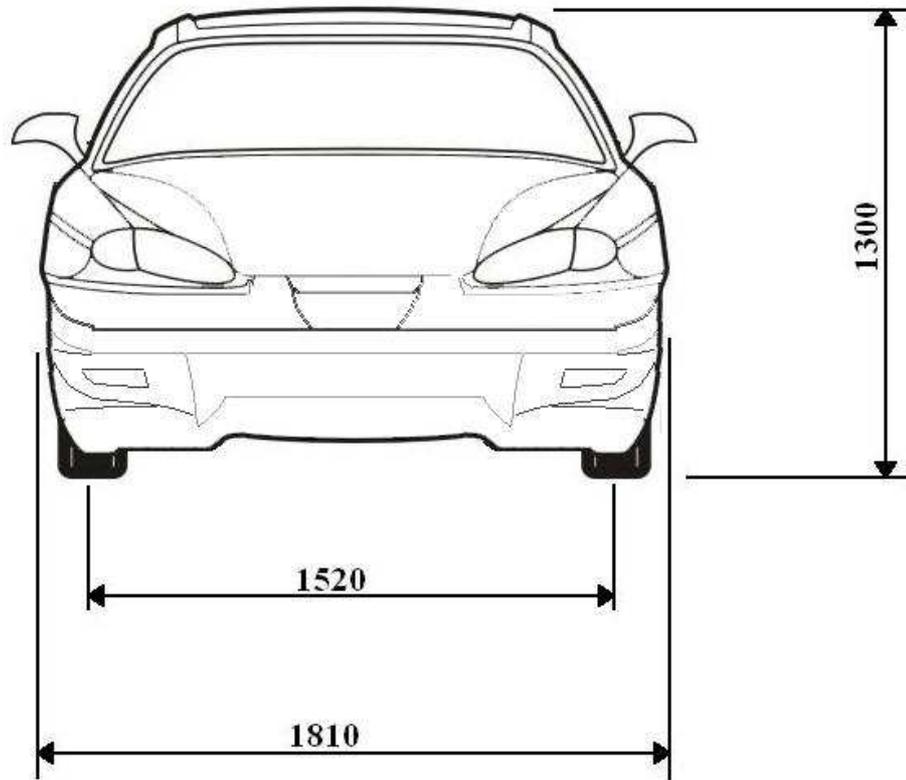
FECHA:		NOMBRE:		PLANO DE:	
DIBUJADO: ABRIL 2012		O. HERNANDEZ		ALZADO DEL VEHICULO	
COMPROBADO:					
Escala: 1 / 50		PETICIONARIO		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL:	
Plano N°: 2				LUIS OBDULIO HERNANDEZ GALVAN	



ANTES REFORMA

HYUNDAI COUPE 1.6 FX

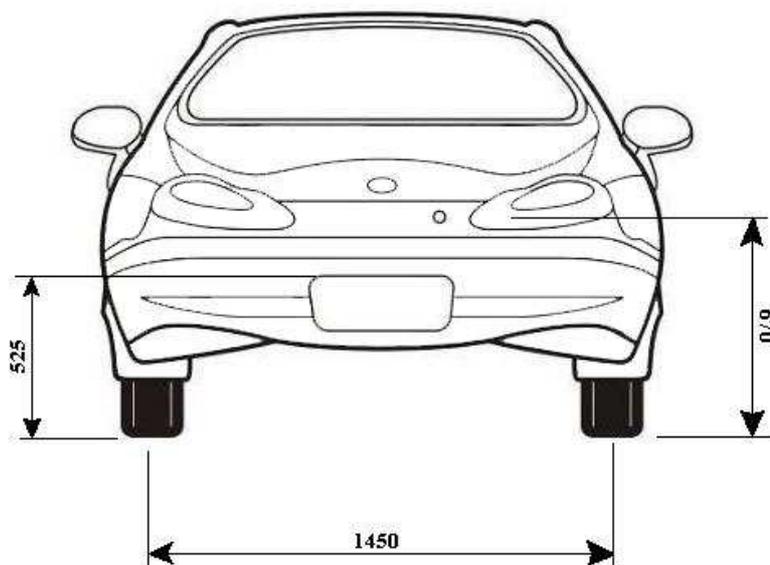
		FECHA:		NOMBRE:		PLANO DE:	
DIBUJADO:		ABRIL 2012		O. HERNANDEZ		PERFIL DEL VEHICULO	
COMPROBADO:							
Escala:		PETICIONARIO				INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL:	
Plano N°:						LUIS OBDULIO HERNANDEZ GALVAN	
1 / 20							
3							



