



Universidad Internacional del Ecuador

Facultad De Ingeniería Mecánica Automotriz

**ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Tema:

**“ESTUDIO PARA LA DETERMINACION DE LOS CENTROS DE GRAVEDAD EN
BUSES Y CAMIONES COMERCIALIZADOS EN ECUADOR”**

David Galarza

Renato Ramírez

Director: ING. Gorky Reyes

QUITO- ECUADOR

DECLARATORIA

Por medio de la presente certifico que el siguiente artículo es de autoría de David Andres Galarza Villalta y de Renato Agustín Ramírez Espinosa, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra propiedad intelectual, este documento no ha sido presentado anteriormente en ningún grado o certificado profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedemos nuestro derecho de propiedad del presente tema.



GALARZA VILLALTA DAVID ANDRES RAMIREZ ESPINOSA RENATO AGUSTIN

Yo, José Andrés Castillo Reyes, certifico que el presente artículo tema:
ESTUDIO PARA LA DETERMINACION DE LOS CENTROS DE GRAVEDAD EN BUSES Y CAMIONES COMERCIALIZADOS EN ECUADOR fue realizado por los estudiantes David Andres Galarza Villalta y Renato Agustín Ramírez Espinosa y son responsables exclusivos tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Msc. José Andrés Castillo Reyes PhD (c)

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
ESTUDIO PARA LA DETERMINACION DE LOS CENTROS DE GRAVEDAD EN
BUSES Y CAMIONES COMERCIALIZADOS EN ECUADOR

David Andres Galarza Villalta
Estudiante de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz, Universidad
Internacional Del Ecuador
UIDE, Quito, Ecuador
Email: david94_galarza@outlook.com

Renato Agustín Ramírez Espinosa
Estudiante de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz, Universidad
Internacional Del Ecuador
UIDE, Quito, Ecuador
Email: chinorenato95@gmail.com

RESUMEN

La capacidad total para transportar en los buses es igual o mayor a 60 pasajeros, los minibuses urbanos serán obligatoriamente con capacidad de 60 personas. El centro de gravedad se define como un punto de equilibrio, lo que implica encontrar que la fuerza neta es igual a cero en el momento nulo. Se puede apreciar cuán crítica es la altura del centro de gravedad ya que esta es inversamente proporcional al ángulo máximo de inclinación. Para colocar las cargas en la posición adecuada, es necesario realizar un conjunto de cálculos que garantice la estabilidad de automotor en condiciones dinámicas.

Es preciso prestar atención a qué longitud tiene el bus o camión o la longitud de la carga que lleva el mismo. Lo que significa que se realiza cálculos para determinar exactamente dónde debe ir el centro de gravedad sin que varíe la estabilidad de los buses o camiones y tampoco sin alterar las normas que indican los fabricantes. Tal es el caso de la investigación que se realizó en Chile, dentro de un laboratorio en el cual se desarrollaron pruebas estáticas para determinar los puntos de gravedad en transporte pesado y que han sido comercializados en Ecuador, se ha demostrado que la fabricación de los buses y camiones no son regidas a una norma, ya que con las modificaciones que muchas veces sufren los vehículos hacen que varíen los centros de gravedad y afecten a la estabilidad del automotor.

ABSTRACT

The total capacity to transport buses is equal to or greater than 60 passengers, urban minibuses will be mandatory with a capacity of 60 people. The center of gravity is defined as an equilibrium point, which implies finding that the net force is equal to zero at the null moment. You can see how critical the height of the center of gravity is since it is inversely proportional to the maximum angle of inclination. To place the loads in the proper position, it is necessary to perform a set of calculations that guarantee the stability of the car in dynamic conditions.

It is necessary to pay attention to how long the bus or truck is or the length of the load it carries. Which means that calculations are made to determine exactly where the center of gravity should go without varying the stability of buses or trucks and also without altering the standards indicated by the manufacturers. Such is the case of the investigation that was carried out in Chile, within a laboratory in which static tests were developed to determine the points of gravity in heavy transport and that have been commercialized in Ecuador, it has been demonstrated that the manufacture of buses and trucks are not governed by a norm, since with the modifications that many times suffer the vehicles cause the centers of gravity to vary and affect the stability of the automobile.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por la dedicación, la paciencia y su apoyo incondicional durante este largo camino, gracias a mi padre, mi madre y mi hermana por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por creer en mí. Agradezco a mi madre por estar dispuesta acompañarme en cada noche larga de estudio; gracias a mi padre por siempre desear y anhelar lo mejor para mí, gracias por sus consejos y sus palabras de aliento.

Gracias a Dios por la vida de mis padres y la capacidad que me ha dado para poder estudiar una carrera y por permitirme estudiar en una universidad tan prestigiosa como lo es la Universidad Internacional Del Ecuador, a mis profesores por brindarme el conocimiento adecuado para llegar a obtener mi título de ingeniero.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a mi familia, amigos y demás personas que me apoyaron y creyeron en mí durante este largo caminar.

RENATO AGUSTIN RAMIREZ ESPINOSA

DEDICATORIA

A mis padres que con su ejemplo me han enseñado que con paciencia y perseverancia puedo lograr todo lo que me proponga, a mi hermana que me ha extendido su mano en los momentos difíciles para alcanzar mis metas, a mis abuelos que siempre me mostraron el camino correcto; a mis padrinos que estuvieron presentes a lo largo de mi carrera con sus enseñanzas y oraciones, a mi enamorada que con su paciencia me ha acompañado durante toda mi carrera y a todas las personas que me acompañaron durante este largo camino.

RENATO AGUSTIN RAMIREZ ESPINOSA

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que forma parte de la Universidad Internacional del Ecuador, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento.

De igual manera mis agradecimientos a toda la Facultad de Ingeniería Automotriz, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi agradecimiento al decano de la facultad Andrés Castillo, por siempre estar preocupado por cada uno de los estudiantes, y por ser parte del proceso de cada uno. Para así formar los mejores profesionales en este país, por ser una persona que te da la mano cuando lo necesitas y cuando se lo solicitas.

Gracias a todos.

DAVID ANDRES GALARZA VILLALVA

DEDICATORIA

A mis padres Carmen y Patricio quienes con su paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y perseverancia, de no temer las adversidades que se presenten en el día a día.

A toda mi familia, mi abuelita Laura, a todos mis tíos, a todos mis primos, por demostrarme que siempre hay que seguir adelante, y nunca renunciar a un sueño, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero agradecerá mi novia por apoyarme en todo el transcurso de estos años, por ser la persona que me presionaba para seguir cumpliendo un sueño más y a todos mis amigos, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles, de verdad gracias.

DAVID ANDRES GALARZA VILLALVA

Contenido	
1 INTRODUCCION	1
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	2
2.1 Seguridad vehicular	2
2.2 Chasis/ Compacto.....	2
2.3 Bastidor	2
2.4 Chasis en buses	2
2.5 Variantes de tracción	2
2.6 Distancia entre ejes.....	3
2.7 Factor de la marcha rápida	3
2.8 Cargas	3
2.8.1 Carga viva	3
2.8.2 Carga muerta	3
2.9 Centros de gravedad	3
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3.1 metodología.....	4
3.2 materiales	4
3.2.1 vehículo	4
3.3 Normativa.....	4
3.4 Laboratorio.....	5
3.5 Carga	5
4. EVALUACIÓN, DATOS DE ENTRADA	5
4.1 Resultados y Discusión	6
4.2 Resultados Ensayo de Vuelco.....	7
5. CONCLUSIONES	8
6. REFERENCIAS	8

INDICE DE IMAGENES

1. IMAGEN 1.....	5
2. IMAGEN 2.....	5
3. IMAGEN 3.....	5
4. IMAGEN 4.....	5

INDICE DE FIGURAS

1. FIGURA 1.....	3
2.FIGURA 2.....	6
3. FIGURA 3.....	7

INDICE DE GRAFICOS

1.GRAFICO 1.....	7
2. GRAFICO 2.....	7
3. GRAFICO 3.....	8

INDICE EN TABLAS

1. TABLA 1.....	2
2. TABLA 2.....	3
3. TABLA 3.....	4
4. TABLA 4.....	6
5. TABLA 5.....	8

INDICE DE ANEXOS

1. Anexo 1.....	10
2. Anexo 2.....	30
3. Anexo3.....	45
4. Anexo 4.....	52
5. Anexo 5.....	61
6. Anexo 6.....	66
7. Anexo 7.....	79
8. Anexo 8.....	91
9. Anexo 9.....	109
10. Anexo10.....	121
11. Anexo 11.....	137
12. Anexo 12.....	149
13. Anexo 13.....	160
14. Anexo 14.....	169

1 INTRODUCCION

En el Ecuador existen varios tipos de autobuses, como son los buses de uno y dos niveles. Los mismos se clasifican en tres tipos: urbanos, provinciales e interprovinciales, entre estos existen buses de dos ejes, tres ejes, cuatro ejes, con diferentes tipos de chasis y cargas para cada actividad y desempeño de los buses y camiones. Según las normativas INEN 2205, regida en el año 2010 señala que los buses cantonales, interprovinciales y urbanos, tienen una serie de características específicas como son: el centro de gravedad, el número de pasajeros y los sistemas de seguridad con los que cuentan. La capacidad total para transportar en los buses es igual o mayor a 60 pasajeros, los minibuses urbanos serán obligatoriamente con capacidad de 60 personas. [1]

Problema que muchas personas hacen modificaciones a los vehículos se tendrá cuidado con la distribución de las cargas que se le adicionan y disminuyen, generalmente al modificar un vehículo se trata de retirar peso muerto o aumentar el mismo, como es el caso de los buses que se les añaden más asientos y accesorios a las consolas [2]. Una vez realizadas las modificaciones no siempre la distribución de las cargas en los buses y camiones van a ser exactas para que se rijan a las normas de los fabricantes, por lo que el proyecto se basa en los centros de gravedad de los buses y camiones.

El centro de gravedad se define como un punto de equilibrio, lo que implica encontrar que la fuerza neta es igual a cero en el momento nulo (momento estático). Este, no siempre coincide con el centro geométrico del vehículo [3]. La estabilidad del vehículo en una curva se pierde en el momento en que la fuerza centrífuga, supera a la fuerza estabilizadora, que incluyen la altura del centro de gravedad y la fuerza que ejercen en los neumáticos. Se puede apreciar cuán crítica es la altura del centro de gravedad ya que esta es inversamente proporcional al

ángulo máximo de inclinación. Una distribución que no sea propia para el autobús causará problemas en diferentes áreas [4], lo que significa que las áreas que sufrirán más desgaste serán: desgaste excesivo o falla del eje delantero, desgaste prematuro en los neumáticos, dirección errática, dirección endurecida, operaciones inseguras, incumplimiento de las regulaciones que tienen los autobuses y los camiones y finalmente leyes de peso, así como efectos negativos sobre el pavimento.

Para colocar las cargas en la posición adecuada, es necesario realizar un conjunto de cálculos que garantice la estabilidad de automotor en condiciones dinámicas. Es preciso prestar atención a qué longitud tiene el bus o camión o la longitud de la carga que lleva el mismo [5]. La finalidad de estos cálculos es conseguir la mejor ubicación de carga sobre el chasis para transportar la máxima cantidad permitida sin que afecten los puntos de gravedad, esto sin superar los pesos máximos permitidos por los ejes, teniendo en cuenta las limitaciones del automotor, así como las limitaciones legales [6]. Lo que significa que se realiza cálculos para determinar exactamente dónde debe ir el centro de gravedad sin que varíe la estabilidad de los buses o camiones y tampoco sin alterar las normas que indican los fabricantes.

Tal es el caso de la investigación que se realizó en Chile, dentro de un laboratorio en el cual se desarrollaron pruebas estáticas para determinar los puntos de gravedad en transporte pesado y que han sido comercializados en Ecuador, se ha demostrado que la fabricación de los buses y camiones no son regidas a una norma, ya que con las modificaciones que muchas veces sufren los vehículos hacen que varíen los centros de gravedad y afecten a la estabilidad del automotor.

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Seguridad vehicular

Al hablar de sistemas de seguridad se puede mencionar que existen dos tipos los activos y los pasivos, donde los primeros ayudan a evitar accidentes y contribuyen de forma preventiva a la seguridad del automóvil, se menciona como seguridad activa al sistema de freno antibloqueo (ABS) y el programa electrónico de estabilidad (ESP) esta ayuda a estabilizar el vehículo en situaciones críticas de frenado.

Los sistemas de seguridad pasiva protegen a los ocupantes de los automotores de lesiones graves un ejemplo de este tipo de seguridad son los airbags y los cinturones de seguridad [7].

2.2 Chasis/ Compacto

Existen varios tipos en el mercado automotor de chasis y compactos que son usados en varios modelos de los vehículos entre estos están los chasis independientes, con plataforma y los compactos o también llamados autoportantes. El chasis independiente consiste básicamente en dos vigas de acero a lo largo del vehículo que van unidas por travesaños soldados de modo que adquieran buena rigidez. El chasis con plataforma está unido al piso por varias soldaduras, este tipo llevan los automotores que están diseñados para llevar peso excesivo.

El compacto es el más utilizado hoy en día por los fabricantes de automóviles, ya que está formado por varios paneles o chapas unidas por soldaduras esto hace que el compacto sea más estable, ligero y flexible [8].

2.3 Bastidor

Estructura de acero que soporta los elementos estructurales de la carrocería y de las partes mecánicas como motor, caja de cambios y transmisión. Para los vehículos

industriales se utiliza un bastidor tipo escalera con largueros y travesaños, los puntos de unión están remachados, atornillados y soldados [9].

2.4 Chasis en buses

El mercado de autobuses ofrece un vehículo para cada aplicación que sea necesario. Por esto se han creado varios tipos de buses que pueden circular en carreteras y ciudades.

Jorge Cepeda en su investigación realizada en 2006, determina que hay una variedad de tipos de chasis que se encuentran en el mercado los cuales dependen del costo y su aplicación en la misma menciona que existen algunos tipos.

- Reforzado con miembros en x
- Reforzados con cámaras antivuelco.
- Reforzados con cámara de acero.

Para el transporte de pasajeros en el Ecuador el tipo de chasis que se ocupa es tipo "Ladder" (escalera), el cual contiene dos bastidores y uno o varios transversales que los une [10].

Tabla 1. tipo de buses

TIPO DE BUS	CAPACIDAD MAX. (PERSONAS)	PESO TOTAL (TON)	CHASIS
MICRO BUS	19	4,5	*
MINI BUS	25	7,5	**
AUTO BUS INTER URBANO	35	12,5	** / pesado
AUTO BUS URBANO	65	12,5	**
AUTOCAR	35	12,5	** / pesado

*bastidor tipo escalera

*bastidor tipo escalera de camión ligero

Fuente. Autores

2.5 Variantes de tracción

Es el mecanismo encargado de llevar la potencia del motor hacia las ruedas, esta fuerza a la vez es transmitida hacia los neumáticos delanteros, traseros o todos los neumáticos.

Tabla 2. Tipos de tracción

TIPO DE TRACCION	POSICION DEL MOTOR	EJE CON TRACCION
Tracción estándar	Delante	Eje trasero
Tracción delantera	Delante, longitudinal o transversal	Eje delantero
Tracción total	Delante, no usual detrás o centro	Integral
Tracción trasera	Detrás	Eje trasero

Fuente. Autores

2.6 Distancia entre ejes

La distancia existe entre los ejes delanteros y trasero de un vehículo se llama batalla y la separación entre las dos ruedas de un mismo eje se denomina vía [11].

El tren de tracción de un automóvil tiene como función satisfacer la demanda de la fuerza de tracción y empuje para realizar el desplazamiento.

2.7 Factor de la marcha rápida

$$\varphi = \frac{(i/r)_{min}}{w_0/v_0} \quad [Ec. 1]$$

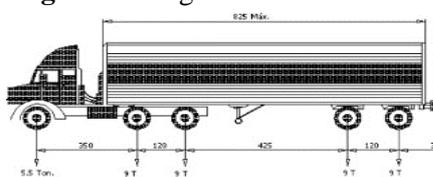
Donde

φ = factor de marcha rápida
i = desmultiplicación
r = radio dinámico de neumático
min = mínimo
w = velocidad angular
v = velocidad de marcha

2.8 Cargas

Se denomina carga en los vehículos al peso que va a ser transportado teniendo en cuenta que la carga total será la suma de los dos tipos que existen la carga viva y la carga muerta de los automotores.

Figura 1. Cargas



Fuente. <http://www.smie.org.mx>

En los autobuses las cargas tienen que estar correctamente distribuidas ya que si no lo están pueden causar una variación en el centro de gravedad.

2.8.1 Carga viva

“comprende la carga por ocupación y se la considera como distribuida uniformemente en los respectivos elementos estructurales de la carrocería.” [12]

2.8.2 Carga muerta

“corresponde al peso total de la carrocería en condiciones operativas, lo que incluye todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes; es decir, la carrocería terminada con todos sus accesorios” [12].

2.9 Centros de gravedad

El centro de gravedad se define como un punto de equilibrio, lo que implica encontrar que la fuerza neta es igual a cero en el momento nulo (momento estático). Este, no siempre coincide con el centro geométrico del vehículo [13].

Con la finalidad de encontrar los centros de gravedad la marca Nissan indica que se debe realizar una serie de cálculos, de esta manera se conoce la mejor ubicación de peso sobre el chasis, para lograr transportar la máxima carga permitida que indican los fabricantes, sin que afecten los centros de gravedad de los automotores y tampoco a los pesos máximos permitidos en los ejes.

Lo que significa que se realiza cálculos para determinar exactamente dónde debe ir el centro de gravedad sin que varíe la estabilidad de los buses o camiones y tampoco sin alterar las normas que indican los fabricantes.

De acuerdo con estudios estadísticos y por el incremento considerado de accidentes en las vías del Ecuador, causados por la mala fabricación de autobuses; se ha visto obligado a cumplir un mayor número de normativas entre ellas tenemos la Norma Técnica Ecuatoriana NTE/INEN 1323:2009

y al Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE/INEN 043 los mismos que hacen relación a la selección de materiales empleados para la construcción de la unidad su geometría y sus propiedades mecánicas.

Tabla 3. Normativas que se rigen en Ecuador

NORMATIVA	AÑO	W (KG)	CAP (PERSONAS)
JIM	1997	+2500	+10 personas
	1999	kg	
SAE	2003	+3850	Sin dato
	2004	kg	
ECC	2000	+3500	+9 personas
	2001	kg	
INEN	2006	+3500	+9 personas
	2007	kg	

Fuente. Normativas

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 metodología

La investigación se basa en la aplicación de la normativa inen 034 en la que determina que vehículos livianos consten de elementos mínimos de seguridad, pero no existen normativas que estandaricen elementos de seguridad en buses urbanos e interprovinciales. Se tomo en cuenta los buses que son importados, ya que cada país tiene sus normativas de fabricación relacionados con la seguridad, para luego ser evaluados estructuralmente, mediante pruebas de laboratorio estáticas y determinar cuál es la incidencia de seguridad que poseen los buses que se ofertan a nivel local.

La geografía del Ecuador es muy diversa existiendo pendientes y curvas pronunciadas a lo largo de una trayectoria, en la cual muchos de los constructores de buses no toman en cuenta estas variables consideradas extremas, siendo un punto clave la estabilidad en condiciones dinámicas con cargas diversas. Tomando en cuenta este panorama se realizaron pruebas con diferentes inclinaciones según normativa, colocando cargas indistintas cambiando el momento de inercia en función de los ocupantes de los buses de prueba, para finalmente comprar y determinar cuál es la distribución de cargas ideal en función de la

inclinación, que va de la mano de la velocidad en la que los buses toman las curvas.

3.2 materiales

3.2.1 vehículo

El mercado automotor se encuentra en constante crecimiento, ingresando vehículos de diferentes procedencias, esto significa que existe un aumento en la importación de buses de marcas reconocidas, por tal motivo la empresa carrocería tiene una disminución del 20% (fuente del comercio) en el 2018.

Para la presente investigación se utilizaron muestras de buses importados, tomando en cuenta las marcas de los más vendidos del año 2017-2018, esto significa que las empresas de buses interprovinciales han optado en cambiar sus unidades por buses importados, cumpliendo con la normativa inen RTE 043. De la misma las cooperativas de transporte público con alianza de la Fenacotip han realizado un plan de mejoramiento en su calidad y servicio, formando alianzas estratégicas con empresas carrocerías internacionales, adquiriendo nuevas unidades, esto significa que las marcas de vehículos más vendidas son: Volvo, Scania, Marco polo, Volkswagen, Fotón. Para el presente estudio se valorará tres marcas, siendo Volvo, Scania y Marco Polo.

3.3 Normativa

Se toma en cuenta ensayos de laboratorio no destructivos, considerando que el vuelco más común por una mala maniobrabilidad o exceso de velocidad es el vuelco lateral, en la presente investigación se tomara en cuenta la normativa 2001/85CE en la que garantiza la resistencia estructural a un vuelco respetando un espacio de supervivencia definido para pasajeros, verificando la estabilidad lateral, esta normativa indica la resistencia que tendrá la estructura del bus durante y después de un vuelco y que ningún elemento estructural invada el espacio de supervivencia de los pasajeros, y ni que

ningún elemento interno sobresalga de la estructura deformada. Este tipo de normativa plica en vehículos de un piso pertenecientes a la categoría m3 con más de 16 pasajeros.



Imagen 1. Bus urbano

Fuente: <http://www.scaneq.com.ec>



Imagen 2. Bus interprovincial

Fuente: volvo



Imagen 3. Bus interprovincial

Fuente: flota Imbabura

3.4 Laboratorio

Se realizaron los ensayos no destructivos en un laboratorio normado que cumpla con la reglamentación europea para autobuses a nivel técnico, y que esté alineada a la directiva 2001/85CE, cuyo ensayo permite determinar si la posición del centro de gravedad del bus es suficientemente seguro al vuelco, determinando que al automotor se lo inclinara 28 grados tanto del lateral

derecho como del izquierdo, utilizando una inclinación según normativa de 28 grados.

3.5 Carga

Como se consideran a los ocupantes como cargas vivas se colocó en cada asiento tanques de agua de 60 kg simulando que esta carga permanezca en su sitio al generar dicha inclinación.

4. EVALUACIÓN, DATOS DE ENTRADA

Para los ensayos realizados se consideró al bus a estudiar como una estructura que se mantiene sobre el bastidor, construida con perfiles de sección rectangular, estableciendo de forma semicircular el habitáculo en el que ingresa el conductor y los pasajeros, dicha estructura soportará y absorberá la distribución de cargas al momento de un impacto, siempre y cuando cumplan con la normativa estructural y de calidad europea. Es penoso ver como muchos vehículos de transporte interprovincial son construidos en provincias cercanas a la capital y no cumplen criterios mínimos de seguridad y calidad.



Imagen 4. Estructura de bus

Fuente: <https://sp.depositphotos.com>

La normativa (NTE INEN 1323), explica sobre los requisitos que deben cumplir las carrocerías de los buses, esta vigencia se encuentra disponible desde 1985, a pesar de ello, a partir del año 2008 el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) convocó a técnicos especializados de diferentes sectores y de esa manera establecer los requisitos más apropiados que

deben tener las estructuras de las carrocerías, de este modo el Subcomité Técnico tomó la decisión para que se establezcan niveles de deformación que debe tener la carrocería, adicionalmente se establecieron dos condiciones más sobre las posibles eventualidades el cual debe tener el diseño de la estructura.

La resistencia estructural a vuelco viene definida por el Reglamento No. 66 de Ginebra (incluido también en la Directiva 2001/85/CE). Este reglamento tiene por objeto garantizar que se preserve un espacio de supervivencia para los pasajeros en el ensayo a vuelco definido.

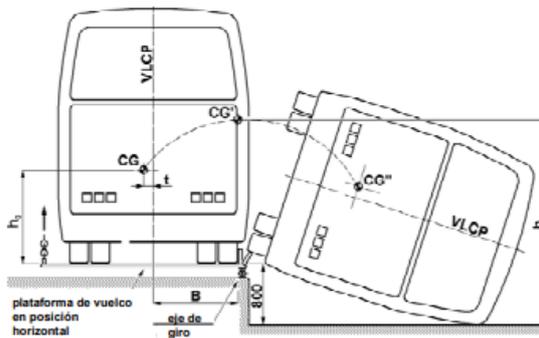


Figura 2. Estructura de bus
Fuente: <http://www.smie.org.mx>

La nueva versión del reglamento (versión 01, en vigor desde el año 2005 y obligatoria para nuevos tipos a partir de noviembre de 2010) tienen en cuenta la influencia de los pasajeros retenidos, incorporando en los cálculos y ensayos parte de la masa de los pasajeros (el 50% de la misma) ubicada en el centro de gravedad de los mismos (lo que eleva el centro de gravedad total).

[Ec. 2]

$$ER = M \cdot g \cdot h = M \cdot g [0,8 + \sqrt{h_0^2 + (B \pm t)^2}]$$

$$M = M_K + K \cdot M_n = M_K + 0,5 \cdot n_o \cdot 68$$

Siendo: M_k la masa en vacío en orden de marcha, M_m la masa de los pasajeros, n_0 el número de pasajeros, VLCP el plano vertical longitudinal medio del vehículo.

También se aumenta el espacio de supervivencia, protegiendo al conductor y guía y a los pasajeros situados en la última fila. La verificación se puede hacer mediante ensayo de vehículo completo, ensayo de

secciones representativas o cálculo con ensayos de verificación de las uniones estructurales y otras partes a requisito del servicio técnico. Esta última alternativa suele ser la requerida por los fabricantes, pues resulta más económica y permite variar el modelo para nuevas homologaciones calculando y no volcando otro vehículo.

4.1 Resultados y Discusión

Tomando en cuenta las evaluaciones según normativa 2001/85/CE, se consideró diferentes variables a comparar, como por ejemplo la carga y el ángulo de volteo lateral, para comparar con la normativa en 3 tipos de carrocerías de buses.

Tabla 4. Especificaciones muestras

Categoría	Altura	Peso- lb	T
M1	4,01	4500	2,70
M2	3,48	37000	2,60
M3	2,8	2000	2,2

Fuente. Autores

A nivel mundial, muchos de los fabricantes de buses centran sus trabajos en seguridad activa y pasiva. Un punto importante es tener casos de accidentes catastróficos por vuelco lateral en el que los ocupantes, o llamados pasajeros son los más afectados. Se puede observar en la tabla la probabilidad de muertes y otras lesiones severas observadas en un vuelco del autobús frente a otros accidentes en vehículos de carga liviana [14].

Considerando la estructura geométrica, los buses poseen un comportamiento inadecuado frente a un vuelco en relación a otro tipo de vehículos, considerándose según su dinámica uno de los accidentes más peligrosos en relación a los ocupantes/pasajeros. Por tal motivo muchas empresas carroceras han optado por trabajar y crear normativas en relación a la seguridad

Para la comprensión de las variables a estudiar, se tiene en cuenta el valor de la aceleración, el cual no debe sobrepasar el umbral de vuelco, esta aceleración lateral es

considerada dinámicamente ejemplificado en una curva y el ángulo de inclinación transversal, o llamado ángulo de peralte.

El valor de la aceleración puede variar por el balanceo de la masa suspendida, en relación al centro de gravedad

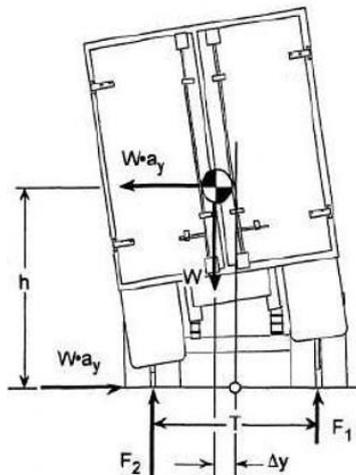


Figura 3. deslizamiento Ay
Fuente: <http://www.smie.org.mx>

$$W \cdot h \cdot a_y = (F_2 - F_1) \cdot \frac{T}{2} - W \cdot \Delta y \quad [EC.3]$$

Donde:

- a_y= aceleración lateral
- F_i= carga lateral en neumáticos
- h=altura centro de gravedad
- W=peso del vehículo
- A_y=desplazamiento lateral en relación al centro de gravedad
- T= ancho de la vía

De los datos mencionados se obtiene la ecuación para obtener el momento de balanceo respecto a la calzada

Para los ensayos de vuelco se toma en cuenta la normativa 2001/85/CE, el cual verifica la estabilidad lateral. El reglamento 66 verificará la resistencia de la estructura al momento del vuelco. Para el presente estudio se tomó en cuenta el cálculo cuasi-estático y la simulación de vuelco, considerando los 2 ensayos como método de evaluación equivalente

4.2 Resultados ensayo de vuelco

Resultados ensayo de vuelco

El ensayo de vuelco posee valores iniciales según el ángulo de desaceleración lateral, observando los desplazamientos en dirección normal (y) y transversal (x), medidos desde el centro de gravedad.



Gráfico 1: ensayo de desplazamiento
Fuente: Autores

Este dato de desplazamiento inicial es calibrado según normativa 2001/85/CE, en que se observa un desplazamiento de -1,6 a lo largo del eje normal y un desplazamiento de 1,75m en el eje transversal.

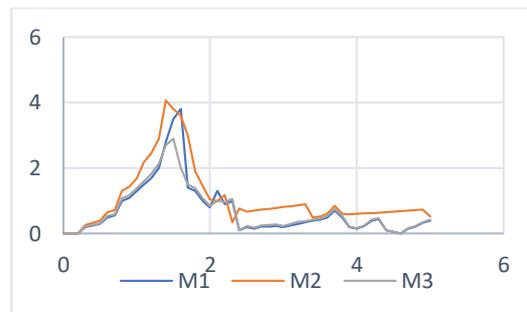


Gráfico 2: ensayo de aceleraciones
Fuente: Autores

Se utilizaron 3 muestras de buses importados que cumplan con requerimientos mínimos de seguridad, provenientes de cada país, Se observa en la muestra de un bus de 2 pisos, que durante los 1,35 segundos posee un desplazamiento de 1,48m respecto a una altura del bus de 4,01m; en la muestra 2 se obtiene un desplazamiento de 1,18m si posee una altura de 3,48m, y en la muestra 3 tiene un desplazamiento de 1,13m en un micro bus (escolar) de una altura de 2,8m

Medidos los desplazamientos, se procede a estudiar las energías que se producen al momento del impacto, teniendo como

consecuencia la energía interna, que desprende las muestras al momento del impacto.

Se observa en la tabla que la energía interna máxima está en el rango de los 280KJ, este valor es excesivo debido a las dimensiones que posee el bus (M1). Los valores de energía cinética máximos son correspondientes al momento que autobús genera un contacto directo con el suelo. De la misma manera se considera la altura de centro de gravedad y la deformación que existe en el área lateral del automotor, como se observa en la tabla 1

Tabla 5. Valores de ensayos

Bus	t	h-HC	Ei (kJ)	U (cm)
M1	1,69	2,2-0,8	180	9,25
M2	1,9	1,8-0,7	149	7,56
M3	1,9	1,4-0,6	120	9,64

t= tiempo punto elástico / plástico
h= altura centro de gravedad
HC= altura en el punto de contacto
Ei= energía inicial
U= deformación costado

Fuente: Autores

Para la obtención de la altura de centro de gravedad, al considerarse un bus se utilizó un equipo que mide el momento de inercia total del automotor con carga, con este dato se obtiene la energía potencial con la siguiente formula, cuyo dato es muy similar al obtenido en el ensayo de laboratorio de 150kJ

$$Ep = mg\Delta h = mg(h - hc) = 276kJ \text{ [EC4]}$$

En el caso de la deformación que se puede ocasionar en las 3 muestras se considera la deformación del parante lateral superior, tomando en cuenta la deformación para una misma muestra de energía interna.

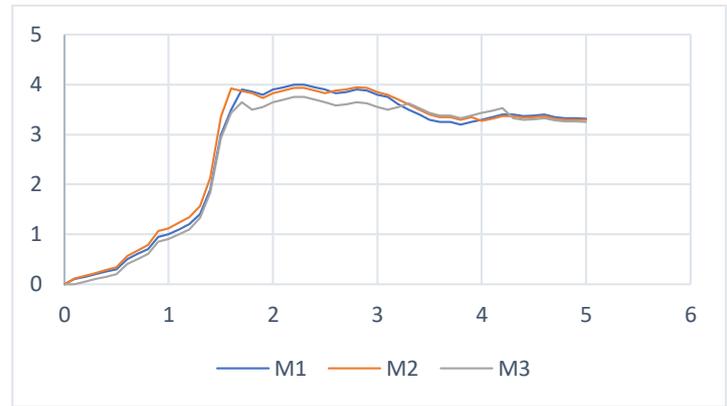


Gráfico 3: ensayo de desplazamiento.

Elástico/plástico

Fuente: Autores

Se observa en la gráfica, la deformación que se produce en relación al tiempo en el que la deformación elástica permanece en el rango de los 1,4 a 1,6 segundos en las 3 muestras, lo que cambia son los desplazamientos de 3,6 a 3,9 cm en las muestras de buses mencionadas.

5. CONCLUSIONES

Es importante considerar que existen varios tipos de autobuses que se comercializan en el Ecuador, por lo que varían su centro de gravedad debido a su tipo de fabricación, sus componentes que llevan dentro.

Para la presente investigación se tomó la normativa 2008/85/CE en el cual se verificó la estabilidad lateral, en el reglamento 66 de esta normativa verifica la resistencia de la estructura al momento de un accidente o un volcamiento.

Para el estudio se tomó el cálculo cuasi-estático y la simulación de un vuelco para determinar los ángulos incidencia.

6. REFERENCIAS

[1] Instituto Ecuatoriano de Normalización
RTE INEN 043:2010
www.ant.gob.ec/index.php/regulacion/normas-y-reglamentos-inen/seguridad/file/173-reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-043-2010

[2] Pablo Luque, Daniel Álvarez, Carlos Vera. Sistemas y Comportamientos

Dinámicos

www.books.google.es/books?id=JDuzY9j6HwMC&pg=PP1&dq=distancia%20entre%20ejes%20de%20automoviles&lr&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q=distancia%20entre%20ejes%20de%20automoviles&f=false

[3] José Sánchez Martí. Aplicación de los Cálculos de Velocidad a la Reconstrucción de Accidentes

www.books.google.com.ec/books?id=rAnjBwAAQBAJ&pg=PA7&dq=#v=onepage&q&f=false

[4] Benito Isaías Barbecho Morales, Guido Alexis Palacios Ortiz. Diseño y Construcción de un Banco para la Determinación del Centro de Gravedad y Transferencias de Pesos en Vehículos Livianos.

www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14267/1/UPS-CT007015.pdf

[5] José Sánchez Martí. Aplicación de los Cálculos de Velocidad a la Reconstrucción de Accidentes

www.books.google.com.ec/books?id=rAnjBwAAQBAJ&pg=PA7&dq=#v=onepage&q&f=false

[6] Nissan. Normas de Carrocero para el Montaje de Carrocerías, Equipamientos y Transformaciones.

www.nissan.com.mx/content/np300/manual.pdf

[7] Albert Martí Parera. Sistema de Seguridad y Confort en Vehículos Automóviles

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TRYmlorvR8EC&oi=fnd&pg=PA11&dq#v=onepage&q&f=false>.

[8] Hernán Cerda, Julio Cesar Qullquicondor, Néstor Cabrera. Diseño y Construcción de un Banco para Enderezar Compactos de Automóviles. www.dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6652

[9] Instituto Ecuatoriano de Normalización RTE INEN 1323:2009. www.tungurahua.gob.ec/carrocero/wp-content/uploads/2016/09/NTE-1323.pdf

[10] Luis Damián López Pasmíño. Análisis de la Estructura del Chasis Hino y su Incidencia en el Comportamiento Mecánico General del Bus Interprovincial en la Industria Metálica Cepeda.

[11] J.M Alonso Pérez. Técnicas Del Automóvil Chasis. www.books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9VRmtvxFGMwC&oi=fnd&pg=PR5&dq=#v=onepage&q&f=false

[12] Instituto Ecuatoriano de Normalización RTE INEN 1323:2009. www.tungurahua.gob.ec/carrocero/wp-content/uploads/2016/09/NTE-1323.pdf

[13] Benito Isaías Barbecho Morales, Guido Alexis Palacios Ortiz. Diseño y Construcción de un Banco para la Determinación del Centro de Gravedad y Transferencias de Pesos en Vehículos Livianos.

www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14267/1/UPS-CT007015.pdf

[14] Ramiro Andres Rosero Añazco. Desarrollo de un Reglamento Técnico Referente a Elementos de Seguridad para Vehículos de Categoría M1

Anexo 1: Bus Interprovincial e Intraprovincial

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización

Tomado de: Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE-INEN 043:2010



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

↓
Quito - Ecuador

REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 043:2010

BUS INTERPROVINCIAL E INTRAPROVINCIAL.

Primera Edición

BUS INTERPROVINCIAL AND INTRAPROVINCIAL.

First Edition

RESOLUCIÓN No. 021-2010

EL DIRECTORIO DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 52 de la Constitución Política de la República del Ecuador, es deber del Estado garantizar el derecho a disponer de bienes y servicios públicos y privados, de óptima calidad; a elegirlos con libertad, así como a recibir información adecuada y veraz sobre su contenido y características;

Que, el Protocolo de Adhesión de la República del Ecuador al Acuerdo por el que se establece la Organización Mundial del Comercio – OMC, se publicó en el Suplemento del Registro Oficial No. 853 de 2 de enero de 1996;

Que, el Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio - AOTC de la OMC en su artículo 2 establece las disposiciones sobre la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos por instituciones del gobierno central y su notificación a los demás Miembros;

Que, se deben tomar en cuenta las Decisiones y Recomendaciones adoptadas por el Comité de Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC;

Que, el Anexo III del Acuerdo OTC establece el Código de Buena Conducta para la elaboración, adopción y aplicación de normas;

Que, la Decisión 376 de 1995 de la Comisión de la Comunidad Andina creó “El Sistema Andino de Normalización, Acreditación, Ensayos, Certificación, Reglamentos Técnicos y Metrología”, modificada por la Decisión 419 de 31 de Julio de 1997;

Que, la Decisión 562 de junio de 2003 de la Comisión de la Comunidad Andina, establece las “Directrices para la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos en los Países Miembros de la Comunidad Andina y a nivel comunitario”;

Que, el Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización, Pesca y Competitividad, a través del Consejo del Sistema MNAC, mediante Resolución No. MNAC-0003 de 10 de diciembre de 2002, publicada en el Registro Oficial No. 739 de 7 de enero de 2003, establece los procedimientos para la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos Ecuatorianos;

Que, mediante Ley No. 2007-76 publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 26 del jueves 22 de febrero del 2007, se establece el Sistema Ecuatoriano de la Calidad, que tiene como objetivo establecer el marco jurídico destinado a:

- I) Regular los principios, políticas y entidades relacionados con las actividades vinculadas con la evaluación de la conformidad, que facilite el cumplimiento de los compromisos internacionales en esta materia;
- II) Garantizar el cumplimiento de los derechos ciudadanos relacionados con la seguridad, la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente, la protección del consumidor contra prácticas engañosas y la corrección y sanción de estas prácticas.

Que, es necesario garantizar que la información suministrada a los consumidores sea clara, concisa, veraz, verificable y que ésta no induzca a error al consumidor;

Que, el Instituto Ecuatoriano de Normalización-INEN, siguiendo el trámite reglamentario establecido en el Artículo 29 de la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, ha formulado el presente **Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN “Bus interprovincial e intraprovincial”**;

Que, el Directorio del INEN en sus sesiones llevadas a cabo el **29 de mayo y 14 de agosto de 2009**, conoció y aprobó la **Notificación** del mencionado Reglamento;

Que, en conformidad con el Artículo 2, numeral 2.9.2 del Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC, el Artículo 11 de la Decisión 562 de la Comisión de la Comunidad Andina, CAN, este Reglamento Técnico Ecuatoriano fue notificado en **2009-09-23 a la CAN** y en **2009-10-12 a la OMC** y, se han cumplido los plazos preestablecidos para este efecto;

Que, el Directorio del INEN en su sesión llevada a cabo el **25 de febrero de 2010**, conoció y aprobó la oficialización del mencionado Reglamento;

Que, por disposición del Directorio del INEN, el presidente del Directorio debe proceder a la oficialización con el carácter de **OBLIGATORIO**, mediante su publicación en el Registro Oficial; y,

En ejercicio de las facultades que le concede la Ley.

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º. Oficializar con el carácter de OBLIGATORIO el siguiente **Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 043 “Bus interprovincial e intraprovincial”**.

1. OBJETO

1.1 Este Reglamento Técnico Ecuatoriano establece los requisitos que deben cumplir los buses interprovinciales e intraprovinciales de transporte masivo de pasajeros con la finalidad de proteger la vida y la seguridad de las personas, el ambiente y la propiedad, y prevenir prácticas engañosas que puedan inducir a error a los fabricantes o usuarios finales.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

2.1 Este Reglamento Técnico Ecuatoriano aplica a los buses diseñados y equipados para el transporte interprovincial e intraprovincial de transporte masivo de pasajeros que van a ingresar al parque automotor ecuatoriano, sean importados, ensamblados o fabricados en el país.

2.2 Los buses interprovinciales e intraprovinciales objeto del presente Reglamento Técnico Ecuatoriano obedecen a la siguiente clasificación arancelaria:

CLASIFICACIÓN

DESCRIPCIÓN

87.02	Vehículos automóviles para transporte de diez o más personas, incluido el conductor
8702.10	- <i>Con motor de émbolo (pistón), de encendido por compresión (Diesel o semi-diesel)</i>
8702.10.10	-- <i>Para el transporte de un máximo de 16 personas, incluido el conductor.</i>
8702.10.10.80	--- <i>En CKD</i>
8702.10.10.90	--- <i>Los demás</i>
8702.10.90	- - <i>Los demás:</i>
8702.10.90.80	--- <i>En CKD</i>
8702.10.90.90	--- <i>Los demás</i>

8702.90	- Los demás:
	- - Los demás:
8702.90.91	- - - Para el transporte de un máximo de 16 personas, incluido el conductor.
8702.90.91.80	---- En CKD
8702.90.91.90	---- Los demás
8702.90.99	- - - Los demás:
8702.90.99.80	---- En CKD
8702.90.99.90	---- Los demás
8706.00	Chasis de vehículos automóviles de las partidas 87.01 a 87.05, equipados con su motor
	- Los demás:
8706.00.91	-- De vehículos de peso total con carga máxima superior a 5 t pero inferior o igual a 6,2 t
8706.00.91.80	--- En CKD
8706.00.91.90	--- Los demás
8706.00.92	- - De vehículos de peso total con carga máxima superior a 6,2 t
8706.00.92.80	--- En CKD
8706.00.92.90	--- Los demás
8706.00.99	-- Los demás:
8706.00.99.80	--- En CKD
8706.00.99.90	--- Los demás
87.07	Carrocerías de vehículos automóviles de las partidas 87.01 a 87.05, incluidas las cabinas.
8707.90	-Las demás:
8707.90.10.00	--De vehículos de la partida 87.02
8707.90.90.00	-- Las demás:

3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos del presente Reglamento Técnico Ecuatoriano se adoptan las definiciones establecidas en las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 960, 1 155, 1 323, 1 669, 2 292, 2 204, 2 207, 612, INEN-ISO 3779, en los Reglamentos Técnicos Ecuatorianos RTE INEN 011, 034 y en la Ley Orgánica de Transporte Terrestres, Tránsito y Seguridad Vial y su Reglamento General y adicionalmente las que a continuación se detallan:

3.1.1 *Abatible*. Que puede girar alrededor de un eje.