DESPUES REFORMA

HYUNDAI COUPE 1.6 FX

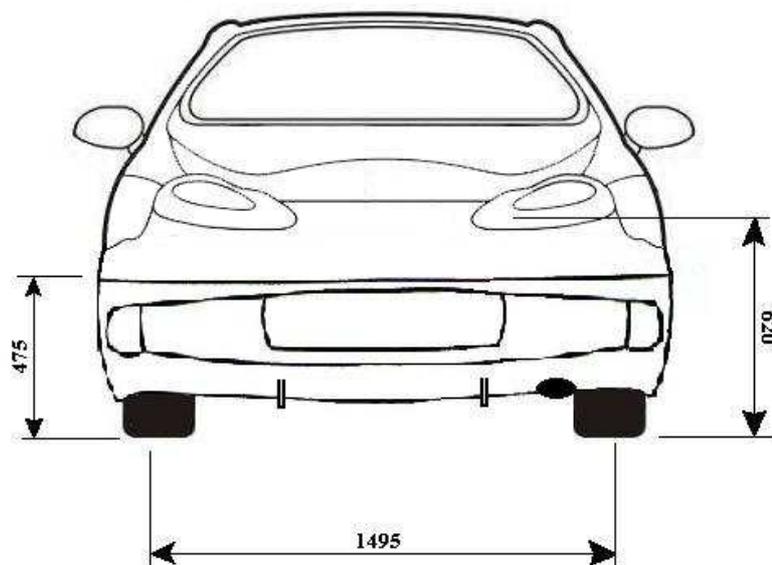
FECHA:		NOMBRE:		PLANO DE:	
DIBUJADO:		O. HERNANDEZ		PERFIL DEL VEHICULO	
COMPROBADO:					
Escala: 1 / 20		PETICIONARIO		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL:	
Plano N°: 4				LUIS OBDULIO HERNANDEZ GALVAN	



ANTES REFORMA

HYUNDAI COUPE 1.6 FX

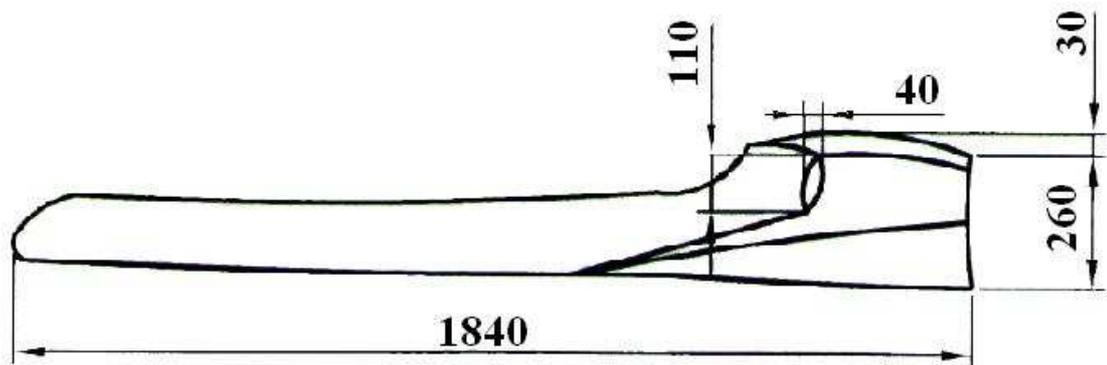
DIBUJADO:		FECHA:	NOMBRE:	PLANO DE:
COMPROBADO:		ABRIL 2012	O. HERNANDEZ	TRASERA DEL VEHICULO
Escala:		PETICIONARIO		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL:
Plano N°:				LUIS OBDULIO HERNANDEZ GALVAN
1 / 20				
5				



DESPUES REFORMA

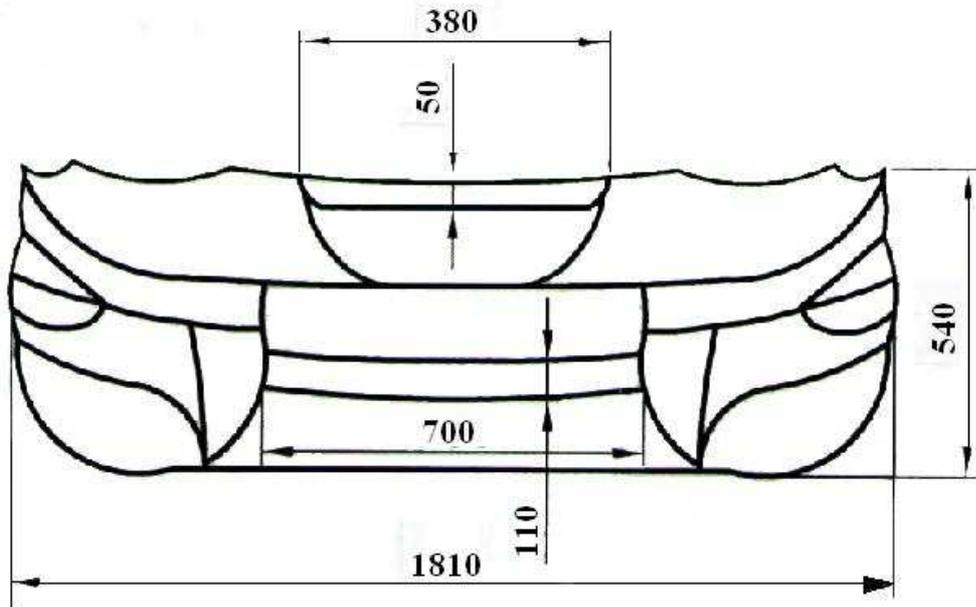
HYUNDAI COUPE 1.6 FX

FECHA:		NOMBRE:		PLANO DE:	
DIBUJADO:	ABRIL 2012	O. HERNANDEZ	TRASERA DEL VEHICULO		
COMPROBADO:					
Escala:	1 / 20		PETICIONARIO		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL:
Plano N°:	6				LUIS OBDULIO HERNANDEZ GALVAN

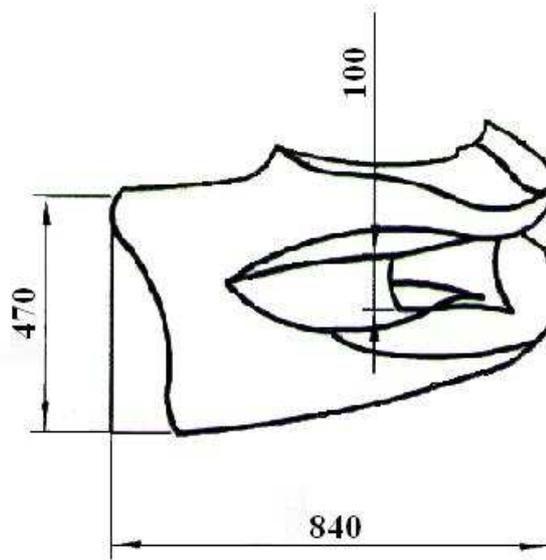


HYUNDAI COUPE 1.6 FX

	FECHA:	NOMBRE:	PLANO DE:
DIBUJADO:	ABRIL 2012	O. HERNANDEZ	PERFIL TALONERAS LATERALES
COMPROBADO:			
Escala:	1 / 20	PETICIONARIO	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL:
Plano N°:	7		LUIS OBDULIO HERNANDEZ GALVAN