3.1.2 *Altura de un vehículo*. Dimensión vertical total de un vehículo, desde la superficie de la vía hasta la parte superior del mismo.

3.1.3 *Ancho de un vehículo*. Dimensión transversal de un vehículo en su parte más extensa.

3.1.4 *Ángulo de aproximación (ataque)*. Es el ángulo en un plano desde el punto de vista del vehículo, formado por el nivel de la superficie en la cual el vehículo está parado y la línea tangente que se forma entre el punto de contacto del radio del neumático delantero y la parte más baja de la parte delantera del vehículo.

3.1.5 *Ángulo de salida*. Es el ángulo en un plano desde el punto de vista del vehículo, formado por el nivel de la superficie en la cual el vehículo está parado y la línea tangente que se forma entre el punto de contacto del radio del neumático posterior y la parte más baja de la parte posterior del vehículo.

- 3.1.6 Asiento.** Estructura que puede anclarse a la carrocería del vehículo, que incluye la tapicería y los elementos de fijación, destinados a ser utilizados en un vehículo y diseñado ergonómicamente para la comodidad del pasajero.
- 3.1.7 Asiento individual.** Diseñado y construido para el alojamiento de un pasajero sentado.
- 3.1.8 Asiento doble.** Diseñado y construido para el alojamiento de dos pasajeros sentados.
- 3.1.9 Bus intraprovincial.** Diseñado y equipado para viajes dentro de una misma provincia y no tiene espacio que sea considerado específicamente para pasajeros de pie, pero puede llevar pasajeros de pie por cortas distancias en el corredor.
- 3.1.10 Bus interprovincial.** Diseñado y equipado para viajes a largas distancias entre provincias y no lleva pasajeros de pie.
- 3.1.11 Capacidad neta de pasajeros.** Número máximo admisible de ocupantes.
- 3.1.12 Ciclo de funcionamiento del motor.** Es el principio bajo el cual funciona el motor.
- 3.1.13 Compartimiento de pasajeros.** El espacio destinado a los pasajeros, excluido cualquier espacio ocupado por instalaciones fijas.
- 3.1.14 Conductor.** Persona que conduce un automotor.
- 3.1.15 Contrahuella.** Plano vertical del peldaño.
- 3.1.16 Corredor central.** Espacio libre o área útil del vehículo excluyendo las áreas de entrada y salida, cobranza, conductor y asientos de pasajeros.
- 3.1.17 Dirección asistida.** Que tiene un sistema que facilita el movimiento de giro de las ruedas.
- 3.1.18 Diseño original.** Comprende los planos, normas técnicas de fabricación y demás documentos técnicos en los cuales se sustentan los requisitos del diseño de origen del vehículo.
- 3.1.19 Ensamblador.** Persona natural o jurídica responsable del armado de las piezas y partes del vehículo, bajo los requisitos del diseño original.
- 3.1.20 Escotilla.** Abertura en la parte superior de la carrocería para efectos de ventilación y salida de emergencia.
- 3.1.21 Estribo.** Escalón para subir o bajar de un vehículo.
- 3.1.22 Fabricante del vehículo.** Persona natural o jurídica responsable de la fabricación del vehículo bajo los requisitos del diseño original.
- 3.1.23 Freno auxiliar.** Facilita al conductor reducir la velocidad del vehículo de forma gradual, cumpliendo la función de asistir al freno de servicio.
- 3.1.24 Freno de parqueo.** Permite que un vehículo se mantenga detenido por medios mecánicos, incluso en una calzada en pendiente y sobre todo sin la presencia del conductor.
- 3.1.25 Freno de servicio.** Facilita al conductor reducir la velocidad del vehículo de forma gradual, durante su funcionamiento normal o detenerlo.
- 3.1.26 Importador del vehículo.** Persona natural o jurídica responsable de la importación de vehículos para utilización propia o para comercializar.
- 3.1.27 Huella.** Plano horizontal del peldaño.
- 3.1.28 Longitud de un vehículo.** La distancia total entre los puntos extremos del vehículo en el eje longitudinal (incluido los parachoques).

- 3.1.29** *Luneta posterior.* Corresponde a los vidrios que se utilizan en la parte posterior de los vehículos.
- 3.1.30** *Mampara.* Panel vertical de separación.
- 3.1.31** *Pasajero.* Persona que hace uso del servicio de transporte público o privado.
- 3.1.32** *Peatón.* Es la persona natural que circula a pie por sus propios medios de locomoción o los discapacitados que transiten en artefactos especiales manejados por ellos o por terceros.
- 3.1.33** *Peldaño.* Cada una de las partes de un tramo de grada, que sirve para apoyar el pie al subir o bajar de ella.
- 3.1.34** *Piso.* La parte de la carrocería en la que reposan los pies de los pasajeros sentados y los del conductor, así como los soportes de los asientos.
- 3.1.35** *Proveedor.* Toda persona natural o jurídica de carácter público o privado que desarrolla actividades de producción, fabricación, importación, ensamblaje, construcción, distribución, alquiler o comercialización de bienes, así como prestación de servicios a consumidores, por las que se cobre precio o tarifa. Esta definición incluye a quienes adquieran bienes o servicios para integrarlos a procesos de producción o transformación, así como a quienes presten servicios públicos por delegación o concesión.
- 3.1.36** *Salidas de emergencia.* Son las ventanas laterales, puertas o cualquier otro medio de fácil y rápido desprendimiento o apertura desde el interior del vehículo, a ser usados en circunstancias excepcionales para salida de los ocupantes en casos de peligro.
- 3.1.37** *Trocha.* Dimensión exterior entre las ruedas posteriores.
- 3.1.38** *Vista Secundaria.* Visión libre de obstáculos.
- 3.1.39** *Vista total.* Visión libre de obstáculos con excepción del parante central del parabrisas y los parantes del frente del vehículo.

4. REQUISITOS

- 4.1** *Requisitos mínimos de seguridad.* Los buses interprovinciales e intraprovinciales deben cumplir con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034 “Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores”, en lo que corresponda.
- 4.2** Los aspectos fundamentales de los buses interprovinciales e intraprovinciales son: motor, chasis, carrocería, organización externa, organización interna, detalles exteriores e interiores y elementos de seguridad y control.
- 4.2.1** *Especificaciones del motor*
- a) *Arrancabilidad en pendiente.* Los vehículos de transporte interprovinciales e intraprovinciales deben cumplir con la Norma Española UNE 26 358 vigente, con una pendiente del 25%.
- a.1) *Capacidad de aceleración en plano.* El tren motriz debe tener la potencia, torque y relación de transmisión necesarias que le permita alcanzar una velocidad mínima de 40 km/h, partiendo de una condición de reposo y en una superficie plana, en un lapso de 22,5 s a Peso Bruto Vehicular (PBV) cuando se verifique de acuerdo a ensayo indicado en el numeral 6 del presente Reglamento Técnico Ecuatoriano.

- a.2) Capacidad de aceleración en pendiente. Los vehículos de transporte interprovinciales e intraprovinciales deben cumplir con la Norma Española UNE 26 357 vigente.
- b) *Emisiones contaminantes.* Los motores deben tener una certificación de que cumplen con las Normas Técnicas Ecuatorianas respectivas, según lo establecido por las Leyes vigentes.
- c) *Niveles de emisión.* Los niveles máximos permitidos de emisiones gaseosas deben cumplir con lo establecido en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 017.
- d) *Posición del motor.* El motor debe estar ubicado en la parte posterior o frontal avanzado (delante del eje delantero) del chasis.
 - d.1) Para los buses interprovinciales, la ubicación de los motores en la parte posterior será obligatorio en un plazo máximo de 5 años a partir de la entrada en vigencia de este Reglamento.
- e) *Ciclo de funcionamiento del motor.* Otto o Diesel.
- f) *Tipo de aspiración.* De acuerdo con el diseño original del fabricante.
- g) *Inyección.* De acuerdo con el diseño original del fabricante.
- h) *Sistema de escape.* Debe respetarse el diseño original del fabricante, su diseño debe ser de una sola salida sin la apertura de orificios u otros ramales de la tubería de escape, no debe disponer de cambios de dirección brusco, evitando de esta manera incrementar la contrapresión en el escape del motor. La salida podrá estar ubicada en la parte posterior o lateral izquierda inferior fuera de la carrocería. De existir modificaciones, estas deben cumplir con las recomendaciones del manual de carrozado del fabricante del chasis.

4.2.2 Chasis. Debe ser certificado, de diseño original para transporte de pasajeros, sin modificaciones, aditamentos o extensiones a su diseño original y cumplir con las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN aplicables vigentes (ver nota 1). Para el caso de chasis con motor delantero debe ser adelantado con respecto al eje delantero, de diseño original.

- a) *Capacidad del chasis.* El chasis debe disponer de una capacidad mínima de pasajeros, de conformidad con lo establecido en la Ley de Transporte Terrestres, Tránsito y Seguridad Vial y su Reglamento General.
- b) *Dirección.* Debe contar con una dirección asistida, de acuerdo a los diseños originales del fabricante y cumplir con las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN aplicables vigentes (ver nota 1).
- c) *Frenos.* Los sistemas de frenos serán independientes entre sí y estarán compuestos por los siguientes subsistemas:
 - c.1) *Frenos de servicio.* Deben ser neumáticos
 - c.2) *Freno de parqueo.* Deben ser neumáticos de activación independiente al de servicio.
 - c.3) Debe contar con un sistema de frenos auxiliar.

NOTA 1. En caso de no existir Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN, se deben utilizar las normas o directivas

equivalentes que le sean aplicables ya sean de la Comunidad Económica Europea (ECE), o las Normas Federales de Seguridad de Vehículos Automotores, FMVSS de los Estados Unidos de Norteamérica o las Normas Industriales Japonesas, JIS.

- c.4) Los sistemas de frenos para servicio, parqueo y auxiliares deben cumplir con la Regulación N.º 13. Uniform provisions concerning the approval of vehicles of categories M, N and O with regard to braking, de las Naciones Unidas (ver nota 1).
- d) *Suspensión*. Diseñado exclusivamente para bus de transporte de pasajeros, respetando los diseños originales del fabricante y debe cumplir con las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN vigentes y el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034 (ver nota 1).
- e) *Transmisión*. La transmisión debe ser manual, o automática con retardador de acuerdo al diseño original del fabricante y cumplir con las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN aplicables vigentes (ver nota 1).
- e.1) La transmisión automática con retardador será obligatoria para los vehículos interprovinciales en un plazo máximo de 5 años a partir de la entrada en vigencia de este Reglamento.
- f) *Neumáticos*. Los Neumáticos deben cumplir con lo establecido en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 011.

4.2.3 Velocidad máxima efectiva. La velocidad máxima efectiva del vehículo no será mayor a la establecida en la Ley Orgánica de Transporte Terrestres, Tránsito y Seguridad Vial y su Reglamento General.

4.2.4 Especificaciones de la carrocería

- a) *Material de la estructura*. Deben ser perfiles estructurales protegidos contra la corrosión que cumplan con las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN correspondientes vigentes.
- a.1) Cualquiera que sea el material utilizado en la estructura de la carrocería del vehículo, las partes que la componen deben presentar sólida fijación entre sí a través de, entre otros, soldadura, remaches o tornillos, de modo de evitar ruidos y vibraciones del vehículo, cuando se encuentre en movimiento, además de garantizar a través de los refuerzos necesarios, la resistencia suficiente para soportar en los puntos de concentración de carga (apoyos soportes, uniones, aberturas, etc.) todo tipo de esfuerzo al que puedan estar sometidos.
- a.2) Podrá ser admitido también el conjunto chasis-carrocería por una estructura autoportante. Dicha estructura debe contar con igual o mejores características de solidez, resistencia y seguridad que las convencionales, obedeciendo siempre a las normas de este Reglamento.
- b) *Parachoques frontal y posterior*. Deben disponer de parachoques frontal y posterior. No deben sobresalir de la carrocería en más de 300 mm y debe contar con elementos de sujeción que aseguren la absorción de impactos. La parte delantera inferior del parachoques delantero estará a una altura máxima de 500 mm desde la calzada y, la parte posterior inferior del parachoques posterior estará a una altura máxima de 600 mm desde la calzada.
- b.1) Se prohíbe la instalación de elementos de defensa adicionales (tumba burros, aumentos salientes a parachoques o portaequipajes originales, ganchos o bolas porta remolques no removibles que sobresalgan de la carrocería).
- b.2) El material de los parachoques debe ser metálico dúctil y tenaz o de poliéster reforzado con fibra de vidrio y estructura metálica y cumplir con las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN aplicables vigentes (ver nota 1).
- b.3) Las carrocerías de los vehículos de transporte interprovinciales e intraprovinciales deben cumplir con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 323 vigente.

- c) *Ventanas laterales.* Deben ser de cierres herméticos y vidrios de seguridad para uso automotor con un espesor mínimo de 4 mm, y que cumplan los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034 y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 669 vigentes. La altura máxima debe ser de 1 000 mm (ver nota 2).
- d) *Parabrisas.* Deben cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034 y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 669 vigentes.
- e) *Unión chasis - carrocería.* Las uniones entre chasis y la carrocería se realizarán siguiendo exclusivamente las recomendaciones del fabricante del chasis para bus, indicadas en su manual de fabricación y montaje de carrocerías de buses.
- f) *Superficie del piso.* La superficie del piso y de los accesos a las puertas de ingreso y salida, deben ser de material antideslizante y resistente al tráfico.
- g) En los buses, en el caso que existan desniveles en el pasillo de tránsito interno para pasajeros, debe accederse mediante rampas o peldaños con las siguientes características:
 - g.1) *Peldaños.* Huella de 250 mm y contrahuella de 200 mm;
 - g.2) *Rampa.* Inclinación máxima del veinte por ciento (20%) cuando no existan escalones en el pasillo. De quince por ciento (15%) en el caso que existan escalones.
 - g.3) Debe evitarse, que los bordes de los escalones existentes en el pasillo de tránsito de pasajeros se sitúen en las zonas entre asientos o entre otros asientos y mamparas.

4.2.5 Organización externa

a) Dimensiones externas del vehículo:

a.1) Largo total máximo:

a.1.1) De dos ejes 13 300 mm

a.1.2) Mayor a dos ejes 15 000 mm

a.2) *Ancho total.* El ancho total de la carrocería debe ser el que cubra la trocha, sin sobresalir más de 75 mm a cada lado.

a.3) *Altura total máxima:* 4 000 mm (con escotilla).

b) Voladizos

b.1) Delantero:

b.1.1) Mínimo 2 000 mm

b.1.2) Máximo 3 000 mm

b.2) Posterior

b.2.1) Máximo el 66 % de la distancia entre ejes.

NOTA 2. Las ventanas, puertas, parabrisas y otros elementos compuestos por vidrios deben usar vidrios de seguridad automotriz, que cumplan con los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034 y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 669 vigentes.

c) *Ángulos de acometida*: Entre 8° y 12°.

d) *Ventanas del conductor* (ver nota 1)

d.1) Con posibilidad de observar la parte baja en el exterior lateral izquierdo. d.2) La ventana debe abrirse por lo menos en un 30% de su ancho.

d.3) *Visibilidad del conductor*. El puesto del conductor debe tener las siguientes zonas de visibilidad:

i) Zona de visibilidad frontal superior: Debe permitir identificar un objeto situado a 15 m delante del vehículo y a 4,5 m del suelo (ver figura A.1).

ii) Zona de visibilidad frontal inferior: debe permitir identificar un objeto situado a 0,7 m delante del vehículo y a 1,1 m del suelo (ver figura A.2)

iii) Zona de visibilidad lateral izquierda. Debe permitir identificar un objeto situado a 0,7 m al lado izquierdo del vehículo y a 0,2 m del suelo (ver figura A.3).

iv) Zona de visibilidad horizontal. De acuerdo con la figura A.4.

v) La totalidad de la zona de visibilidad (campo visual) del parabrisas y la zona comprendida en la vista secundaria debe estar libre de todo obstáculo que impida la visibilidad del conductor.

vi) Zona de visibilidad lateral derecho. Debe permitir identificar un objeto situado 0,7 m al lado derecho del vehículo y a 0,2 m del suelo (ver figura A.3).

d.4) *Ventanas de los usuarios*. Pueden ser individuales o dobles (panorámicas), fijas o corredizas; la parte corrediza tendrá una manilla o tirador y será entre el 30% y el 60% del área total de la ventana, deslizante y con cierre hermético. Todos los vidrios de las ventanas deben ser de seguridad para uso automotriz, con un espesor mínimo de 4 mm y que cumplan los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 669 vigente.

d.5) Todas las ventanas de los buses interprovinciales deben estar provistas de cortinas o de otro dispositivo de protección solar.

e) *Puerta de ingreso y salida*

e.1) La (s) puerta (s) debe (n) ser abatibles hacia el interior o exterior, sin llegar a sobresalir en más de 300 mm de la carrocería.

e.2) El acceso a las puertas debe ser libre y no estar bloqueadas por asientos ni asideros intermedios.

e.3) Cuando el vehículo este en movimiento la puerta no podrá ser abierta desde el interior del vehículo. En situaciones de emergencia la puerta será fácilmente abierta manualmente desde el exterior o el interior del vehículo.

e.4) *Dimensiones*

e.4.1) Altura mínima, medida desde el estribo: 2 000 mm

e.4.2) Ancho libre mínimo: 850 mm

- e.5) *Materiales.* La estructura debe ser de acero o aluminio. De usarse vidrios serán de seguridad para uso automotriz.
- e.6) *Posición.* En los vehículos interprovinciales las puertas se ubicarán (n) en la parte lateral derecha. En los vehículos intraprovinciales la puerta de ingreso se ubicará (n) a partir del centro de la distancia entre ejes hacia adelante.
- e.7) *Controles.* El accionamiento de la (s) puerta (s), en los vehículos, debe efectuarse desde el puesto del conductor, a través de sistemas manuales (mecánicos) y/o servos mecánicos (hidráulico, neumático, eléctrico, etc.).

f) *Salidas de emergencia*

- f.1) De las ventanas para los usuarios, al menos dos por cada lateral, las mismas no deben ser contiguas y deben tener un dispositivo que permita desprender fácilmente las ventanas y expulsarlas hacia afuera del vehículo desde su perfil. Las ventanas de emergencia, una vez accionado su mecanismo de funcionamiento (expulsable, de vidrios destruibles, basculante), deben ofrecer una abertura libre de forma rectangular de ciento treinta centímetros (130 mm) de largo por sesenta centímetros (60 mm) de alto, como medidas mínimas. El largo de esta abertura podrá reducirse a ciento diez centímetros (110 mm) siempre que su altura alcance a ochenta centímetros (80 mm), de manera que la suma de ambas medidas no sea inferior a ciento noventa centímetros (190 mm).
- f.2) El número mínimo de salida de emergencia debe estar de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 323 vigente.

g) *Ventilación*

- g.1) *Ventilación con escotillas.* Para efectos de ventilación se debe contar con mínimo dos escotillas, ubicadas sobre el área comprendida entre los ejes delantero y posterior del vehículo. Las escotillas deben ser de tapa hermética con abertura superior parcial y con un área total mínima de 0,35 m². Las escotillas deben tener un dispositivo de salida de emergencia.
- g.2) *Ventilación delantera.* Deben disponer de un sistema de ventilación delantera y de un sistema de ventilación con regulación de temperatura y control de dispersión, el cual debe incluir un dispositivo antivaho para el parabrisas frontal.
- h) *Portaequipajes.* Deben disponer de compartimientos cerrados, independiente de la cabina de los pasajeros, con acceso por la parte externa del vehículo, para el transporte del equipaje de los pasajeros.
 - h.1) El volumen mínimo de los portaequipajes será el que resulte de considerar un coeficiente de ocupación promedio igual a una décima de metro cúbico (0,1 m³), por pasajero sentado.
 - h.2) Los portaequipajes deben ser herméticos y de características constructivas que impidan la entrada de polvo, agua, gases provenientes de la combustión, etc. Las puertas de acceso deben también estar equipadas con dispositivos de seguridad que eviten su apertura accidental durante la marcha del vehículo.
 - h.3) Los elementos auxiliares del vehículo como rueda de emergencia, herramientas, etc., deben colocarse por separado del equipaje de los pasajeros. Si eventualmente estos componentes estuvieran en el interior del portaequipaje, éste debe portar un panel divisorio que impida el contacto con el equipaje.

4.2.6 Organización interna

a) Alturas internas del vehículo

- a.1) Altura mínima en el corredor central: Medido en el eje central longitudinal del vehículo, será de 1 900 mm.
- a.2) Altura mínima desde el piso al borde inferior de la ventana: 700 mm.

b) Áreas interiores

b.1) Ingreso y salida de pasajeros

b.1.1) *Peldaños*. La estructura de soporte de los peldaños tiene que conformar una caja indeformable. Las cajas de los peldaños de las puertas de ingreso y salida no presentarán características específicas en cuanto a su forma y dimensiones, lo mismo ocurrirá con los estribos y los escalones. Estos, además de ser resistentes y de tener superficies antideslizantes, deben obedecer a formas y dimensiones que admitan, en su superficie horizontal, la inscripción de un semicírculo de diámetro mínimo de cuarenta y dos centímetros (42 cm) y perpendicular a la dirección de ingreso y salida. La proyección del borde del peldaño superior sobre la superficie del inferior no podrá invadir el área de dicho semicírculo (ver figura A.5).

b.1.1.1) La altura máxima medida desde el nivel del suelo hasta el peldaño inferior debe ser 400 mm. Se permite adicionalmente el uso de un escalón retráctil por debajo de esta altura. Si la altura máxima medida desde el nivel del suelo hasta el peldaño inferior es superior a 400 mm, e inferior a 500 mm, el uso de escalón retráctil por debajo de esta altura es obligatorio.

b.1.1.2) La huella en el primer peldaño debe ser mínimo de 400 mm, las demás huellas deben ser mínimo de 250 mm, incluido el escalón retráctil.

b.1.1.3) La contrahuella de los peldaños interiores tendrá una altura máxima de 200 mm.

b.1.2) *Material*. Acero o aluminio con recubrimiento de vinilo u otro material con rugosidad antideslizante y resistente al tráfico.

b.1.3) *Sujeción de ingreso y salida*. Cada uno de los ingresos y salidas de pasajeros constará de dos asideros interiores anclados firmemente en la carrocería (tipo pasamano).

b.2) Área del Conductor

b.2.1) Panel de conducción

b.2.1.1) *Ubicación*. Parte frontal izquierda del interior del vehículo donde el tablero de instrumentos se encuentra en el campo de visión del conductor, a una distancia de aproximadamente 700 mm, donde los instrumentos o indicadores de alerta deben estar dentro de un ángulo horizontal de visión de 30° grados.

b.2.1.2) *Contenido*. Instrumentos de control y mando; velocímetro, odómetro, manómetro doble de presión de los frenos (no aplica a sistema hidráulico), indicador de combustible, y presión de aceite del motor, termómetro para indicar la temperatura del agua del sistema de refrigeración, tacómetro, mandos neumáticos o eléctricos para puertas, luces de alarma de insuficiencias de cada sistema.

b.2.2) Asiento del conductor

b.2.2.1) Tipo ergonómico, regulable en los planos vertical y horizontal (longitudinal)

b.2.2.2) Ubicado frente al volante de conducción;

b.2.2.3) Ancho mínimo 450 mm; b.2.2.4)

Profundidad mínima 450 mm;

b.2.2.5) Altura mínima del espaldar 500 mm;

b.2.2.6) *Mecanismos de ajuste*. Los recorridos de ajuste deben ser: Vertical entre 400 mm y 550 mm; horizontal con una carrera mínima de 120 mm. La inclinación del espaldar debe estar entre 90° y 110° con respecto a la parte horizontal del asiento. Todos estos ajustes deben ser fácilmente realizables por un conductor de peso medio de 70 kg y los mandos de ajuste deben estar al alcance de sus brazos. La base del asiento debe estar firmemente anclada a la estructura del piso de la carrocería.

b.2.2.7) Se prohíbe la instalación de asientos a su lado izquierdo.

b.2.2.8) Al lado derecho puede ubicarse el asiento del conductor alternativo y debe cumplir con los requisitos establecidos para el asiento del conductor, con excepción de los mecanismos de ajuste vertical y horizontal.

b.2.2.9) Los asientos para el conductor principal y el alternativo deben tener cinturones de seguridad autotensables de 3 puntos con apoyacabezas individuales.

b.2.3) *Mamparas*. Deben colocarse mamparas de protección para los pasajeros ubicados delante de los asientos situados detrás del asiento del conductor y delante de los asientos ubicados inmediatamente después de las cajas de peldaños. En la mampara ubicada en las proximidades de las gradas deben colocarse pasamanos. Las mamparas deben tener las siguientes dimensiones mínimas:

b.2.3.1) Distancia mínima de los asientos a la mampara: 400 mm; b.2.3.2) Altura

mínima desde el piso de fijación de los asientos: 700 mm;

b.2.3.3) El ancho de la mampara ubicada detrás del asiento del conductor tendrá como mínimo 450 mm. La (s) mampara (s) ubicada (s) en la proximidad de la grada cubrirá en todos los casos, la profundidad total de la misma (ver figura A.6).

b.2.4) Cabina del conductor

b.2.4.1) Los buses podrán tener una cabina de conducción independiente del habitáculo de los pasajeros, con un paso de acceso a éste de acuerdo a los requisitos de servicio. Tanto el piso como el techo de esta cabina, podrán estar a igual nivel o en distintos niveles, superior o inferior al de los asientos para los pasajeros, o del pasillo de circulación interna del vehículo.

b.2.4.2) Para los buses que posean cabina de conducción con altura interior superior a 1 750 mm, ésta debe tener al menos una puerta lateral con dimensiones adecuadas, de tal manera que presten las facilidades necesarias para el ingreso y salida del conductor.

b.2.4.3) Cuando la altura interior, de la zona destinada a la circulación y al ingreso y egreso del conductor y del personal auxiliar sea inferior a 1 750 mm, la cabina debe tener dos (2) puertas, ubicadas una a cada lateral, con las siguientes medidas mínimas:

a) Altura: 1 250 mm;

b) Ancho: Mínimo 550 mm.

b.2.4.4) Los buses que posean cabina de conducción independiente de la zona de pasajeros pueden tener máximo un asiento para un acompañante y se prohíbe la instalación de literas.

b.2.4.5) En ningún caso, la altura entre el borde superior del asiento del conductor o acompañantes, en su posición normal de trabajo, a ningún punto del techo de la cabina, podrá ser menor a 900 mm.

b.3) Asientos para pasajeros

b.3.1) *Asientos y disposición.* Deben ser fijos a la carrocería y estar dispuestos según el eje longitudinal del vehículo en el sentido de marcha y/o viceversa, de tal forma que se proporcione la mayor seguridad y confort a los pasajeros, respetando los diseños de los fabricantes del vehículo o chasis para la distribución de las cargas a los ejes del vehículo y cumplir con las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN vigentes (ver nota 1).

b.3.1.1) Deben ser reclinables e individuales incluidos los de la última fila, disponer de apoyacabezas y de apoyabrazos individuales. Los apoyacabezas deben cumplir con las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN vigentes (ver nota 1).

b.3.1.2) Los buses de pasajeros intraprovincial e interprovinciales deben disponer de cinturones de seguridad de tres puntos autotensables en los asientos ubicados en la primera fila y fila posterior a las puertas de salidas. En los vehículos interprovinciales se colocarán cinturones de seguridad de dos puntos (modelo pélvico), en la totalidad de los asientos destinados a los pasajeros. Los cinturones de seguridad deben cumplir con las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN vigentes (ver nota 1).

b.3.1.3) Los buses poseerán dos (2) hileras de dos asientos individuales, incluida la última fila, de las siguientes dimensiones:

a) Profundidad mínima: 420 mm para bus intraprovincial y 450 mm para bus interprovincial;

b) Ancho libre mínimo del asiento: 450 mm;

c) Altura desde el piso a la base del asiento entre 400 mm y 480 mm;

d) Distancia entre asientos medidos desde la parte posterior de un asiento y la parte anterior del siguiente (ver figura A.7):

d.1) Bus interprovincial: mínima de 750 mm

d.2) Bus intraprovincial: mínimo de 700 mm

- e) Posiciones de reclinación mínima: dos (2), con un ángulo mínimo de 12° y $30^\circ \pm 2^\circ$ para bus intraprovincial y 12° y $40^\circ \pm 2^\circ$ para bus interprovincial;
- f) Altura total del respaldo del asiento sin él apoya cabeza: mínima 700 mm;
- g) Seguridad. Los asientos no deben tener aristas o protuberancias de ninguna índole;
- h) Material. Deben ser de tipo blando, acolchados y tapizados;
- i) Los asientos de los buses interprovinciales deben estar dotados de apoya pies;
- j) Los apoya pies, deben ser abatibles y no causar molestias al pasajero que no desee utilizarlo;
- k) La identificación de los asientos será a través de números ordinales y/o letras, excluyéndose las del conductor y acompañante;
- l) El número correspondiente y la identificación de cada asiento podrá estar colocado en la parte superior del respaldo de los asientos, en los apoyabrazos o para mejor visibilidad, sobre las ventanillas o en los portaequipajes superiores;
- m) En la parte posterior de los respaldos podrán tener colocadas mesas individuales y abatibles, porta revistas, que no excedan el ancho del respectivo respaldo;
- n) La estructura y fijación de los asientos debe cumplir con lo establecido en las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN vigentes (ver nota 1).

b.4) *Corredor central*. Debe tener un ancho mínimo de 350 mm entre las partes interiores más salientes.

b.5) *Asideros*

b.5.1) *Ubicación*. En la puerta de ingreso y salida debe ir un asidero de una longitud suficiente y de fácil acceso para los pasajeros. Este asidero al cerrar la puerta debe quedar en la parte interior del bus.

b.5.2) *Tipo*. Tubulares entre 25 mm y 40 mm de diámetro.

b.5.3) *Material*. Debe ser del tipo estructural, de fácil agarre, antideslizante, tubular, con un recubrimiento de material lavable y cumplir con las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN aplicables vigentes (ver nota1).

b.6) *Porta paquetes*. Deben estar dotados en su interior en forma de estantes, en correspondencia con ambos paneles laterales del vehículo destinados a la colocación de paquetes pequeños y livianos.

b.6.1) La profundidad máxima del mismo, estará medida horizontalmente y en sentido perpendicular al panel lateral de la carrocería, desde dicho panel y hasta el borde más saliente de la porta paquetes, debe tener como máximo 700 mm.

b.6.2) La porta paquetes deben estar dotados de bordes o inclinación hacia el interior del mismo, que evite la caída de paquetes durante la marcha normal del vehículo.

- b.6.3) La altura de los porta paquetes, medida desde el piso de fijación de los asientos hasta su parte más baja, no debe ser menor a 1 500 mm.

4.2.7 *Detalles exteriores e interiores*

4.2.7.1 *Iluminación:* El bus debe contar con los equipos y dispositivos de iluminación interior y exterior que se establecen en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 155 vigente.

4.2.7.2 *Rótulo con el destino de viaje, sea mecánico o electrónico.* El rótulo debe ser iluminado, con dimensiones mínimas de 600 mm de largo y 200 mm de alto. El rótulo se ubicará en la parte superior o inferior del lado derecho sobre el parabrisas frontal, de tal forma que no afecte a la visibilidad del conductor, según el numeral 5.2.3, literal d.3.

4.2.7.3 *Avisador acústico.* Debe cumplir con los niveles de ruido establecidos en las normas ambientales o las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN vigentes (ver nota 1). Se prohíbe el uso de bocinas de aire.

4.2.7.4 La porta paquetes podrán disponer de iluminación individual para los pasajeros.

4.2.7.5 *Rótulos de prohibición.* Los rótulos deben ser de 120 mm de ancho y 180 mm de alto, en material adhesivo con fondo blanco, símbolo negro y orla diagonal de prohibición en rojo y estarán ubicados de tal forma que sean visibles para los pasajeros.

4.2.7.6 *Rótulo de salidas de emergencia.* Las salidas de emergencia deben estar correctamente identificadas mediante un rótulo de material adhesivo de 100 mm de ancho y 150 mm de largo en fondo rojo y letras blancas. Como complemento debe existir, otro rótulo de material adhesivo de idéntica medida con las instrucciones de salida de emergencia. El dispositivo de desprendimiento de ventanas o de parabrisas estará identificado y pintado de color rojo.

4.2.7.7 *Recolector de basura.* Se deben colocar recolectores de basura interiormente, como mínimo uno en la parte delantera y otro en la parte posterior.

4.2.8 *Ventilación.*

4.2.8.1 Los buses para transporte interprovinciales e intraprovinciales deben tener un sistema de renovación del aire del habitáculo que impida el ingreso de gases provenientes del funcionamiento del vehículo o de su sistema de combustible.

4.2.8.2 La renovación de aire debe ser uniforme por todo el interior del vehículo y por lo menos 15 m³/h por pasajero. En caso de que tengan instalados equipos de aire acondicionado, se debe garantizar la renovación mínima del 20 % de volumen del aire cada hora.

4.2.9 *Calefacción*

4.2.9.1 Podrán estar equipados de cualquier sistema de calefacción, excepto los que funcionen con los gases de escape del motor que circulan por cañerías ubicadas en el interior del vehículo.

4.2.10 *Compartimientos especiales*

4.2.10.1 En el caso de que los buses dispongan de compartimientos específicos para bar y baño, deben estar ubicados en zonas que no dificulten el desplazamiento de los pasajeros, el libre tránsito en el pasillo, que no obstruyan los accesos a las puertas y zonas de emergencia.

a) Bar

- a.1) En el caso de disponer de un bar, todos los equipamientos que lo componen deben fijarse y acondicionarse de manera de evitar desplazamientos durante la marcha del vehículo.

b) Baño

- b.1) En el caso de disponer baño, sus componentes deben estar ubicados en compartimientos estancos, provistos de extractores de aire con capacidad suficiente para recoger y mantener los desechos de por lo menos el 50% de la capacidad de pasajeros y que funcione permanentemente durante todo el recorrido del viaje.
- b.2) La puerta del baño estará dotada de cerradura que solamente en caso de emergencia pueda ser accionada por su lado exterior, sin afectar la comodidad y seguridad de los pasajeros, tanto para abrirla como para cerrarla.
- b.3) El baño debe, también, estar dotado de señal luminosa indicadora de ocupado.
- b.4) El piso y las paredes laterales del baño, hasta un mínimo de un metro (1 m) de altura, serán de acero inoxidable o de plástico reforzado con fibra de vidrio, excepto las aberturas para ventanillas.
- b.5) El baño debe contener, además del inodoro, un lavatorio, portapapeles y asideros en lugares adecuados. Las ventanillas correspondientes no podrán ser de vidrios transparentes.
- b.6) El compartimiento, destinado al retrete tendrá las siguientes características mínimas:
 - b.6.1) El inodoro se vaciará con agua, pudiendo utilizar sustancias químicas que neutralicen la materia orgánica y se eliminen olores desagradables;
 - b.6.2) Área interior, medida a nivel superior del lavabo: mínimo seis décimas de metro cuadrado (0,6 m²);
 - b.6.3) Altura interior, del piso al techo, en el sector de circulación, donde pueda estar normalmente de pie una persona: mínimo 1 750 mm;
 - b.6.4) Altura de la puerta: mínimo 1 650 mm;
 - b.6.5) Ancho útil de la puerta (paso libre), en su máxima apertura: mínimo 400 mm;
 - b.6.6) Espacio libre entre el frente del inodoro y cualquier artefacto o elemento ubicado delante de él: mínimo 350 mm;

4.2.11 Elementos de seguridad y control. Los vehículos de transporte interprovinciales e intraprovinciales deben cumplir con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034 “Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores”.

4.2.11.1 Extintor de incendios. Los buses deben disponer de un extintor de incendios de mínimo cuatro kilogramos de polvo químico seco o CO₂, de color rojo ubicado detrás del conductor en posición vertical y acoplado con anillos metálicos o correas de sujeción de fácil desmontaje.

4.2.11.2 Triángulos de seguridad. Los buses deben disponer de triángulos de seguridad montables de material reflectivo con grado de alta intensidad o diamante color rojo y un mínimo de 500 mm por lado y 40 mm de ancho de la franja (ver nota 1).

4.2.11.3 Tacógrafo. De acuerdo al Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034.

4.2.11.4 Limitador de velocidad. De acuerdo al Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034.

4.2.11.5 Rotulación. Todos los rótulos informativos, sean externos como internos de cualquier índole, deben estar escritos de forma clara y concisa en letras mayúsculas y en español.

4.2.11.6 Se prohíbe la instalación de parrillas superiores externas a la carrocería.

4.2.11.7 Bolsas de aire. De acuerdo al Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034.

4.2.12 Aislamientos y revestimiento interior

- a) Todos los buses deben poseer, en el interior del techo, en las paredes laterales, frontal y posterior de la carrocería y en el compartimiento destinado al alojamiento del motor un sistema de aislamiento acústico y térmico de características de baja combustibilidad o retardadores de llama.
- b) El nivel de ruido medido a una altura de 1,20 m sobre el nivel del piso del vehículo, en la posición del asiento del conductor, no podrá exceder.
 - b.1) Con el vehículo detenido y motor girando al mínimo de revoluciones por minuto (rpm): 75 dB (A);
 - b.2) Con el vehículo detenido y motor girando a 75 % del número máximo de revoluciones por minuto (rpm): 85 dB (A);
- c) Ambas mediciones se efectuarán con todas las puertas y ventanas cerradas y con un nivel de ruido exterior inferior a 60 dB (A).
- d) Con el motor funcionando a 75 % del número máximo de revoluciones por minuto (rpm) debe asegurarse un nivel máximo de ruido interior de 88 dB (A), a 1,20 m respecto del nivel del piso del pasillo de circulación interna, en cualquier punto de su extensión.
- e) *Inflamabilidad de los materiales.* Los materiales de revestimiento de los asientos, las paredes, el techo y el piso a ser utilizados en el interior de los vehículos deben ser de baja combustibilidad o poseer la capacidad de retardar la propagación del fuego con un índice de llama máximo de 250 mm/min, de acuerdo con la norma ISO 3795 (ver nota 1).
- f) *Temperatura en el compartimiento de los pasajeros.* El bus debe contar con los sistemas necesarios para garantizar una temperatura de confort según las condiciones climáticas de cada ciudad en el compartimiento de los pasajeros, donde no sea superior a 28 pc.

5. ENSAYOS PARA EVALUAR LA CONFORMIDAD

5.1 Los métodos de ensayo para evaluar la conformidad de los requisitos del presente Reglamento Técnico Ecuatoriano, según corresponda, deben ser los especificados en las Normas Técnicas Ecuatorianas INEN vigentes, o en las normas o directivas equivalentes que le sean aplicables, ya sean de la Comunidad Económica Europea (ECE), o las Normas Federales de Seguridad de Vehículos Automotores, FMVSS de los Estados Unidos de Norteamérica o las Normas Industriales Japonesas, JIS.

5.2 Ensayo de aceleración en plano.

5.2.1 Principio. Determinar la capacidad de aceleración del bus interprovincial e intraprovincial.

5.2.2 Equipo de ensayo. Equipo de adquisición de datos con sensores de velocidad, distancia, tiempo y aceleración (quinta rueda manual, quinta rueda óptica, por ejemplo) instalado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de este instrumento.

5.2.3 Vehículo de ensayo. Se debe contar con un vehículo completamente equipado de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

5.2.3.1 Verificar el nivel de los fluidos del vehículo (aceite caja, aceite motor, refrigerantes y otros) y llenar a la máxima capacidad recomendada por el fabricante.

5.2.3.2 Inflar las llantas a la máxima presión recomendada por el fabricante.

5.2.3.3 Cargar el vehículo con su peso bruto vehicular (PBV).

5.2.4 *Ruta de prueba.*

5.2.4.1 El Lugar de la prueba debe ser una vía seca, recta, pavimentada y plana.

5.2.4.2 La longitud de la vía de prueba debe ser suficiente para lograr acelerar al vehículo de 0 km/h hasta 40 km/h y poder operarlo y detenerlo con seguridad.

5.2.5 *Procedimiento.*

5.2.5.1 Se inicia la prueba con el vehículo en reposo, el motor en ralentí y la transmisión engranada.

5.2.5.2 Se acelera al máximo el vehículo hasta alcanzar la velocidad de 40 km/h.

5.2.5.3 Se registra el tiempo y la distancia necesarios para alcanzar la velocidad especificada.

5.2.5.4 Se deben registrar y promediar un mínimo de 3 lecturas en cada prueba.

6. DOCUMENTOS NORMATIVOS CONSULTADOS O DE REFERENCIA

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 960 *Vehículos automotores. Determinación de la potencia neta del motor.*

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 155 *Vehículos automotores. Equipos de iluminación y dispositivos para mantener o mejorar la visibilidad.*

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 323 *Vehículos automotores. Carrocerías metálicas. Requisitos.*

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 669 *Vidrios de seguridad para automotores. Requisitos.*

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 668 *Vehículos automotores. Carrocerías metálicas para buses interprovinciales. Requisitos.*

Norma Española UNE 26 357. *Confirmación de la posibilidad de marcha en pendiente.* Norma

Española UNE 26 358. *Vehículos automóviles. Prueba de arrancabilidad en pendiente.*

Regulación N° 13. *Uniform provisions concerning the approval of vehicles of categories M, N and O with regard to braking, de las Naciones Unidas.*

Directiva 96/69/CE (Euro II) del Parlamento Europeo y del Consejo del 13 de octubre de 1998 *relativa a las medidas que deben adoptarse contra la contaminación atmosférica causada por las emisiones de los vehículos de motor y por la que se modifica la Directiva 70/220/CEE del Consejo.*

Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 011 *Neumáticos.*

Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034 *Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores.*

Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial y su Reglamento.

MERCOSUR/GMC/RES. N.º 19/02. *Reglamento Técnico MERCOSUR de vehículos de la categoría M 3 para el transporte automotor de pasajeros por carretera (ÓMNIBUS de media y larga distancia).*

Norma ISO 3795. *Road vehicles, and tractors and machinery for agriculture and forestry. Determination of burning behavior of interior materials.*

7. DEMOSTRACIÓN DE LA CONFORMIDAD CON EL PRESENTE REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO

7.1 Los ensambladores nacionales e importadores de vehículos automotores deben cumplir con lo dispuesto en el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano y con las demás disposiciones establecidas en otras leyes y reglamentos vigentes aplicables a estos vehículos.

7.2 La demostración de la conformidad con el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano debe realizarse mediante la presentación de un certificado de conformidad, de acuerdo con lo establecido por el Consejo Nacional de la Calidad, CONCAL.

8. ORGANISMOS ENCARGADOS DE LA EVALUACION Y LA CERTIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD

8.1 La evaluación de la conformidad y la certificación de la conformidad exigida en el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano debe ser realizada por entidades debidamente acreditadas o designadas, de acuerdo con lo establecido en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

8.2 En el caso de que en el Ecuador no existan laboratorios acreditados para este objeto el organismo certificador utilizará, bajo su responsabilidad, datos de un laboratorio designado por el CONCAL o reconocido por el organismo certificador.

9. AUTORIDAD DE FISCALIZACIÓN Y/O SUPERVISIÓN.

9.1 Las instituciones del estado que en función de sus leyes constitutivas tengan facultades de fiscalización y supervisión son las autoridades competentes para efectuar las labores de vigilancia y control del cumplimiento de los requisitos del presente Reglamento Técnico Ecuatoriano, de acuerdo con lo que establece la Ley Orgánica de Defensa del Consumidor y la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

10. TIPO DE FISCALIZACIÓN Y/O SUPERVISIÓN

10.1 La fiscalización y/o supervisión del cumplimiento del presente Reglamento Técnico Ecuatoriano lo realizarán los organismos especializados competentes en materia de transporte terrestre, previamente a la comercialización o a que entren en circulación los vehículos automotores.

11. RÉGIMEN DE SANCIONES

11.1 Los importadores, fabricantes y ensambladores nacionales de estos vehículos que incumplan con lo establecido en el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano recibirán las sanciones previstas en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y demás leyes vigentes, según el riesgo que implique para los usuarios y la gravedad del incumplimiento

Anexo 2: Sistemas y Comportamiento Dinámico

Fuente: Pablo Luque, Daniel Álvarez, Carlos Vera

Tomado de: Ingeniería del Automóvil

Prólogo

En su poco más de un siglo de existencia, el automóvil ha pasado de ser un artículo de lujo, sólo al alcance de los más adinerados, a ser una herramienta de uso cotidiano, y en muchos casos esencial, en las sociedades avanzadas. El desarrollo del automóvil ha ido parejo al desarrollo económico, representando uno de los motores que ha hecho posible la actual sociedad del bienestar.

El desarrollo de la tecnología ha hecho posible la creación de automóviles más fiables, más rápidos, más seguros, ..., pero que, prácticamente, no han variado en su concepción desde los primeros diseños, disponiendo, al igual que entonces, de cuatro ruedas, un bastidor o estructura resistente y sistemas de propulsión, frenado, suspensión y dirección. Cada uno de los elementos y conjuntos que forman los automóviles actuales ha alcanzado tal complejidad que se requieren equipos de técnicos especializados para su análisis y diseño.

Aun siendo conscientes de que en un libro es imposible recoger íntegramente el estado del arte actual, y mucho menos dar una visión evolutiva completa, hemos tratado de ofrecer una aproximación a los vehículos automóviles, con rigor y precisión, que sirva de ayuda y consulta tanto a estudiantes de las Escuelas de Ingeniería como a profesionales en ejercicio, aportando tanto una visión cualitativa como cuantitativa de los diversos aspectos y efectos que influyen. Si bien es cierto que en la actualidad existe una amplia oferta informativa y bibliográfica sobre el automóvil, no es menos cierto que muchas veces esa información está muy dispersa, no es fácilmente accesible o quizás no está disponible en castellano.

Por todo ellos, tras una introducción a los automóviles, en la que se ofrece una visión general de los mismos, la presente obra pretende "construir" el conocimiento del vehículo comenzado por los elementos que lo mantienen en contacto con la superficie de rodadura,

© ITES - Paraninfo

las ruedas neumáticas. A continuación, siguiendo un camino ascendente desde las ruedas, se analizan los sistemas que las unen al vehículo, la suspensión y la dirección.

Una vez que se conoce la configuración general del automóvil se analizan los sistemas que permiten el movimiento del vehículo y su detención, el sistema de tracción y los frenos. El estudio se completa con una introducción a los elementos de seguridad pasiva aplicados en la actualidad.

Cada uno de los temas tratados, aun considerando las particularidades propias, incluye una descripción de los elementos esenciales de cada sistema considerado, para posteriormente incluir modelizaciones matemáticas o cuantificaciones válidas, tanto para procesos de prediseño o reingeniería, como para análisis dinámico del comportamiento vehicular.

Los autores

1

EL AUTOMÓVIL

1.1 EL VEHÍCULO AUTOMÓVIL

Un automóvil, o vehículo que se mueve por sí mismo, esencialmente está constituido por dos grandes conjuntos que son el chasis o conjunto mecánico del vehículo, y la carrocería, destinada a transportar los pasajeros o la carga, que va anclada al chasis. El chasis en cualquier tipo de automóvil está compuesto de los siguientes elementos:

1. Una estructura resistente
2. El motor y elementos de la transmisión (embrague y cambio de velocidades, colocados a continuación del motor; árbol y puente trasero)
3. Los ejes delanteros, los ejes traseros y las ruedas
4. La suspensión, que une las ruedas o ejes al bastidor
5. El sistema de dirección
6. Los frenos

La carrocería, en los automóviles modernos y otros vehículos, puede ir integrada con la estructura resistente, en lo que se conoce como carrocería autoportantes.

La presente obra analiza los diversos elementos que pueden configurar un vehículo automóvil y su influencia en el comportamiento dinámico. Tras este primer capítulo introductorio general, se dedican otros al estudio de ruedas y neumáticos (Capítulo 2) y a su relación con el cuerpo del vehículo, y su respuesta dinámica, por medio de los sistemas de suspensión (Capítulo 3) y dirección (Capítulo 4). Posteriormente se detallará el movimiento longitudinal del vehículo y los sistemas que permiten tanto el avance (Capítulo 5), como el frenado (Capítulo 6). Se concluye con algunas ideas sobre los

1.1.1 ESTRUCTURA RESISTENTE

La estructura resistente es el elemento principal del vehículo. Se compone de un armazón metálico sobre el que se montan y relacionan todos los elementos del automóvil: la carrocería, el motor y la transmisión por un lado, y la suspensión con las ruedas por otro. Existen dos conceptos aplicables al diseño de la estructura resistente de los vehículos de carretera y estos son el empleo de un bastidor resistente o de una estructura autoportante o monocasco.

En el caso de utilizarse un bastidor resistente se dispone de una estructura sobre la que se anclan todos los elementos, incluida la carrocería. Esta solución es la empleada en vehículos industriales y en turismos de gran tamaño y todoterreno. Además se emplea en vehículos con carrocerías de materiales plásticos o compuestos. El bastidor es un conjunto de elementos estructurales enlazados que soportan las diversas sollicitaciones del vehículo y sus elementos.

La estructura autoportante es la configuración empleada en vehículos turismos, en los industriales ligeros y en algunos vehículos todoterreno ligeros (los denominados todocamino). En esta configuración el bastidor se funde con la carrocería para generar un conjunto de elevada resistencia con bajo peso y unas mejores condiciones referentes a la seguridad pasiva.

EL BASTIDOR

Es el conjunto de elementos que constituyen la estructura resistente de un vehículo y es el elemento donde se anclan el resto de sistemas y subsistemas del vehículo. La estructura convencional está formada por dos largueros (situados en sentido longitudinal).

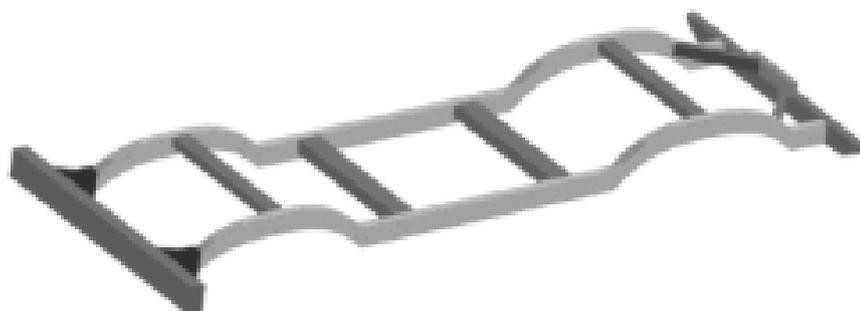


Figura 1.1 Bastidor

LA CARROCERÍA AUTOPORTANTE

Una carrocería autoportante o monocasco integra en un único conjunto las funciones estructurales de resistencia y de la carrocería. Este diseño se empezó a popularizar desde que en 1930 lo usara *Citroën* en sus vehículos, aunque su incorporación ha sido gradual, aplicándose inicialmente a turismos ligeros para llegar en la actualidad a incluirse en la práctica totalidad de los turismos, en numerosos vehículos industriales ligeros y en algunos todoterreno.

Se basa en el concepto de que todos los elementos del vehículo soporten las solicitaciones a las que está sometido. En los diseños modernos los vehículos se componen de diversos conjuntos o subchasis en los que se montan los diferentes mecanismos. El objetivo es minimizar problemas tales como ruidos o vibraciones al incluir elementos de conexión aislantes. Esto es lo que se conoce como construcción semiintegral y fue introducida hacia 1950 por *Daimler-Benz* en Alemania.

En la práctica, la carrocería o cuerpo de un turismo se construye mediante chapas conformadas que se unen por medio de soldadura por puntos o colas estructurales. Los diferentes elementos resistentes que componen la carrocería suelen estar formados por cuerpos huecos, es decir, secciones cerradas de paredes delgadas, chapas y elementos de refuerzo que dotan al vehículo de las características mecánicas adecuadas. El conjunto deberá poseer una rigidez tal que asegure el correcto posicionamiento de todos los elementos que soporta, aun admitiendo que aparecerán deformaciones elásticas en el conjunto.

El estudio mecánico del conjunto deberá incluir el análisis de las frecuencias y modos de vibración de la estructura y elementos enlazados, con el objeto de evitar o mitigar, en la medida de lo posible, los efectos de resonancia. Otros efectos importantes a tener en cuenta serán los derivados de la fatiga de los materiales debido a las acciones tanto aleatorias como alternativas que sufrirá el vehículo a lo largo de su vida útil.

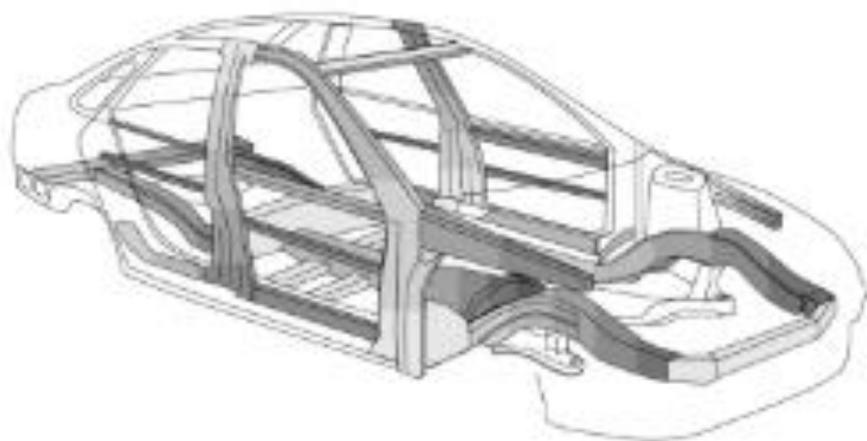


Figura 1.2 Estructura autoportante

Otro condicionante que deberá tener en cuenta el diseño del cuerpo del vehículo será el relativo a la seguridad pasiva y los posibles efectos de choques o colisiones en caso de accidente. Los diseños deberán asegurar un correcto direccionamiento de las energías presentes para minimizar los riesgos de lesión tanto en los ocupantes como de elementos externos (baja agresividad). Como complemento a lo anteriormente mencionado, debe asegurarse una reparabilidad adecuada de los elementos susceptibles de sufrir daños en pequeños impactos, como parachoques, faros, molduras... así como la capacidad de reciclado de los materiales constitutivos.

La estructura del coche, sin tener en cuenta las puertas, se puede considerar dividida más o menos en tres partes diferenciadas: la estructura inferior, los elementos laterales y el techo. La estructura inferior es un vago recuerdo del bastidor de los vehículos no autoportantes y soporta las mayores solicitaciones. Suele estar formada por largueros longitudinales a ambos lados del vehículo, travesaños y chapas conformadas para incrementar la resistencia del conjunto. En vehículos con motor delantero y tracción trasera, esta estructura dejará paso a los elementos de la transmisión y del puente trasero mediante túneles y alojamientos adecuados. Sobre la estructura inferior se acoplan paneles, más o menos verticales, que delimitarán los diferentes volúmenes del vehículo, separando los compartimentos destinados al grupo motopropulsor, pasajeros y carga. Además, incorpora los pasos de rueda y los anclajes de elementos como suspensión y dirección o subchasis completos, tanto traseros como delanteros.

Los elementos laterales están formados esencialmente por unos anillos que reciben el nombre de montantes, hasta un total de tres o cuatro, denominados comúnmente por letras. El montante A será el que incluye el parabrisas delantero, el B el que se sitúa entre las puertas delanteras y traseras y el C el que se sitúa inmediatamente por detrás de las puertas traseras, o ventanillas si el vehículo no posee puertas traseras. En vehículos con carrocería familiar, los denominados *station wagon*, aparece un cuarto montante o anillo en la parte posterior del vehículo, incluyendo la luna o parabrisas trasero. Estos montantes son vigas, elementos tubulares, vigas cerradas o cajón, que se enlazan a la base y estructura del techo del vehículo por medio de uniones reforzadas y compuestas. Esta estructura se completa con las aletas y pasos de rueda, así como con otros elementos externos. La estructura superior conforma el techo del vehículo, estando constituida por una gran chapa y elementos resistentes, tanto longitudinales como transversales.

Ventajas

La construcción integral, frente a las disposiciones tradicionales de bastidor y carrocería independiente, presenta diversas ventajas, como son una mayor rigidez de la estructura para el mismo peso, posibilidad de optimización del habitáculo, mayor seguridad en el caso de colisión y una construcción más económica. La mayor rigidez se basa en la desaparición de los enlaces elásticos entre bastidor y carrocería, con lo que se consigue que los elementos de cubierta aporten mejoras estructurales al conjunto. Esta mayor rigidez lleva asociada un mejor comportamiento a fatiga y durabilidad de los elementos resistentes, ya que disminuyen las deformaciones y el efecto de las vibraciones.

Las mejoras en el habitáculo son debidas a la posibilidad de disponer de soluciones estructurales más adaptadas a las necesidades de los pasajeros. Al no existir un bastidor con travesaños, se puede incrementar la altura útil tanto en las plazas delanteras como en las traseras. Además, estas estructuras integrales permiten adecuar el diseño de comportamiento en caso de impacto. Se permite un diseño con zonas de deformación programada, en las que las energías de una colisión o choque se disipan como plastificación de elementos determinados, que no produzcan daños a los ocupantes. A su vez, el habitáculo se concibe como una célula bastante indeformable que preserve un espacio de supervivencia en el que se limiten las incursiones de elementos tanto del propio vehículo como externos, incluso en el caso de vuelco. Es de destacar, como ventaja adicional, el abaratamiento en los costes de producción que suponen estas tipologías debido a la posibilidad de una fabricación y ensamblaje mecanizados.

Inconvenientes

Como desventajas se pueden citar problemas derivados de algunos ruidos y vibraciones que son inevitables, junto con una corrosión prematura de la estructura. Los problemas de ruidos y vibraciones aparecen especialmente debido a trepidaciones en paneles y a la rumorosidad de la rodadura. Las soluciones que se adoptan son hacer rígidos los anclajes e incrementar las frecuencias naturales de vibración de estos elementos, así como optar por estructuras semiintegrales con elementos intermedios de aislamiento.

Las ventajas de reducción del peso conseguidas por la utilización de estructuras de paredes delgadas presentan el problema mencionado de sufrir con mayor virulencia los efectos de la corrosión que estructuras formadas por elementos de mayor espesor. Esto obliga a un diseño que proteja las partes críticas y a emplear tratamientos posteriores de protección adicional anticorrosión.

Características mecánicas y resistentes

La construcción integral de la carrocería permite obtener una gran rigidez, necesaria para elevar las frecuencias propias de vibración. En caso de aparecer frecuencias naturales bajas, y de que estén próximas a las provenientes de las masas no suspendidas y/o semisuspendidas, se pueden producir acoplamientos indeseables y efectos de resonancia. La elevada rigidez, además, asegurará el correcto posicionamiento y alineación de los puntos de anclaje de los sistemas de suspensión delanteros y traseros, lo que permite asegurar un correcto control del vehículo optimizando la capacidad de guiado y mejorando la seguridad activa del mismo. Esa elevada resistencia permitirá evitar faltas de acoplamiento entre las puertas y portones con la estructura del vehículo y mantendrá adecuadamente los sellamientos y las juntas de estanqueidad del conjunto. La estructura resistente del vehículo deberá ser capaz de dar una respuesta adecuada a sollicitaciones combinadas de cargas, tanto estáticas como dinámicas, entre las que cabe citar:

- Cargas verticales: Proviene de las acciones de la gravedad, producen flexión del conjunto de la estructura y tracción/compresión en los puntos de anclaje de las suspensiones.

- Cargas laterales: Aparecen por acciones dinámicas en curva y por acciones aerodinámicas.
- Cargas de torsión: Producen el alabeo de la estructura ante acciones asimétricas como son el paso por irregularidades en la calzada (bache o elevación).

1.1.2 OTROS ELEMENTOS DEL CHASIS

Unidos al bastidor o estructura autoportante destaca el motor, que transforma una energía, generalmente química, en mecánica de rotación. El giro generado por el motor se transmite por medio del embrague, caja de cambios y elementos de transmisión hasta el o los ejes motrices, donde se comunica el movimiento a las ruedas, las cuales, al girar apoyadas sobre el suelo, producen el desplazamiento del vehículo.

El embrague, colocado entre el motor y la caja de cambios, permite aislar y conectar el motor al resto de elementos de la transmisión. El cambio sirve para adaptar el movimiento producido en el motor con el par requerido para mover el automóvil marcha hacia delante a diferentes velocidades, según las pendientes del terreno, o hacia atrás. También permite girar al motor sin que se transmita el movimiento, estando el coche parado (punto muerto). Dentro de los elementos de la transmisión destaca el diferencial, que permite transmitir pares de tracción a ruedas de un mismo eje que giran a velocidades angulares diferentes, lo que ocurre por ejemplo en las curvas. Los ejes y ruedas están anclados al bastidor por medio del sistema de suspensión. Son los que soportan todo el peso del vehículo y los esfuerzos de la calzada. Lo más habitual es contar con ruedas neumáticas, que se componen de llanta, cubierta, cámara y aire. Hay que destacar que todas las acciones dinámicas del vehículo hacen intervenir de manera directa o indirecta a los neumáticos, por lo que representan un papel fundamental.

El sistema de suspensión está constituido por elementos de anclaje y control de las ruedas, sistemas elásticos (muelles helicoidales, ballestas, barras de torsión, estabilizadoras, dispositivos neumáticos, hidráulicos...) y disipativos (amortiguadores). Las funciones principales de la suspensión serán asegurar el control y seguridad del vehículo, al mismo tiempo que se aísla el compartimento destinado al transporte de personas o de mercancías, mejorando el confort y prestaciones del transporte. El automóvil se dirige con el mecanismo de la dirección, que el conductor controla con el volante y que actúa sobre las ruedas de los ejes directrices.

Para disminuir la velocidad de un automóvil en marcha, pararlo o inmovilizarlo, se usa el sistema de frenado, que actúa sobre las ruedas y, en ocasiones, sobre el motor o el árbol de transmisión (freno motor, freno eléctrico...). Existen otros muchos elementos que juegan también un papel importante dentro del vehículo, debido sobre todo a la interacción hombre-automóvil. Entre ellos destacan los incluidos en el habitáculo interior, como son los mandos, asientos y sus anclajes y los sistemas de retención de ocupantes, o los relativos al exterior de la carrocería como los retrovisores, limpiaparabrisas o sistemas de alumbrado.

1.1.3 SISTEMA DE REFERENCIA DEL VEHÍCULO

La carrocería del vehículo estará sometida a unos movimientos que, de forma general, serán según los seis grados de libertad de un cuerpo espacial. Para la caracterización tridimensional de la dinámica del vehículo se definen, según SAE (*Society of Automotive Engineering*), el sistema de referencia y los movimientos siguientes:

Tabla 1.1 Parámetros principales del Sistema de Referencia

SISTEMA DE REFERENCIA		DESPLAZAMIENTO		ÁNGULO	
O	Centro de Gravedad				
OX	Contenido en el plano longitudinal que contiene a O y es perpendicular al plano de rodadura	X	Longitudinal	ϕ	Balanceo
OZ	Perpendicular al plano de rodadura	Z	Vertical	ψ	Guiñada
OY	Forma con los anteriores un triedro orientado a derechas	Y	Lateral	θ	Cabeceo

Para la representación mediante una sola masa puntual, el vehículo será tratado como una masa concentrada en su centro de gravedad (cdg). Una masa puntual en el cdg, con sus correspondientes momentos de inercia rotacionales, es dinámicamente equivalente a la totalidad del vehículo, siempre y cuando se asuma que éste se comporta como un sólido rígido.

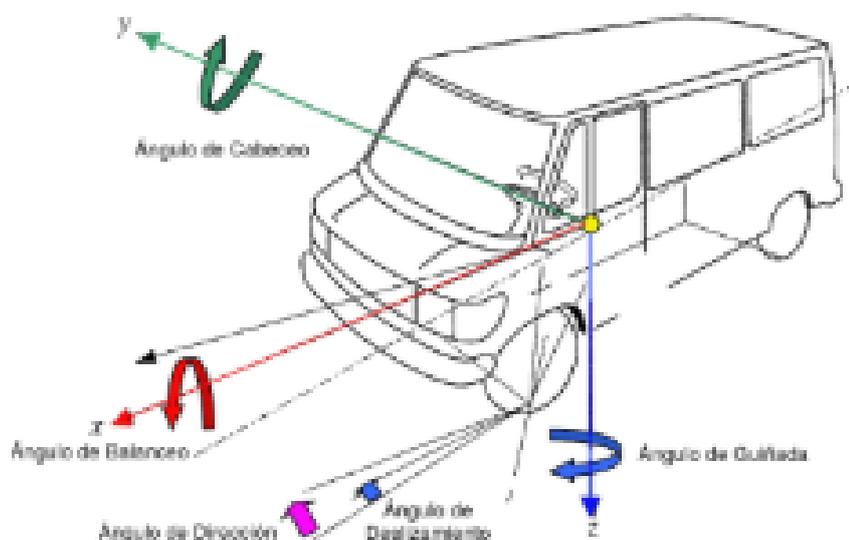


Figura 1.3 Sistema de referencia de un vehículo

Los movimientos del vehículo se definirán respecto a un sistema de referencia cartesiano a derechas asociado al mismo (sistema de referencia del vehículo). Este sistema de referencia tendrá su origen en el cdg del vehículo y se moverá solidario con él. El eje x tendrá la dirección longitudinal del vehículo y el sentido será el de avance del mismo. El eje z tendrá la dirección perpendicular a la calzada y sentido hacia abajo. El eje y será de tal manera que los tres formen un triedro directo como se indica en la figura 1.3.

1.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS VEHÍCULOS

1.2.1 DIMENSIONES

DIMENSIONES DE LOS VEHÍCULOS (SEGÚN UNE 26-192-87)

Longitud de un automóvil: Distancia entre los planos verticales perpendiculares al plano medio del vehículo, que tocan al vehículo por delante y por detrás.

Nota: Todos los elementos del vehículo, y en particular todos los órganos salientes por delante o por detrás, están comprendidos entre estos dos planos.

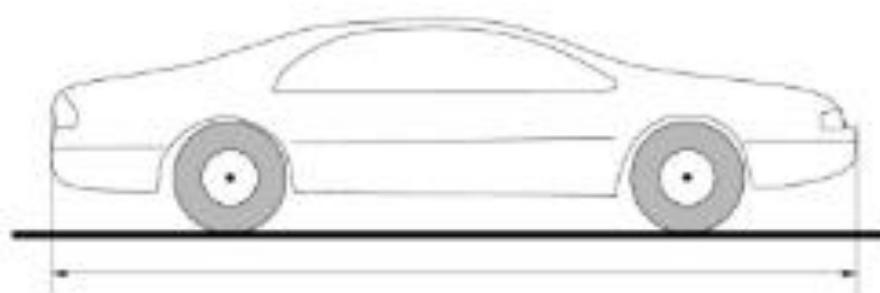


Figura 1.4 Longitud total de un vehículo

Anchura del vehículo: Distancia comprendida entre dos planos paralelos al plano longitudinal medio del vehículo que tocan al vehículo en los dos costados.

Nota: Todos los elementos del vehículo, y en particular todos los órganos fijos que salgan lateralmente (cubos de la rueda, empuñaduras de la puerta, parachoques, etc.), están comprendidos entre estos dos planos, a excepción de los retrovisores, de los dispositivos ópticos de señalización lateral, los indicadores de presión de los neumáticos, los precintos de aduanas, las cortinas antiproyección flexibles, los peldaños retráctiles, las cadenas de nieve y la deflexión del neumático inmediatamente por encima del plano de apoyo.

Se entenderá como "retrovisores" el dispositivo compuesto por espejo y soporte. Para la determinación de la anchura máxima no se considera la parte fija de los retrovisores unida a la cabina siempre y cuando no sobresalga de la anchura máxima del vehículo en más de 50 mm por cada uno de sus lados adyacentes.

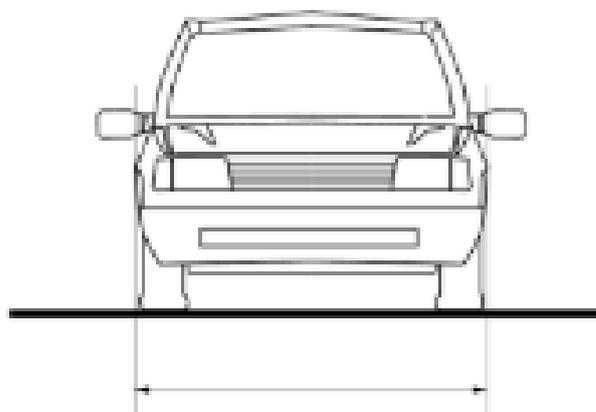


Figura 1.5 Anchura del vehículo

Altura del vehículo: Distancia entre el plano de apoyo y un plano horizontal que toca a la parte superior del vehículo.



Figura 1.6 Altura del vehículo

Nota: Todos los elementos fijos del vehículo están comprendidos entre estos dos planos. Se considerará al vehículo en orden de marcha sin carga útil.

Distancia entre ejes de un automóvil o de un remolque: Distancia entre las perpendiculares que inciden sobre el plano longitudinal medio del vehículo a partir de los puntos contenidos en los ejes de las ruedas y en el plano medio de las ruedas (centros de ruedas).

Longitud del voladizo anterior: Distancia entre el plano vertical que pasa por los centros de las ruedas delanteras y el punto del vehículo situado en la parte más avanzada del mismo. En esta distancia se deben tener en cuenta los ganchos de arrastre, la placa de matrícula, etc., así como todos los elementos unidos rígidamente al vehículo.

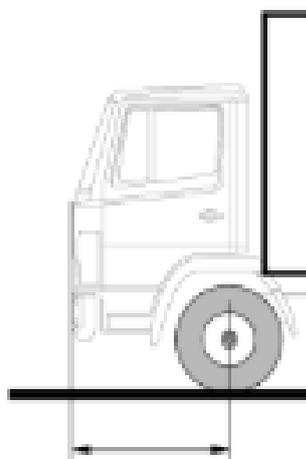


Figura 1.7 Longitud del voladizo anterior

Longitud del voladizo posterior: Distancia entre el plano vertical que pasa por los centros de las ruedas posteriores y el punto del vehículo situado en la parte posterior del mismo. En esta distancia se deben tener en cuenta los dispositivos de acoplamiento al remolque, la placa de matrícula, etc., así como todos los elementos unidos rígidamente al vehículo.

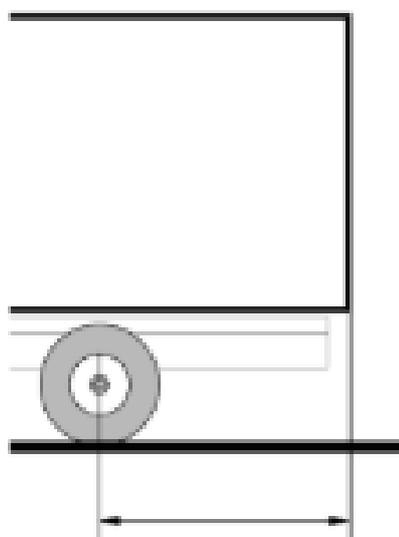


Figura 1.8 Longitud del voladizo posterior

1.2.2 DEFINICIONES RELATIVAS A MASAS

Tara: masa del vehículo, con su equipo fijo autorizado, sin personal de servicio, pasajeros ni carga, y con su dotación completa de agua, combustible, lubricante, repuestos, herramientas y accesorios necesarios.

Masa en orden de marcha: se considera como masa en orden de marcha el resultado de sumar a la tara la masa estándar del conductor de 75 kg.

Masa en carga: la masa efectiva del vehículo y de su carga, incluido el peso del personal de servicio y de los pasajeros.

Masa por eje: la que gravita sobre el suelo, transmitida por la totalidad de las ruedas acopladas a ese eje.

Masa máxima autorizada (MMA): la masa máxima de un vehículo con carga en circulación por las vías públicas.

Masa máxima técnicamente admisible: la masa máxima para la utilización del vehículo, basada en su construcción y especificada por el fabricante. Puede ser igual o superior a la masa máxima autorizada.

Masa máxima autorizada por eje: la masa máxima de un eje o grupo de ejes con carga para utilización en circulación por las vías públicas. Hay que hacer notar que la suma de masas máximas autorizadas en todos los ejes puede ser igual o superior que la masa máxima autorizada (MMA).

Masa máxima técnicamente admisible por eje: la masa máxima por eje, basada en su construcción y especificada por el fabricante. Puede ser igual o superior a la masa máxima autorizada por eje.

Masa remolcable máxima autorizada: masa autorizada máxima de un remolque o semirremolque destinado a ser enganchado al vehículo de motor y hasta la cual puede matricularse o ponerse en servicio el vehículo.

Para cualquier situación de carga hay que comprobar que la masa en carga y por eje no superen los valores máximos autorizados.

1.2.3 ESTUDIO DE LAS CARGAS DE UN VEHÍCULO

La determinación de la carga total y por eje de un vehículo es fundamental para el análisis, tanto estático como dinámico, influyendo de manera sustancial en la seguridad.

Para cualquier situación de carga, la masa por eje no deberá superar los valores máximos autorizados. Lo mismo deberá cumplirse con el total del vehículo, incluida la carga, pasajeros... En cualquier caso, y aunque no se superen las masas máximas autorizadas, por eje o total, un reparto inadecuado de las cargas puede afectar seriamente al comportamiento del vehículo. Para cualquier vehículo, a priori, se puede determinar la carga y su distribución en los diferentes ejes, a partir de las características del vehículo (geometría general, número de ejes, tipo de suspensión...) y de la naturaleza de las sollicitaciones.

La determinación de las cargas y características está recogida tanto en regulación comunitaria (Directivas 71/320 y 92/21), como en normativa internacional (ISO 1170, ISO 2410, DIN 70020). Una posible comprobación de la idoneidad de las cargas sobre un vehículo o conjunto de vehículo pasa por evaluar la carga que gravita sobre los ejes motrices, directrices, con dispositivos de frenado. Por ejemplo, la directiva 92/21, específica, para un vehículo de la categoría M_1 , que la carga en el eje delantero no deberá ser inferior al 30% de la masa total del vehículo; además dicha directiva indica que, para determinar la carga máxima por eje, se debe distribuir en un 90,7% en el habitáculo de pasajeros y el resto en el compartimento de carga (maletero). La norma ISO 2410 asigna un total de 75 kg, la masa equivalente de cada pasajero, incluyendo su equipaje (68 kg+7 kg). La posición del centro de gravedad de cada persona (punto H) está explicada en SAE-J 826a, ISO 6549 y DIN 33408. En vehículos con asientos desplazables, se tomará la posición más retrasada de los mismos.

La determinación de la carga total y por eje para un vehículo de dos ejes, de forma aproximada, se realiza calculando la resultante de todas las cargas en un modelo simplificado, en el plano XZ del vehículo. Este cálculo supone que no existe una asimetría de cargas respecto al plano medio longitudinal superior a un 3%.

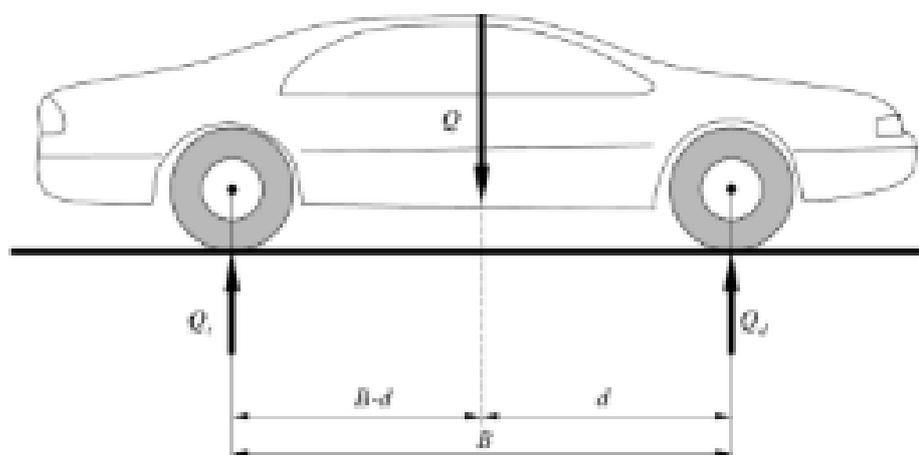


Figura 1.9 Repercusión de una carga en un vehículo de dos ejes

La expresión general de la repercusión de una carga Q , situada a una distancia d del eje delantero, será:

$$Q_d = Q \cdot \frac{B-d}{B} \qquad Q_r = Q \cdot \frac{d}{B}$$

Donde: Q_d : Efecto de la carga Q sobre el eje delantero
 Q_r : Efecto de la carga Q sobre el eje trasero

La determinación de las cargas totales por eje pasa por la evaluación de los efectos de cada una de las cargas y la determinación de la resultante. Los pasajeros se considerarán como cargas concentradas según la posición del asiento. Como caso general, las masas en zonas destinadas al transporte de mercancías se tomarán como distribuidas de forma uniforme por la totalidad del espacio útil. En determinadas configuraciones, los equipos instalados en el vehículo se tomarán como cargas concentradas o distribuidas en función de sus tipologías. A continuación se plantea una tabla genérica de cargas del vehículo.

Tabla 1.2 Cargas en un vehículo y su repercusión en los ejes

Carga	Situación	Eje delantero	Eje trasero
Tnra		P_{v1}	P_{v2}
Q_1	x_1	Q_{d1}	Q_{r1}
Q_2	x_2	Q_{d2}	Q_{r2}
Q_3	x_3	Q_{d3}	Q_{r3}
Q_4	x_4	Q_{d4}	Q_{r4}
TOTAL		$R_1 = P_{v1} + Q_{d1} + Q_{d2} + Q_{d3} + Q_{d4}$	$R_2 = P_{v2} + Q_{r1} + Q_{r2} + Q_{r3} + Q_{r4}$

1.2.4 CENTRO DE GRAVEDAD

El posicionamiento del centro de gravedad de un vehículo es base para un análisis de su comportamiento. A continuación se plantea un método analítico en función de las diversas cargas que se puedan tener.

Para el cálculo analítico del centro de gravedad es preciso conocer la posición exacta de las diversas cargas que estén presentes en el vehículo. En caso contrario se deberá recurrir a métodos experimentales. El peso en vacío se tomará como otra carga puntual situada en el centro de gravedad del vehículo descargado. Si el vehículo no ha sido reformado, puede aceptarse como válida la información facilitada por el fabricante del mismo. Las coordenadas tridimensionales del centro de gravedad se obtendrán por las siguientes expresiones:

$$x_{CG} = \frac{\sum Q_i \cdot x_i}{\sum Q_i} \quad y_{CG} = \frac{\sum Q_i \cdot y_i}{\sum Q_i} \quad z_{CG} = \frac{\sum Q_i \cdot z_i}{\sum Q_i}$$

En el caso de tener todas las cargas centradas en el plano longitudinal medio del vehículo o composición del vehículo (simetría de cargas), la coordenada y será tomada como nula.

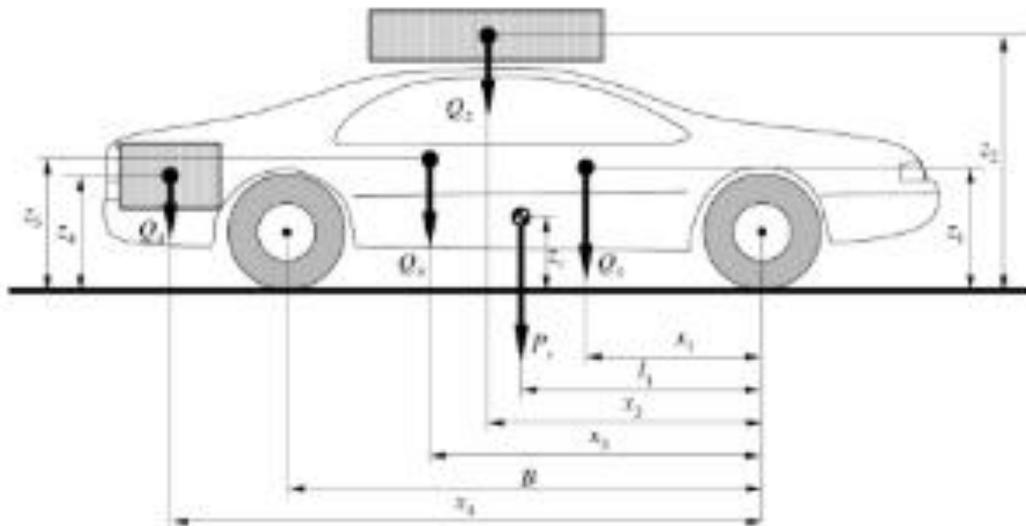


Figura 1.10 Determinación analítica del centro de gravedad de un vehículo

Anexo 3: Aplicación de los Cálculos de Velocidad a la Reconstrucción de Accidentes

Fuente: José Sánchez Martí

Tomado de: El informe pericial

APLICACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE VELOCIDAD A LA RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES

Introducción

El presente trabajo está dirigido a todos aquellos profesionales que acometen, en su quehacer cotidiano, la difícil tarea de reconstruir la dinámica acaecida en un accidente de tráfico.

Determinar la dinámica seguida por cada una de las unidades en conflicto y concretar de forma secuenciada las posiciones ocupadas por cada uno de los actores en cada punto de la dinámica, implica necesariamente que el investigador conozca de forma previa la velocidad, el espacio y el tiempo empleado por cada unidad durante el desarrollo de su dinámica accidental.

Conocida la velocidad a la que circulan los vehículos implicados con anterioridad a la producción del accidente, se estará en condiciones de calcular y conocer datos nucleares como: el punto de percepción real, la distancia que media a punto de colisión o las diversas posibilidades de ejecución de maniobras evasivas de la colisión.

Los cálculos desarrollados a lo largo del presente trabajo no tienen como objetivo final o único la determinación cuantitativa de la velocidad desarrollada por cada uno de los móviles en conflicto, sino que dicho conocimiento (el de la velocidad) constituye una herramienta fundamental para retrotraer en el tiempo y en el espacio a cada uno de los actores implicados.

Conocer la posición ocupada por cada uno de los implicados en el siniestro en un instante concreto aporta al reconstructor una percepción global del suceso que le permitirá establecer conclusiones con el máximo fundamento y rigor científico.

Es difícil imaginar una reconstrucción accidental en la que se obvie el cálculo de la velocidad, incluso aunque se conozcan las trayectorias seguidas por cada una de las unidades implicadas, pues el análisis realizado será siempre individualizado y, por tanto, carente de un elemento de juicio esencial las posibilidades de evitar el accidente, la posibilidad de obrar de forma diferente.

Únicamente analizando de forma sincrónica la dinámica de ambas unidades de tráfico, lograremos establecer las posiciones ocupadas por cada una de las partes en relación con la otra y, por tanto, analizar puntos de percepción, posibilidades de maniobra y capacidad o incapacidad de detención ante la situación de riesgo.

Disponer de una perspectiva sincronizada de las dinámicas de los móviles en conflicto, requiere del previo conociendo de la velocidad desarrollada por ambos.

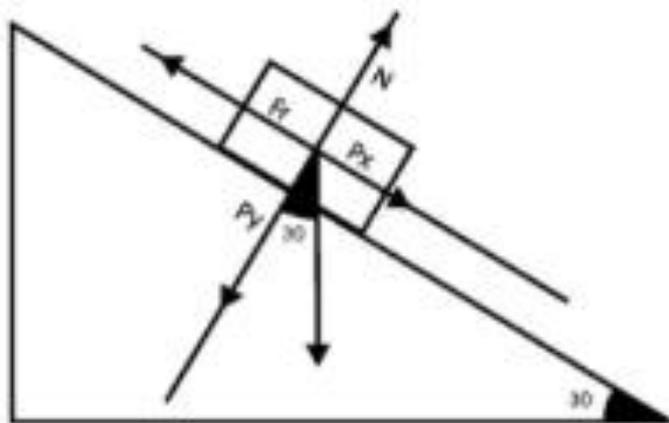
Por último, los objetivos perseguidos y las conclusiones obtenidas deben ser plasmados por el reconstructor en un informe pericial en el que, manteniéndose el rigor matemático de los cálculos realizados, se flexibilice y facilite la comprensión a través de una exposición inteligible y sencilla.

se relacionan las superficies que interactúan y el coeficiente de adherencia correspondiente.

En el **plano inclinado** la fuerza de rozamiento se calcula añadiendo a la fórmula conocida, una nueva variable, la pendiente, a tal efecto se multiplica la fórmula anterior por el coseno del ángulo que forma la pendiente con el plano horizontal.

$$F_r = \mu \cdot M \cdot G \cdot \cos \alpha$$

En el desplazamiento de un cuerpo libre sobre un plano inclinado intervienen las siguientes fuerzas:



El vehículo desciende con movimiento rectilíneo y uniformemente acelerado, en el caso de que caiga por su propio peso, o sea sin decelerar utilizando el freno motor o el de servicio.

Llamaremos coeficiente de rozamiento estático μ_e a aquel coeficiente vencido el cual se inicia el desplazamiento del móvil sobre el plano horizontal.

El coeficiente estático es igual a la tangente del ángulo que forma la pendiente con el plano horizontal.

El móvil comenzará a descender por el plano horizontal cuando F_r y P_x sean iguales, mientras que la fuerza de rozamiento sea mayor el móvil no se moverá.

La fuerza de rozamiento en el plano inclinado responde a la siguiente formulación:

$$F_r = \mu \cdot M \cdot G \cdot \cos \alpha$$

El módulo de P_x responde a la siguiente formulación:

$$P_x = M \cdot G \cdot \text{seno} \alpha$$

Si para que se inicie el movimiento de un objeto por el plano inclinado se precisa que:

$$F_r = P_x$$
$$\mu \cdot M \cdot G \cdot \text{coseno} \alpha = M \cdot G \cdot \text{seno} \alpha$$

Si despejamos la ecuación planteada obtenemos que en efecto el coeficiente de rozamiento estático es igual a la tangente de α .

$$\mu \cdot M \cdot G \cdot \text{coseno} \alpha = M \cdot G \cdot \text{seno} \alpha$$

$$\mu \cdot \text{coseno} \alpha = \text{seno} \alpha$$

$$\mu = \text{Tangente} \alpha$$

Fuerzas elásticas

Los materiales elásticos sufren deformaciones cuando se les somete a la acción de una fuerza suficientemente intensa, pero una vez cesa la fuerza deformadora, los materiales elásticos vuelven a su estado inicial.

Dicho fenómeno podemos observarlo en los muelles. Los materiales elásticos cumplen la ley de Hooke que expone que *La deformación de un muelle elástico es proporcional a la fuerza deformadora.*

$$F = K \cdot A_x$$

Siendo K un valor constante denominado módulo de Young (constante elástica del material).

Siendo A_x la deformación producida.

Si dos cuerpos perfectamente elásticos chocan, estos se deforman en el impacto y salen del punto de colisión recobrando su forma original.