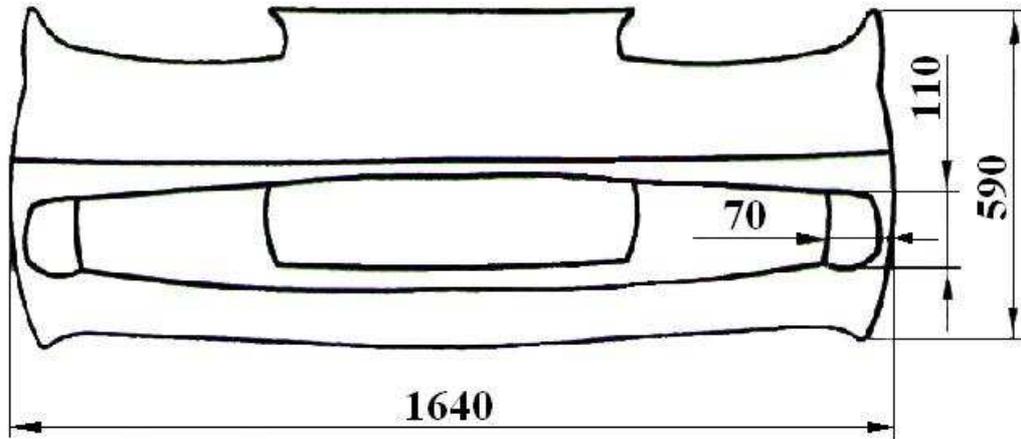
PERFIL



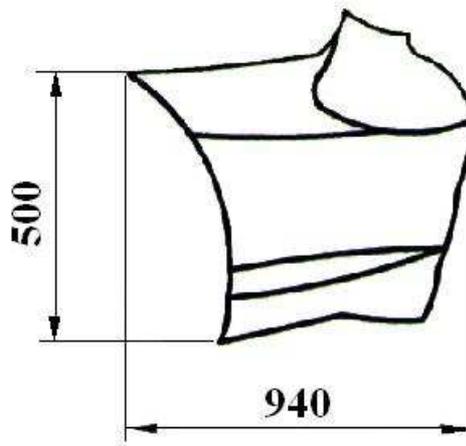
ALZADO

HYUNDAI COUPE 1.6 FX

	FECHA:	NOMBRE:	PLANO DE:
DIBUJADO:	ABRIL 2012	O. HERNANDEZ	PARAGOLPES DELANTERO
COMPROBADO:			
Escala:	PETICIONARIO		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL:
Plano Nº:			LUIS OBDULIO HERNANDEZ GALVAN



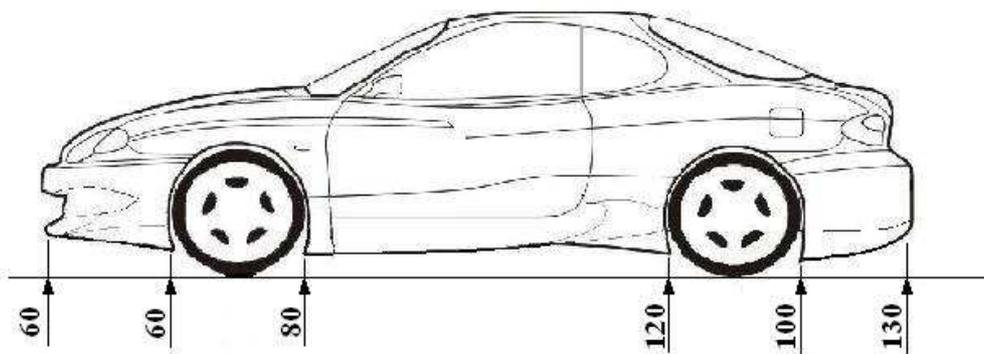
PERFIL



ALZADO

HYUNDAI COUPE 1.6 FX

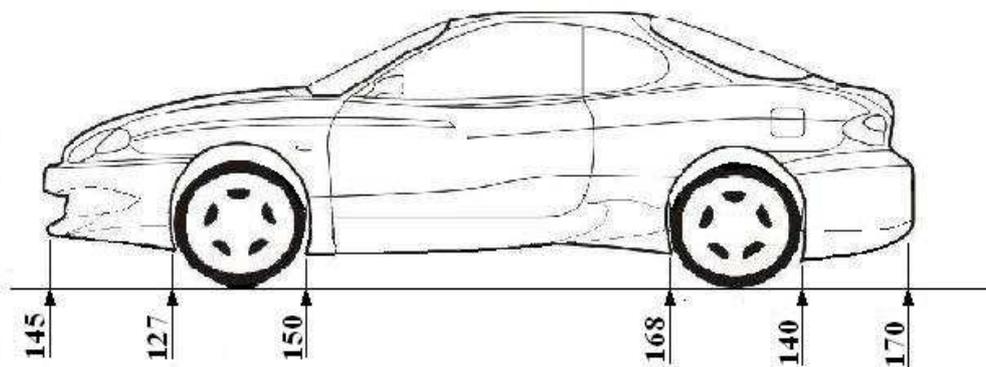
		FECHA:		NOMBRE:		PLANO DE:	
DIBUJADO:		ABRIL 2012		O. HERNANDEZ		PARAGOLPES TRASERO	
COMPROBADO:							
Escala:		PETICIONARIO				INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL:	
Plano N°:						LUIS OBDULIO HERNANDEZ GALVAN	



**DISTANCIAS DE LOS PARAGOLPES AL
SUELO EN POSICION DE CONDUCCION
MEDIDAS EN mm**

HYUNDAI COUPE 1.6 FX

FECHA:		NOMBRE:		PLANO DE:	
DIBUJADO:		O. HERNANDEZ		DISTANCIAS EN POSICION DE CONDUCCION	
COMPROBADO:					
Escala: 1 / 50		PETICIONARIO		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL:	
Plano N°: 10				LUIS OBDULIO HERNANDEZ GALVAN	



**DISTANCIAS DE LOS PARAGOLPES AL
SUELO EN POSICION DE OBSTACULO
MEDIDAS EN mm**

HYUNDAI COUPE 1.6 FX

		FECHA:	NOMBRE:	PLANO DE:
DIBUJADO:	ABRIL 2012	O. HERNANDEZ	DISTANCIAS EN POSICION DE OBSTACULO	
COMPROBADO:				
Escala:	1 / 50	PETICIONARIO		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL:
Plano N°:	11			LUIS OBDULIO HERNANDEZ GALVAN

11. RESUMEN

Este Proyecto fin de carrera se ha realizado para estudiar y homologar las reformas de importancia realizadas en un turismo, en este caso el Hyundai Coupe 1.6 FX del año 1998. Debido a la legislación Española, al transformar las características de un vehículo es necesario hacer unos estudios para poder homologar las reformas realizadas y poder circular con el vehículo sin ningún problema. Otra función de este proyecto es la posible utilización por parte del alumno como base para la creación de una empresa de homologación de reformas de importancia en vehículos.

Las reformas de importancia realizadas en el vehículo se realizan para poder conseguir unas sensaciones de conducción mas deportiva y mejorar alguna de las características técnicas del vehículo. Se realizara el estudio para comprobar que después de realizar dichas reformas el vehículo puede circular sin ningún problema por las carreteras de la Comunidad Europea y que cumple la normativa vigente Española respecto a las reformas de importancia, normas de circulación, así como las normas de seguridad tanto de vehículos y de otros usuarios de la vía.

Durante el proyecto se explican detalladamente los elementos instalados o modificados, una descripción técnica de porque se instalan, así como los materiales de que están fabricados, sus dimensiones y formas, su modo de anclaje y la normativa específica por la que esta afectada.

En los cálculos se vera que las reformas realizadas en el vehículo mantienen las condiciones de seguridad y de protección al medio ambiente exigidas para el vehículo y que mejoran el rendimiento del vehículo y las características técnicas. Así el vehículo después de las reformas realizadas tiene mejores características que cuando salió de fabrica.

En este vehículo se han realizado las siguientes reformas:

- Instalación de kit de carrocería

Se han sustituido los paragolpes originales del vehículo. El kit de carrocería instalado en el vehículo esta compuesto por paragolpes delantero, trasero y taloneras laterales. El kit instalado es de la marca VEILSIDE y esta realizado específicamente

para este vehículo. La instalación de este kit se realiza para mejorar la aerodinámica del vehículo y la estética, dándole un toque más moderno. Se mantendrán las características de refrigeración del vehículo. En los estudios de la instalación de este kit se a tenido en cuenta que las uniones con el chasis fueran las correctas y que las cargas aerodinámicas que sufre el coche mejoraran el rendimiento. Se ha disminuido el consumo de combustible al mejorar el coeficiente aerodinámico. Se ha mejorado la conducción del vehículo al disminuir la altura respecto al suelo, bajando el centro de gravedad del vehículo. La instalación de este kit de carrocería cumple la normativa de protección de peatones. Al instalar este kit se ha modificado la longitud del vehículo, haciéndolo mas largo.

- Sustitución de retrovisores

Se han sustituido los retrovisores originales por otros, manteniendo aproximadamente las medidas de los anteriores. El principal motivo de la modificación es cuestión estética. Se ha comprobado la homologación de los mismos. Estos retrovisores al estar diseñados para este vehículo se anclan en el anclaje original. Se ha comprobado que la visión a través de estos nuevos retrovisores cumple la normativa vigente.

- Cambio de neumáticos

El cambio de neumáticos se realiza debido a que se han instalado unas llantas más grandes. Para la instalación de los neumáticos se ha tenido en cuenta que se cumplen los criterios de equivalencia como son el índice de velocidad y de carga, así como el perfil para una correcta instalación. Se instalaran unos neumáticos 215/35 R18 de la marca WANLI. Estos neumáticos se instalaran siguiendo las instrucciones del fabricante. Se ha comprobado que la instalación de estos neumáticos y estas llantas no interfiere con ninguna parte del vehículo.

- Montaje de llantas

Se han montado unas llantas 8” x 18” (pulgadas) en acabado cromado sustituyendo así las originales del vehículo para mejorar la estética del vehículo.