La cantidad de movimiento antes del choque y la que existe después del impacto son iguales siempre que sobre el sistema no actúe ninguna fuerza exterior.

En una colisión de cuerpos perfectamente elásticos la energía cinética portada por los cuerpos antes del impacto será igual a la energía cinética portada por dichos cuerpos tras el impacto.

En un impacto de cuerpos perfectamente elásticos las velocidades de los móviles que impactan se permutan (siempre que sus masas sean iguales), o sea, que la velocidad del móvil uno antes del impacto será la velocidad del móvil dos tras el impacto y viceversa, la velocidad del móvil dos antes del impacto será la velocidad del móvil uno tras el impacto.

De igual forma, si dos cuerpos elásticos y de idéntica masa chocan, y uno de ellos se encuentra en reposo, este, después del choque, adquirirá la velocidad del cuerpo que inicialmente se hallaba en movimiento, y el que en origen estaba en movimiento, tras el impacto, quedará detenido.

Si un cuerpo elástico en movimiento choca contra otro de masa mucho mayor que se encuentra detenido, el cuerpo móvil saldrá del impacto con la misma velocidad portada pero en sentido opuesto al inicial.

Cuando el impacto se produce entre cuerpos elásticos, se mantienen los principios de conservación de la cantidad de energía antes y después de la colisión.

Cuando los cuerpos son inelásticos e impactan, la deformación producida en el impacto no vuelve a su estado original sino que se mantiene después de la colisión.

La energía cinética que dos cuerpos inelásticos portan antes de impactar será mayor que la energía que estos poseen tras la colisión.

La diferencia de energía será la energía perdida en el impacto, que se habrá transformado en deformaciones, calor, etc.

De esta manera, se puede definir el momento de una fuerza como el producto de la fuerza aplicada por la distancia existente entre la recta sobre la que se aplica la fuerza y el centro de gravedad del objeto.

$$\tau = F \cdot d$$

El momento de una fuerza se denotará por la letra τ y se considerará positivo cuando el giro que genere sea levógiro (en sentido inverso al de las agujas del reloj).

El momento de una fuerza se considerará negativo cuando el giro que propicie sea dextrógiro (en sentido horario).

Las unidades en las que se mide el momento de una fuerza será el newton por metro.

A modo de ejemplo diremos que para abrir con facilidad una puerta pesada, debemos aplicar la fuerza de forma perpendicular a la hoja de dicha puerta y lo más lejos posible del eje de giro (centro de masas), en este caso el eje de bisagras.

Centro de gravedad o centro de masas

Todo objeto posee un centro de gravedad que se define como un punto de equilibrio, dicho punto de equilibrio no siempre coincide con el centro geométrico del objeto.

Si alguien nos pidiera que mantuviésemos un bate de béisbol sobre la palma de la mano, no buscaríamos el centro de dicho objeto, sino que la mano realizaría el apoyo sobre la sección distal del bate, la zona más pesada del objeto.

Mantener un objeto en equilibrio implica una doble tarea: de un lado, se ha de contrarrestar el peso del objeto para evitar que se acelere hacia abajo; de otro lado, hay que evitar que se gire y que caiga al suelo.

Equilibrar implica que sobre este objeto se ejerce una fuerza neta igual a cero y un momento también nulo con respecto a cualquier origen.

La distribución real del peso de un objeto no causa momento alguno sobre el centro de gravedad.

El centro de gravedad de un objeto es el único punto con respecto al cual las fuerzas del peso que actúan sobre el objeto causan un momento nulo, con independencia de cómo este orientado el objeto.

La distancia de cada objeto al punto de equilibrio es inversamente proporcional a su masa.

En lo relativo a la reconstrucción de accidentes, el centro de gravedad del vehículo adquiere una gran importancia. Definiremos el centro de gravedad de un vehículo como aquel punto en el que se considera centrado el peso del mismo.

El centro de gravedad del vehículo podrá ser calculado de forma aproximada a través de la siguiente formulación:

$$Cg = \frac{Pt \cdot B}{Pt + Pd}$$

Siendo **Cg** el centro de gravedad.

Siendo **Pt** el peso sobre el eje trasero.

Siendo **Pd** el peso sobre el eje delantero.

Siendo **B** la batalla del vehículo.

La igualdad establecida nos determinará la distancia del centro de gravedad al eje delantero. Bastará con restar dicha distancia de la batalla del vehículo para conocer la distancia al eje trasero.

Si se varía el peso de los diferentes ejes debido a la existencia de pasajeros o de carga, la situación del centro de gravedad varía de forma sustancial.

La determinación del centro de gravedad posee una vital importancia en el caso de los derrapes. En estos casos, y por diferentes causas (frenazo, colisión, etc.), la fuerza de la velocidad se ejerce fuera de la línea normal de su desplazamiento, y ello genera que el centro de masas se desplace de la línea directriz del movimiento.

Anexo 4: Diseño y construcción de un banco para la determinación del centro de gravedad y transferencia de pesos en vehículos livianos

Fuente: Benito Isaías Barbecho Morales, Guido Alexis Palacios Ortiz

Tomado de: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA

RESUMEN

El método de transferencia de pesos, permite hallar la ubicación del centro de gravedad de un vehículo con un cálculo sencillo en condiciones reales. El presente proyecto propone la construcción de un banco basándose en este método permitiendo calcular el centro de gravedad con un procedimiento práctico previamente definido; con la ayuda de un juego de balanzas automotrices se obtienen los pesos de cada uno de los ejes necesario para este proceso.

Al promediar los resultados obtenidos en más de una medición a diferentes alturas, se obtiene un valor más consistente, por lo que se necesita generar esta transferencia de pesos a diferentes alturas para lo que se usa tres alzas normalizadas para elevar el eje delantero del vehículo. Los datos obtenidos en la medición se ingresan en un programa elaborado en Visual Basic en el que se ingresa de manera organizada los datos necesarios, este programa arroja como resultando las coordenadas del centro de gravedad.

Finalmente se realiza una serie de mediciones y se calcula el centro de gravedad con cada una de estas, para evaluar la eficacia del método seleccionado, usando medidas estadísticas de dispersión y el cálculo del error para la validación de este proyecto.

FASE 1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El centro de gravedad se define como un punto de equilibrio, lo que implica encontrar donde la fuerza neta es igual a cero con un momento nulo. Este, no siempre coincide con el centro geométrico del vehículo.
(Sánchez, 2014)



Figura 1 Desplazamiento del centro de gravedad.

Fuente: (Peña, 2017)

El comportamiento del centro de masa puede simplificar el análisis del movimiento de un cuerpo complejo considerándolo una partícula. En el estudio del comportamiento dinámico del automóvil, existen varias condiciones de conducción que provocan diferentes cargas que afectan al centro de gravedad, entre estas se encuentran:

- El peso del vehículo (W)
- Fuerza de rozamiento o rodadura (Fr)
- Carga aerodinámica (Fa),
- Fuerzas laterales (Fl) provocadas por ráfagas de viento y/o desplazamiento en curva.

(Giancoli, 2006), (Luque, Álvarez, & Vera, 2

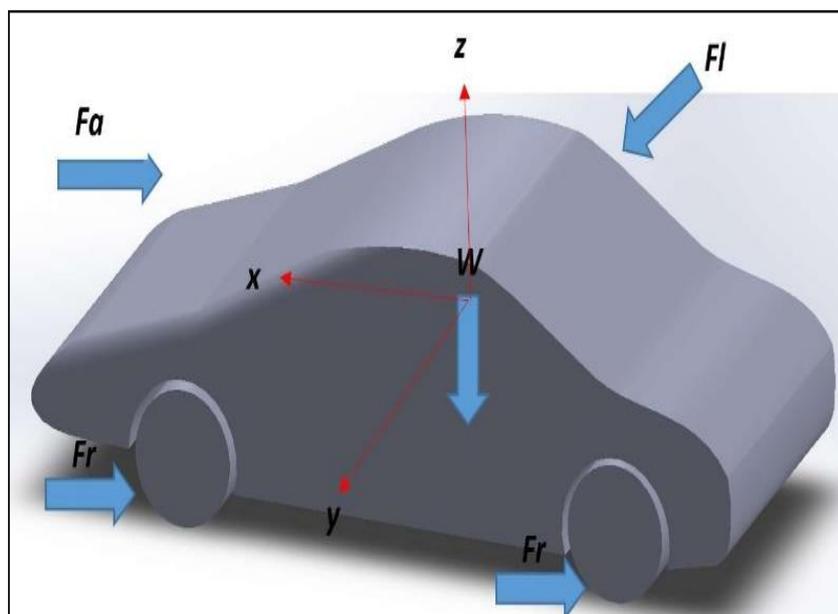


Figura 2 Fuerzas que actúan en el centro de gravedad.

Fuente: Autores

Además, depende de las características geométricas del auto tales como, ancho de vía, distancia entre ejes, radio del aro y del neumático, ángulo de giro en curva, geometría de la suspensión (camber, caster, ángulo de avance), se debe considerar el desplazamiento de fluidos, la forma y el diseño del chasis y carrocería según sea su aplicación, como por ejemplo: vehículos de turismo, deportivos, todoterreno, deportivo utilitario, furgoneta y camioneta (pickup); Todo este conjunto de características comprometen la ubicación y el desplazamiento del centro de gravedad.

(Luque, Álvarez, & Vera, 2004)

La determinación del centro de gravedad es importante para determinar el comportamiento del vehículo en derrapes, causados por: frenado brusco, colisiones, aceleraciones repentinas, etc. Cuando la fuerza se ejerce fuera de la línea de desplazamiento.

(Sánchez, 2014)

Se debe considerar además que los efectos dinámicos mencionados dependen también de la aplicación y tipo de vehículo, el número de pasajeros y cargas adicionales, debiendo

1.1 Ubicación del centro de gravedad

La estabilidad del automóvil depende de la ubicación y el equilibrio de masas en su centro de gravedad (CG), además sabemos que si tenemos un centro de gravedad elevado el vehículo será muy inestable al momento de tomar una curva a un determinado radio y velocidad, para evitar este problema y mejorar la seguridad del automóvil en desplazamiento lo que se busca es reducir la altura del centro de gravedad (h_{CG}) hacia la calzada mejorando de esta forma la estabilidad del vehículo.

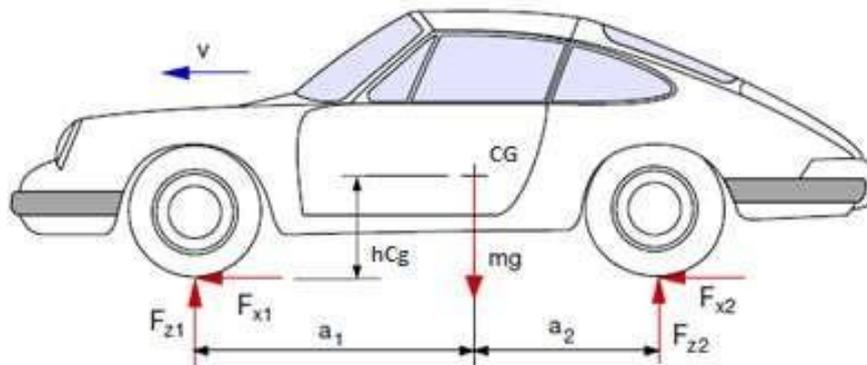


Figura 3 Ubicación del centro de gravedad.

Fuente: (Rill, 2004)

Por esto, los sistemas de cálculo que pueden ser validos en otros casos se vuelven en los automóviles poco prácticos debido a la complejidad del sistema. Incluso el conocer el centro de gravedad dado por el fabricante se vuelve irrelevante en un vehículo modificado. (Luque, Álvarez, & Vera, 2004)

1.2 Métodos para la Determinación del Centro de Gravedad

1.2.1 Según la Forma Geométrica del Cuerpo

En cuerpos geométricos sencillos, el centro de gravedad resulta relativamente fácil de calcular ya que estará en el centro geométrico del mismo, esto es cierto en elementos que posean formas regulares y de materiales homogéneos, lo que no se cumple en nuestro caso ya que el vehículo es un sistema complejo que no puede ser considerado como un solo elemento debido a las partes que en muchos casos poseen formas extremadamente complejas y son de materiales diferentes, incluso si se realizara el cálculo del centro geométrico, este no coincidiría con el centro de gravedad (Hibbeler, 1996)

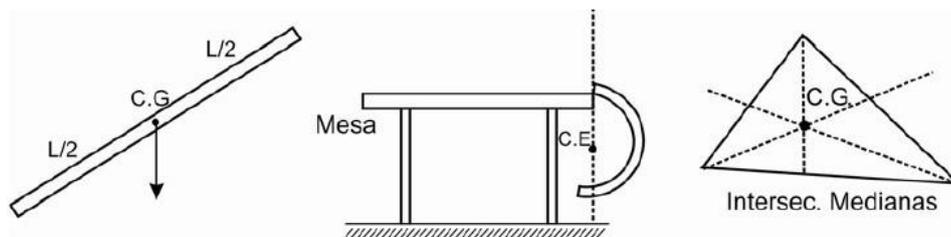


Figura 4 Centro de gravedad.

Fuente: (Sánchez, Paucar, & Orellana, n.d.)

1.2.2 Método de Sujeción de Cuerpos

Otro de los métodos con el que se cuenta para determinar el centro de gravedad consiste en suspender el objeto en un punto cerca de uno de sus bordes y con ayuda de una plomada trazar una línea perpendicular al piso y repetir la operación desde otro punto; el punto en el que estas líneas se intersectan será el centro de gravedad y es válido solo para cuerpos planos y pequeños. (Hibbeler, 1996)

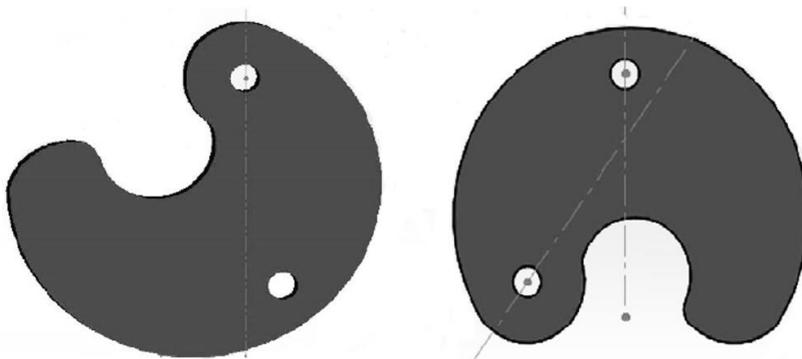


Figura 5 Sujeción de cuerpos. (Giancoli, 2006) modificado por los autores

1.2.3 Programas por Computadora

Los métodos computarizados por números finitos, son utilizados en competencias automovilísticas de alto nivel: sin embargo, requieren de simulaciones avanzadas e incluso el uso de un túnel de viento lo que genera altos costos que no justificarían su uso en el trucaje de vehículos en nuestro medio. (Hibbeler, 1996)

1.2.4 Método de Peso Individual en Cada Eje

Este método permite determinar el centro de gravedad de un vehículo en función de la fuerza que ejerce cada uno de los neumáticos contra la calzada, tomando en cuenta que la fuerza ejercida es igual al peso que soporta cada uno, es decir la distribución de pesos.

Este tiene muchas ventajas, ya que permite determinar el centro de gravedad estático de un vehículo en sus condiciones reales de distribución de pesos; incluso variando las mismas fácilmente, tales como: número de pasajeros, cargas adicionales (tanque lleno, tanque vacío, equipamiento, modificaciones, etc.) y demás condiciones estáticas que se puedan generar en un vehículo.

Este proyecto propone la elaboración de un programa, que realice el cálculo del centro de gravedad de un vehículo aplicando este método.

Su viabilidad, limitaciones, ventajas y un estudio de su validez; se desarrollará a lo largo de este capítulo, simplificando variables y analizando las condiciones reales del vehículo. (Milliken & Milliken, 2003)

1.1 Consideraciones Iniciales

El vehículo se encuentra en condiciones estables de funcionamiento, es decir todas las variables tales como: aceleración tanto frontal como lateral se mantienen fijas y no sufren variaciones en la suspensión debido a irregularidades en la carretera, por lo que se desprecian las variaciones que existen entre el peso suspendido y no suspendido.

Se asume además que el peso del vehículo y sus dimensiones, altura diámetro del neumático, ancho de vía batalla, etc. son constantes, estos valores varían siempre en cierta medida, sin embargo, pueden ser despreciadas para el cálculo. En vehículos de competencia se busca la estabilidad del mismo, la suspensión es rígida y el número de pasajeros constantes por lo que estas asunciones son válidas, sin embargo, este método no se puede utilizar en vehículos que sufran grandes variaciones en este aspecto.

Se considera que el comportamiento de todos los muelles, incluidos los de la suspensión, son lineales, lo que es cierto dentro del rango normal de funcionamiento de los mismos.

Para simplificar el cálculo debemos además valernos del principio de superposición es decir la fuerza total que afecta a un cuerpo va a ser igual a la suma de cada una de las fuerzas individuales, si se mide individualmente cada una de las cargas la suma de estas nos dará el peso total de vehículo.

Otra consideración a tomar es que el chasis es rígido, mientras más flexible sea este mayor será el fallo en el cálculo especialmente en torsión, un chasis razonablemente rígido no producirá desviaciones mayores en el cálculo, lo que permite el uso de este método (Milliken & Milliken, 2003)

1.1 Variables que afectan al centro de gravedad

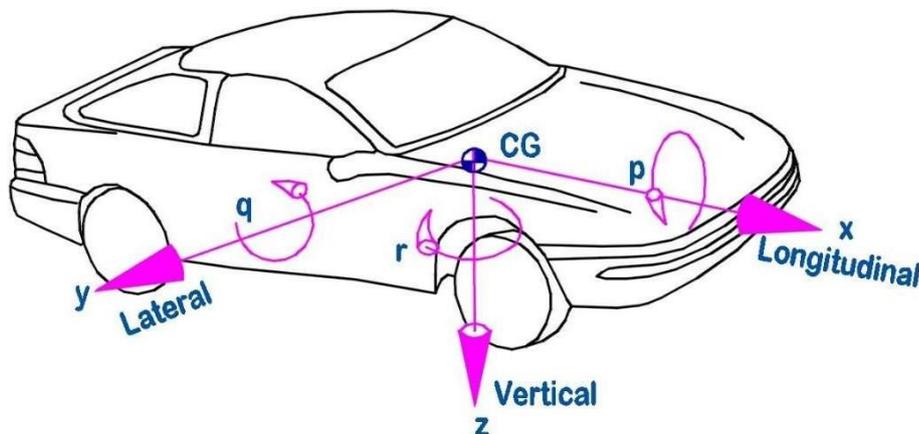
El cálculo del Centro de Gravedad dentro de la dinámica del automóvil como en la preparación de vehículos para competencia es de suma importancia, ya que como se explicó anteriormente el Centro de Gravedad es el punto donde todas las fuerzas de un cuerpo se concentran.

Así que son varios los efectos dinámicos que se ven afectados por la ubicación del mismo, se proceden entonces a explicar algunos de ellos.

1.1.1 Momentos

Las fuerzas que actúan a distancia del centro de gravedad generan un momento, este tiende a desequilibrar el vehículo, así que: un centro de gravedad mejor ubicado ayuda a reducir el efecto de estas fuerzas.

Figura 6 Momentos en el centro de gravedad. Fuente: (Borg, 2009) modificado por los autores.



La ubicación del centro de gravedad está determinada por la distribución de cargas, es el peso del motor el que más influye en su localización, por esto en vehículos deportivos de alta gama donde se espera un mayor rendimiento y exigencias en la conducción, el fabricante coloca el motor en la parte posterior, he incluso algunos modelos tienen un motor central.

Cuando se realiza modificaciones en el vehículo se debe tener cuidado con la distribución de las cargas que se adicionan y disminuyen, generalmente al modificar un vehículo se trata de retirar peso muerto como asientos (se retiran los posteriores y cambian los delanteros), accesorios, peso en carrocería y bastidor, etc. Sin embargo, se debe cuidar de que al reducir el peso en la parte posterior el centro de gravedad traslade más adelante en el vehículo, lo que no es deseable, así que los pesos adicionales se deben repartir tratando de mantener o idealmente retroceder el centro de gravedad.

(Luque, Álvarez, & Vera, 2004)

La ubicación del centro de gravedad está determinada por la distribución de cargas, es el peso del motor el que más influye en su localización, por esto en vehículos deportivos de alta gama donde se espera un mayor rendimiento y exigencias en la conducción, el fabricante coloca el motor en la parte posterior, he incluso algunos modelos tienen un motor central.

Cuando se realiza modificaciones en el vehículo se debe tener cuidado con la distribución de las cargas que se adicionan y disminuyen, generalmente al modificar un vehículo se trata de retirar peso muerto como asientos (se retiran los posteriores y cambian los delanteros), accesorios, peso en carrocería y bastidor, etc. Sin embargo, se debe cuidar de que al reducir el peso en la parte posterior el centro de gravedad traslade más adelante en el vehículo, lo que no es deseable, así que los pesos adicionales se deben repartir tratando de mantener o idealmente retroceder el centro de gravedad.

(Luque, Álvarez, & Vera, 2004)
 1.1.1 Vuelco estático

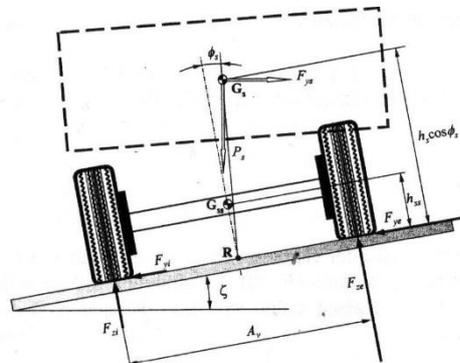
Otro factor a considerar y que esta también relacionado con la altura del centro de gravedad, es lo que se conoce como el vuelco estático, en el que su fórmula es:
 Aynas

Figura 7 Vuelco estático. Fuente: (Arribas & Martín, 2016)

Se puede entonces apreciar cuan crítica es la altura del centro de gravedad ya que esta es inversamente proporcional al ángulo máximo de inclinación, lo que quiere decir que un centro de gravedad más bajo permitirá al vehículo circular en ángulos mayores de calzada, esta fórmula se aplica en condiciones estáticas, sin embargo, en el siguiente punto se estudiará las condiciones dinámicas.
 (Luque, Álvarez, & Vera, 2004)

1.4.3. Velocidad de vuelco

La estabilidad del vehículo en una curva se pierde en el momento en que la fuerza centrífuga, supera a las fuerzas estabilizadoras, que incluyen la altura del centro de gravedad y la fuerza que ejercen los neumáticos sobre el piso.



En el que la nomenclatura de las variables es:

Tabla 1 Nomenclatura de las variables
 Fuente: Los autores.

NOMENCLATURA DE LAS VARIABLES.	
Viv	Velocidad de vuelco
Fy	Fuerza Lateral
Fc	Fuerza Centrífuga
Fz	Fuerza Normal a la Superficie de Rodadura
P	Peso
c	Angulo de inclinación de la calzada (Peralte)
g	Aceleración de la gravedad
R	Radio de la Trayectoria del Vehículo
B	Vía del vehículo
h	Altura del centro de gravedad

De lo que se deduce, que la altura del centro de gravedad es inversamente proporcional a la velocidad de

vuelco, por lo que mientras más bajo es el centro de gravedad, se brinda mayor estabilidad y permite circular en curvas a una mayor velocidad, básico en la preparación de vehículos de competencia. (Luque, Álvarez, & Vera, 2004)

1.1 Dimensionamiento

Para determinar la ubicación del centro se usará coordenadas ortogonales en tres dimensiones, estableciendo la ubicación en el plano necesaria para mejorar la distribución de pesos y la altura del centro de gravedad. La ubicación del centro O de coordenadas se decidirá y discutirá en la parte concerniente al cálculo.

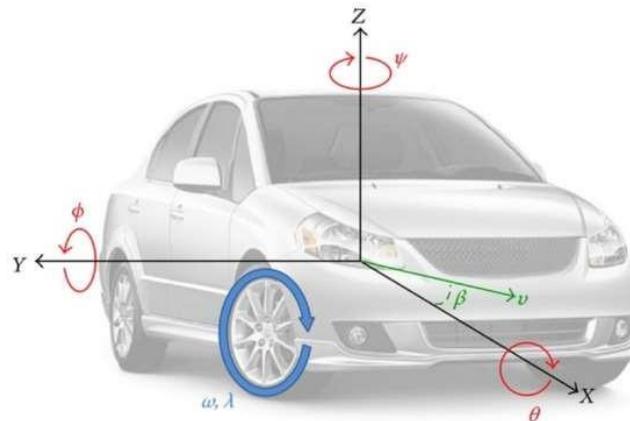


Figura 9 Sistema de referencia del vehículo. Fuente: (Vivas, Tudor, Hernández, & Morales, 2015)

1.1.1 Datos y pesaje del vehículo

Para el pesaje del vehículo, se utilizará balanzas marca Proform®, las mismas que son exclusivamente de uso automotriz, al momento de realizar el pesaje propone el uso de rampas que permitan colocar el vehículo progresivamente sobre las mismas. La pantalla de control del sistema, entrega la información tanto en Sistema Internacional, como en unidades americanas; de cada uno de los neumáticos individuales así registramos la información ($W1$, $W2$, $W3$, $W4$).

Figura 10 Balanzas automotrices Proform 5000lb Fuente: (Proform, n.d.)



Adicionalmente, se debe verificar que la superficie este nivelada, lo que permite exactitud en la medición. Antes de tomar los valores esperamos a que alcance un equilibrio estático, luego registramos el valor de peso de cada uno de los neumáticos y en que condición se toma la medición (tanque lleno, vacío, número de

pasajeros, etc.). Posteriormente, se realiza las mediciones en el vehículo para obtener la siguiente información:

1.1.1 Ancho de vía

Este puede variar de eje delantero a eje posterior en algunos vehículos de competencia, por eso en este caso se utilizará ambos valores por lo que el programa requerirá el ingreso de dos datos, ancho de vía de eje frontal (tF) y ancho de vía del eje posterior (tR). Este valor debe medirse desde la línea central de ambos neumáticos.

Anexo 5: Aplicación de los Cálculos de Velocidad a la Reconstrucción de Accidentes

Fuente: José Sánchez Martí

Tomado de: El informe pericial

APLICACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE VELOCIDAD A LA RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES

Introducción

El presente trabajo está dirigido a todos aquellos profesionales que acometen, en su quehacer cotidiano, la difícil tarea de reconstruir la dinámica acaecida en un accidente de tráfico.

Determinar la dinámica seguida por cada una de las unidades en conflicto y concretar de forma secuenciada las posiciones ocupadas por cada uno de los actores en cada punto de la dinámica, implica necesariamente que el investigador conozca de forma previa la velocidad, el espacio y el tiempo empleado por cada unidad durante el desarrollo de su dinámica accidental.

Conocida la velocidad a la que circulan los vehículos implicados con anterioridad a la producción del accidente, se estará en condiciones de calcular y conocer datos nucleares como: el punto de percepción real, la distancia que media a punto de colisión o las diversas posibilidades de ejecución de maniobras evasivas de la colisión.

Los cálculos desarrollados a lo largo del presente trabajo no tienen como objetivo final o único la determinación cuantitativa de la velocidad desarrollada por cada uno de los móviles en conflicto, sino que dicho conocimiento (el de la velocidad) constituye una herramienta fundamental para retrotraer en el tiempo y en el espacio a cada uno de los actores implicados.

Conocer la posición ocupada por cada uno de los implicados en el siniestro en un instante concreto aporta al reconstructor una percepción global del suceso que le permitirá establecer conclusiones con el máximo fundamento y rigor científico.

Es difícil imaginar una reconstrucción accidental en la que se obvie el cálculo de la velocidad, incluso aunque se conozcan las trayectorias seguidas por cada una de las unidades implicadas, pues el análisis realizado será siempre individualizado y, por tanto, carente de un elemento de juicio esencial las posibilidades de evitar el accidente, la posibilidad de obrar de forma diferente.

Únicamente analizando de forma sincrónica la dinámica de ambas unidades de tráfico, lograremos establecer las posiciones ocupadas por cada una de las partes en relación con la otra y, por tanto, analizar puntos de percepción, posibilidades de maniobra y capacidad o incapacidad de detención ante la situación de riesgo.

Disponer de una perspectiva sincronizada de las dinámicas de los móviles en conflicto, requiere del previo conociendo de la velocidad desarrollada por ambos.

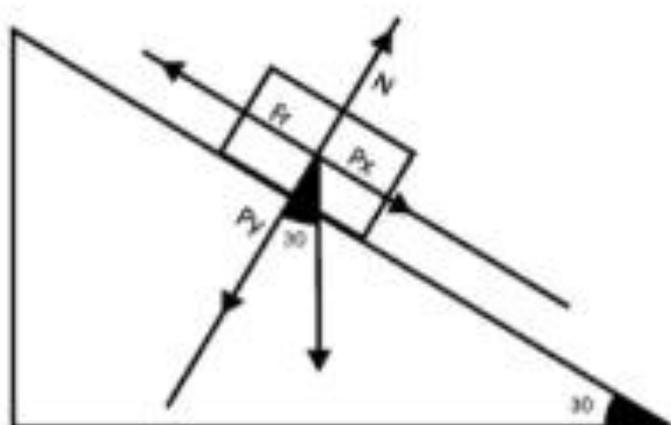
Por último, los objetivos perseguidos y las conclusiones obtenidas deben ser plasmados por el reconstructor en un informe pericial en el que, manteniéndose el rigor matemático de los cálculos realizados, se flexibilice y facilite la comprensión a través de una exposición inteligible y sencilla.

se relacionan las superficies que interactúan y el coeficiente de adherencia correspondiente.

En el **plano inclinado** la fuerza de rozamiento se calcula añadiendo a la fórmula conocida, una nueva variable, la pendiente, a tal efecto se multiplica la fórmula anterior por el coseno del ángulo que forma la pendiente con el plano horizontal.

$$F_r = \mu \cdot M \cdot G \cdot \cos \alpha$$

En el desplazamiento de un cuerpo libre sobre un plano inclinado intervienen las siguientes fuerzas:



El vehículo desciende con movimiento rectilíneo y uniformemente acelerado, en el caso de que caiga por su propio peso, o sea sin decelerar utilizando el freno motor o el de servicio.

Llamaremos coeficiente de rozamiento estático μ_e a aquel coeficiente vencido el cual se inicia el desplazamiento del móvil sobre el plano horizontal.

El coeficiente estático es igual a la tangente del ángulo que forma la pendiente con el plano horizontal.

El móvil comenzará a descender por el plano horizontal cuando F_r y P_x sean iguales, mientras que la fuerza de rozamiento sea mayor el móvil no se moverá.

La fuerza de rozamiento en el plano inclinado responde a la siguiente formulación:

$$F_r = \mu \cdot M \cdot G \cdot \cos \alpha$$

Si dos cuerpos perfectamente elásticos chocan, estos se deforman en el impacto y salen del punto de colisión recobrando su forma original.

La cantidad de movimiento antes del choque y la que existe después del impacto son iguales siempre que sobre el sistema no actúe ninguna fuerza exterior.

En una colisión de cuerpos perfectamente elásticos la energía cinética portada por los cuerpos antes del impacto será igual a la energía cinética portada por dichos cuerpos tras el impacto.

En un impacto de cuerpos perfectamente elásticos las velocidades de los móviles que impactan se permutan (siempre que sus masas sean iguales), o sea, que la velocidad del móvil uno antes del impacto será la velocidad del móvil dos tras el impacto y viceversa, la velocidad del móvil dos antes del impacto será la velocidad del móvil uno tras el impacto.

De igual forma, si dos cuerpos elásticos y de idéntica masa chocan, y uno de ellos se encuentra en reposo, este, después del choque, adquirirá la velocidad del cuerpo que inicialmente se hallaba en movimiento, y el que en origen estaba en movimiento, tras el impacto, quedará detenido.

Si un cuerpo elástico en movimiento choca contra otro de masa mucho mayor que se encuentra detenido, el cuerpo móvil saldrá del impacto con la misma velocidad portada pero en sentido opuesto al inicial.

Cuando el impacto se produce entre cuerpos elásticos, se mantienen los principios de conservación de la cantidad de energía antes y después de la colisión.

Cuando los cuerpos son inelásticos e impactan, la deformación producida en el impacto no vuelve a su estado original sino que se mantiene después de la colisión.

La energía cinética que dos cuerpos inelásticos portan antes de impactar será mayor que la energía que estos poseen tras la colisión.

La diferencia de energía será la energía perdida en el impacto, que se habrá transformado en deformaciones, calor, etc.

La distribución real del peso de un objeto no causa momento alguno sobre el centro de gravedad.

El centro de gravedad de un objeto es el único punto con respecto al cual las fuerzas del peso que actúan sobre el objeto causan un momento nulo, con independencia de cómo este orientado el objeto.

La distancia de cada objeto al punto de equilibrio es inversamente proporcional a su masa.

En lo relativo a la reconstrucción de accidentes, el centro de gravedad del vehículo adquiere una gran importancia. Definiremos el centro de gravedad de un vehículo como aquel punto en el que se considera centrado el peso del mismo.

El centro de gravedad del vehículo podrá ser calculado de forma aproximada a través de la siguiente formulación:

$$Cg = \frac{Pt \cdot B}{Pt + Pd}$$

Siendo **Cg** el centro de gravedad.

Siendo **Pt** el peso sobre el eje trasero.

Siendo **Pd** el peso sobre el eje delantero.

Siendo **B** la batalla del vehículo.

La igualdad establecida nos determinará la distancia del centro de gravedad al eje delantero. Bastará con restar dicha distancia de la batalla del vehículo para conocer la distancia al eje trasero.

Si se varía el peso de los diferentes ejes debido a la existencia de pasajeros o de carga, la situación del centro de gravedad varía de forma sustancial.

La determinación del centro de gravedad posee una vital importancia en el caso de los derrapes. En estos casos, y por diferentes causas (frenazo, colisión, etc.), la fuerza de la velocidad se ejerce fuera de la línea normal de su desplazamiento, y ello genera que el centro de masas se desplace de la línea directriz del movimiento.

Anexo 6: Normas del Carrocero para el Montaje de Carrocerías, Equipamientos y Transformaciones

Fuente: Nissan

Tomado de: Nuevos Camiones Nissan NP300

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo

La presente edición tiene por objeto facilitar la información para el montaje de carrocerías sobre vehículos de la gama de camiones NISSAN NP300.

Deberán acatar cuidadosamente todas las indicaciones de las presentes Normas a fin de asegurar el buen funcionamiento y circulación del vehículo y cumplir con los requisitos de la garantía.

A fin de facilitar la búsqueda de información, estas Normas de Carrocero se han dividido en las siguientes secciones:

- o **PI – INTRODUCCIÓN E INDICES.-** Donde se presentan estas Normas y la gama de productos.
- o **RG – RECOMENDACIONES GENERALES.-** Donde se describen los principios y normas básicas a tener en cuenta antes de realizar los trabajos de transformación y equipamiento.
- o **MV – MODIFICACIONES EN EL VEHÍCULO.-** Esta sección da una serie de normas e instrucciones generales para modificar y preparar el vehículo para el carrozado.
- o **CC – CARROCERÍAS Y EQUIPAMIENTOS.-** Describe de modo particular las instrucciones y normativas a tener en cuenta para los diferentes tipos de carrocerías.

1.2 Precauciones y advertencias

Antes de realizar los trabajos de carrozado es imprescindible leer atentamente el contenido de estas Normas de carrozado.

2. PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO

- o **CAMION NISSAN NP300,** cabina sencilla y doble cabina.

	CABINA SENCILLA				DOBLE CABINA
	CHASIS			ESTACAS	GASOLINA
	GASOLINA	DIESEL 2WD	DIESEL 4WD	GASOLINA	
PESOS (Kg)					
Peso bruto vehicular	2710	2710	2740	2605	2690
Peso vehicular	1220	1220	1515	1401	1435
Capacidad de carga	1490	1490	1225	1204	1255
MOTOR					
Nombre	KA24DEN	YD25DDTI	YD25DDTI	KA24DEN	KA24DEN
Número de cilindros	4 en línea				
Válvulas por cilindro	4-Doble árbol de levas a la cabeza (DOHC)				
Sistema de admisión de aire	Aspiración natural	Turbo intercooler	Turbo intercooler	Aspiración natural	Aspiración natural
Sistema de control	ECCS Control de inyección electrónica de combustible				
Prestaciones del motor					
Desplazamiento (cm ³)	2,389	2,488	2,488	2,389	2,389
Pistón, diámetro x carrera (mm)	89X96	89X100	89X100	89X96	89X96
Potencia neta (hp@rpm)	143@5200	131@3600	131@3600	143@5200	143@5200
Torque (lb-pie@rpm)	154@4,000	224@2,000	224@2,000	154@4,000	154@4,000
Relación de compresión	9.2:1	16.5:1	16.5:1	9.2:1	9.2:1
Tipo de combustible	Gasolina	Diesel	Diesel	Gasolina	Gasolina
Tipo de inyección	Inyección electrónica multipunto	Directa + Common Rail	Directa + Common Rail	Inyección electrónica multipunto	Inyección electrónica multipunto
Sistema de control de emisiones	Catalizador de 3 vías	EGR + Catalizador	EGR + Catalizador	Catalizador de 3 vías	Catalizador de 3 vías

- Reapretar las tuercas o tornillos de las ruedas con los pares prescritos.

En todos los casos de equipamiento, el carrocerero deberá instalar obligatoriamente un documento en un lugar visible, sobre la utilización, conservación, mantenimiento y seguridad de su instalación.

1.7 Marca y Emblemas

No se permite desplazar o modificar las marcas de fábrica, siglas y denominaciones respecto a su situación original.

Deberá, siempre, protegerse la imagen de marca NISSAN.

Las marcas de fábrica propias del carrocerero o suministrador de los equipos adicionales no deberán ser montadas cerca de los emblemas y logotipos de la marca NISSAN.

2. DIMENSIONES Y PESOS

2.1 Generalidades

Las dimensiones y pesos autorizados deben deducirse con base en la información proporcionada en este documento.

2.2 Tara (peso) del vehículo NP300 tipo chasis-cabina

Las Hojas de Especificaciones incluyen información sobre los pesos del vehículo en configuración Chasis Cabina. Los equipamientos opcionales provocan variaciones sobre los pesos y su distribución. Deberá tenerse en cuenta, además, que en la producción pueden verificarse variaciones en los pesos del orden del 5%.

Por lo tanto, resulta importante, determinar el peso del vehículo Chasis-cabina y su distribución sobre los ejes antes y después de efectuar el carrozado.

2.3 Determinación de carga útil.

Con objeto de no sobrepasar la capacidad de carga del vehículo, es importante hacer los cálculos considerando los pesos de la carrocería y del propio vehículo en función de su capacidad de carga total es decir su P.B.V. (Peso Bruto Vehicular.)

Estas consideraciones nos dan como resultado a la resta del Peso Bruto Vehicular, la tara o peso del Vehículo ya carrozado y terminado, obteniendo entonces la capacidad útil de carga en su servicio bien sea para el transporte de materiales, productos, personas, etc. (ver figura RG -1)

Determinación de la carga útil

Peso Bruto Vehicular (Cap. de carga total del vehículo)	2710 kg
- Peso Vehicular (Peso Físico del Vehículo)	- 1220 kg
<u>Capacidad de Carga Real del Chasis</u>	<u>1490 kg</u>

Capacidad de Carga Real del Chasis	1490 kg
- Peso de la Carrocería	- 280 kg
<u>Capacidad de carga útil</u>	<u>1210 kg</u>

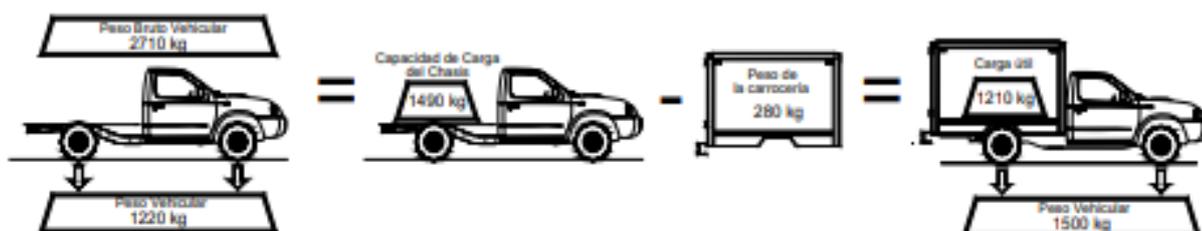


Figura RG - 1

2.4 Dimensiones del chasis y de la carrocería

Cada modelo tiene sus propios límites en cuanto a las carrocerías que se pueden montar, estos límites están condicionados básicamente por:

- el reparto de los pesos por ejes
- el tipo de espejos retrovisores utilizados
- Reglamentos de circulación y leyes que legislen la conducción y construcción de vehículos.

En los nuevos camiones NISSAN NP300 las dimensiones consideradas para el chasis y alguna carrocería que se le añada se muestran en la Figura RG -2

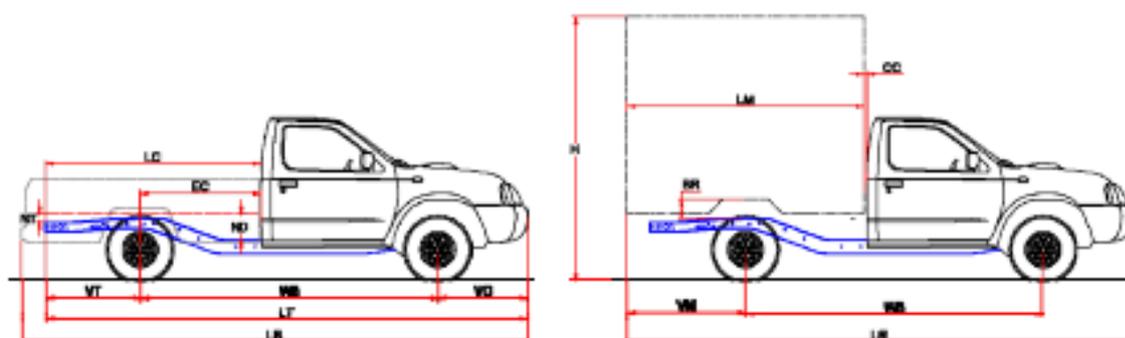


Figura RG-2

Todas las dimensiones están dadas en mm (milímetros)

DIMENSIONES CHASIS		DIMENSIONES CARROCERIA			
	Ancho (sin espejos)	1690	Ancho Máximo	1700	
WB	Distancia Entre Ejes	2950	VM	Voladizo Máximo	1106
VD	Voladizo Delantero	890	LR	Largo Máximo Recomendado	5000
VT	Voladizo Trasero	942	LM	Largo Carrocería	2260
LT	Largo Total	4782	CC	Distancia Carrocería-Cabina	35
LC	Largo Cama	2140	BR	Bote de Rueda	190
EC	Distancia Eje trasero-Cabina	1200	H	Altura Máxima	2108
ND	Nivelación Delantera	340			
NT	Nivelación Trasera	170			

2.5 Distribución de la carga

En la documentación específica de cada modelo se indican las longitudes carrozables permitidas, así como la posición del Centro de Gravedad para vehículos con cargas uniformemente repartidas.

Se deberán respetar, en todo caso, los límites indicados en nuestra documentación, teniendo en cuenta, además, las siguientes indicaciones:

2.5.1 Longitudinal

A fin de garantizar, en todas las condiciones de firme, el control de la dirección, salvo indicaciones contrarias, se deberán respetar los siguientes valores mínimos para el eje delantero:

- 25% del peso global del vehículo.
- 30% del peso global del vehículo, con cargas concentradas en el voladizo posterior.