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

También al instalar las llantas más grandes el vehículo tendrá mas estabilidad. Un inconveniente que hay que tener en cuenta es que al instalar llantas más grandes hace que el vehículo consuma mas combustible. Estas llantas vienen preparadas para la instalación en este vehículo ya que tienen los mismos agujeros y a la misma medida que las originales. Se ha comprobado que las llantas equivalen y son aptas para montar los neumáticos antes descritos.

- Incorporación de separadores

Se han incorporado unos separadores, únicamente, en las ruedas delanteras de 50 mm. Al instalar estos separadores se ha variado el ancho de vía. Se ha comprobado que estos separadores están homologados para la instalación en este vehículo ya que son de doble centraje como exige la normativa vigente. En los cálculos se ha comprobado que la estabilidad en curva a mejorado al tener mas ancho de vía.

- Sustitución de volante

Se ha cambiado el volante original por otro de menores dimensiones para mejorar la estética interior. El nuevo volante reduce las dimensiones del original. Se instalara también un adaptador (piña) para que el volante quede a la misma distancia del salpicadero que el original. La instalación se a podido llevar a cabo ya que el volante original no llevaba airbag. Se ha comprobado que se pueden accionar los mandos que están cercanos al volante sin ningún perjuicio a la conducción. El volante instalado esta homologado para instalarlo en el vehículo.

- Cambio de sistema de suspensión

Se ha realizado el cambio de la suspensión original (muelle) del vehículo por un sistema de suspensión neumático de la marca NIBBELTEC. El sistema instalado esta fabricado específicamente para este vehículo. Este sistema de suspensión neumático permite variar la altura y la dureza de la suspensión del vehículo dependiendo del estado de la carretera o al gusto del conductor. Se han instalado los componentes siguiendo las instrucciones del fabricante. Los sistemas de mando se han instalado en la parte central de la consola y las electroválvulas, compresor, calderin y sistema de mando remoto en el hueco de la rueda de repuesto. Se han instalado unos relojes de marcaje de presión en el pilar delantero para tener siempre a la vista el estado de la presión en las balonas. Se

ha comprobado que la suspensión neumática a mejorado la conducción del vehículo ya que al estar más rígida mejora la entrada en curva y la estabilidad en carretera. Al instalar la suspensión neumática se ha reducido la altura al suelo de la carrocería mejorando el rendimiento y bajando el consumo de combustible. Al instalar la suspensión neumática se ha perdido confort para los pasajeros al ser una suspensión mas dura. Con la suspensión neumática instalada se puede colocar el vehículo en tres posiciones bien diferenciadas, posición de estacionamiento, posición de conducción y posición de obstáculo. Al instalar el nuevo sistema de suspensión se ha aumentado el peso del vehículo. Este sistema de suspensión tiene mayor mantenimiento que un sistema de amortiguador-muelle, ya que hay que realizar varias operaciones de mantenimiento cada cierto tiempo de uso del vehículo para mantenerlo en condiciones optimas de funcionamiento.

- Cambio de bisagras apertura de puertas

Se han cambiado las bisagras originales que llevaba el vehículo por unas nuevas de apertura vertical de la marca LSD. Estas bisagras abren primero como las originales (30°) y luego abren hacia arriba. Se a estudiado que las nuevas bisagras instaladas aguanten las cargas solicitadas. Estas bisagras están fabricadas para este vehículo lo que nos da la seguridad de la empresa fabricante. La instalación de las nuevas bisagras se realiza siguiendo las instrucciones del fabricante. La instalación se realiza para mejorar la estética del vehículo cuando se abran las puertas. No se ha perdido seguridad ya que se instalan utilizando los agujeros originales y se cierran anclándose en los cierres originales, además la empresa que las fabrica realiza ensayos de crash-test para comprobar su apertura después de un golpe lateral.

- Cambio de faros delanteros

Se han cambiado los faros delanteros por otros de fondo negro. Este cambio es solamente una mejora estética. Se han mantenido las características de iluminación que llevaba el vehículo de origen. Los nuevos faros instalados se anclaran en los anclajes que llevaban los originales. Se ha comprobado que los faros instalados tienen contraseña de homologación.

- Cambio de faros traseros

Se han cambiado los faros traseros por otros de fondo negro. Este cambio es solamente una mejora estética. Los nuevos faros se anclan en los anclajes que llevaban los originales. Se ha comprobado que se mantienen los colores de las luces indicadoras traseras obligatorias y que tienen contraseña de homologación.