Por lo tanto, se prestará especial atención a los vehículos con carga concentrada en el voladizo posterior y a los vehículos con poca distancia entre ejes y con centro de gravedad alto.

El montaje de Equipamientos con cargas puntuales significa un desplazamiento de la posición del Centro de Gravedad de la carga y con ello una variación de las longitudes carrozables indicadas.

2.5.2 Lateral

Se debe evitar que la carga quede repartida unilateralmente con una variación máxima de 4% entre ambos lados. Observar la capacidad de carga de los neumáticos.

Ejemplo:

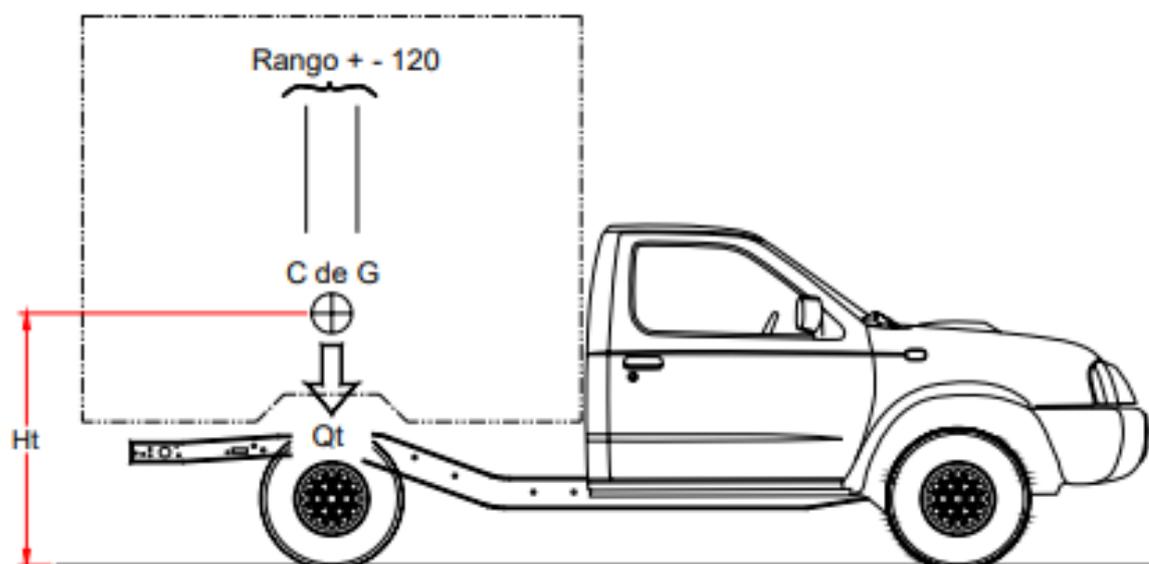
- Carga sobre el eje permitida 1,747 Kg.
- Distribución de carga de las ruedas permitida de 873.5 Kg a 908.5 Kg.

Respetar las capacidades máximas de los neumáticos.

2.6 Altura del centro de gravedad

La altura del Centro de Gravedad del vehículo Chasis-cabina está indicada mas adelante en esta información. Se deberá comprobar que la altura del Centro de Gravedad (C de G), del vehículo carrozado tanto en Tara como a plena carga, respeta los valores máximos definidos. Estos valores están con el fin de garantizar un buen comportamiento del vehículo.

Se recomienda no superar las alturas (Ht) recomendadas en la siguiente tabla, alturas superiores están consideradas como alturas de Centro de Gravedad elevadas:



C de G = Centro de Gravedad

Qt = Peso del Vehículo completo (Carrozado a plena carga)

Gama	Altura mm (Ht)
NP300	1200

Estos valores, se refieren únicamente a cargas uniformes y fijas; cuando la carga útil pueda desplazarse lateralmente (P. ej. transporte de líquidos, cargas colgadas, etc.) se tendrá en cuenta que dichas cargas pueden producir fuerzas laterales más elevadas y por tanto tendrán mayor repercusión en la estabilidad transversal del vehículo por lo que es aconsejable conseguir una reducción de la altura del C de G recomendado.

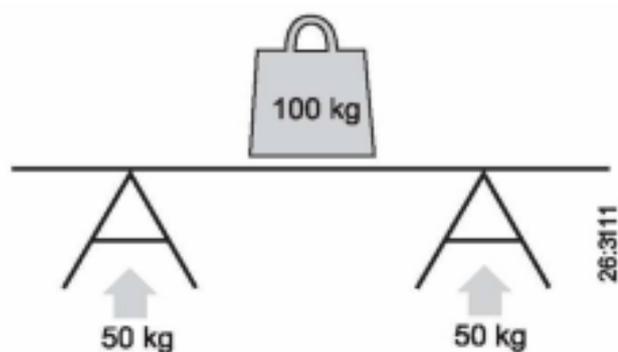
No es posible, dadas las diferentes situaciones de marcha que pueden ocasionar volcaduras, dar datos exactos para el cálculo de qué altura del Centro de Gravedad requiere medidas adicionales de estabilización.

NMEX no se responsabiliza del comportamiento en la conducción, en el frenado y en la dirección de los vehículos con cargas en posiciones incorrectas con respecto al punto de gravedad (por ej. cargas traseras, elevadas y laterales). El carrocerero es el responsable de la seguridad del vehículo en el caso de dichas carrocerías.

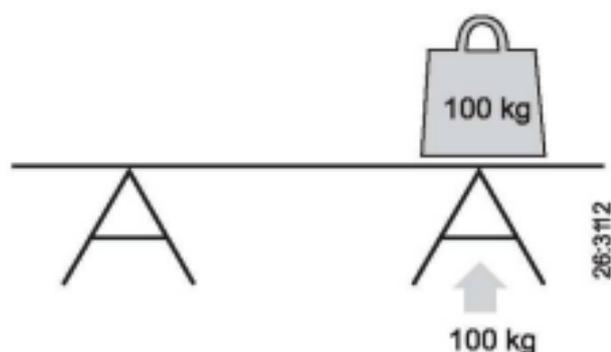
2.7 Principios de Cálculo.

Todo procedimiento para el cálculo de la longitud de la caja, la capacidad de carga y la carga sobre ejes adecuadas esta basado en unas pocas y simples relaciones.

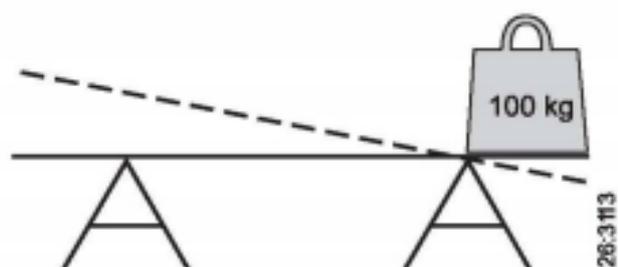
La suma de las fuerzas dirigidas hacia abajo deberá ser siempre igual a la suma de las fuerzas dirigidas hacia arriba.



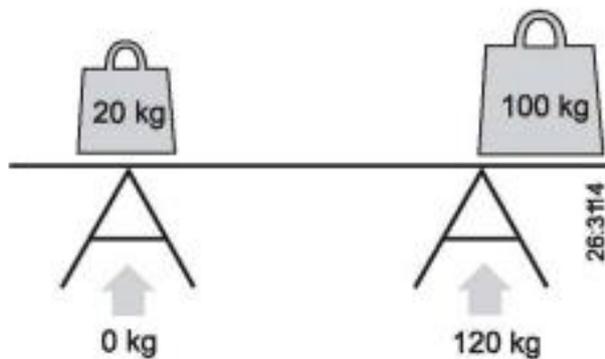
Si se pone una tabla (que se asume no pesa nada) sobre dos caballetes y se coloca una pesa de 100 kg en el centro de la tabla, los dos caballetes se verán cargados con la mitad del peso, es decir, 50 kg cada uno.



Poniendo la pesa justamente encima de un caballete, éste soportará una carga de 100kg y el otro no estará sometido a carga alguna.

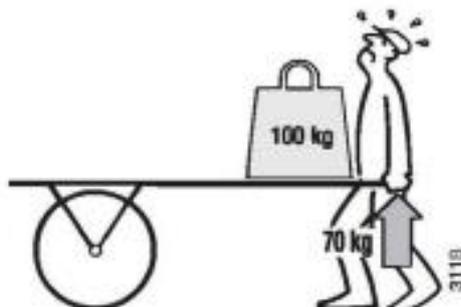


Colocando la pesa fuera de uno de los caballetes, se levantará la tabla del otro caballete

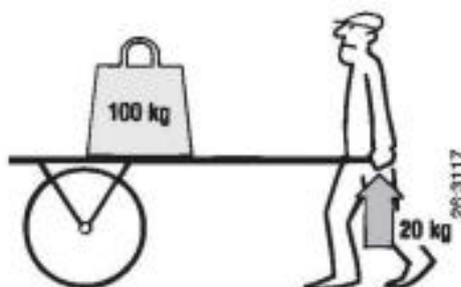


Para que no se vuelque la tabla, es necesario poner una pesa de cómo mínimo 20 kg sobre el primer caballete, para obtener una relación de peso equilibrado. En este caso, toda la carga recaerá sobre el segundo caballete.

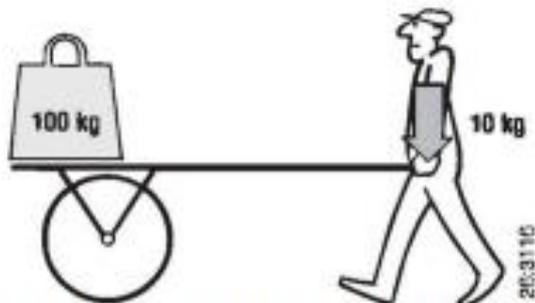
Esta descripción se conoce popularmente como el principio de la Palanca



Sustituyendo uno de los caballetes por una rueda y el otro por un hombre que levanta. Si se coloca la pesa cerca del hombre, éste tendrá que levantar una mayor parte del peso. Si se coloca una pesa de 100 kg junto al hombre, éste tendrá que levantar todo el peso

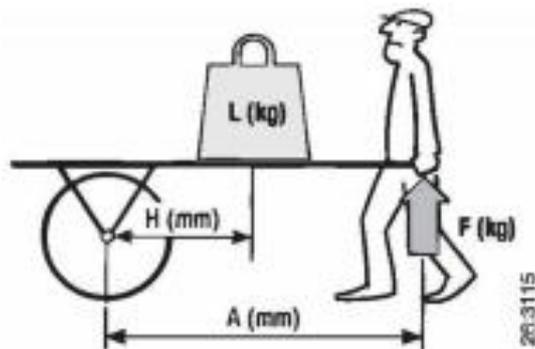


Cuando más se acerque a la rueda, menor proporción del peso necesitará levantar el hombre.



Si además se desplaza la pesa a un lugar delante del centro de la rueda, tendrá que empujar la tabla hacia abajo para que no se vuelque hacia arriba.

¿Cómo varía la carga sobre el hombre según la posición de la pesa?



La pesa (la carga) se expresa como L (kg). La carga (la fuerza de reacción sobre el hombre) se denomina F (kg). La distancia del centro de la rueda al centro de gravedad de la pesa (de la carga) se indica como la palanca H (mm). La distancia entre los puntos de carga (el centro de la rueda y el hombre) se indican como A (mm).

Carga (L) x Palanca (H) = Fuerza de reacción (F) x Distancia (A)

Para conseguir el equilibrio, la carga L multiplicada por su palanca H, deberá dar el mismo resultado que la fuerza de reacción F multiplicada por su palanca, es decir la distancia A.

Esta fórmula puede escribirse también de forma que permita calcular la carga (L), la fuerza de reacción (F) o la palanca (H).

Carga (L) x Palanca (H) = Fuerza de reacción (F) x Distancia (A)

Carga (L) = $\frac{\text{Fuerza reacción (F)} \times \text{Distancia (A)}}{\text{Palanca (H)}}$

Fuerza reacción (F) = $\frac{\text{Carga (L)} \times \text{Palanca (H)}}{\text{Distancia (A)}}$

Palanca (H) = $\frac{\text{Fuerza reacción (F)} \times \text{Dist. (A)}}{\text{Carga (L)}}$

3. DETERMINACIÓN DE ESPACIOS LIBRES PARA LA CARROCERÍA

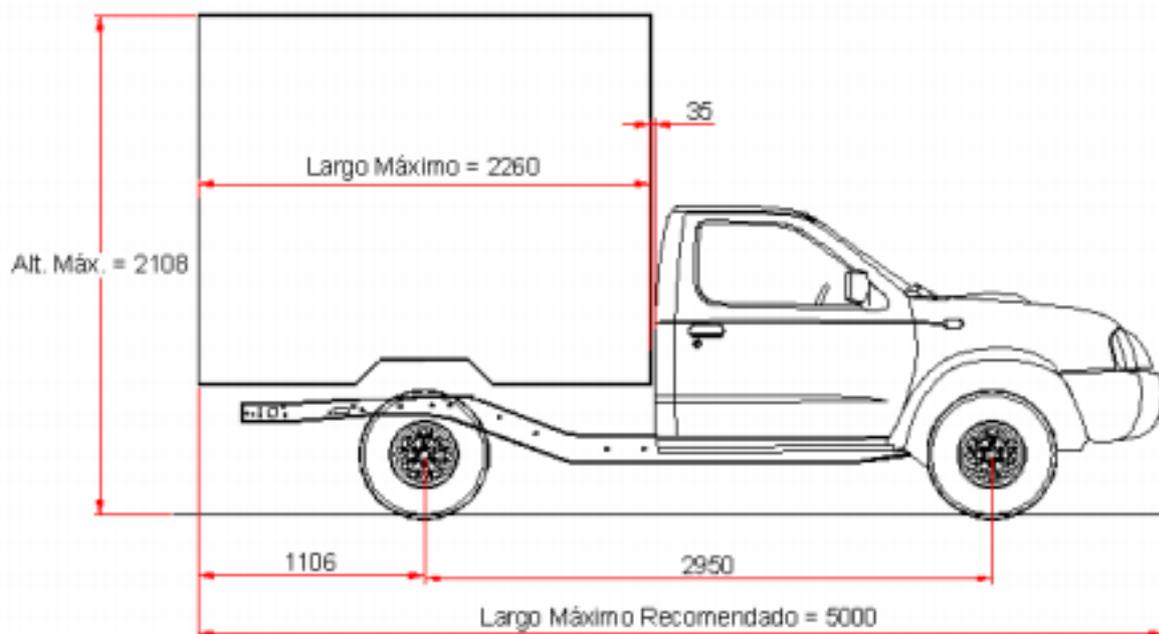
3.1 Generalidades

Cualquier intervención o modificación sobre el vehículo debe garantizar el correcto funcionamiento, la fiabilidad y el fácil acceso a todos los componentes del vehículo.

Para ello:

- se deben respetar determinados espacios libres teniendo en cuenta las dimensiones detalladas.
- se debe prever el libre acceso a los puntos que precisan inspección o mantenimiento y controles periódicos.
- deberá estar garantizada la libertad de movimiento para las cabinas abatibles y el paso de aire para la admisión.

Todas las dimensiones son en mm (milímetros)



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

3.2 Paso de ruedas, salpicaderas

Al colocar las salpicaderas y pasos de rueda, el Carrocero debe cuidar que:

- Se puedan montar los neumáticos permitidos más grandes.
- La distancia entre el neumático y la salpicadera o la caja del paso de rueda sea suficiente, incluso en el caso de que estén montadas cadenas antideslizantes, y cuando los elementos de suspensión se compriman a fondo incluyendo el caso de una torsión del vehículo.
- Respetar las dimensiones (X) que figuran en el siguiente cuadro.

CC – CARROCERÍAS Y EQUIPAMIENTOS

CAMIONES NISSAN NP300 – CHASIS CABINA

Edición: Diciembre - 10



1. FALSOS BASTIDORES Y FIJACIÓN

1.1 Falso bastidor

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

Los largueros del falso bastidor ajustarán perfectamente sobre los del bastidor del vehículo en toda su longitud.

No es aconsejable montar listones de madera entre ambos bastidores. Sin embargo en caso de que se utilice se deberá observar que la madera a utilizar sea la adecuada (estufada) y con aplicación de anticorrosivo certificado para su correcto funcionamiento.

Para su ejecución es importante tener en cuenta:

- El material
- La configuración de los largueros
- Los travesaños
- La fijación

1.2 Material

Como norma, **utilizar materiales de características iguales o superiores a los materiales** empleados en el bastidor del vehículo. En los casos en que se requieran esfuerzos más elevados, o cuando se desee evitar secciones de gran altura se podrán utilizar materiales de características superiores a las de los empleados en el bastidor del vehículo.

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

La calidad del material recomendado, para todos los casos, será como mínimo St-44-2:

Material	Resistencia a la tracción (Kg/mm ²)	Límite de elasticidad (Kg/mm ²)
St - 44 - 2 (DIN-17100)	42 - 55	28

Cuadro CC-1.2

2. ACONDICIONAMIENTO DE LARGUEROS PARA CARROZAR.

2.1 Nivelación del chasis (Asentamiento de la carrocería)

Si el vehículo a carrozar cuenta con soportes instalados de fábrica, se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

Con el fin de lograr un plano de asentamiento horizontal para la carrocería, se deberá implantar un tipo de construcción como los propuestos para nivelar este asentamiento respetando las siguientes consideraciones:

- Prever una fijación mecánica al chasis por medio de tornillos o grapas de fijación que no alteren los largueros originales del chasis, utilizando los barrenos existentes.
- No está permitido soldar ningún elemento a los largueros del chasis.

Si el vehículo no cuenta con soportes metálicos, la instalación de la carrocería deberá realizarse sobre un bastidor de madera.

Los Distribuidores autorizados Nissan pueden proveer los bastidores de madera. Los números de parte de los bastidores son:

94112-F4010

94113-F4010

NIVELACION DE CHASIS - MADERA

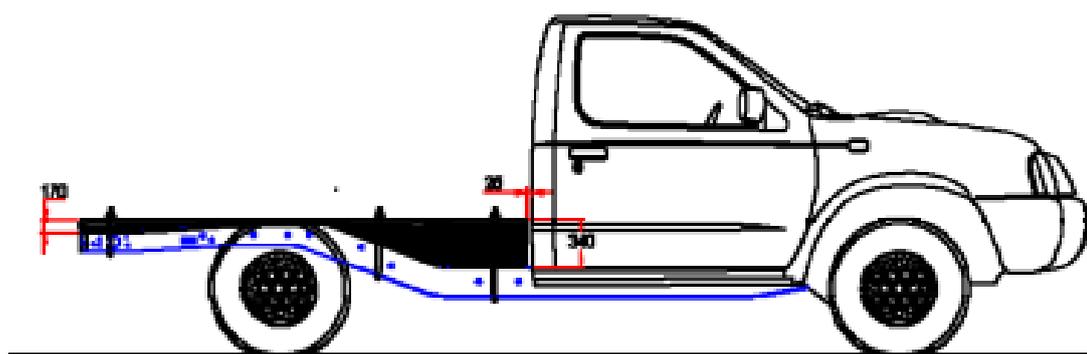
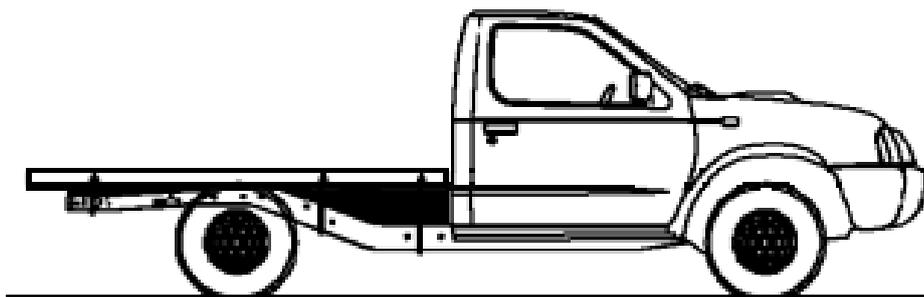
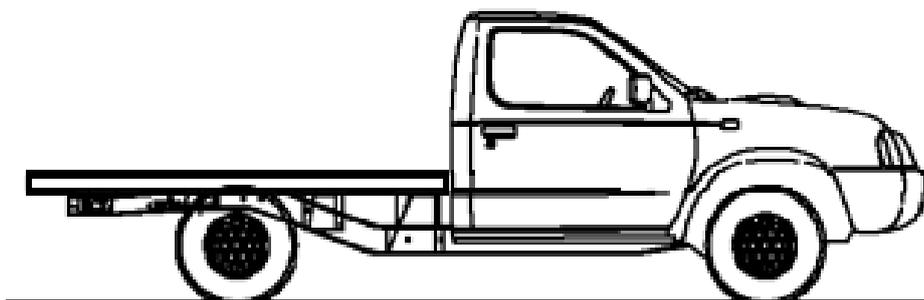


Figura CC-2.1.3

2.2 Configuración de los largueros

Los largueros del falso bastidor, se extenderán a lo largo de todo el bastidor del vehículo de forma continua y deberán apoyarse a lo largo de toda su superficie sobre la nivelación del larguero del vehículo y/o sobre los soportes o niveladores de carrocería.



2.3 Fijación

Las instrucciones que se dan en este apartado deben seguirse obligatoriamente para fijar las carrocerías o equipamientos adicionales a nuestros vehículos.

Los tornillos empleados en la unión de los soportes deberán ser de alta resistencia, calidad 10.9, se montarán sin holgura, empleando tuercas autoblocantes (de seguridad) calidad 10, y arandelas planas en ambos lados de dureza 40 – 50 H.R.C, ver apartado MV-3.4

Está estrictamente prohibido efectuar soldaduras en el bastidor del vehículo para fijar la carrocería y

¡En ningún caso está permitido perforar las alas de los largueros!

2.4 Tipos de fijación

Las fijaciones de tipo rígido permiten considerar como una sección única resistente para los perfiles del bastidor del vehículo y del falso bastidor, a condición de que la cantidad y distribución de los soportes de carrocería sean capaces de soportar los consiguientes esfuerzos de corte.

En cambio, las uniones de tipo elástico permiten movimientos, limitados, entre ambos perfiles y considerar dos secciones resistentes que trabajen paralelamente.

A.- Fijación con placas planas

Este tipo de fijación garantiza un buen comportamiento al empuje longitudinal y transversal y asegura una mayor rigidez del conjunto y está especialmente indicado para carrocerías particularmente pesadas.

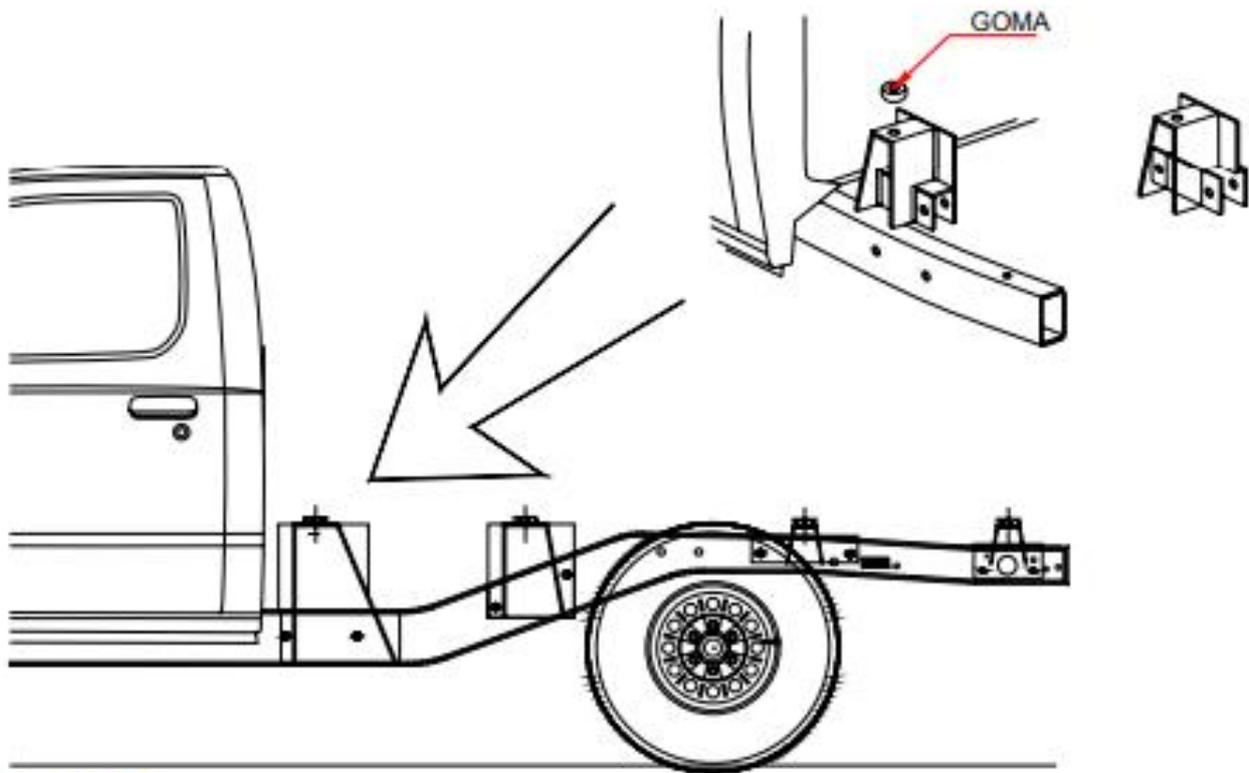


Figura CC-2.5

Este sistema de fijación requiere:

- Tener en cuenta que su utilización debe estar limitada a la zona central y posterior del bastidor **usando los barrenos existentes**.
- Verificar que el falso bastidor asienta perfectamente sobre el bastidor del vehículo antes de efectuar la fijación en el alma de los largueros del vehículo.
- El número de placas, sus características y cantidad de tornillos para su fijación deberán ser los adecuados para transmitir los momentos de flexión y de corte.
- Es recomendable utilizar gomas o uniones elásticas para permitir movimientos, limitados entre la carrocería y el chasis y considerar las secciones restantes que trabajen en paralelo.

B.- Fijación con "U" bolts

De acuerdo a las indicaciones anteriormente expuestas, en la fijación entre el bastidor del vehículo y el falso bastidor puede utilizarse una fijación rígida con un medio intermedio que haga rígida la unión del chasis con la carrocería. Para ello es recomendable utilizar madera tratada con la que asienta el falso bastidor y mediante tornillos del tipo "U" se puede fijar a la carrocería. Esta fijación deberá apretarse a un valor de 24.5 a 29.4 Nm y someterse a revisiones periódicas con intervalos de 1 mes.

Fuente: Albert Martí Parera

Tomado de: Manuales de Automoción

Prólogo

En esta obra se desarrollan los contenidos de hechos, conceptos y sistemas conceptuales del crédito número 7 incluido como crédito único en el módulo profesional “Sistemas de Seguridad y Confort”. Este módulo forma parte del Ciclo Formativo de Grado Medio “Electromecánica de Vehículos Automóviles” de la familia profesional de Automoción.

También coincide en gran parte con los contenidos del crédito número 1 del módulo profesional “Sistemas Eléctricos de Seguridad y Confort” del Ciclo Formativo de Grado Superior de Automoción.

Además, hay el proyecto de publicar un manual de guía para el profesor en el cual se especifique la relación entre los contenidos de hechos, conceptos y sistemas conceptuales con los procedimientos y actitudes que el alumno debe desarrollar; para alcanzar los objetivos propuestos en el primer grado de concreción.

En esta obra se trata con rigor científico y criterios pedagógicos un temario muy variado, que va desde los elementos de seguridad pasiva a las adaptaciones de automóviles para minusválidos pasando por los sistemas de aire acondicionado y los sistemas multimedia que se están incluyendo en el automóvil.

A pesar de su heterogéneo contenido, no se pretende que esta obra esté exclusivamente destinada a su uso para el sistema formativo profesional; cualquier persona implicada en temas del automóvil, ya sea profesional, estudiante, técnico o personal de taller puede encontrar esta obra de gran interés y provecho.

Capítulo 1

Seguridad activa

CRITERIOS DE SEGURIDAD EN EL AUTOMÓVIL

El hombre como ser vivo, miembro del mundo animal, no destaca precisamente por sus capacidades físicas, respecto a otros animales; no es ni el ser más veloz, ni el que puede arrastrar mayores pesos, ni el capaz de ejercer mayor fuerza muscular, pero es el más capacitado para dotarse de instrumentos que le permitan superar con creces sus limitaciones naturales.

El automóvil es uno de estos instrumentos que le permiten convertirse en el animal más veloz sobre el medio terrestre y así, si la velocidad de desplazamiento que puede soportar de forma continuada el ser humano es, por término medio, de 5 km/h gracias al automóvil puede llegar a desplazarse, durante horas, a velocidades 40 veces mayores.

Al desarrollar estas elevadas velocidades conduciendo un automóvil, el ser humano se sitúa por encima de sus capacidades, que en su propia evolución, como especie, ha acomodado a su velocidad natural de desplazamiento.

Estos hechos, si bien no nos inhabilitan para conducir vehículos motorizados a velocidades de 200 km/h, sí deben ponernos sobre aviso que nuestra capacidad para percibir obstáculos, para poder determinar la velocidad de nuestro vehículo o la velocidad de cualquier otro usuario de las vías de circulación, además de otros parámetros relacionados con el desplazamiento, es idónea para circular a 5 km/h. En consecuen-

cia, no debemos escatimar las precauciones cuando nos ponemos al volante de un automóvil.

Los fabricantes de vehículos automóviles, más conscientes de estas limitaciones que los propios usuarios, ya desde un principio se han ocupado de la seguridad que sus vehículos deben ofrecer.

Actualmente, la seguridad de un automóvil es considerada desde dos puntos de vista diferentes pero complementarios, que engloban los aspectos de prevención y limitación de daños, en caso de accidente, para el vehículo y, de forma primordial, para las personas que utilizan el automóvil, ya sea como conductores o como pasajeros; estos conceptos se denominan: seguridad activa y seguridad pasiva.

La seguridad activa se refiere a los sistemas, dispositivos, o mecanismos que, incorporados al automóvil, incrementan su seguridad en los desplazamientos; por ejemplo, los frenos ABS incrementan la eficacia del sistema de frenos o las suspensiones de dureza variable, que acoplan su acción al estado del firme, son elementos de seguridad activa. Con otra definición los podríamos denominar como aquellos sistemas que actúan siempre de acuerdo con el funcionamiento normal del vehículo.

La seguridad pasiva se refiere a aquellos componentes, ya sean sistemas, dispositivos o mecanismos, que, incorporados al vehículo, preservan a los ocupantes de posibles daños en caso de accidente. Podríamos definirlos como elementos pasivos cuya acción sólo se desarrolla en caso de accidente. Las bolsas de aire ("air bag") ocultas en el volante, las barras antigolpes situadas en el armazón de las puertas, o los cinturones de seguridad, son buenos ejemplos de estos elementos de seguridad.

SEGURIDAD ACTIVA

Los sistemas y disposiciones adoptadas con objetivos que puedan incluirse en el apartado de seguridad activa tienen como finalidad primordial garantizar el equilibrio del vehículo cuando se desplaza.

En este sentido, hay sistemas de seguridad activa que impiden, mediante el control del par que entrega el motor y los diferenciales autoblocantes, que las ruedas resbalen sobre el asfalto creando situaciones de deslizamiento sin control.

SEGURIDAD ACTIVA EN EL MOTOR

Son los sistemas de control del par motor, denominados inicialmente con las siglas ASR. En estos sistemas el pedal acelerador es un

reóstato o potenciómetro que genera una señal eléctrica proporcional a las órdenes del conductor del vehículo –pedal pisado con mayor o menor fuerza–. El microprocesador del sistema, según la señal del reóstato del pedal acelerador y la velocidad de giro de las ruedas, determina la cantidad de combustible que debe inyectarse al motor y, en consecuencia, el par motor que éste entrega.

Los sistemas ASR (figura 1) utilizan los mismos sensores que los sistemas de freno antibloqueo de ruedas; gracias a esta disposición, cuando el vehículo se desliza sobre firmes de poca adherencia, no se pueden producir acelerones que hagan resbalar las ruedas sobre el firme con el consiguiente peligro de deslizamiento sin control.

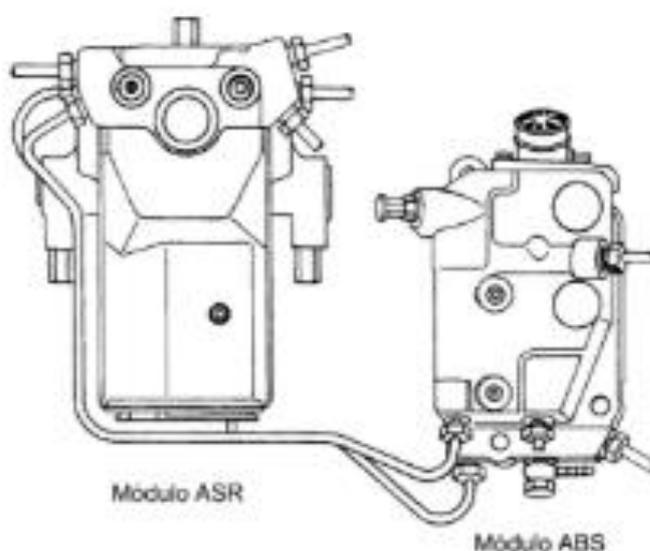


Figura 1. Unión entre un módulo hidráulico ABS con otro ASR.

SEGURIDAD ACTIVA EN LA TRANSMISIÓN

El mecanismo diferencial es un distribuidor del par motor a las dos ruedas de un eje, que permite al vehículo tomar las curvas sin arrastrar éstas; cuando el vehículo se encuentra con una rueda motriz sobre un firme sólido y la otra sobre un firme inestable, reparte todo el par sobre la rueda situada sobre el firme inestable y ésta empieza a resbalar, mientras que la rueda situada sobre el firme estable se queda quieta sin par motor y el vehículo queda parado.

Para evitar esta situación extrema y las situaciones intermedias, como puede ocurrir al circular por una carretera de montaña con hielo o nieve en la calzada cerca del arcén (situación que puede provocar que el vehículo vaya dando bandazos por la diferente adherencia del firme con cada una de las ruedas motrices), se disponen los diferenciales controlados (figura 2). En éstos un microprocesador controla la diferencia de giro de las ruedas motrices, gracias a los captadores del sistema ABS, y manda presión sobre un embrague de láminas, como los utilizados en algunas motocicletas, que hace solidarios los planetas del diferencial con la corona del mismo, anulando así el mecanismo en mayor o menor grado hasta compensar el exceso de par entregado a la rueda con menor adherencia.

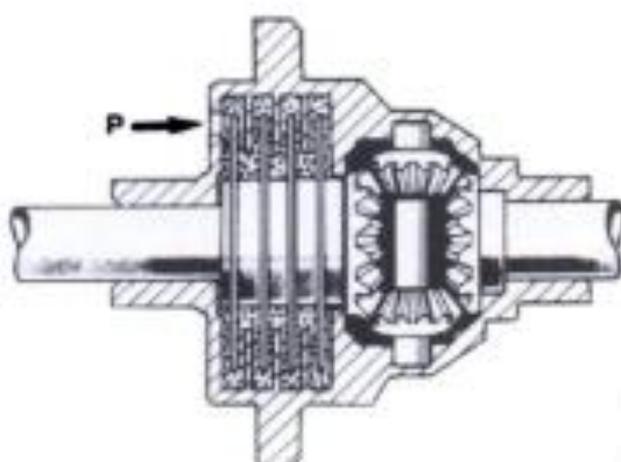


Figura 2. Diferencial controlado mediante un embrague de láminas. P: entrada de presión.

Gracias a los diferenciales controlados, los vehículos no se quedan atrapados en los lodazales ni circulan a bandazos por firmes que ofrecen diferente adherencia a las dos ruedas de un mismo eje.

SEGURIDAD ACTIVA EN LOS FRENOS

Los frenos antibloqueo de ruedas son otro de los sistemas de seguridad activa. Este dispositivo impide que el conductor bloquee las ruedas cuando efectúa una frenada enérgica, puesto que con éstas bloqueadas se pierde el control direccional del vehículo y se incrementa el es-

SEGURIDAD ACTIVA EN LA SUSPENSIÓN

El sistema de suspensión tiene dos misiones en los vehículos automóviles: una de seguridad, cuyo objetivo es mantener constante el contacto de las cuatro ruedas con el suelo o, lo que es lo mismo, evitar que las ruedas sufran aceleraciones verticales mayores que el valor de g ($9,81 \text{ m/s}^2$) y otra de comodidad, que consiste en frenar y amortiguar las oscilaciones de la carrocería debidas a las irregularidades del terreno, para comodidad del conductor y los ocupantes del vehículo.

Los sistemas de suspensión de dureza variable (figura 4) tienen un microprocesador que controla el grado de actuación de los amortiguadores, adaptando la suspensión al estado del firme de la carretera por donde se circula y a la carga del vehículo; de esta manera, se ofrece en cada situación particular la máxima seguridad conjugada con el confort máximo.

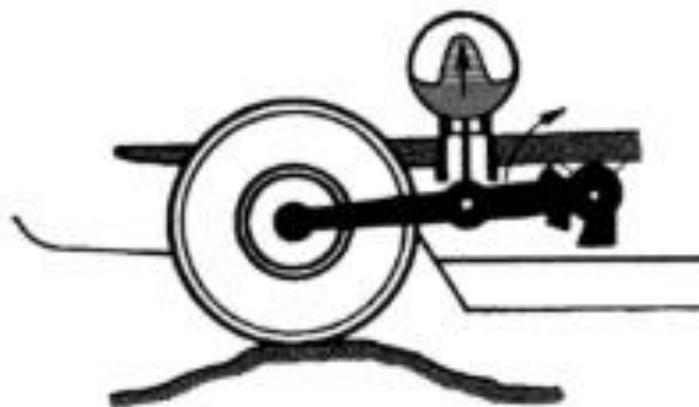


Figura 4. Sistema de suspensión de dureza variable.

En estos sistemas de suspensión, los amortiguadores tienen dispositivos para regular la presión y el caudal de paso, a través del émbolo, de su fluido interno; el control de estos dos parámetros se realiza mediante una bomba y el correspondiente circuito con válvulas distribuidoras. Un microprocesador, llamado también unidad de mando (UM), supervisa la actuación de todo el conjunto, según las señales que recibe de los periféricos instalados sobre los elementos elásticos de la suspensión.

Gracias a las señales generadas por los periféricos, el microprocesador actúa sobre las válvulas distribuidoras, que modificarán la presión

Capítulo 2

Seguridad pasiva

SEGURIDAD PASIVA EN EL ENTORNO DEL CONDUCTOR

Cuando un vehículo adquiere una determinada velocidad, también ha adquirido una cantidad de energía y es su motor quien se la ha proporcionado. Tal como nos enseñan en física, la energía de un cuerpo en movimiento se denomina energía cinética y su valor equivale a la mitad del producto del cuadrado de la velocidad del móvil por su masa. En este cálculo la magnitud más importante es la velocidad del móvil, puesto que va elevada al cuadrado; en consecuencia, hemos de ser conscientes que la energía que poseen los vehículos que conducimos crece de manera cuadrática al aumentar la velocidad.

Como no podemos contravenir el primer principio de la termodinámica, que enuncia:

“La energía no se crea ni se destruye sólo se transforma”,

cuando el vehículo que conducimos choca contra un obstáculo, toda la energía cinética que poseía, debida a su velocidad, se transforma en energía de deformación, consumida en deformar y romper las estructuras metálicas de la parte delantera del automóvil y el obstáculo objeto de colisión.

El conductor y los pasajeros también participan en el reparto de energía, al tomar velocidad, con el vehículo y en el momento de la colisión devuelven la energía desplazándose en el sentido de la marcha, ac-

ción que les lleva a tropezar de forma violenta contra las zonas del automóvil situadas enfrente suyo.

Cuando esto sucede, el conductor experimenta cómo su cabeza y su tórax son lanzados contra el volante de dirección y la luna parabrisas, mientras sus rodillas se empotran en la bandeja del salpicadero.

Para paliar el daño que pueda causar este tipo de accidentes, además de la prudencia que cada uno debe desarrollar al volante de un vehículo, los fabricantes han dispuesto una serie de dispositivos, denominados de seguridad pasiva, destinados a proteger al conductor y ocupantes en caso de colisión.

Para proteger las rodillas, se diseñan todos los salientes y bandejas del salpicadero con los cantos redondeados, evitando cualquier arista que pueda convertirse en elemento cortante en caso de colisión; todos estos cantos redondeados se cubren de materiales blandos y acolchados con capacidad de absorber impactos, de manera que las rodillas de quienes ocupan las plazas delanteras disfruten del mayor grado de protección.

Dos medidas se han adoptado para proteger el tórax del conductor y evitar que se empotre en la columna de dirección: las columnas de dirección fraccionadas y los cinturones de seguridad.

COLUMNA DE DIRECCIÓN FRACCIONADA

Dada la importancia que tiene el sistema de dirección (figura 6) en la seguridad de un automóvil, desde sus inicios se le ha dotado de gran robustez. Esta propiedad afecta, en primer lugar, a la columna de dirección, por ser el eje que une el volante que maneja el conductor con el mecanismo de la dirección, denominado caja de la dirección. En esta caja se albergan los engranajes que transforman el giro del volante en desplazamientos del varillaje que hace girar las ruedas e incrementan, gracias a la aplicación de la ley de la palanca, los esfuerzos del conductor sobre las ruedas. Esta robustez, que ofrece seguridad al conductor mientras dirige el vehículo, se convertía en arma letal en caso de colisión.

Cuando por la violencia de una colisión el capó delantero se aplasta, las ruedas delanteras sufren un empujón hacia atrás que se transmite a todo el sistema de dirección y el volante de dirección es empujado hacia la posición del conductor, justo en el momento que éste es desplazado enérgicamente hacia adelante; esta situación ha causado —en el pasado— la muerte a infinidad de conductores, que acabaron con el pecho atravesado por la columna de dirección.

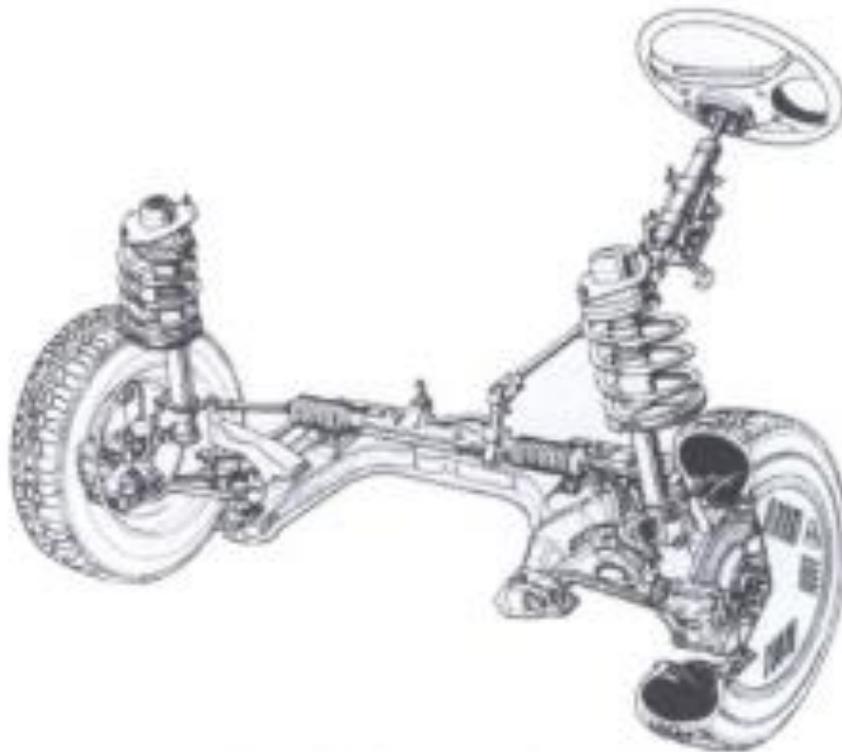


Figura 6. Sistema de dirección.

En los vehículos actuales, en vez del único eje rígido de antaño, las columnas de dirección están formadas por dos mitades que van unidas por la interposición de diferentes tipos de juntas. Sin mermar la rigidez del eje, estas juntas permiten que éste acorte su longitud en caso de choque y el encuentro con el tórax del conductor sea menos violento. De esta manera la fuerza del impacto entre ambos disminuye y se limita la gravedad del accidente.

Existen diferentes sistemas de juntas para árboles de dirección siendo las más usuales: las juntas cardan, la malla deformable y los pernos de rotura (figura 7). La junta cardan es una unión articulada que permite el giro entre ejes que no estén alineados, de manera que el giro del volante se transmite íntegro a la caja de dirección, y gracias a la diferente inclinación entre las dos mitades de la columna de dirección, cuando ésta es sometida a esfuerzos opuestos en sus extremos se pliega por la junta evitando el lanzazo al conductor.

El sistema de malla deformable consiste en disponer la columna de dirección en dos tubos telescópicos que encajan, de forma deslizante, con unas estrías el uno dentro del otro y están unidos por su parte externa con un casquillo de malla metálica soldado a ambos tubos. La resistencia de esta malla es inferior a la fuerza de impacto con el cuerpo



Figura 7. Seguridad pasiva en la columna de dirección.

del conductor, de manera que al chocar se pliega la malla permitiendo que los tubos telescópicos deslicen, uno dentro del otro, disminuyendo la longitud de la columna de dirección.

Los pernos de rotura (columna con fiador) son la unión entre dos piezas soldadas a los dos extremos de cada mitad de la columna de dirección. Un golpe seco rompe los pernos y permite el deslizamiento de una semicolumna respecto a la otra gracias a una leve desviación de una de las dos mitades.

La evolución de este sistema ha llevado a algunos constructores a incorporar volantes articulados al eje de la dirección; esta articulación

va fijada por un seguro que permite dirigir con firmeza el vehículo y, en caso de accidente, se rompe su seguro de forma que al quedar libre el volante en su articulación, se acopla a la posición del tórax del conductor proporcionando un choque más amortiguado.

CINTURONES DE SEGURIDAD

Para evitar que el conductor y los pasajeros descarguen su energía cinética desplazándose dentro del vehículo hasta colisionar con la carrocería o asientos, los automóviles van dotados de los cinturones de seguridad, que mantienen a todos los ocupantes del automóvil sujetos al respaldo de su asiento.

En 1953 la firma Porsche introdujo en algunos de sus modelos un símil de cinturón de seguridad, pero fue la sueca Volvo en 1959 quien ofreció la opción de unos cinturones de seguridad parecidos a los actuales, pero sin carrete de tensión; los primeros cinturones había que ajustarlos al cuerpo, como se ajustan las correas de las mochilas al cuerpo del excursionista. Invar Bohlin, ingeniero sueco que trabajó en numerosos temas de seguridad pasiva, fue el inventor de los cinturones de seguridad.



Figura 8. Cinturones de seguridad en los asientos delanteros de un automóvil.

OTROS ELEMENTOS DE SEGURIDAD PASIVA

Los cinturones de seguridad están diseñados para actuar sobre el cuerpo de una persona adulta y no son adecuados para los niños, tanto por su poca talla como por su poco peso.

Resulta, pues, necesario adoptar las medidas pertinentes para que los niños viajen cómodos y seguros. Ya hemos apuntado con anterioridad que no deben viajar en los asientos delanteros para evitar ser víctimas del "air bag", pero resulta también peligroso que los pequeños viajen en el asiento delantero sobre el regazo del acompañante, pues, en caso de colisión, las fuerzas de inercia los van a convertir en proyectiles que saldrán disparados del coche rompiendo la luna parabrisas.

Por los motivos expuestos, los niños pequeños deberán ir situados en los asientos traseros del coche, acomodados en sillas o cunas (capazos); de esta manera, en caso de colisión, el respaldo de los asientos delanteros les protegen actuando de estructura acolchada y el impacto de sus cuerpos contra estas protecciones siempre resulta menos lesivo que el impacto contra el salpicadero o la luna parabrisas.

SILLAS PARA NIÑOS

Las sillas utilizadas para acomodar a los pequeños de la familia dentro del vehículo deben disponer de su propio sistema de seguridad para sujetar al niño de manera cómoda en el asiento.

Normalmente, los elementos que sujetan al niño suelen ser cinturones que, descendiendo por ambos hombros, forman un peto protector y también se ciñen a la cintura, como los empleados en los vehículos de competición; este tipo de cinturón mantiene al niño sujeto en su posición sentado impidiendo que salte de la silla, empujado por las fuerzas de inercia.

Teóricamente todo este planteamiento funciona de maravilla. En la realidad las cosas no son así de fáciles, pues la mayoría de las veces resulta imposible que los niños se estén quietos, bien sentados en su silla y con el cinturón puesto, sobre todo en viajes largos; por esto debe extremarse la prudencia cuando viajamos con nuestra prole a bordo del

Fuente: Viteri Cerda, Hernán Cullquicondor Cumbe, Julio César Mogrovejo Cabrera, Néstor Esteban

Tomado de: Universidad del Azuay

RESUMEN

Para el diseño y construcción del banco se inicia reconociendo los tipos de carrocerías de los vehículos, materiales utilizados en los mismos, técnicas de reparación y equipos utilizados.

A continuación se diseñan los componentes y mecanismos tomando en cuenta los esfuerzos y la resistencia del material para proceder a la construcción de cada elemento del conjunto, detallando las dimensiones, herramientas y equipos utilizados.

Finalmente se somete a diferentes pruebas y ensayos para detectar que no existan fallas por defecto y comprobar el funcionamiento de los mecanismos aplicando las cargas correspondientes.

CAPITULO I

CARROCERIAS Y TÉCNICAS DE REPARACIÓN

Introducción.- En este capítulo se enfocará al conocimiento general de los tipos de carrocería, sus diferentes componentes y materiales de los que están constituidos, además se describe de las zonas críticas de la carrocería y se explica algunos métodos de reparación de los elementos dañados, también se detallan los equipos hidráulicos utilizados en el enderezado de compactos.

1.1 Carrocería¹.- Es el amazón del vehículo, formado por planchas metálicas unidas entre sí, cuyo interior se destina para los habitáculos de los pasajeros o mercancía.

Tipos de carrocería:

- Carrocería con chasis independiente.
- Carrocería con chasis plataforma.
- Carrocería autoportante o compacto.

- **Carrocería con chasis independiente.-** Es el sistema más antiguo de los utilizados en automóviles y el más sencillo, este tipo de carrocería se utilizo hasta la aparición del chasis autoportante o compacto en automóviles.

Consiste fundamentalmente en dos vigas de acero a lo largo del vehículo que van unidas por travesaños soldados de modo que adquiere buena rigidez, a todo este conjunto se le conoce como bastidor y es el que soporta todos los sistemas del vehículo como el motor, transmisión, suspensión y

carrocería. En el gráfico (1.1) se indica un chasis independiente de un vehículo todo terreno.

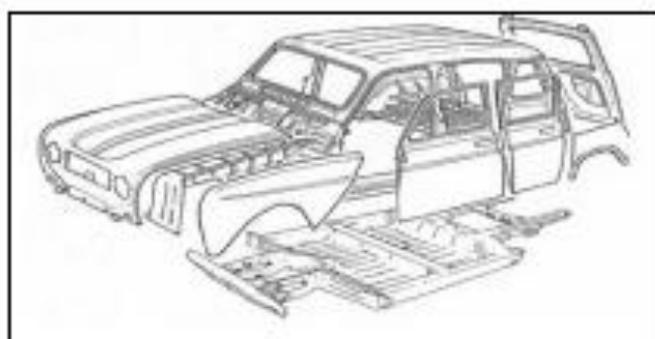
FIGURA 1.1 Chasis Independiente



Fuente: Manual Ford Focus, p.110

- **Carrocería con chasis plataforma.**- Es un chasis aligerado que lleva el piso unido por soldadura, este tipo de carrocería es utilizado en vehículos que van a soportar cargas o esfuerzos considerables por ejemplo: pequeñas furgonetas y en vehículos de turismo destinados a circular por caminos en mal estado. En el gráfico (1.2) se ilustra la plataforma siendo la parte principal de la carrocería.

FIGURA 1.2 Chasis Plataforma



Fuente: Castro Vicente, Carrocería y Pintura, p. 25

- **Carrocería autoportante o compacto.**- Es la carrocería adoptada por la mayoría de los automóviles actuales, está formado por un gran número de

piezas de chapas unidas entre sí mediante puntos de soldadura por resistencia eléctrica y al arco, como se muestra en el gráfico (1.3).

Una carrocería autoportante es aquella en la que forma parte de su estructura el bastidor y se caracterizan por ser las más ligeras, estables y flexibles.

FIGURA 1.3 Carrocería autoportante



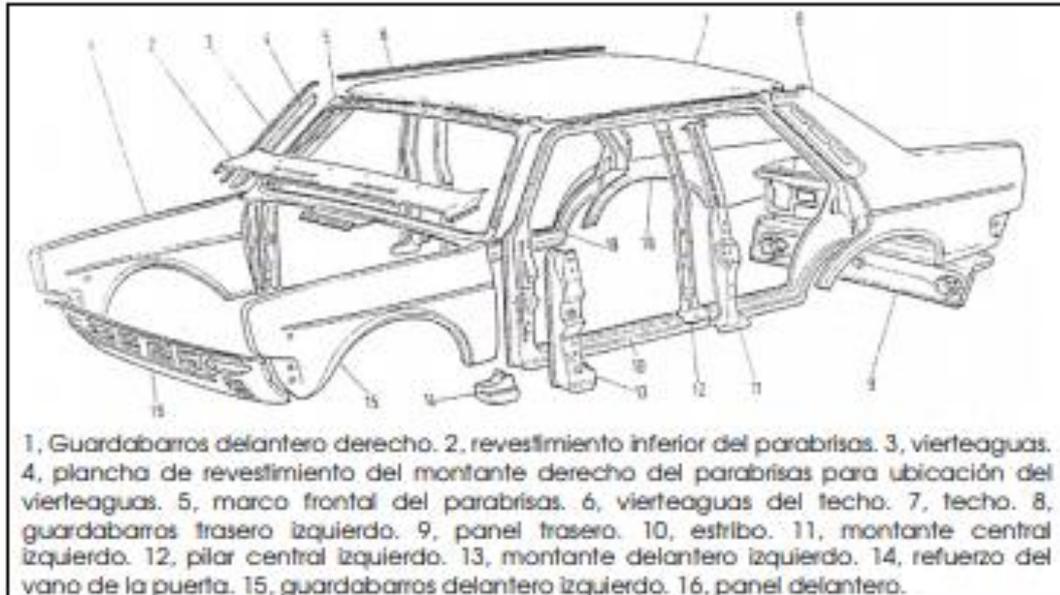
Fuente: Internet www.steeluniversity.org/content/html

1.2 Componentes de la carrocería².- Es necesario tener claro la terminología de los elementos que componen la estructura de la carrocería y sus órganos anexos; para el estudio se divide en cuatro grupos:

- Paneles exteriores.
- Componentes del armazón central y posterior.
- Componentes del armazón anterior.
- Componentes del armazón del piso, tapas y puertas.

- **Paneles exteriores.**- Son las piezas que están a la vista y constituyen el revestimiento del vehículo, destacamos las principales en el gráfico (1.4).

FIGURA 1.4 Piezas que componen los paneles exteriores de una carrocería



Fuente: Castro Vicente, Carrocería y Pintura, p. 30

- **Guardabarros.**-Son piezas que cubren las ruedas para evitar salpicaduras durante su rotación y también para mejorar la aerodinámica de la carrocería.
- **Revestimiento Inferior del Parabrisas.**-Es conocida como rejilla del capo y su función es de dar rigidez a la parte baja del revestimiento frontal del parabrisas, además permite circular el aire de climatización del habitáculo.
- **Vierteaguas.**-Antiguamente las carrocerías disponían de estos canales para orientar el agua del techo y montante del parabrisas, actualmente su diseño es aerodinámico.
- **Marco frontal del parabrisas.**- Sirve como base para colocar el parabrisas va unido por soldadura al techo, a los montantes laterales y así como al revestimiento inferior del parabrisas.
- **Panel trasero.**- Es la parte posterior de la carrocería y une entre si los guardabarros.

Generalmente los espesores de la chapa que se utilizan en la carrocería varían de 0,6 a 3 mm, en las partes principales se emplean chapas de 0,8 a 1 mm. En la tabla 1-1 se muestra las propiedades y espesores de la chapa de acero que se utilizan para la construcción de las carrocerías de automóviles.

Tabla 1-1. Propiedades de la chapa de acero utilizadas en la carrocería

Nombre abreviado del material	Grupos corrientes del material en mm.	Límite elástico (N/mm ²)	Límite de rotura (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Propiedades . Ejemplos de utilización.
St 12	0,6 - 2,5	250	340	30	Para piezas de embutición fácil
St 13	0,6 - 2,5	225	320	35	Para piezas de embutición difícil
St 14	0,6 - 2,5	200	300	40	Para piezas de embutición muy difíciles (techo, puertas, guardabarros, etc)
ZE 260	0,75 - 2,0	260 - 340	370	28	Piezas portantes altamente solicitadas con una dificultad moderada de conformado.
ZE 340	0,75 - 2,0	340 - 420	420	24	Piezas portantes altamente solicitadas con una dificultad moderada de conformado.
AlMg 0,4 Si 1,2	0,8 - 2,5	140	250	28	Para piezas exteriores guardabarros delanteros, puertas, capó, portamaletas ,etc
AlMg4,5Mn0,3	0,5 - 3,5	130	270	28	Para refuerzo interior de tapas abatibles , para piezas que no están a la vista.

Fuente: Apuntes de vehículos utilitarios

Los principales metales utilizados son el zinc (Zn) y el aluminio (Al). La aplicación de recubrimientos de zinc se puede llevar a cabo de forma aerográfica, por electrocincado y mediante galvanización en caliente.

La aplicación aerográfica es la más sencilla y económica, pero presenta dificultades a la hora de recubrir zonas con accesibilidad reducida. La galvanización en caliente consiste en sumergir la pieza de acero en un baño de zinc caliente, de forma que la superficie se recubra de una aleación de hierro y zinc de unas dos micras de espesor. Este proceso se utiliza exclusivamente en piezas estructurales y en partes no vistas de la carrocería.

- **El aluminio.**- Es el elemento más abundante en la naturaleza, después del oxígeno y del silicio. Es el segundo material más utilizado en la actualidad en el automóvil, le corresponde entre el 7 y el 11% del peso.

- **Polímeros.**- Con el nombre genérico de plásticos se suelen denominar todos aquellos compuestos de naturaleza orgánica que resultan fácilmente deformables cuando son sometidos a una presión o temperatura, aunque no en todos los casos se comportan así, pues, debido a la inclusión de una serie de aditivos y refuerzos, se pueden conseguir materiales muy duros y compactos.

A pesar de esto y, aunque hay carrocerías fabricadas enteramente de estos materiales, necesitan del apoyo del acero para conseguir la rigidez y seguridad necesarias en estas estructuras.

- **Fibra de vidrio.**- En algunos vehículos se utilizó este material para construir las carrocerías autoportantes por tener algunas ventajas como, ser resistente a la corrosión y muy ligeras, pero no ofrecen seguridad en el caso de una colisión. En la actualidad el uso de este material se limita para la elaboración de adornos, parachoques.

1.4 Innovación de seguridad.- Cada vez los fabricantes de vehículos se preocupan de la seguridad de los ocupantes y peatones. Por este motivo la estructura de los coches se diseña para que se deforme de tal forma que

proteja a los ocupantes del habitáculo, también los sistemas mecánicos se han mejorado notablemente para que se comporten de acuerdo a lo planificado.

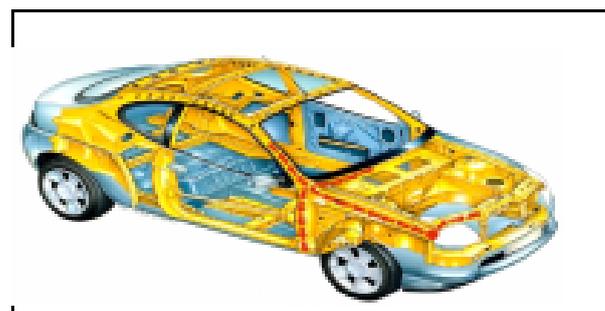
Los elementos destinados a disminuir el riesgo al conducir se dividen en dos: seguridad activa y seguridad pasiva, pero cualquiera de las dos resultan inoperantes si el conductor los emplea de manera inadecuada.

1.4.1 Seguridad activa.- La seguridad activa agrupa todos los elementos y sistemas tales como son: el chasis, los frenos, la dirección la suspensión, los sistemas de estabilidad, los neumáticos y el concepto de diseño que permiten mantener su estabilidad e integridad al momento de conducir el vehículo en condiciones de marcha.

1.4.2 Seguridad pasiva.- En caso de fallar la técnica del conductor o algún sistema activo de seguridad haciendo inevitable un accidente, los sistemas de seguridad pasiva entran en acción: las bolsas de aire, los cinturones de seguridad, los cristales y el chasis con la carrocería.

1.4.2.1 Chasis y carrocería.- En ambos componentes existen zonas de deformación pre diseñadas que absorben la energía en caso de un impacto y en caso de un choque frontal se acomoda el motor para que no se introduzca en el habitáculo, que funciona como una especie de jaula protectora para el conductor y pasajeros. Esto se conoce como deformación programada y se ilustra en el gráfico (1.7).

FIGURA 1.7 Deformación Programada



Fuente: Manual Ford Focus, p.111

1.5 Uniones de la carrocería.- El ensamblaje de las piezas que forman la carrocería se unen mediante soldadura por resistencia, por atornillado o remachado.

- **Unión por soldadura eléctrica por puntos.**- Es el procedimiento más utilizado y consiste en dos electrodos que aprisionan dos placas de chapa con espesor mínimo de 0,30mm y como máximo 3mm en ese momento circula corriente que al atravesar por las placas desarrolla una temperatura elevada produciendo fusión justo en el punto de contacto.

- **Unión por atornillado.**- Las piezas de la carrocería unidas por tornillo son aquellas que pueden ser desmontadas para facilitar su recambio o reparación, además estas no forman parte de la estructura principal la cual ha de soportar los esfuerzos mecánicos. Por ejemplo capó, guardabarros, puertas y otros órganos móviles de la carrocería.

- **Unión por remaches.**- Es un tipo de unión no desmontable muy utilizado en la fabricación de grandes carrocerías para autobuses y furgonetas. Tiene la ventaja de no deformar las piezas que se unen.

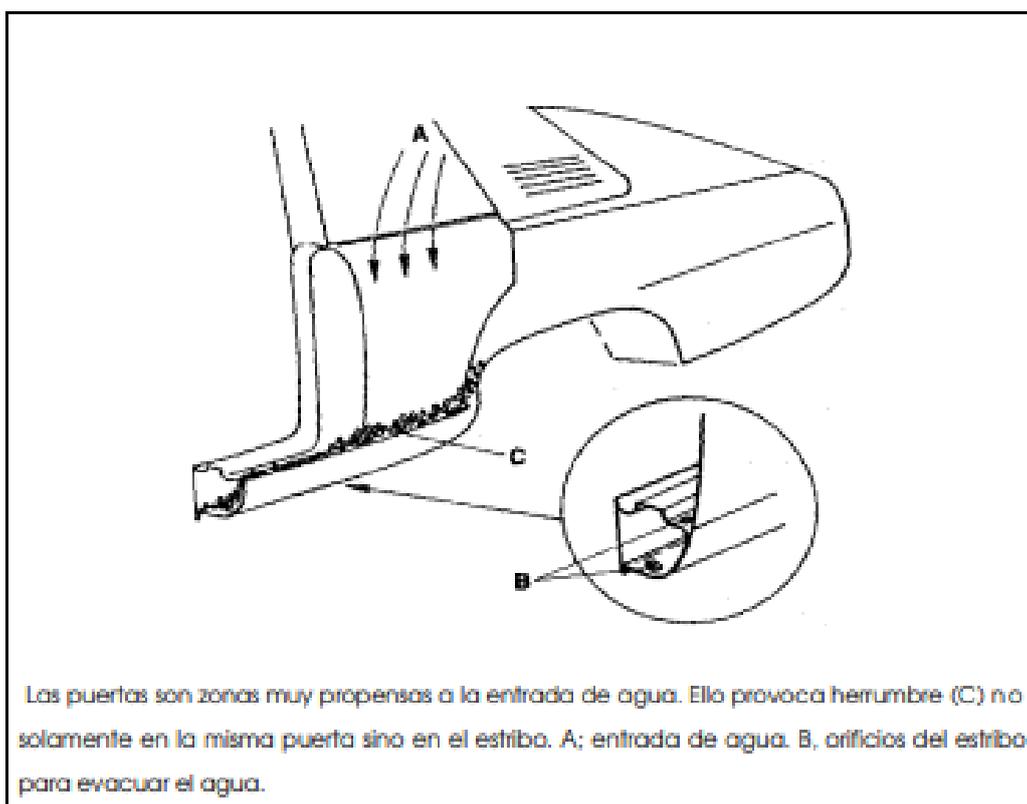
Generalmente su material es de aluminio, acero dulce, aleaciones ligeras, etc.

1.6 Zonas críticas.- Generalmente las carrocerías de automóviles existen zonas que son de difícil acceso a la limpieza que permiten acumular fácilmente el polvo de la calzada y mezclándose con el agua, formando una masa que acumula humedad consecuentemente dañando esa zona y al mismo tiempo debilitando la estructura.

En el caso de una colisión la carrocería no se deformará como estaba diseñada.

Como ejemplo podemos citar algunas zonas como: los interiores de las puertas, los estribos, los pasarruedas, los pisos etc., ver gráfico (1.8).

FIGURA 1.8 Corrosión de la carrocería



Fuente: Castro Vicente, Carrocería y Pintura, p. 35

1.7 Protección de la carrocería.-Cada vez se aplican nuevas medidas para combatir la corrosión, que se centra en aislar al acero de la acción del agua y el oxígeno con el uso de diferentes revestimientos los mismos que están destinados a alargar la vida de la carrocería y mantener la seguridad al evitar la reducción del nivel inicial de resistencia del material.

- **Recubrimientos metálicos.**- Consiste en el empleo de paneles de acero recubiertos para evitar los problemas de la corrosión. Las piezas de la carrocería están recubiertas herméticamente con un metal de protección, normalmente cinc, que se aplica con el fin de lograr un doble objetivo:

- Formar una barrera aislante, que evite el contacto del acero con los elementos atmosféricos.

- Es la de actuar como protección catódica, de manera que si el metal quedara al descubierto, el cinc se oxidaría en beneficio del mismo protegiendo sus propiedades mientras exista cinc en la zona dañada.

- **Galvanizado en caliente.**- Este proceso consiste en la inmersión del metal en un baño de cinc fundido. Sus características principales son:

- Capacidad de conformación y de soldadura media.
- Aptitud para sufrir los tratamientos para la base de la pintura.
- Buena adherencia de la pintura.

- **Electrocincado.**- En esta técnica se consigue la deposición del cinc sobre el metal a proteger mediante el paso de una corriente eléctrica.

Sus características principales son:

- Buena capacidad de conformación y soldadura.
- Buena calidad superficial.
- Buena aptitud para ser pintado.
- Posibilidad de aplicación en calidades especiales de aceros.

- **Recubrimientos no metálicos.**- Las tecnologías modernas involucran la utilización de materiales de protección que garanticen un alto nivel de protección ante cualquier condición.

- **Revestimientos de bajos.**- Las partes bajas del vehículo están expuestas a la corrosión por efecto del ataque abrasivo, debido a la proyección de piedras y gravilla a que se ven sometidos.

Para esto se protege con revestimientos tanto en las zonas vistas como en las ocultas, aplicando productos protectores a base de breas, caucho o PVC.

1.8 Técnicas de reparación⁴.-Es esencial conocer estas técnicas para llevar a cabo el trabajo en el taller de reparación de las carrocerías. Cuando un vehículo que ha sufrido un accidente se debe examinar la gravedad del daño y hacer las verificaciones correspondientes con ayuda de instrumentos de medición; en la gran mayoría ocurren golpes pequeños que

⁴ De Castro, Vicente. (1988) Carrocería y Pintura. Pág. 169-213.

no influyen en la estructura del automóvil y en otras ocasiones se ve afectada la estructura principal de ello dependerá la selección de la técnica para reparar la parte afectada.

Estas técnicas se pueden clasificar en:

- Separación de planchas.
- Reparación de planchas.
- Presentación y montajes de piezas nuevas.
- Enderezado con herramientas hidráulicas.

- **Separación de planchas.**- Se distingue dos tipos de uniones de las planchas de las carrocerías de automóviles que son: por tornillo y soldadura.

Los elementos de unión por tornillo son las más sencillas de desmontar y generalmente no intervienen directamente en la estructura rígida del vehículo.

En caso de tener tornillos oxidados se debe proceder limpiando y poniendo lubricante para evitar su rotura.

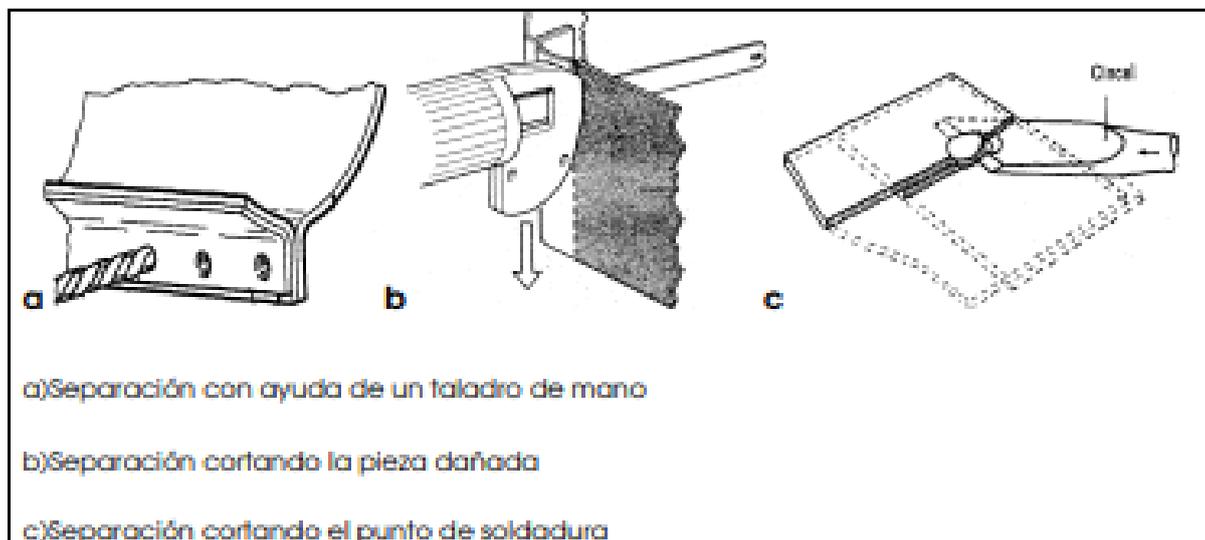
Las piezas unidas por soldadura eléctrica de puntos forman parte de la estructura rígida de la carrocería y son planchas difíciles de separar por que la unión es sólida, en circunstancias que los puntos de soldadura están cubiertas con masilla y pintura se debe retirar dicho material para facilitar la separación.

Existen tres procedimientos para separar planchas soldadas como se muestra en el gráfico (1.9), una de ellas es con la ayuda de un taladro de mano, es decir perforando la unión del punto de soldadura para separar la pieza en buen estado, es la forma correcta y sencilla.

La otra forma es cortando la pieza dañada con la utilización de un martillo neumático con punta de cincel o cierra neumática esta forma es la más rápida pero en ocasiones estas herramientas necesitan mucho espacio. La última forma de separación es cortando los puntos de soldadura con la

ayuda de un cincel montado en un martillo neumático pero resulta muy difícil introducir la herramienta entre los puntos de unión.

FIGURA 1.9 Separación de planchas



Fuente: Castro Vicente, Carrocería y Pintura, p. 178

- **Reparación de planchas.**- Cuando una pieza del vehículo sufre una abolladura, rascada o deformación y su reparación no tiene porque solucionarse con la sustitución de una pieza nueva, empleamos diversas técnicas:

- a) Desabollado
- b) Aplanado o alisado
- c) Chapeado o plaqueado
- d) Masillado

a) Desabollado.-La abolladura es una formación de un hundimiento en una o varias piezas de la carrocería a causa de una colisión; la superficie queda delimitada por un doble que recibe el nombre de cresta desde la cual se

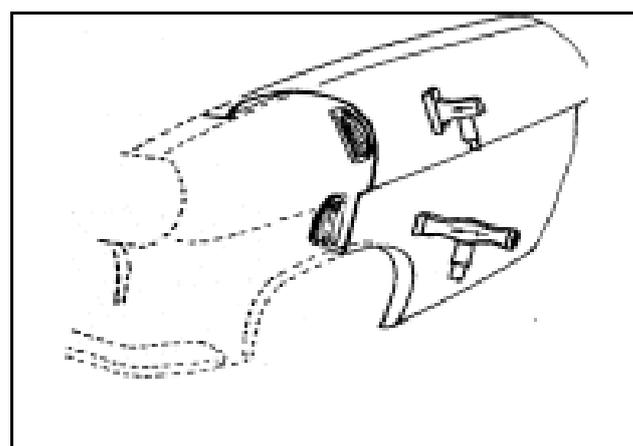
forman pliegues que ejercen resistencia e impiden que la plancha regrese a su forma original.

Cuando la abolladura es poco se procede a la recuperación de la pieza ejerciendo presión en el vértice de modo que se enderece de un golpe; pero en caso que la plancha ha sufrido abolladuras más graves se procede al desmontaje de la pieza.

La forma correcta de recuperar la forma de la pieza es utilizando las sufrideras y el martillo y golpeando en el límite de la zona no abollada dichos golpes se efectúan de la forma inversa de la cual provocó la deformación desde el vértice de la abolladura y martillando alrededor de la cresta.

b) Aplanado o alisado.- Es la operación por medio de la cual se consigue una superficie plana y lo más parecida a la forma original a través de la utilización del martillo de alisar y sufridera, teniendo en cuenta que los golpes no sean muy fuertes porque disminuye el espesor de la plancha provocando un alargamiento y en consecuencia resulta un abombamiento. (Ver figura 1.10)

FIGURA 1.10 Trabajo de aplanado o alisado



Fuente: Castro Vicente, Carrocería y Pintura, p. 189

c) Chapeado o plaqueado.-Esta técnica no es muy empleada en el medio y consiste en el montaje de una pieza nueva sobre la dañada ganando tiempo de reparación pero en un segundo daño se tiene que desmontar las dos piezas, suele utilizarse en piezas de planchas de un desmontaje complicado.

d) Masillado.- Esta técnica se aplica luego del enderezado de una pieza con el objetivo de cubrir pequeños bollos o ralladuras luego se procede al lijado para obtener la forma original y dejando lista para el acabado final.

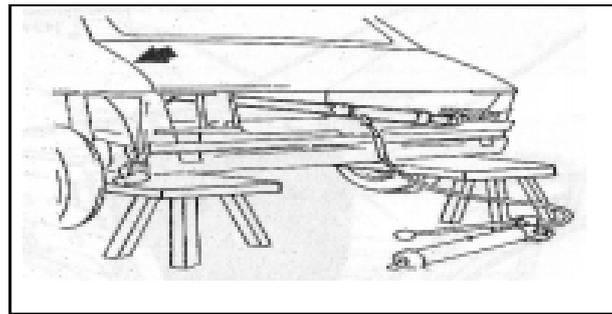
- **Presentación y montajes de piezas nuevas.**-Consiste en el reemplazo de piezas cuando resultan muy dañadas por una colisión, antes de proceder a soldar o colocar la pieza nueva se debe verificar el acoplamiento con las piezas vecinas en caso de no cuadrar se comprueba que la estructura base no presente deformación.

- **Enderezado con herramientas hidráulicas.**-Los expansores y escuadras hidráulicas son herramientas esenciales para corregir las deformaciones a causa de golpes graves en la estructura de la carrocería.

- **Expansores hidráulicos.**-Son capaces de proporcionar varias toneladas de forma progresiva dependiendo de la capacidad del mismo esta herramienta actúa de forma contraria a la colisión es importante identificar el punto donde se va apoyar el expansor en algunos casos se tiene que reforzar la base por medio de tacos de madera a fin que el esfuerzo se reparta por una mayor superficie de apoyo luego se localiza el punto contrario donde se colocara la cabeza del expansor.

A continuación se procede a bombear desde la palanca muy progresivamente teniendo en cuenta de no desoldar la pieza en cuestión. No se debe forzar la fuerza aplicada para evitar tensiones que pueda dañar la plancha y también conviene cambiar metódicamente la cabeza del expansor como se ilustra en el gráfico (1.11).

FIGURA 1.11. Uso de los Expansores hidráulicos

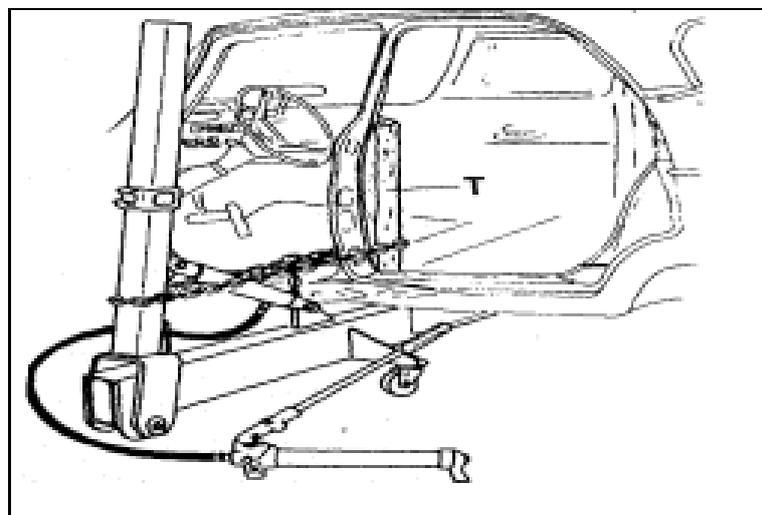


Fuente: Castro Vicente, Carrocería y Pintura, p. 209

-Escuadra hidráulica.- Esta herramienta se utiliza especialmente en deformaciones de la estructura principal de la carrocería.

Para su utilización se debe proceder al anclaje del brazo horizontal de la escuadra en una parte sólida de la carrocería luego se fija la cadena del brazo vertical en la parte dañada que se va a tensor quedando listo para comenzar a bombear progresivamente el elemento hidráulico, como se indica en el gráfico (1.12).

FIGURA 1.12 Uso de la Escuadra hidráulica



Fuente: Castro Vicente, Carrocería y Pintura, p. 213

-Banco de enderezado.- Los equipos de enderezado de carrocerías, denominados bancadas, son equipos que se utilizan para la corrección de

las deformaciones sufridas, tras un siniestro, por la estructura de la carrocería de un vehículo, y que permiten verificar las cotas originales y supervisar las holguras y separaciones de los paneles exteriores y realizar estirajes controlados para devolver la carrocería a sus dimensiones originales.

En la figura (1.13) se aprecia un modelo de banco para enderezar chasis y compactos de vehículos que se utilizan en la actualidad.

FIGURA 1.13. Banco de enderezado EZ liner



Fuente: Internet.www.EZ LINER\CHIEF AUTOMOTIVE, Innovative Equipment for the Collision Repair Industry.htm

Nuestro proyecto se enfoca a diseñar y construir un banco de enderezado de compactos con algunas características que describimos a continuación.

- Este banco consistirá en una base estática en la cual se fija la carrocería autoportante en la misma que va montado un brazo hidráulico en forma de "L", (ver figura 1.12) el cual tendrá la facilidad de girar alrededor de la carrocería del vehículo permitiendo adecuarse en la posición necesaria para corregir la deformación de la carrocería.

El brazo en forma de "L" dispondrá de un cilindro hidráulico que se acciona manualmente, también poseerá una cadena para fijar a la parte dañada de la carrocería la misma que puede ser regulable en su altura.

La base dispone de mordazas que permiten fijar la carrocería al banco y además de otros accesorios de fijación desmontables.

Para el ingreso del vehículo a la plataforma se dispondrá de un mecanismo hidráulico que permite bajar y subir un extremo del banco, Mientras el otro siempre estará apoyado en dos postes. El peso del vehículo que se pretende elevar es de 2500 Kg.

En la siguiente tabla se indica algunas características del banco.

Tabla 1.2 Características del banco

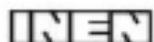
Cotas	Medidas
Longitud	4000 mm
Ancho	2100 mm
Altura	600 mm
Capacidad de elevación	2500 Kg
Capacidad del cilindro hidráulico	10 T

Fuente: Creación de los autores

Anexo 9: RTE 1323:2009

Fuente: Inen RTE 1323:2009

Tomado de: Instituto Ecuatoriano de Normalización



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1 323:2009
Primera revisión

VEHICULOS AUTOMOTORES. CARROCERIAS DE BUSES. REQUISITOS.

Primera Edición

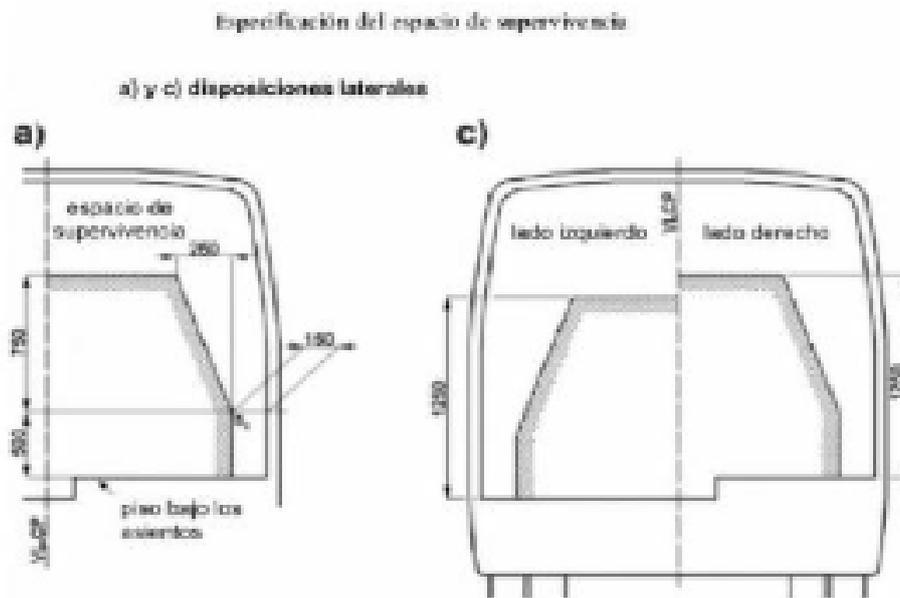
ROAD VEHICLES. BUS BODIES REQUIREMENTS

First Edition

DESCRIPTORES: Ingeniería automotriz, sistemas para vehículos automotores, carrocerías y componentes, buses, requisitos
MC: 01.01-401
CDU: 620.11.011.6
CIIU: 3543
ICS: 43.000.00

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	VEHÍCULOS AUTOMOTORES. CARROCERIAS DE BUSES. REQUISITOS	NTE INEN 1 323:2009 Primera Revisión 2009-02
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos generales para el diseño, fabricación y montaje de carrocerías de buses para todas sus modalidades.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a todas las carrocerías de buses, sean importadas o de construcción nacional. (Ver nota 1).</p> <p>2.2 Esta norma incluye a las carrocerías que son parte de los chasis carrozados importados y carrocerías autoportantes.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para los efectos de la presente NTE INEN se adoptan las definiciones establecidas en las NTE INEN ISO 3833 vigente, NTE INEN 1 155 vigente, y las que a continuación se detallan:</p> <p>3.1.1 Carga de aceleración brusca (A_b). Corresponde a la fuerza producida por la aceleración brusca del vehículo.</p> <p>3.1.2 Carga de frenado (F). Corresponde a la fuerza producida por el frenado del vehículo.</p> <p>3.1.3 Carga de giro (G). Corresponde a la fuerza producida por el giro de un vehículo.</p> <p>3.1.4 Carga por Resistencia del Aire frontal (R_a). Corresponde a la fuerza del aire actuante sobre un área correspondiente a la proyección del bus en un plano perpendicular a su eje longitudinal.</p> <p>3.1.5 Carga muerta (M). Corresponde al peso total de la carrocería en condiciones operativas, lo que incluye todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes; es decir, la carrocería laminada con todos sus accesorios.</p> <p>3.1.6 Carga viva (V). Corresponde a la carga por ocupación y se la considerará como distribuida uniformemente en los respectivos elementos estructurales de la carrocería.</p> <p>3.1.7 Carrocería. Conjunto de estructura, elementos de seguridad y confort que se adiciona al chasis de forma fija, para el transporte de personas.</p> <p>3.1.8 Carrocería autoportante. Aquella que en su diseño conforma el bastidor e incluye en su estructura los anclajes necesarios para el equipo mecánico y eléctrico.</p> <p>3.1.9 Bastidor o chasis. Constituye el soporte de todos los órganos principales del vehículo (motor, transmisión, suspensión sobre la que se apoya, dirección, ruedas, frenos).</p> <p>3.1.10 Espacio de supervivencia. Es el volumen que se obtiene en el compartimento de ocupantes, desplazando en línea recta el plano vertical y transversal indicado en la figura 1, de manera que se pase el punto S_p de la figura 2 desde el punto S_0 del último asiento exterior a través del punto S_k de cada asiento exterior intermedio hasta el punto S_k del primer asiento exterior del ocupante.</p> <p>NOTA 1.- La definición de buses de acuerdo a la NTE INEN ISO 3833 vigente.</p> <p style="text-align: right;">(Continua)</p> <p>DESCRIPTORES: Ingeniería automotriz, sistemas para vehículos automotores, carrocerías y componentes, buses, requisitos</p>		

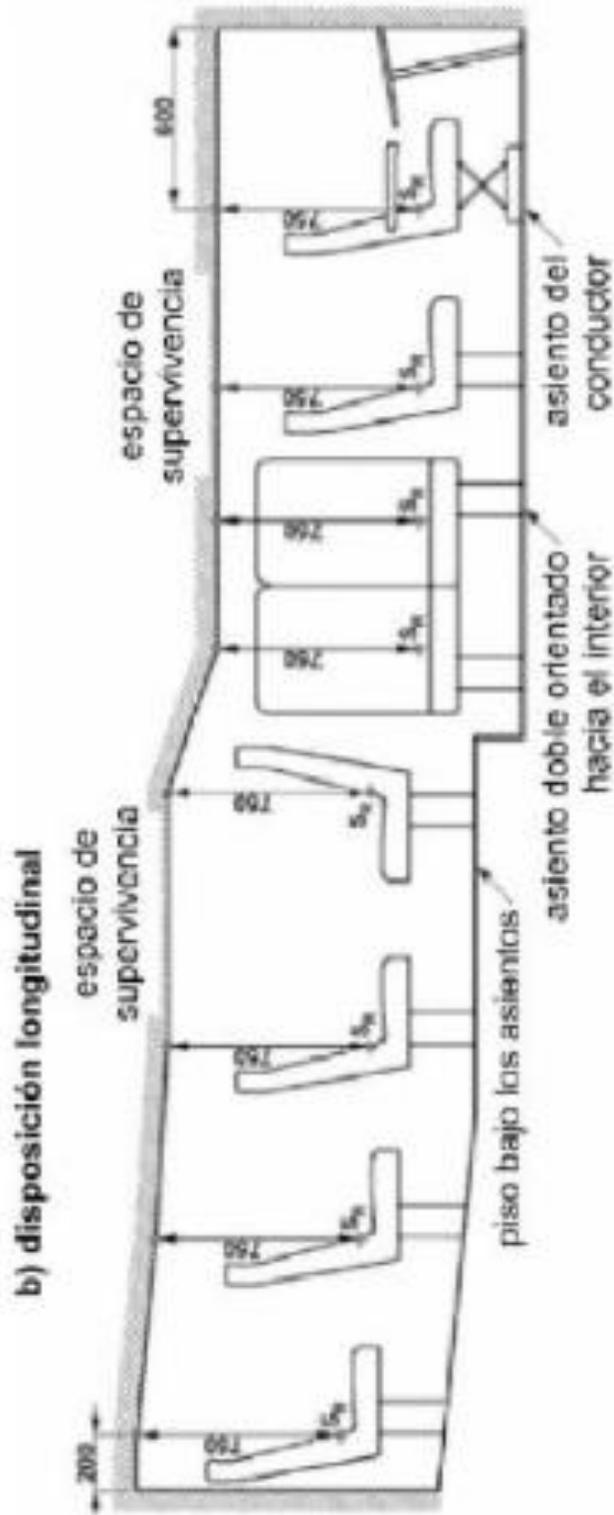
FIGURA 1. Vista transversal del espacio de supervivencia. (Ver nota 2)



NOTA 2. El objetivo de las figuras 1 y 2 es indicar las dimensiones en milímetros del espacio de supervivencia. Las figuras 1 y 2 no están relacionadas con una forma geométrica o distribución de asientos específica en las carrocerías.