- Cambio asientos

Se han cambiado los asientos originales que llevaba el vehículo por unos semibaquets reclinables de la marca SPARCO. Estos asientos no se diferencian demasiado de los asientos originales, solo varían un poco la estética y la comodidad. Estos asientos vienen homologados para el uso en vehículos de calle. Los asientos instalados permiten el acceso a las plazas traseras debido a que se abaten, manteniendo así la utilidad de los originales. Se instalaran utilizando las guías originales del vehículo y los anclajes originales manteniendo así las características originales y manteniendo la seguridad para los ocupantes. Estos asientos dan al conductor y copiloto una comodidad en viajes largos.

- Cambio de silencioso trasero.

Se ha cambiado el silencioso trasero por otro que da un sonido diferente al sonido original del escape de serie. Se ha tenido en cuenta que el escape sea homologado y que no exceda las máximas de decibelios permitidas. Se instalara utilizando los anclajes originales.

Después de realizar todas estas reformas hemos podido comprobar después de los cálculos realizados, que el vehículo a mejorado sus características técnicas con las que salió de fabrica, mejorando el consumo de combustible, mejorando la estabilidad y la conducción, se ha mejorado la estética del vehículo ya que el uso básico que se le va a dar al vehículo es para exposiciones de coches y no se realizaran mas de 3000 km al año. La reforma no disminuye la seguridad del automóvil, al contrario, la aumenta.

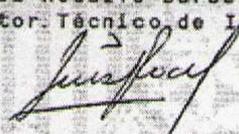
Homologación Reformas de Importancia en Turismo

También se cumple el requisito básico que queríamos cumplir, es decir, el vehículo cumple con toda la normativa vigente en materia de reformas de importancia e inspección técnica de vehículos. Para que la reforma sea totalmente legal y este proyecto sea utilizable para homologarlo será necesario un informe de conformidad de un laboratorio oficial, después habría que visarlo y cuando se tenga toda la documentación se pasaría una inspección técnica de vehículos para introducir todos los cambios realizados en el vehículo.

12. DOCUMENTOS ADICIONALES

12.1.Ficha técnica del vehículo antes de la reforma.

La ficha técnica de coches. Tarjeta de Inspección Técnica o Tarjeta ITV del coche en España, se considera la escritura del coche y en España es única con independencia de los dueños que haya tenido el vehículo. Incluye información técnica del coche, inspecciones técnicas periódicas e información sobre la homologación.

Nº SERIE 2462306 A		MATRÍCULA
JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN DELEGACION TERRITORIAL DE SALAMANCA		
Número de identificación: KMHJG31RPWU10707S		PARTICULAR
Clasificación del vehículo: 1 0 0 0 TURISMO		Nº CERTIFICADO 3701/20642
Marca: HYUNDAI Tipo: RD Variante: CR11 Denominación comercial: COUPE 1.6 FX Taxa (kg): 1192 MTMA/MMA (Kg): 1600 MTMA/MMA 1º E (kg): 895 MTMA/MMA 2º E (kg): 770 MTMA/MMA 3º E (kg): - MTMA/MMA 4º E (kg): - Motor S/F, C/F (kg): 550/1200 Neumáticos: 4/205/50R15 Nº de asientos: 4 Volumen de bodega: -	Clase: - Altura total (mm): 1303 Ancho total (mm): 1730 Via anterior/posterior (mm): 1465/1450 Longitud total (mm): 4340 Voladizo posterior (mm): 892 Distancia eje 1º/2º (mm): 2475 Distancia eje 2º/3º (mm): - Distancia eje 3º/4º (mm): - Distancia 5ª rueda/alt. (mm): - Motor: Marca: HYUNDAI Tipo: G/G4GR Nº Cilindros/Cilindrada (cm³): 4/1595 Potencia fiscal/real (CV/F/KW): 11,65/83	
El vehículo cuyas características se reseñan cumple en esta fecha la reglamentación vigente. Por el Organismo Inspector, e11*93/81*0065 Luis Gomez-Rodulfo Barbero El Interventor Técnico de IIV  		
Fecha: 21/02/2003 Valedera por: 2 AÑOS		
Observaciones y reformas autorizadas: 21.02.03 Cambio de matrícula según Art. 27 del R.D. 2822/98. Procede de la matrícula: N-0608-VX. fecha de primera matriculación: 21.05.98. Neumáticos opcionales: 195/50R14. Vehículo Importado. Inspección válida hasta: 21.02.05.		