(Continúa)

FIGURA 2 Vista longitudinal del espacio de supervivencia



3.1.11 Peso máximo admisible para el chasis. Conocida también como capacidad de carga. Es la carga útil máxima admitida para la cual fue diseñado el vehículo. Este valor es proporcionado por el fabricante del chasis.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Consideraciones de diseño de la carrocería. Se debe considerar lo siguiente:

4.1.1 Las especificaciones del chasis, lo cual incluye:

- Tipo de Servicio de la carrocería.
- Peso bruto vehicular (PBV).
- Capacidad de carga de los ejes.
- Peso del chasis en vacío o tara, total y por ejes.
- Relación peso/potencia.

4.1.2 La estabilidad, lo cual incluye:

- Distribución de masa
- Altura del centro de gravedad
- Dimensiones de la carrocería
- Rigidez de suspensión.
- Capacidad de inclinación (rolido).

4.1.3 El confort, lo cual incluye:

- Aislamiento acústico y térmico.
- Ventilación.
- Hermeticidad.
- Ergonomía.

4.1.4 El mantenimiento, lo cual incluye:

- Accesibilidad a los elementos del vehículo.

4.1.5 La seguridad, lo cual incluye:

- Seguridad activa y pasiva.

4.1.6 Método de anclaje y montaje, lo cual incluye:

- Disposiciones y recomendaciones del fabricante del chasis (manual de carrozado).

4.1.7 Estructura, lo cual incluye:

- Materiales metálicos y no metálicos.
- Uniones y juntas.
- Tratamientos de materiales.
- Geometría.
- Resistencia estructural.

(Continúa)

5. REQUISITOS

5.1 Estructura de las carrocerías de buses

5.1.1 Cargas de Diseño. Para el análisis cuasi estático de la estructura de la carrocería se aplicarán las cargas especificadas en el presente numeral.

5.1.1.1 Cargas vivas. Se determinarán de acuerdo con la tabla 1.

TABLA 1. Cargas vivas de diseño.

TIPO DE SERVICIO (ver nota 3)	MASA DE UN OCUPANTE (kg)	MASA MÍNIMA DE EQUIPAJE DE MANO POR PASAJERO (kg)	MASA MÍNIMA DE EQUIPAJE A TRANSPORTARSE EN BODEGAS PORTA EQUIPAJES (kg) (ver nota 4)	ESPACIO NECESARIO POR PASAJERO DE PIE (m ²)
Urbano	70	-	-	0,16
Urbano (escolar e institucional)	70	-	-	Sin pasajeros de pie
Interurbano (Intraprovincial)	70	5	100 x Vol	0,16
Larga Distancia (Interprovincial y turismo)	70	5	100 x Vol	Sin pasajeros de pie

5.1.1.2 Carga de Giro (G). Debe calcularse en función de la fuerza centrífuga que se genera al ingresar el vehículo en una curva de determinado radio de giro y a cierta velocidad. Esta fuerza centrífuga deberá ser inferior a la fuerza de vuelco, calculada sobre la base del peso total del bus a plena carga y su centro de gravedad. La velocidad crítica deberá ser considerada de al menos 90 km/h y el radio de giro se establece en función de la tabla 2.

TABLA 2.- Velocidades, radios mínimos y peraltes en carretera. (Ver Nota 5)

Velocidad (del vehículo) (km/h)	Radio de curvatura de la carretera (m)	Peralte (%)
80	250	8
85	300	
90	350	
95	400	
100	450	
105	500	
110	550	
115	600	
120	700	
125	800	
130	900	6,97
135	1050	6,25
140	1250	5,49
145	1475	4,84
150	1725	4,29

NOTA 3.- De acuerdo a la NTE NEN ISO 3833 vigente y al Reglamento de la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre vigente.

NOTA 4.- Vol.- Volumen de las bodegas portaequipajes en m³

NOTA 5.- Tasa determinada al documento Normo S.14C

(Continúa)

5.1.1.3 Carga de frenado (F). Se asume una desaceleración mayor o igual a 4 m/s^2 (ver Nota 6).

5.1.1.4 Carga de aceleración brusca (A_b). Se calcula con el mismo criterio de la carga de frenado pero en sentido contrario.

5.1.1.5 Carga por resistencia del aire frontal (R_a). Se la aplicará como la fuerza del aire actuante sobre un área correspondiente a la proyección del bus en un plano perpendicular a su eje longitudinal. Se utilizará la siguiente fórmula:

$$Raf = (1/2) \times (Cx) \times \rho \times Af \times V^2$$

Donde:

R_a = Carga por resistencia Aerodinámica, en (N).

ρ = Densidad del aire, en (kg/m^3).

V = Velocidad del aire, en (m/s). (Como mínimo 25 m/s).

Af = Área correspondiente a la proyección del bus en un plano perpendicular a su eje longitudinal, en (m^2).

Cx = Coeficiente de resistencia frontal del aire. (Como mínimo 0,7)

5.1.2 Combinaciones de cargas básicas. Las estructuras de las carrocerías deben ser diseñadas de tal manera que resistan los esfuerzos determinados en base al menos a las siguientes combinaciones de cargas básicas:

5.1.2.1 Según método ASD (Allowable strength design)

1: M

2: M + V

3: M + V + G

4: M + V + F

5: M + V + F + R_a

6: M + V + R_a

7: M + V + A_b

8: M + V + A_b + R_a

5.1.2.2 Según método LRFD (Load resistance factor design)

1: 1,4M+V

2: 1,2M + 1,6V + 0,5G

3: 1,2M + 0,5V + 1,6G

4: 1,2M + 1,6F + 0,8 R_a

5: 1,2M + 0,5 V + 0,5F + 1,3 R_a

6: 1,2M + 1,5 A_b + 0,5V

7: 0,9M – 1,3 R_a

8: 0,9M + 1,3 R_a

5.1.3 Factores. Los factores a utilizarse según el método ASD o LRFD serán los indicados en: Specification for Structural Steel Buildings (AISC) y North American Specification for the design of Cold Formed Steel-Structural Members (AISI).

5.1.4 Las cargas combinadas, según los dos métodos (ASD y LRFD), deben alcanzar una deformación elástica de todos los componentes de la estructura de la carrocería iguales o menores a 1/200 veces su longitud.

NOTA 6. De acuerdo con el Ensayo del Tipo 0 con motor embragado para vehículos clase N de la DIRECTIVA 98/12/CE DE LA COMISIÓN EUROPEA, Anexo 2, Ensayos de frenado y rendimiento de los dispositivos de frenado.

(Continúa)

5.1.5 Resistencia de la estructura. Las estructuras de carrocerías deberán cumplir las siguientes condiciones:

5.1.5.1 Debe resistir una carga estática sobre el techo, equivalente al cincuenta por ciento (50%) del peso máximo admisible para el chasis, distribuido uniformemente a lo largo del mismo, sin experimentar deformaciones en ningún punto, que superen los setenta milímetros (70 mm).

5.1.5.2 Durante el ensayo de resistencia de la estructura o ni una vez finalizado el mismo, la estructura de la carrocería debe resistir para que el espacio de supervivencia no resulte invadido según el alcance del documento Regulation 66, Uniform Provisions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles with Regard to the Strength of their Superstructure de las Naciones Unidas. (Ver Nota 7)

5.1.6 Materiales de la estructura. Deben ser perfiles estructurales protegidos contra la corrosión que cumplan con las NTE INEN correspondientes vigentes. (Ver nota 8)

5.1.7 Soldadura de carrocerías. Las carrocerías de buses deben soldarse de acuerdo con las normas vigentes AWS D8.6 para componentes de acero y/o AWS D8.14 para componentes de aluminio.

5.1.7.1 El proceso y procedimiento de soldadura será calificado de acuerdo con las normas vigentes AWS D1.3 para acero, AWS D1.2 para aluminio y AWS D1.6 para acero inoxidable.

5.1.8 Manuales. El fabricante de carrocerías debe disponer y aplicar la información indicada en los manuales de fabricación y montaje de carrocerías provistos por el fabricante de chasis. Para ello el fabricante de chasis debe entregar obligatoriamente dichos manuales específicos para cada modelo de chasis.

5.2 Unión chasis-carrocería. Las uniones entre el chasis y la carrocería se realizarán siguiendo exclusivamente las recomendaciones del fabricante del chasis para bus de transporte de pasajeros, indicadas en su manual de fabricación y montaje de carrocerías de buses.

5.3 Documentos técnicos. El proveedor de carrocerías debe disponer de memorias de cálculo estructural, estado de materiales, planos de construcción dimensionales, eléctrica, y neumáticos, para cada modelo de carrocería y chasis. El formato de los planos debe cumplir con el CPE INEN 03 Código de Dibujo Técnico-Mecánico.

5.4 Vidrios de seguridad. Los vidrios deben cumplir con la NTE INEN 1669 vigente y con el RTE INEN 034 Elementos de Seguridad en vehículos automotores vigente.

5.5 Elementos de seguridad. Las carrocerías de buses deben cumplir con el RTE INEN 034 Elementos de Seguridad en vehículos automotores vigente.

5.6 Los dispositivos de alumbrado, espejos retrovisores y señalización luminosa deben cumplir con la NTE INEN 1 155 vigente y con el RTE INEN 034 Elementos de Seguridad en vehículos automotores vigente.

5.7 Otros Requisitos

5.7.1 Superficies de pisos y áreas de entrada y salida. Deben ser de material antideslizante.

5.7.2 Equipo e instalación eléctrica. Deben cumplir con lo indicado en el numeral 7.5.2 y 7.5.3 de la Directiva Europea 2001/85 CE (ver anexo A).

5.7.3 Pintura. Debe cumplir con las NTE INEN correspondientes vigentes (ver nota 8).

NOTA 7. Mientras no exista un documento normativo INEN equivalente

NOTA 8. En el caso de no existir Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN se deben utilizar las normas o reglamentos equivalentes de reconocido prestigio, tales como: ASTM, DIN, JIS, ANSI.

(Continúa)

5.7.4 Aislamiento térmico y acústico. Debe cumplir con lo indicado en el numeral 7.5.1 de la Directiva Europea 2001/85 CE (ver Anexo A).

5.7.5 Flammabilidad de materiales. Retardante al fuego con un índice de llama no menor de 150 bajo la norma ASTM E 162 o un máximo de 250 mm/min según la norma ISO 3795.

5.7.6 Sujeción de Percebrías. Debe cumplir con lo dispuesto en el documento normativo FMVSS 212 vigente.

5.7.7 Los materiales del piso, la periferia de las ventanas y de las puertas deben cumplir con las NTE INEN vigentes (ver Nota 8).

5.7.8 Los sistemas eléctricos y neumáticos deben estar ocultos (ver Anexo A).

5.7.9 Salidas de emergencia. El número mínimo de salidas de emergencia será de acuerdo a la tabla 3.

TABLA 3. Número mínimo de salidas de emergencia

Número de pasajeros	Número total mínimo de salidas de emergencia
17-30	4
31-45	5
46-60	6
61-75	7
76-90	8
Mayor a 90	9

6. ENSAYOS

6.1 Los ensayos serán los indicados en la presente norma.

6.2 Métodos de ensayo de resistencia de la estructura.

La estructura del bus se ensayará por cualquiera de los métodos de ensayo contemplados en el numeral 6 del documento Regulation 66, Uniform Provisions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles with Regard to the Strength of their Superstructure, de las Naciones Unidas.

7. ROTULADO

7.1 Las carrocerías deben disponer de una placa inalterable de identificación, con fines de rastreo, de fácil acceso, visible, legible y debe disponer de al menos la siguiente información:

- Nombre de la empresa fabricante de la carrocería.
- Número de certificado de evaluación de la conformidad de la estructura (NCE).
- Capacidad de pasajeros.
- Fecha de la fabricación (de finalización) (MM/AAAA).
- Número de producción (seis dígitos alfanuméricos).
- Número de chasis (VIN)
- País de origen de la carrocería.

Tamaño mínimo de la placa: 148,5 mm de largo
105 mm de ancho (formato A8).

7.2 El fabricante será responsable de marcar el número de producción indeleblemente en al menos dos lugares de la carrocería.

(Continúa)

ANEXO A

Texto de los numerales 7.5.1, 7.5.2 y 7.5.3 de la Directiva 2001/85/CE.

7.5.1 Compartimento del motor

7.5.1.1 En el compartimento del motor no se utilizará ningún material de sonorización inflamable o susceptible de impregnarse de combustible o lubricante, salvo que dicho material esté recubierto de un revestimiento impermeable.

7.5.1.2 Se adoptarán las debidas precauciones, ya sea configurando de forma adecuada el compartimento del motor, ya sea disponiendo orificios de drenaje, para evitar en la medida de lo posible que pueda acumularse combustible o aceite lubricante en alguna parte del compartimento del motor.

7.5.1.3 Entre el compartimento del motor o cualquier otra fuente de calor (como un dispositivo destinado a absorber la energía liberada cuando un vehículo desciende por una larga pendiente, por ejemplo un ralentizador, o un dispositivo utilizado como calefactor del habitáculo, exceptuando sin embargo, los que funcionan por circulación de agua caliente) y el resto del vehículo, deberá colocarse una pantalla de separación resistente al calor. Todas las mordazas, juntas, etc. utilizadas en unión con dicha pantalla de separación deberán ser resistentes al fuego.

7.5.1.4 Podrá instalarse en el compartimento de viajeros un dispositivo calefactor que funcione por un método distinto del de circulación de agua caliente, siempre que este rodeado de material que resista las temperaturas que produzca el dispositivo, no emita gases tóxicos y esté situado de forma que los viajeros no puedan entrar en contacto con una superficie caliente.

7.5.2 Equipo e instalación eléctricos

7.5.2.1 Todos los cables deben estar bien aislados y todos los cables y material eléctrico deben resistir las condiciones de temperatura y humedad a las que están expuestos. En cuanto al compartimento del motor, se prestará especial atención a su resistencia a la temperatura ambiente y a los efectos de todos los posibles productos contaminantes.

7.5.2.2 Ninguno de los cables utilizados en los circuitos eléctricos deben transmitir una corriente de intensidad superior a la admisible para el cable en cuestión. Habida cuenta de su forma de montaje y de la temperatura ambiente máxima.

7.5.2.3 Cada circuito eléctrico que alimente un elemento del sistema distinto del motor de arranque, el circuito de encendido (encendido por chispa), las bujías de incandescencia, el dispositivo de parada del motor, el circuito de carga y la conexión a tierra de la batería, deben estar provisto de un fusible o de un disyuntor. No obstante, podrán ir protegidos por un fusible o un disyuntor comunes, siempre que su potencia nominal no sobrepase los 16 A.

7.5.2.4 Todos los cables deben ir bien protegidos y firmemente fijados, de manera que no puedan ser dañados por cortes, abrasiones o roces.

7.5.2.5 Cuando la tensión eficaz supere los 100 voltios en uno o más de los circuitos eléctricos de un vehículo, se conectará un conmutador manual de aislamiento, capaz de desconectar dichos circuitos de la alimentación eléctrica principal, a todos los polos que no vayan conectados eléctricamente a tierra, situándolo en el interior del vehículo de modo que el conductor pueda acceder fácilmente a él, todo ello, siempre que dicho conmutador de aislamiento no pueda desconectar ninguno de los circuitos eléctricos que alimentan las luces exteriores obligatorias del vehículo. No obstante esto no será aplicable cuando se trate de circuitos de encendido de alta tensión o de circuitos autónomos incorporados a un elemento de equipo en el vehículo.

7.5.2.6 Todos los cables eléctricos deben estar colocados de tal forma que ninguna parte de los mismos pueda entrar en contacto con ningún tubo de carga de combustible ni con ninguna parte del sistema de escape, ni pueda estar sometida a calor excesivo, a menos que vayan provistos de aislamiento y protección especial, por ejemplo en el caso de una válvula de escape solenoide.

7.5.3 Baterías

7.5.3.1 Todas las baterías deben estar sólidamente fijadas y fácilmente accesibles.

7.5.3.2 El compartimento de las baterías estará separado del habitáculo destinado a los viajeros y del habitáculo del conductor y contará con ventilación por aire del exterior.

7.5.3.3 Los polos de la batería irán provistos de protección contra el riesgo de cortocircuito.

APENDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

- Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 03:1989
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1155:2008
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1689:1990
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3833:2008
- Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE 034:2008
- Reglamento a la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre.
- ASTM E 162 Standard Test Method for Surface Flammability of Materials Using a Radiant Heat Energy Source.
- AWS D1.2 Structural Welding Code- Aluminium.
- AWS D1.3 Structural Welding Code- Sheet Steel.
- AWS D1.6 Structural Welding Code- Stainless Steel.
- AWS D8.8M. Specification for Automotive weld quality-Arc Welding of Steel.
- AWS D8.14M/D8.14. Specification for automotive and light truck components weld quality aluminium arc welding
- Directiva Europea: Directiva 98/12/CE de la Comisión del 27 de enero de 1998 por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 71/320/CEE del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los dispositivos de frenado de determinadas categorías de vehículos a motor y sus remolques.
- Directiva Europea: Directiva 2001/85/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 20 de noviembre del 2001, relativa a las disposiciones especiales aplicables a los vehículos utilizados para el transporte de viajeros con más de ocho plazas además del asiento del conductor, y por la que se modifican las Directivas 70/156/CEE y 97/27/CE.
- FMVSS 212. Federal Motors Vehicles Safety Standard 212. Windshield Mounting.
- ISO 3795. Road Vehicles, and tractors and machinery for agriculture and forestry. Determination of burning behaviour of interior materials.
- Norma 3.1-IC: Trazado. O.M. de 27 de diciembre de 1999. Boletín Oficial del Estado, número 28, de 2 de febrero de 2000. MINISTERIO DE FOMENTO (2000) Madrid.
- Regulation 86. Uniform Provisions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles with Regard to the Strength of their Superstructure
- Specification for Structural Steel Buildings. American Institute Steel Construction.
- North American Specification for the design of Cold Formed Steel-Structural Members. American Iron and Steel Institute.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Regulation 36. Uniform Provisions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles with Regard to their General Construction.

Anexo 10: Análisis de la estructura del chasis HINO y su incidencia en el comportamiento mecánico general del bus interprovincial en la industria metálica cepeda

Fuente: Luis Damián López Pasmíño

Tomado de: Universidad técnica de Ambato

INTRODUCCIÓN

Este trabajo denominado: "ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DEL CHASIS HINO AK8JRSA Y SU INCIDENCIA EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO GENERAL DEL BUS INTERPROVINCIAL EN LA INDUSTRIA METÁLICA CEPEDA (IMCE)" es de gran importancia para el sector metalmeccánico del país, especialmente para Industria Metálica Cepeda que fue donde se realizó el presente estudio.

Se pudo contar el apoyo de la empresa, en obtener toda la información necesaria para poder realizar el estudio. Específicamente con los datos de la estructura del autobús, de la misma manera se realizó ensayos con el propósito de obtener ciertas propiedades con las cuales no se contaba al principio del estudio.

En Capítulo I, se encuentra el tema y problema junto con el planteamiento, contextualización, análisis crítico, la prognosis, justificación y los objetivos generales y específicos.

En el Capítulo II, tenemos el marco teórico con relación a la investigación, que cuenta con los antecedentes, fundamentación filosófica y legal, categorías fundamentales, hipótesis y señalamiento de variables.

En el Capítulo III, el cual está constituido por la metodología, el mismo que contiene la modalidad básica de la investigación, población y muestra, operacionalización.

En el Capítulo IV, formado por el análisis e interpretación de resultados del estudio y de la verificación de la Hipótesis.

En el Capítulo V, tenemos a las conclusiones y recomendaciones.

Finalmente en el Capítulo VI se encuentra la propuesta, la misma que cuenta con la introducción, objetivos, justificación, análisis de factibilidad, fundamentación y metodología.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema

“ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DEL CHASIS HINO AK8JRSA Y SU INCIDENCIA EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO GENERAL DEL BUS INTERPROVINCIAL EN LA INDUSTRIA METÁLICA CEPEDA (IMCE)”

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Contextualización

A nivel mundial muchos países han realizado estudios acerca del comportamiento del chasis al someterle a carga con la ayuda de sistemas computarizados, cuyos países nos llevan una gran ventaja en lo referido a análisis y estudios tanto del chasis como de la estructura que conforma la carrocería.

En Sudamérica países como Colombia, Brasil, Perú han optado por realizar el diseño y el modelamiento utilizando herramientas CAE y CAD. En Colombia se ha evaluado las condiciones de diseño a las cuales va a estar sometido el chasis dichas condiciones son las cargas de tensión, compresión, flexión y fatiga utilizando herramientas computacionales como el SolidEdge y el Ansys Workbench. (Parra , Ríos , Mantilla, & Rojas, 2007).

En Ecuador se ha realizado muy poca investigación sobre el tema, en consecuencia las técnicas para el análisis del chasis son poco utilizadas, así como también se desconoce el comportamiento que tiene el mismo al ser sometido a varios estados de cargas.

En la provincia de Tungurahua en la ciudad de Ambato, en la empresa IMCE no se ha contado con este tipo de estudio ya que los estudios más realizados han sido relacionados a lo que es la carrocería de los buses y se ha presentado este problema

debido a que el chasis es el que sufre las cargas transmitidas por la carrocería motivo por el cual se ha propuesto la siguiente investigación.

1.2. Análisis crítico

El chasis de un vehículo está íntimamente relacionado con lo que es construcción y montaje de la carrocería, puesto que el conjunto chasis carrocería se funcionan para formar un solo conjunto es decir por medio de los diferentes tipos de sujeción de la carrocería al chasis se conforma un solo elemento estructural, por ende es necesario realizar el análisis del chasis en conjunto para determinar los esfuerzos y deformaciones existentes o resultantes en los elementos constitutivos del chasis.

1.2.2. Prognosis

Si no se lleva a cabo el presente estudio se estaría desconociendo el comportamiento mecánico del chasis en conjunto con la estructura del bus.

1.2.3. Formulación del problema

¿Incidirá el análisis de la estructura del chasis Hino AK8JRSA en el comportamiento mecánico general del bus interprovincial en la Industria Metálica Cepeda?

1.2.4. Preguntas directrices

¿Cuáles son los tipos de cargas y sus magnitudes que se aplica sobre el chasis Hino AK8JRSA?

¿Qué métodos se pueden aplicar para realizar el análisis y modelación del chasis Hino AK8JRSA?

¿Cuál es la parte más crítica del chasis Hino AK8JRSA?

¿Qué comportamiento mecánico tiene el chasis Hino AK8JRSA?

1.2.5. Delimitación

1.2.5.1. Delimitación temporal

La presente investigación se realizó desde Febrero de 2014 hasta Enero 2014.

1.2.5.2. Delimitación espacial

La investigación se realizó en la empresa IMCE ubicada en la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua.

1.2.5.3. Delimitación de contenido

El presente estudio en su mayoría enfocó su realización en el área de Diseño Mecánico y Resistencia De Materiales.

1.3. Justificación

En Industrias Metálicas Cepeda se busca maneras de aumentar las oportunidades de trabajo para las personas y esto se puede lograr al aumentar la competitividad a nivel de empresas carroceras en el país con la que se obtendrá mayor trabajo.

Tomando en cuenta que la Agencia Nacional De Tránsito (ANT) exige un proceso de homologación de productos para las empresas carroceras con el propósito de mejorar la seguridad y competitividad de su producción, dicho proceso se lo realiza al certificar sus modelos de carrocería de acuerdo con el tipo de chasis homologado para el transporte de pasajeros.

Es aquí donde el chasis tiene un papel muy importante para la homologación de las carrocerías, que permita que el producto sea vendido bajo el reglamento general de homologación el cual permite registrar, validar y autorizar dicho producto dentro del marco legal de competencias.

Cabe recalcar además que los autobuses han llegado a formar parte esencial en la sociedad, por la necesidad de las personas y el servicio que estos prestan en sus diferentes ocupaciones dentro del transporte público (Coronel T. P., 2010).

Es por esto que en el Ecuador específicamente en la ciudad de Ambato se forma una empresa dedicada a desarrollar, diseñar e investigar los diferentes componentes que forman un chasis en conjunto con la carrocería.

No se debe olvidar que el chasis es el equivalente al esqueleto en un ser humano, sosteniendo el peso, aportando rigidez al conjunto y condicionando la forma y el movimiento final del mismo (Frank, Eichhorn, Leonardi, Gennaro, & Bruno, 2009).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar la estructura del chasis Hino AK8JRSA para determinar el comportamiento mecánico general del bus interprovincial en la Industria Metálica Cepeda

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar los estados de carga estáticos sobre el chasis.
- Realizar la modelación y el análisis del chasis Hino AK8JRSA mediante la aplicación de métodos de elementos finitos utilizando los parámetros analizados anteriormente.
- Identificar la ubicación de la parte más crítica del chasis.
- Establecer el comportamiento mecánico que tiene el chasis Hino AK8JRSA.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

En varios países se han realizados trabajos relacionados a lo que se refiere el análisis de la estructura de un chasis, cuyos trabajos han sido publicados en fuentes como internet. Pero únicamente se puede encontrar artículos de pocas páginas que tengan correlación con el tema. Entre estos se puede mencionar los siguientes:

Ríos Ricardo, Parra Jaime, Rojas Roldan y Mantilla David, en su artículo de investigación científica y tecnológica presentado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Libre de la ciudad de Bogotá DC, bajo el tema "Estudio del comportamiento bajo carga de un chasis para el transporte de pasajeros por medio de la tecnología de elementos finitos en la empresa EQUITEL CUMANDES S.A. realizada en el año de 2007 donde cuyo objetivo es el de determinar si las partes del chasis superan las condiciones de diseño a las que van a estar sometidas en Colombia, para que permita tramitar la respectiva homologación en el ministerio de transporte e importación de este producto al país. Para lo cual lo someten a cargas estáticas y de fatiga mediante el Método de Elementos Finitos y la utilización del software ANSYS WorkBench.

Marco Orozco y Juan Velásquez, en su tesis de grado presentada a la Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga, bajo el tema: "Diseño de una estructura de carrocería de bus por software de computador bajo normas técnicas internacionales" realizada en el año 2005, presenta un estudio de los factores que deben ser tomados en cuenta para brindar seguridad a personas que utilizan el servicio de transporte. Además de que utiliza las normas de B.O.E. (Boletín Oficial Español). Cabe mencionar que determina las zonas críticas que se encuentran al analizar la estructura fabricada en la empresa Patricio Cepeda.

Argoti Jefferson y Pozo Edwin, en su tesis de grado presentada a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, bajo el tema: "Diseño de una plataforma para ensayo de vuelco de carrocerías para autobuses según el RTE-INEN 1323", realizada en el año 2010, presenta un estudio separado en dos etapas; la primera es de diseñar la plataforma cumpliendo con la norma 1323; y la segunda parte es de diseñar una nave industrial.

Daniel Eduardo Hidalgo Pérez, en su tesis de grado presentada a la Universidad Técnica de Ambato, bajo el tema: "Estudio estructural del bus urbano entrada baja de acuerdo a la norma técnica ecuatoriana INEN 1323 para incrementar la competitividad de la empresa PICOSA" realizada en el año 2011, presenta un análisis estructural de acuerdo a la norma INEN 1323 y bajo los requerimientos de la empresa PICOSA LTA.

2.2 Fundamentación filosófica

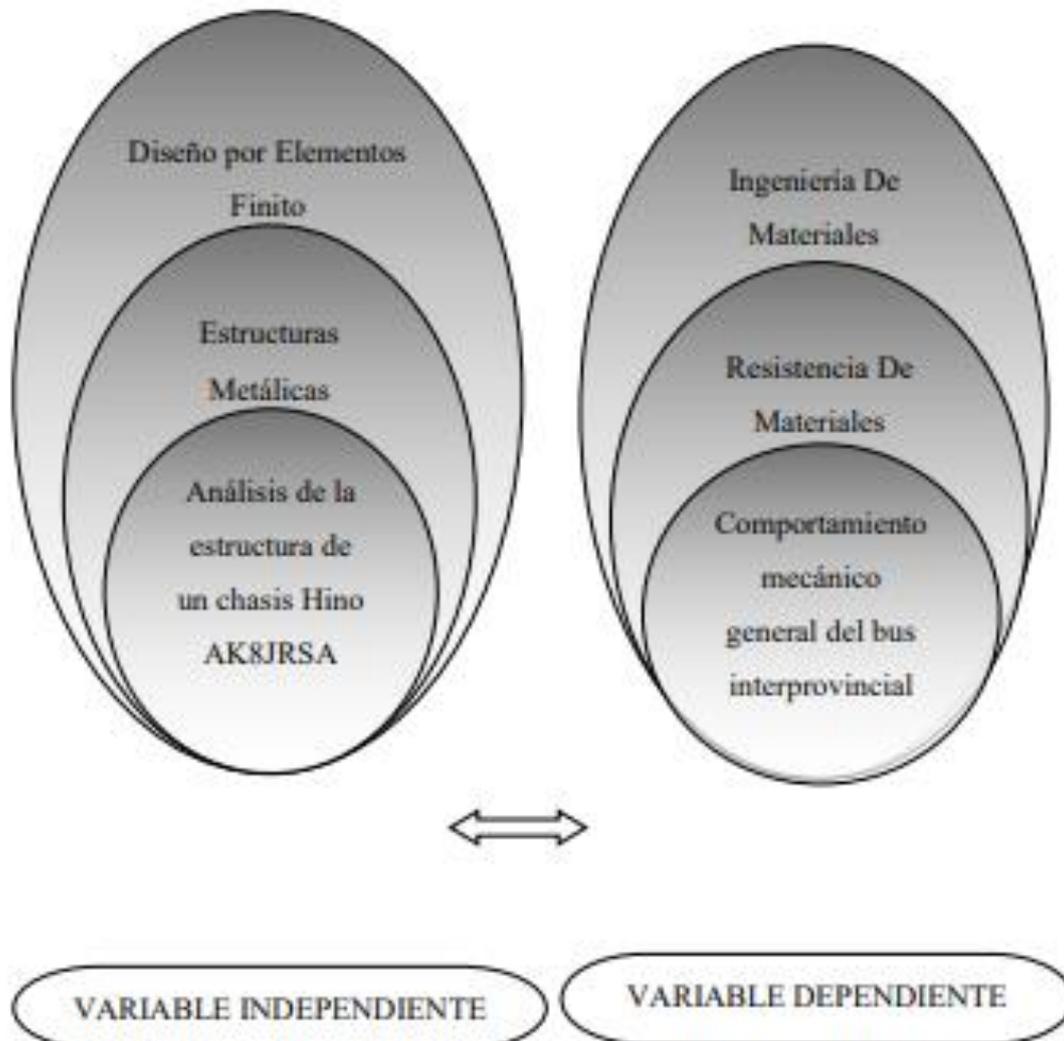
La presente investigación sobre el análisis estructural del chasis y su comportamiento mecánico está ubicada dentro del paradigma positivista, ya que es objetiva y el énfasis que se hace en el análisis es cualitativo, orientada al análisis de resultados, su verificación y confirmación.

2.3 Fundamentación legal

La presente investigación estuvo fundamentada bajo las siguientes normas y manuales:

- Norma NTE INEN 1323
- RTE INEN 043
- Manual Montaje De Carrocería Modelo AK8JRSA
- ANT - Proceso De Homologación De Carrocerías Metálicas Sobre Un Chasis Homologado Para Transporte De Pasajeros.

2.4 Categorías fundamentales



2.4.1 Elementos finitos

2.4.1.1 Introducción

El método de elementos finitos (MEF) en ingeniería ha adquirido una gran importancia en la resolución de varios tipos de problemas que matemáticamente eran muy difíciles de resolver. Por ende se conllevaba un elevado costo tanto en tiempo como económicamente puesto que se realizaban de forma iterativa. (Carnicero, 2007)

Este procedimiento numérico se lo puede aplicar a diversos problemas con condiciones de borde impuestas, teniendo como principales las restricciones y

cargas externas, que son utilizadas en la mayoría de los casos. “Existen dos tipos de caminos para su formulación, basándose en el principio de los trabajos virtuales, es decir, formulaciones variacionales,” (Ing. Pezzotti S., 2007)

Los elementos finitos están basados en la representación de un cuerpo mediante un ensamble que contiene varias subdivisiones que se los llama elementos, dichos elementos se interconectan a través de una cantidad finita de puntos llamados nodos. (Ing. Pezzotti S., 2007)

El método de elementos finitos es una formulación matemática que se lo puede considerar nuevo, aunque ya se conocía desde hace un buen tiempo la estructura matemática. Sin embargo en la actualidad y los últimos años se ha logrado un gran desarrollo puesto que se cuenta con avances informáticos cada vez mejor. Es por esto que hoy en día tenemos una gran cantidad de programas que permiten realizar los cálculos por el método de elementos finitos. Pero para lograr utilizar dichos programas se requiere de ciertas características como; un buen conocimiento para el manejo del programa a utilizar, además de saber cuáles son los principios del MEF. De ser así se puede estar garantizando que los resultados que se obtengan en los análisis sean lo más aproximados a la realidad. (Carnicero, 2007)

2.4.1.2 Principios básicos y aplicaciones del MEF

El principio básico que utiliza MEF es la discretización. Cuyo método consiste en la división del espacio geométrico del sistema en elementos que pueden ser puntos, líneas o superficies según sea lineal, bidimensional o tridimensional. (Cesar Arroba, 2013)

Independientemente del sistema a analizar se puede distinguir entre:

- **Dominio:** espacio geométrico en el cual se va a realizar el análisis del sistema.
- **Condiciones de contorno:** son aquellas variables que condicionan el cambio del sistema y que además son conocidas; cargas, desplazamientos, voltajes, temperaturas, etc.
- **Incógnitas:** son aquellos valores de las variables que necesitamos conocer una vez que se ha realizado el análisis con las condiciones de contorno que se han puesto; tensiones, temperatura, desplazamientos, etc.

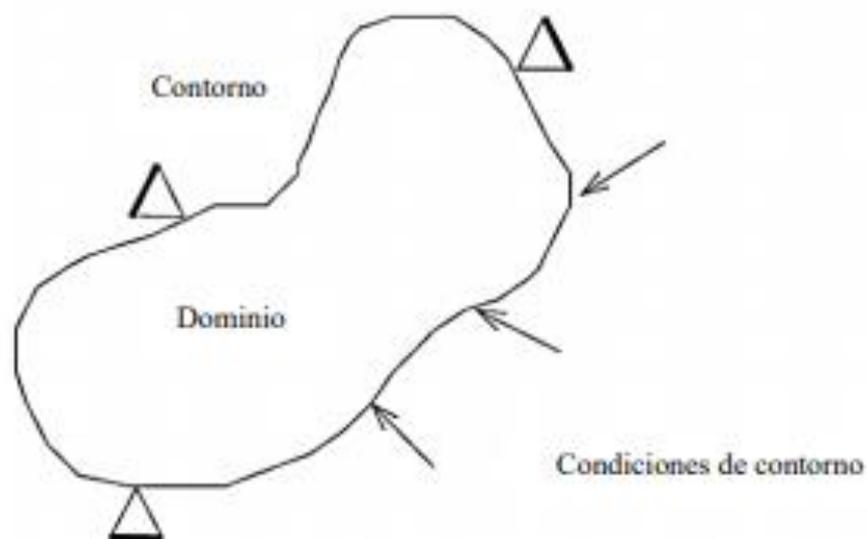


Figura 2.1 Elementos Básicos

Fuente: Introducción al MEF

2.4.1.3 TIPOS DE ELEMENTOS

Los ingenieros Pezzotti S. y Antico F., en su documento citan que los tipos de elementos que se usan por lo general son tres tipos que se los muestran a continuación:

- Elementos lineales



Figura 2.2 Elementos Lineales

Fuente: Ing. Pezzotti S., 2007

Estos pueden ser:

- Resortes
- Barras
- Vigas
- Caños

- Elementos Planos (2D)

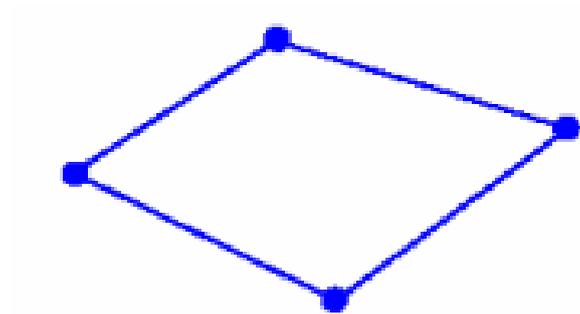


Figura 2.3 Elementos Planos (2D)

Fuente: Ing. Pezzotti S., 2007

Estos pueden ser:

- Membranas
- Placas
- Elementos Sólidos

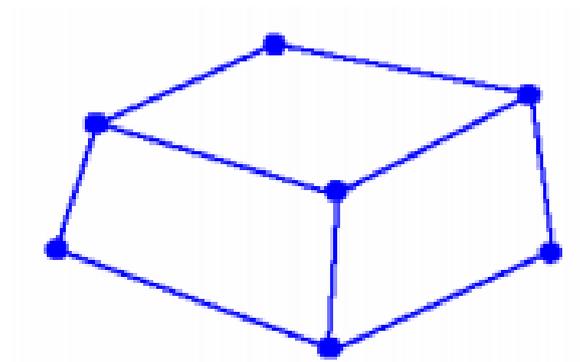


Figura 2.4 Elementos Sólidos

Fuente: Ing. Pezzotti S., 2007

2.4.2 Estructuras metálicas

2.4.2.1 Carrocerías metálicas

Las formas de construcción de la estructura de un bus han ido cambiando con el paso de los años. Pero estos cambios han sido mejores en comparación de las estructuras hechas hace mucho tiempo. Esto ha sido en parte gracias a los reglamentos y normas que son aplicables en la actualidad, algunas de estas normas

y reglamentos son NTE INEN 1323, RTE INEN 043, RTE INEN 2205 entre otras, que son obligadas por la Agencia Nacional de Tránsito.

“Carrocerías Transporte Interprovincial: unidades no diseñadas para el transporte de pasajeros de pie, dotadas de gran comodidad y de espacios para carga (cajuelas) que los hacen aptos para recorrer grandes distancias.” (Arroba, 2013)

2.4.2.2 Componentes principales en la fabricación de un bus

Una unidad para el transporte de pasajeros está constituida por dos partes principales que son:

- Carrocería
- Chasis

Carrocería.

La carrocería del autobús es el sistema estructural destinado al transporte de pasajeros, en otras palabras es la parte física de la unidad de transporte en contacto con el pasajero, como por ejemplo los sistemas de soporte estructural.

Con el paso de los años se ha ido investigando varias modificaciones en busca de:

- ✓ Conseguir un espacio de supervivencia para los pasajeros mucho más seguro. En tal virtud se construyen carrocerías con mayor confiabilidad, puesto que absorben mejor el impacto ante una colisión, choque o estrellamiento mediante la deformación progresiva y controlada de las partes trasera y delantera del vehículo, sin que incida en el compartimiento de los pasajeros.
- ✓ Aumentar el confort y velocidad sin que se aumente el consumo de combustible; es entonces cuando se desarrolla la aerodinámica de los vehículos para tratar de encontrar mejores y más bajos coeficientes de resistencia al aire. (Andrade Luis, 2012)

Tipos de carrocerías

a) Carrocería con chasis independiente

Es el que está formado por un chasis o plataforma independiente en relación al resto de la carrocería, que se une al chasis por medio de pernos o soldadura.

c) Carrocería autoportante o compacta

Consiste en un ensamblado de chapas a lo largo de toda la carrocería. Además de que sobre este tipo de carrocería se montan los elementos exteriores como; puertas aletas delanteras y traseras hasta que quede totalmente completo el vehículo y los elementos mecánicos.



Figura 2.7 Carrocería Autoportante

Fuente: Andrade Luis, 2012

Chasis

Armazón del vehículo que comprende el bastidor, ruedas, transmisión con o sin motor, excluida la carrocería y todos los accesorios necesarios para acomodar al conductor, pasajeros o carga. (INEN 1323)

El mismo que está sometido a todas las cargas que se producen al montar la carrocería y posteriormente su funcionamiento. Existen varios tipos de chasis, de acuerdo a las empresas constructoras y de las necesidades que se requieran para su trabajo así como por ejemplo, la rigidez, precio y forma.