12.2. Permiso de circulación.

El permiso de circulación es un documento a nivel europeo armonizado que identifica la titularidad de cualquier tipo de vehículo automóvil. Este documento emitido por la dirección general de tráfico del ministerio de interior, identifica al titular del vehículo y junto a la ficha de Inspección Técnica de Vehículos, constituye la “documentación” del vehículo.

12.3 Certificado de Taller

12.4 Informe de conformidad

Para terminar la tramitación de la homologación del vehículo y poder pasar la Inspección Técnica del vehículo para obtener la nueva ficha técnica con los cambios realizados incluidos en ella, necesitamos un informe técnico realizado por un laboratorio oficial.

Este informe certificada después de realizar varias pruebas o estudiar de nuevo el proyecto enviado por el ingeniero, que el vehículo después de realizar las modificaciones a las que se refiere el informe se mantienen las condiciones de seguridad y de protección al medio ambiente reglamentariamente exigidas para el vehículo en el momento de inspección.

En España existen varios Laboratorios oficiales acreditados por el ministerio de Industria para la emisión de estos informes técnicos.

13. CONCLUSIONES

Homologación Reformas de Importancia en Turismo

Como hemos podido comprobar después de los cálculos realizados, el vehículo a mejorado sus características técnicas con las que salió de fábrica, mejorando el consumo de combustible, mejorando la estabilidad y la conducción, se ha mejorado la estética del vehículo ya que el uso básico que se le va a dar al vehículo es para exposiciones de coches. La reforma no disminuye la seguridad del automóvil, al contrario, la aumenta.

También se cumple el requisito básico que queríamos cumplir, es decir, el vehículo cumple con toda la normativa vigente en materia de reformas de importancia e inspección técnica de vehículos.

14. **BIBLIOGRAFÍA**

- **TECNOLOGÍA DEL AUTOMÓVIL. H. Gerschler. Ed. Reverte**

- **ENCICLOPEDIA CEAC DEL MOTOR Y AUTOMÓVIL**
 - **TOMO 5. TRANSMISIÓN Y BASTIDOR**
 - **TOMO 8. TEORIA Y TÉCNICA DEL AUTOMÓVIL.**
Varios Autores. Ediciones Ceac

- **TÉCNICAS DEL AUTOMÓVIL. CHASIS. Ed. Paraninfo**

- **NUEVAS MONOGRAFÍAS DEL AUTOMÓVIL.**
 - **LA SUSPENSIÓN. AUTOMÓVILES DE COMPETICIÓN**
Orlando Rios 1993. Ediciones BERMA.

- **CALCULO TEORICO-PRACTICO DE LOS ELEMENTOS Y GRUPOS DEL VEHÍCULO INDUSTRIAL Y AUTOMÓVIL.**
 - **TOMO I**
 - **TOMO VI****Francisco Muñoz García. 1988.**

- **AERODINÁMICA DEL AUTOMÓVIL DE COMPETICIÓN**
Simon McBeath. 2005.

- **ARIAS PAZ. MANUAL DE AUTOMÓVILES.**
CIE Inversiones Edit. DOSSAT 2000.

- **ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA AERODINÁMICA DE LOS AUTOMÓVILES DE CARRERAS.**
José Meseguer. X Conferencia Heraclio Alfaro, Vitoria, 2010. Asoc. de Ingenieros Aeronáuticos de España.

- **www.gencoupe.com. Club de hyundai coupe de Estados Unidos**

- www.clubhyundaicoupe.es Club de hyundai coupe España
- **MANUAL SUSPENSIÓN NEUMÁTICA NIBBELTEC
NIBBELTEC SPAIN.**
- **SISTEMAS DE SUSPENSIONES NEUMÁTICAS
AUDI**
- **SUSPENSIONES NEUMÁTICAS EN AUTOCARAVANAS
Miguel Ángel Moliner. Club Autocaravanas SORBELTZ**
- **MANUAL INSTALACIÓN PUERTAS LSD
LSD DOORS.**
- www.mundotigra.es
- www.clubcelica.es
- www.ingemecanica.es
- www.mecanicavirtual.es
 - **Curso rápido de electricidad del automóvil**
 - **Suspensión**
- **Manual de mecánica de Automóviles
Garelli**
- www.carbibles.com
- www.efectosuelo.com
- **TRATADO SOBRE AUTOMÓVILES
Jose Font Mezquita. U.P.U**