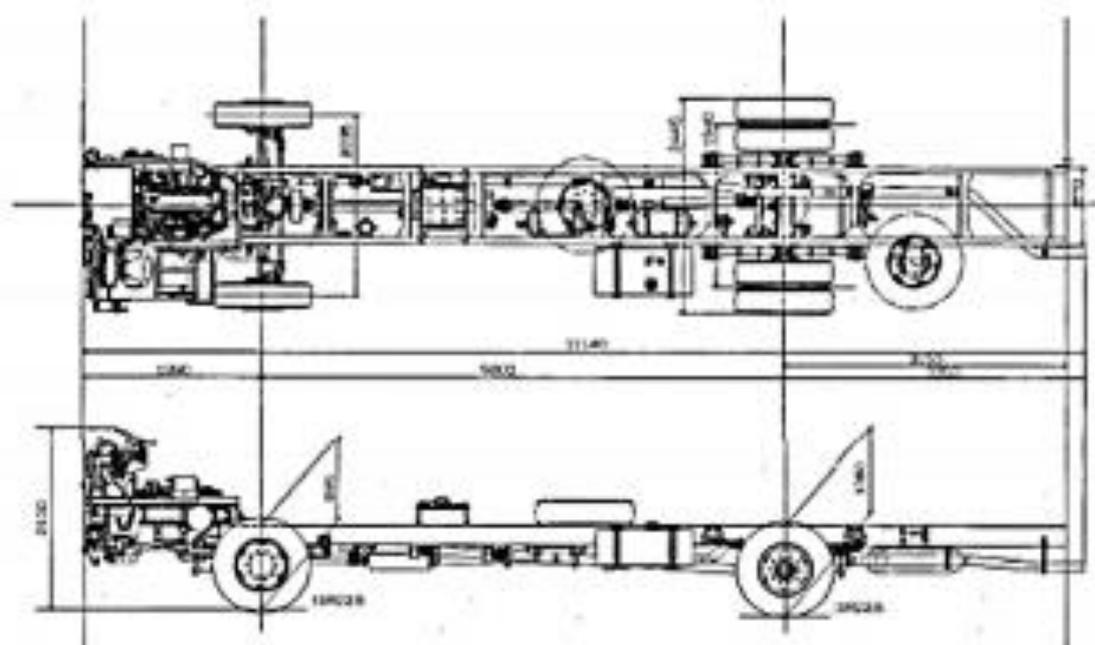


Figura 2.8 Estructura básica del chasis

Fuente: Manual montaje de carrocería modelo AK8JRSA

El chasis comprende un proceso muy complejo de realización, dicho trabajo es realizado por personal calificado en varias áreas, sin embargo en el sector carrocerero de nuestro medio se le considera al chasis únicamente como la estructura rígida que va unida a la carrocería.

Bastidor

Estructura rígida de acero que soporta los elementos estructurales de la carrocería a más de las partes mecánicas como motor, caja de cambios, transmisión, etc.

En la figura se muestra el código con el que cuenta el chasis Hino AK8JRSA, que se da en el manual de todos los chasis, mostrando diferentes características que se debe a cada una de las letras del chasis.

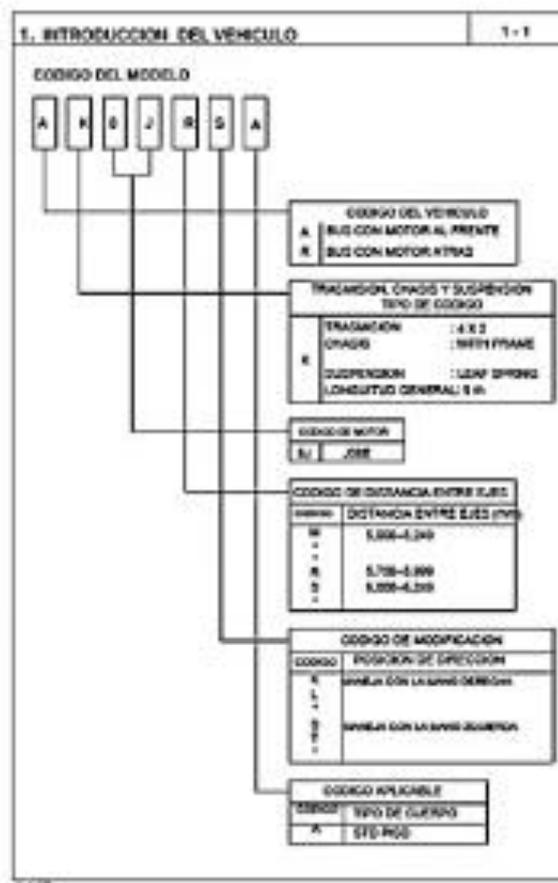


Figura 2.9 Código del modelo

Fuente: Manual de montaje de carrocería modelo AK8JRSA

Diseño del chasis

Como se mencionó anteriormente los bastidores están diseñados como estructura de base rígida, capaces de soportar los esfuerzos a los que se verán sometidos en el transcurso de su vida útil, pueden ser de tracción provocados por la marcha del vehículo, de flexión debida al peso total soportado o de torsión como resultado de los desplazamientos verticales de los ejes.

- ✓ La rigidez a torsión con el que cuenta el bastidor de un autobús influirá considerablemente en el límite de vuelco al que se le someta, entonces la evaluación de torsión de un bus es un elemento esencial.

Tipos de chasis

Jorge Cepeda, en su tesis de grado presentada a la Escuela Politécnica Del Ejercito, bajo el tema "Análisis del comportamiento mecánico del sistema estructural del autobús Feline para la empresa carrocera Miral Buses", realizada en el año 2006, dice que hay una variedad de los tipos de chasises que se puede encontrar en el mercado, dependiendo del costo y su aplicación, aquí se menciona algunos tipos.

- Reforzados con miembros en X.
- Reforzados en cámara antivuelco.
- Reforzados con placas de acero.

Para transporte de pasajeros en el Ecuador el tipo de chasis que se ocupa es del tipo "Ladder" (escalera), el cual tiene dos bastidores y uno o varios transversales que los une.



Figura 2.10 Chasis tipo Ladder (escalera)

Fuente: Cepeda, 2006

2.4.3 Análisis estructural

Una estructura es un ensamblaje de cierta cantidad de miembros individuales. Cuando el ensamblaje se encuentre en su totalidad se lo llama armazón. Dicho armazón soporta diferentes cargas como las ejercidas por su propio peso y por el peso de los materiales del que está constituido (carga muerta), así como las cargas

Anexo 11: Técnicas del Automóvil

Fuente: José Manuel Alonso Pérez

Tomado de: Paraninfo

PRÓLOGO

Es un hecho contrastado que los automóviles actuales han experimentado una notable evolución por la aplicación a sus mecanismos y sistemas de nuevas tecnologías y diseños que mejoran su funcionamiento y rendimiento, consiguiendo de esta manera automóviles cada día más fiables, estables y seguros. Por ello se hace necesaria una actualización de los conocimientos tecnológicos y prácticos de los profesionales del ramo y de los alumnos de Formación Profesional a los que va dirigido este libro.

Esta obra, titulada *Chasis*, trata los sistemas de transmisión de fuerzas desde el motor a las ruedas, trenes de rodaje, dispositivos de frenado, sistemas de suspensión y dirección. Se ha estructurado en capítulos relativos a los distintos sistemas, cada uno de los cuáles describe los correspondientes mecanismos, fundamentos tecnológicos aplicados, funcionamiento, estructura y procesos de verificación y control, todo ello con el apoyo de múltiples esquemas y dibujos que facilitan la comprensión.

Cada uno de los mecanismos se describe con minuciosidad, comenzando por los conceptos básicos, para continuar con las características esenciales y variantes del sistema que se utilizan, para finalizar con la exposición de las últimas novedades y modificaciones de la tecnología más actual empleada por los diversos constructores.

En las descripciones de mecanismos se hace especial mención a los sistemas actuales de embragues, cajas de cambio automáticas y semiautomáticas, control de tracción, sistemas de control de estabilidad, direcciones de asistencia variable con control electrónico, y un largo etcétera.

Para elaborar estos complejos contenidos, he contado con la colaboración de gran número de personas de la industria automovilística, así como de profesores de Formación Profesional, a los cuáles deseo agradecer esta colaboración inestimable.

He procurado elaborar cada capítulo con una redacción sencilla enfocada al tema relativo al desarrollo de ingeniería y no al mantenimiento y reparación, que son los objetivos de este libro.

Si el lector encuentra amena, didáctica y útil esta obra, me consideraré plenamente satisfecho.

ESTRUCTURA DEL AUTOMÓVIL. TRANSMISIÓN DE FUERZAS

1.1 ESTRUCTURA Y COMPONENTES DEL AUTOMÓVIL

Un automóvil moderno está constituido por un gran número de mecanismos, cada uno de los cuales desempeña una función concreta, en estrecha relación con los demás, para conseguir un adecuado funcionamiento del vehículo en cualquiera de las condiciones de utilización que se le exijan. En la actualidad existe una gran variedad de modelos, que en lo esencial de su estructura utilizan elementos similares.

La Figura 1.1 muestra la ubicación de los distintos componentes de un vehículo. El motor 1 está situado en este caso en la parte delantera y enlazado a la caja de velocidades 4 por mediación del embrague, de manera que el movimiento pase del motor a la caja de velocidades a través de él, y seguidamente al puente trasero 7 por medio del árbol de transmisión 6, y de aquí a las ruedas traseras, que en este caso propulsan el vehículo. Los frenos 2 y 9, suspensión 8 y dirección 5, completan el conjunto de mecanismos, que se fijan a la estructura de la carrocería.

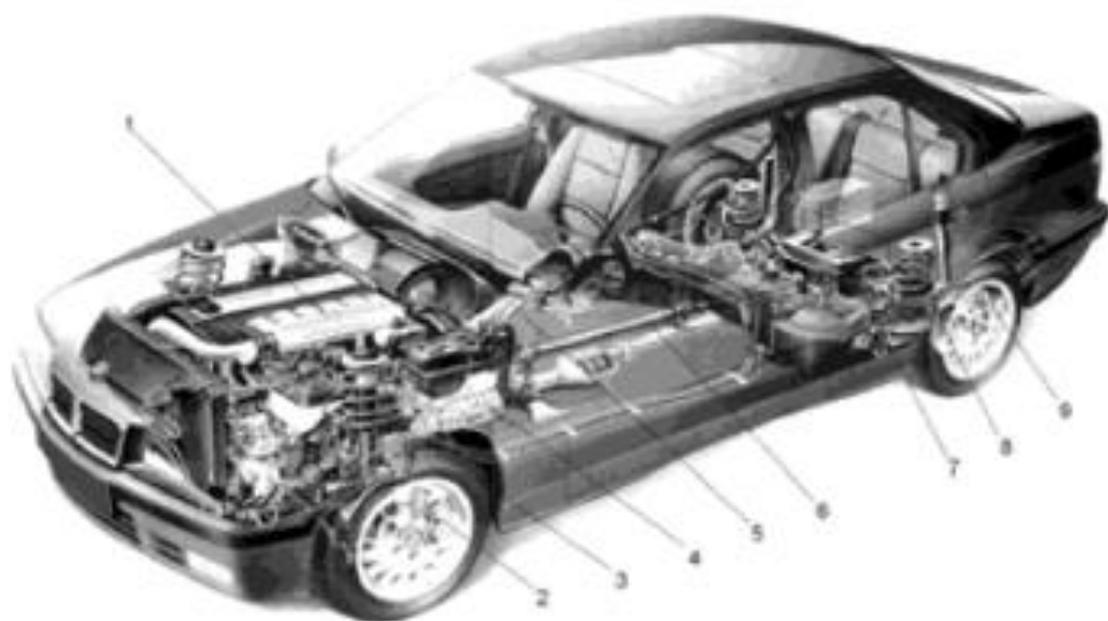


Figura 1.1

El motor tiene la función de transformar la energía química contenida en el combustible, en energía mecánica de movimiento. Para lograrlo se aprovecha la fuerza expansiva de los gases, obtenida al quemar el combustible en el interior de los cilindros, transformándola en giro de un

Para aminorar la marcha del vehículo, y llegar si es preciso a su detención total, se emplea el mecanismo de los frenos, que se acciona con un pedal emplazado en el interior del vehículo, muy cerca del de embrague y que el conductor manea con el pie derecho. Al pisar el pedal del freno se activa el dispositivo de frenado instalado en cada rueda, conteniéndola en su giro.

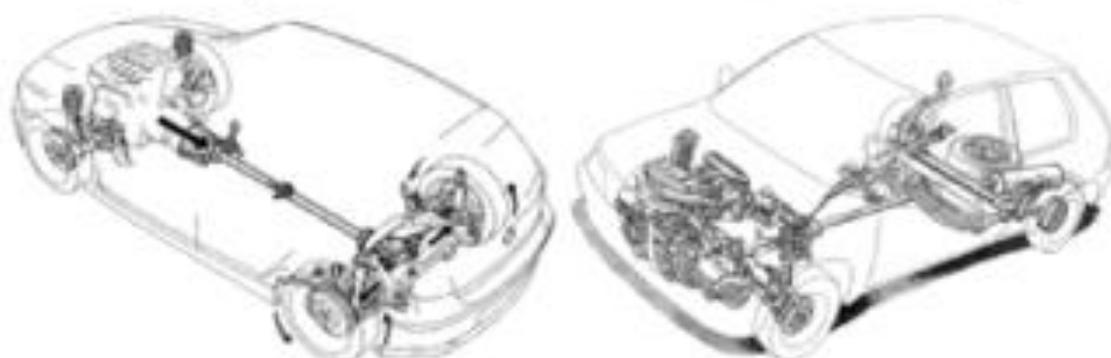


Figura 1.2

El sistema de suspensión proporciona el confort necesario a los pasajeros del vehículo y contribuye a la mejor estabilidad del mismo. Para ello se dispone de varios medios elásticos de unión entre los ejes de las ruedas y la carrocería. Son estos elementos los neumáticos, muelles helicoidales y amortiguadores. Los neumáticos absorben los pequeños baches del terreno; los muelles, las grandes desigualdades, y los amortiguadores frenan las oscilaciones de los muelles.

El sistema de dirección guía al vehículo por el camino deseado por el conductor, orientando las ruedas delanteras, llamadas directrices, por mediación de un mecanismo que acciona el conductor girando un volante desde el interior del vehículo.

La Figura 1.3 muestra la disposición de los mecanismos propulsores en otro modelo de vehículo, que transmite el giro del motor a ambos trenes, en una disposición conocida como propulsión total, que puede ser considerada como una adición de las dos anteriores. En estos sistemas se acopla a la caja de cambios un reenvío del que se toma el movimiento para los trenes delantero y trasero, de los que se pasa a las ruedas.

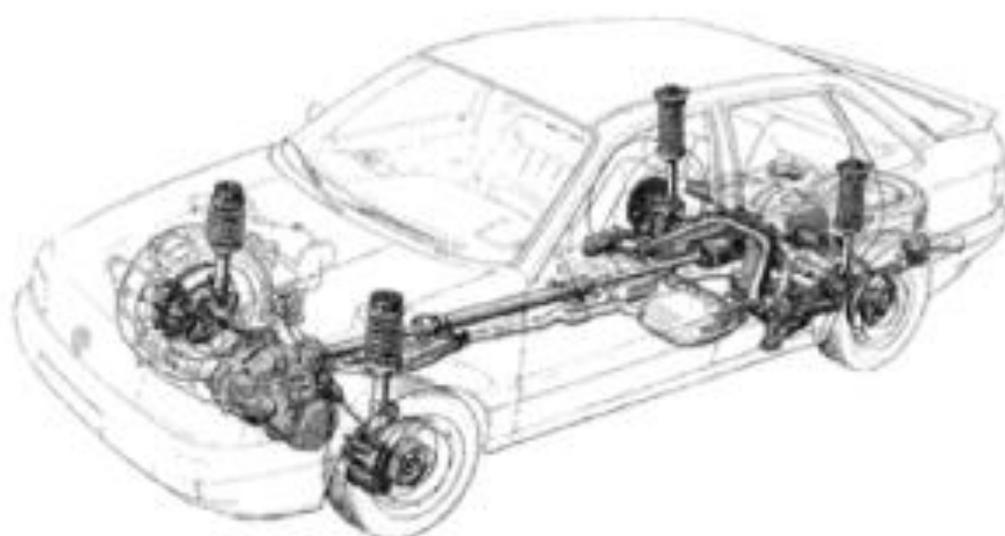


Figura 1.3

1.2 BASTIDOR Y CARROCERÍA

El bastidor de un vehículo es el armazón sobre el que se montan y sujetan todos los mecanismos, soportando el peso de unos (motor, caja de velocidades, etc.) y quedando otros colgados de él (suspensión y ruedas). La Figura 1.4 muestra la estructura de un bastidor para vehículo todo terreno, constituido por dos largueros 3 y 8 de acero estampado y de sección en U, que están curvados en 1 y 9 para recibir al eje delantero, y 4 y 5 para el trasero, permitiendo las oscilaciones verticales de los mismos. Los largueros se acercan por la parte delantera para dar más espacio de movimiento a las ruedas, que tienen que orientarse.

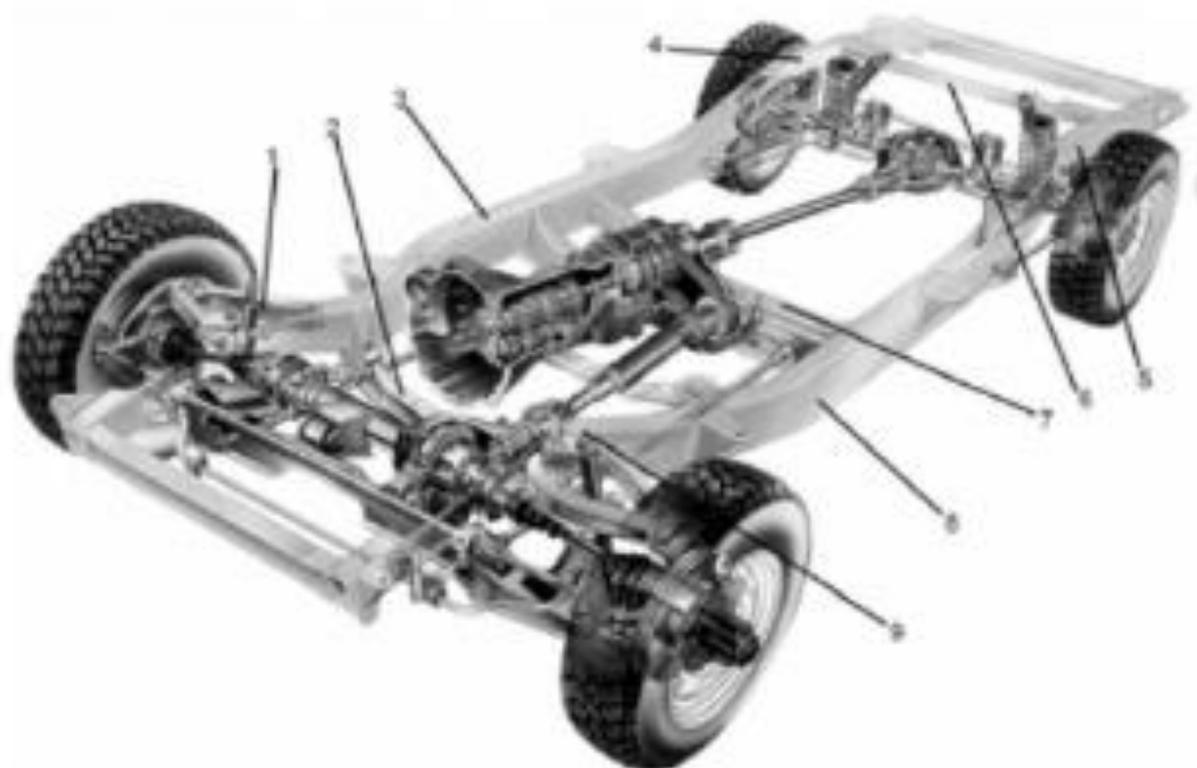


Figura 1.4

Ambos largueros están enlazados por varios travesaños 2, 6 y 7, colocados a distancias adecuadas, que soportan la carrocería y los distintos elementos. Estos travesaños, al igual que los largueros, tienen una sección adecuada a los esfuerzos a que están sometidos durante la marcha.

En la construcción de los bastidores deben seguirse dos normas: ligereza e indeformabilidad. Por ello, los constructores adoptan distintas formas para conseguir estas cualidades, existiendo bastidores en que los largueros se cruzan en su mitad, formando una equis a la que se unen en distintos puntos los travesaños, de formas adecuadas, que reciben a los diferentes conjuntos mecánicos que se fijan a ellos.

La distancia existente entre los ejes delantero y trasero de un vehículo se llama *base* y la separación entre las dos ruedas de un mismo eje se denomina *vía*.

Como los largueros tienen que soportar el peso de los distintos mecanismos, bien directamente o por mediación de los travesaños, están sometidos a esfuerzos constantes de flexión, que aumentan con los golpes del sistema de suspensión, por cuya causa deberán tener una gran rigidez para aguantar estos esfuerzos. Asimismo, están sometidos a esfuerzos torsionales cuando el vehículo circula por carreteras de firme irregular y, por ello, sus secciones deben ser rectangulares o en forma de U, puesto que éstas le confieren gran rigidez, permiten una fácil unión de los travesaños y la construcción del bastidor resulta sencilla.

Al bastidor se une la carrocería, generalmente por medio de soldadura por puntos de resistencia, o láser en otras partes, adoptando largueros y travesaños las formas adecuadas para que el piso del coche quede lo más bajo posible, en beneficio de la estabilidad de marcha. Algunas veces el bastidor lo constituye una plataforma armada con perfiles y chapas unidas entre sí por soldadura o pegamentos especiales, a la que se une la carrocería, consiguiéndose así una rigidez grande, tanto longitudinal, como torsional.

En los vehículos de turismo no existe el bastidor propiamente dicho, sino que el armazón de la carrocería se cierra por su parte inferior, formando una especie de armadura de caja de gran rigidez. Estas carrocerías se llaman *autoportantes* o *monocasco* (Figura 1.5). El concepto de monocasco fue utilizado como diseño para el casco de aviones, a semejanza con el cascarón de huevo que, aunque se apriete con fuerza, resulta difícil romperlo, pues toda la fuerza o energía aplicada no se concentra en un solo lugar, sino que se dispersa de forma efectiva por toda la superficie del cascarón. En mecánica, esto se denomina estructura de cascarón sometida a esfuerzo. En la figura puede apreciarse la estructura de túnel central, con largueros y travesaños enlazados y piezas de chapa como refuerzos, a las que se unen las planchas de piso y techo, puertas, capó, etc.



Figura 1.5

Por lo general, las carrocerías se construyen de acero estampado en forma de chapa, aunque en la actualidad se fabrican también de aluminio, que es más ligero y no se oxida, y de plástico reforzado con fibra de vidrio. Las carrocerías de acero presentan el inconveniente de ser muy sensibles a la corrosión producida por el óxido que las ataca y, por esta causa, se recubren de varias capas de pintura; pero frente a este inconveniente, tienen la ventaja de que su rigidez es la más adecuada para producir la deformación necesaria, que absorba la energía que se desarrolla en un choque sin llegar a producirse el aplastamiento. Por esta causa son las más empleadas en la actualidad, aunque los termoplásticos, como el ABS (acrilonitrilo, butadieno, estireno), están siendo ya empleados en ciertas zonas, como aletas, capó, etc., pues presentan cualidades de rigidez y elasticidad muy adecuadas.

Por lo que se refiere a seguridad, las carrocerías se construyen formando un cuerpo central de gran rigidez (Figura 1.6) para alojar a los pasajeros, protegido por dos cuerpos (el delantero y el trasero), capaces de absorber por deformación gran parte de la energía desarrollada en un choque, en lugar de transmitirla directamente al conductor y los pasajeros.

En la estructura de la carrocería se disponen durante la fabricación de unas zonas débiles (fisibles) y otras debidamente reforzadas, para que en los casos de choque la consiguiente defor-

mación se produzca progresivamente y en los lugares más adecuados, a lo largo de una trayectoria bien definida, de manera que los pasajeros queden protegidos en caso de colisión, reduciéndose así la violencia del golpe. Se trata en definitiva que la energía de la colisión sea absorbida en su mayor parte por las deformaciones, sin afectar al habitáculo.



Figura 1.6

En la Figura 1.7 pueden verse las líneas de acción y transmisión de los esfuerzos en los casos de colisiones frontal, lateral y trasera, respectivamente. Tanto en la parte delantera, como en la trasera, las zonas de deformación progresiva absorben la energía cinética de los choques, preservando al habitáculo. También pueden verse unas traviesas resistentes a los golpes laterales en las zonas de las puertas, y refuerzos en el techo para casos de vuelco. La utilización juiciosa de un cierto número de refuerzos y huecos de grandes dimensiones con paredes delgadas, ha permitido obtener resultados altamente satisfactorios.

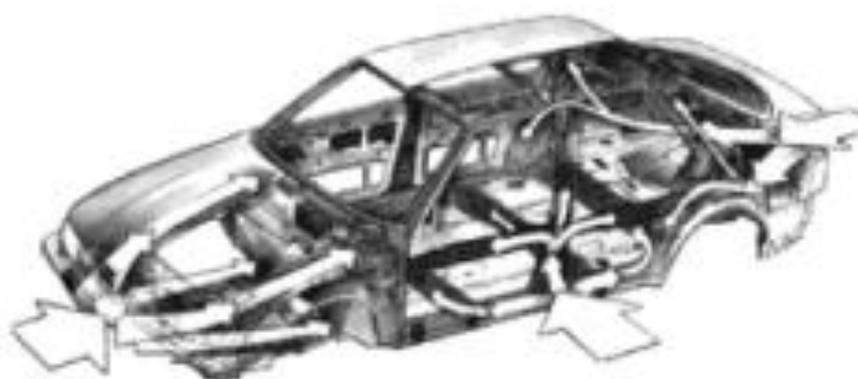


Figura 1.7

Como el óxido constituye un grave inconveniente, las carrocerías de acero se fabrican procurando que no existan rincones en los que pueda depositarse la humedad, y dando a todo el conjunto un tratamiento anticorrosivo en sucesivas fases. Las carrocerías completas se preparan inicialmente sumergiéndolas en un baño de fosfato de zinc para eliminar todo vestigio de oxidación. Seguidamente se procede a un lavado de alta presión con agua desionizada para eliminar todos los posibles depósitos de fosfato y garantizar así una perfecta adherencia de la capa de imprimación al metal.

La carrocería así tratada es sometida a un proceso de electrodeposición por inmersión total (cataforesis), que garantiza que la capa de imprimación a base de resinas de poliéster sea depositada uniformemente en todas las superficies, especialmente en bordes y esquinas. Seguidamente se procede a un estufado a 200° y luego se aplican los productos selladores, másticos insonorizantes diversos, o cordones de PVC inyectado, así como baños de cera líquida sin disolventes en las cavidades de difícil acceso, según la función a realizar. En las zonas bajas de la carrocería se da una protección "antigravillonado" en forma de revestimiento plástico con una masilla de PVC. Finalmente se aplican las capas de aparejo, pintura cubriente y laca o barniz transparente y se procede a un nuevo estufado.

La Figura 1.8 muestra el esquema de una gama de protección para la carrocería de un moderno automóvil. El tratamiento anticorrosivo consta de varias fases. A la chapa de acero 1 se la aplica en primer lugar un baño de zinc 2 y seguidamente se somete a un fosfatado 3 y una imprimación catafórica 4. A continuación se aplica el aparejo 5 y la capa de pintura cubriente 6, finalizando el proceso con la aplicación del barniz transparente 7.

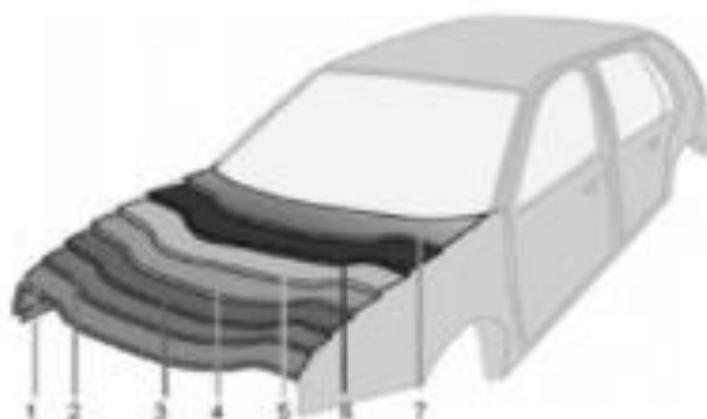


Figura 1.8

En los automóviles actuales ha adquirido una gran importancia el diseño de las carrocerías, pues no sólo se trata de conseguir un vehículo de líneas agradables, sino que además debe poseer una buena aerodinámica, de manera que la resistencia a vencer en su movimiento sea la mínima posible. Esto supone que para la misma potencia del motor, el consumo de combustible se reduce y mejoran sus prestaciones.

Con el fin de garantizar un correcto diseño aerodinámico, los fabricantes ensayan sus modelos en túneles aerodinámicos, que permiten determinar el efecto y resistencia que presentan las diversas formas en la marcha del vehículo (Figura 1.9) y bajo la acción del viento lateral, visionando los filetes de aire en circulación a base de pulverizar algunos líquidos especiales. La aerodinámica eficaz de una carrocería viene dada por su coeficiente de penetración (C_x), que constituye una buena evaluación de la capacidad de penetración de un vehículo en el aire.



Figura 1.9

Desde el punto de vista aerodinámico, las carrocerías se diseñan y construyen de manera que el vehículo ofrezca la mínima resistencia al avance, resultando ideal la forma de "gota"; pero como este modelo resulta antiestético en alto grado, actualmente se tiende a reducir la altura de los automóviles y a inclinar los parabrisas para mejorar la aerodinámica, evitando al mismo tiempo las superficies salientes como los faros, que ahora se incrustan en la carrocería y redondeando otras, como los espejos retrovisores y paragolpes. Por las mismas razones se recubren los bajos del vehículo con carenados.

Para atenuar la sensibilidad del automóvil al viento lateral, se redondean las carrocerías, mejorando considerablemente el comportamiento del vehículo en carretera bajo los efectos mencionados.

Otra de las características de la carrocería más cuidada por los fabricantes en la actualidad es la visibilidad panorámica (Figura 1.10), disponiéndose grandes superficies acristaladas, que limitan al máximo los ángulos muertos de visibilidad. Ello se consigue haciendo los montantes de unión al techo lo más estrechos posible y redondeando la luna de parabrisas y la trasera.

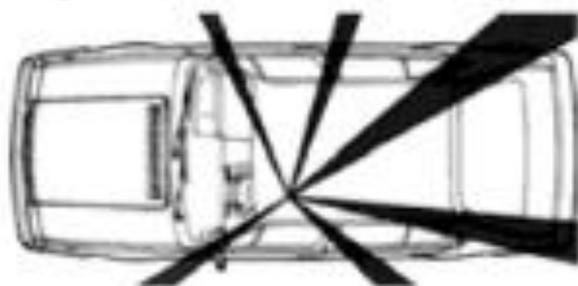


Figura 1.10

Los vehículos conocidos como turismos, se clasifican en función de su utilización y el tipo de carrocería, siendo la forma más corriente de ésta la denominada *berlina* (Figura 1.11), con dos o cuatro puertas y un compartimento para equipajes en la parte trasera. Este tipo de carrocería, también llamada *sedán*, se estructura en tres volúmenes, de los cuales, el delantero aloja el motor y el trasero constituye el maletero, mientras que el volumen central forma el compartimiento de alojamiento para los pasajeros. En algunas berlinas se sustituye la tapa del maletero por una quinta puerta, disponiéndose entonces los asientos traseros abatibles. Los automóviles *familiares*, denominados también *rancheros*, con su quinta puerta y gran espacio para carga, constituyen una clase especial de gran aceptación actual. Los vehículos de gama media y baja (conocidos como *utilitarios*) disponen dos o cuatro puertas y portón trasero.

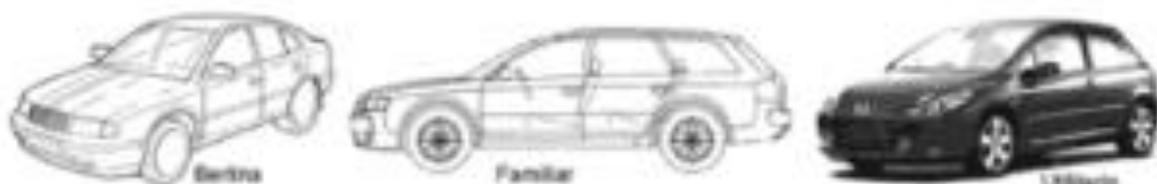


Figura 1.11

Partiendo de la carrocería de las berlinas se diseñaron los vehículos *deportivos*, denominados también *coupe* y los *descapotables* (Figura 1.12), en los que se ha suprimido el techo metálico, siendo sustituido por una capota metálica o de vinilo, que puede ser plegada sobre la parte trasera. Este tipo de carrocería recibe también los nombres de *cabrio*, *cabriolet* o *spider*.



Figura 1.12

Los vehículos conocidos con el nombre genérico de *monovolumen* constituyen una clase especial, en la que la carrocería se conforma en un solo volumen integrando el compartimento de equipajes en el de pasajeros, que comunica también con el compartimento motor, desprovisto

de tabiques rígidos de separación. Este tipo de vehículos (Figura 1.13) puede estar dotado de asientos para pasajeros en la parte trasera, o bien solamente en la delantera para ser destinados a carga, en cuyo caso reciben el nombre de *furgoneta* o *furgón*, en función de su tamaño.

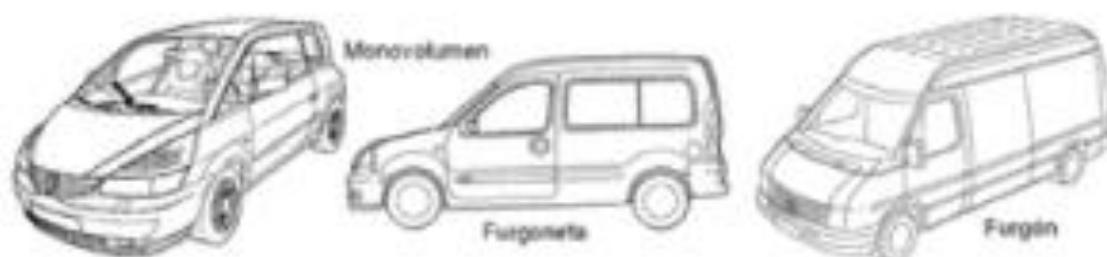


Figura 1.13

Los vehículos todoterreno, de apariencia robusta, constituyen una clase especial de automóviles diseñados para circular por terrenos inapropiados, aunque los actuales, denominados genéricamente *allroad*, están también muy bien adaptados para su uso en carretera, con un comportamiento similar al de los turismos. La Figura 1.14 muestra estos vehículos.



Figura 1.14

1.3 SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE FUERZAS

El conjunto de mecanismos que intervienen en la transmisión del par motor a las ruedas, se conoce como sistema de transmisión de fuerzas y comprende, como ya se ha mencionado, el embrague, la caja de cambios y el tren propulsor con diferencial y par reductor, en sus diferentes configuraciones. La Figura 1.15 muestra en esquema la correspondiente a un sistema en el que las ruedas motrices son las traseras, a las cuales se transmite el par motor en forma de esfuerzo de rotación.

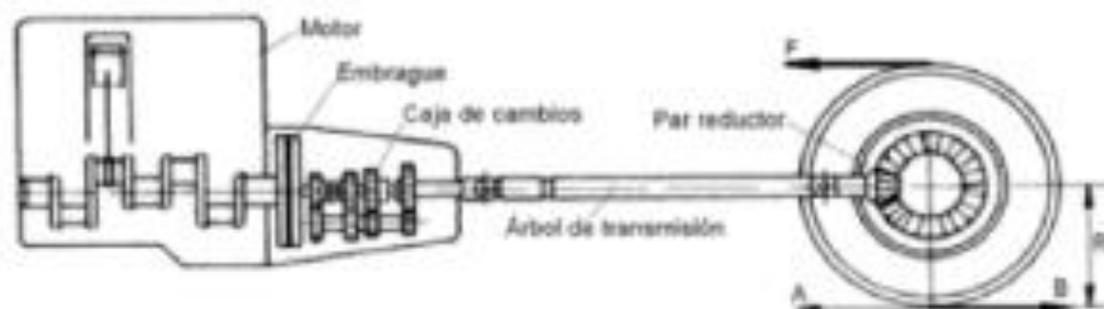


Figura 1.15

Como las ruedas apoyan en la superficie de la carretera, aplicándose fuertemente contra ella soportando el peso del vehículo, en el centro del contacto aparece una fuerza de adherencia o agarre (A), que es igual y de sentido opuesto a la (B) generada por el par de rotación, que la

anula, lo que supone que dicho par aplicado a la rueda se transforme en un rodar sobre la superficie, impulsando al vehículo con la fuerza (F). Puesto que el par de rotación (C) aplicado a una rueda motriz es el producto de la fuerza (F) por el radio (R) de la rueda, se deduce de ello que la fuerza impulsional lograda es: $F = C/R$, lo que implica que dicha fuerza impulsora es directamente proporcional al par motor aplicado, si bien la fuerza requerida para propulsar un vehículo, depende de la aceleración que se pretenda lograr, las pendientes a superar y las resistencias a vencer.

La fuerza de adherencia (A) es el producto del peso (P) que descansa sobre la rueda por el coeficiente de adherencia (μ) del neumático con el suelo ($A = P\mu$), lo que supone que para un valor máximo de este coeficiente ($\mu = 1$) la adherencia es igual al peso soportado por la rueda y, como esta adherencia hemos visto que es igual a la fuerza propulsora, ello significa que esta fuerza no puede sobrepasar nunca el valor del peso soportado por la rueda, pues se produciría el patinado de la misma (giro en vacío), con la consiguiente disminución de la fuerza propulsora. Por los mismos motivos, cuando el coeficiente de adherencia no es el máximo, la adherencia toma valores inferiores al peso que carga sobre la rueda, y ello supone una reducción del empuje que puede ser aplicado sin que aparezca el deslizamiento.

Así pues, el par motor aplicado a las ruedas durante la marcha del vehículo debe ser regulado por el conductor (mediante el acelerador), adaptándolo a las condiciones de marcha, de manera que solamente puede aplicarse el máximo, cuando la adherencia sea también máxima. Cuando en alguna circunstancia, las ruedas pierden adherencia (lluvia, nieve, barro, etc.), el par aplicado a las ruedas debe ser reducido para evitar el deslizamiento, que por otra parte conlleva una disminución acusada de la fuerza de impulsión, debida al giro en vacío de las ruedas.

Por lo que se refiere a las resistencias que se oponen al desplazamiento del vehículo, dependen de factores muy diversos, como el peso del mismo, la flexibilidad de los neumáticos, las irregularidades del firme de la carretera por la que se circula, la pendiente, los rozamientos mecánicos, la turbulencia creada en el aire con la marcha del vehículo, etc. Resulta evidente que un vehículo de gran tamaño, con un área frontal considerable, presenta más resistencia al movimiento que otro de menores proporciones o de mejor aerodinámica. El movimiento del vehículo se logra cuando la fuerza motriz supera el valor de las resistencias opuestas a la marcha.

Un motor de determinadas características necesitará desarrollar toda su potencia para impulsar al vehículo a la velocidad máxima; pero en otras condiciones de marcha no es preciso que suministre toda la potencia, disponiendo, en cambio, de una reserva de la misma que permita aceleraciones suaves y progresivas. Para satisfacer la necesidad de subir fuertes pendientes, lo que se requiere es un mayor empuje, que se logra con la multiplicación del par motor por medio de engranajes dispuestos en la caja de cambios.

Otro de los requisitos de un vehículo lo constituye la posibilidad de desconectar la transmisión del movimiento desde el motor a las ruedas, o conectarla suavemente cuando el vehículo deba arrancar desde el reposo.

Con referencia a las resistencias opuestas a la marcha del vehículo, una de ellas es la llamada resistencia a la rodadura, que está determinada por el peso que carga sobre cada una de las ruedas motrices, que causa un aplastamiento del neumático, apoyando en el suelo a través de una huella, que resulta tanto mayor cuanto más lo sean las dimensiones del neumático y el peso que carga sobre él. En la marcha del vehículo se origina un rozamiento entre el neumático y el piso, que determina la resistencia a la rodadura, tanto mayor cuanto más lo sea la huella de contacto y un factor o coeficiente llamado de rodadura, dependiente de la calidad de la superficie de apoyo y la presión de inflado del neumático.

Otra de las resistencias opuestas a la marcha de un vehículo es la generada cuando circula subiendo una pendiente. En esta situación, representada en la Figura 1.16, una componente R del peso P total del vehículo (descompuesto en la normal N y la resistente R) se opone a la fuerza impulsora F , originando una resistencia en la marcha de valor $R = P \text{ sen } \alpha$, que depende evi-

dentamente del peso del vehículo y del ángulo de la pendiente. Esta fuerza resistente se suma a la impulsora cuando el vehículo circula bajando la pendiente.

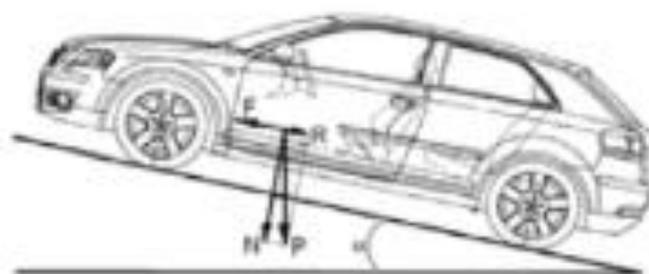


Figura 1.16

Todo vehículo en movimiento encuentra una cierta resistencia al avance generada por lo que podría definirse como penetración en el aire, el cual ejerce una presión sobre la superficie frontal del vehículo, que es función de la velocidad del mismo y la del viento, así como su dirección. Así pues, el valor de esta nueva resistencia al avance depende del tamaño de la superficie frontal expuesta al viento y de las características aerodinámicas del vehículo, que vienen dadas por el coeficiente aerodinámico, determinado en túneles de viento, como es conocido.

Desde el punto de vista aerodinámico, las resistencias opuestas a la marcha de un vehículo son de dos tipos:

- Una *resistencia de rozamiento* debida a la propia viscosidad del aire, el cual tiende a adherirse a la superficie externa de la carrocería, dificultando su circulación a lo largo de ella. Una delgada capa de aire se adhiere en la marcha a estas paredes en movimiento, mientras que las sucesivas capas se frenan mutuamente sobre un pequeño espesor.
- Una *resistencia de forma*, que resulta del aumento de la presión del aire en presencia del obstáculo en movimiento que supone la carrocería del vehículo (parte frontal, principalmente), la rugosidad de las superficies y sus formas (aristas vivas, curvaturas, etc.).

Los rozamientos mecánicos del sistema de transmisión representan una resistencia más al avance, que puede cifrarse en un 10% aproximadamente de la potencia transmitida por el motor a las ruedas. Por otro lado, en las aceleraciones aparece una nueva resistencia debida a la inercia, dependiente del peso del vehículo y de la aceleración aplicada.

Estas resistencias se oponen a la marcha del vehículo y, sumadas total o parcialmente, determinan la velocidad del mismo para una potencia concreta aplicada a las ruedas. Si el vehículo parte del reposo, a su marcha se oponen las resistencias de rodadura e inercia, ambas dependientes fundamentalmente del peso más, eventualmente, la resistencia por pendiente. Ya en la marcha, se manifiestan las resistencias a la rodadura y la provocada por rozamientos mecánicos, así como la aerodinámica, que en estas condiciones es fundamental.

1.4 DISPOSICIÓN DEL GRUPO MOTOPROPULSOR

El emplazamiento y posición de montaje del motor en el vehículo condicionan necesariamente el diseño del sistema de transmisión de fuerza a las ruedas, que se denomina sistema de propulsión cuando las ruedas motrices son las traseras, y de tracción si son las delanteras. La estructura de un vehículo en cuanto se refiere a la disposición de los órganos de la transmisión establece diferencias fundamentales, pudiéndose distinguir los siguientes casos:

- Vehículos con motor delantero y sistema de propulsión trasero.
- Vehículos con motor y tracción delanteros.

- c) Vehículos con motor y propulsión traseros.
- d) Vehículos con propulsión total.

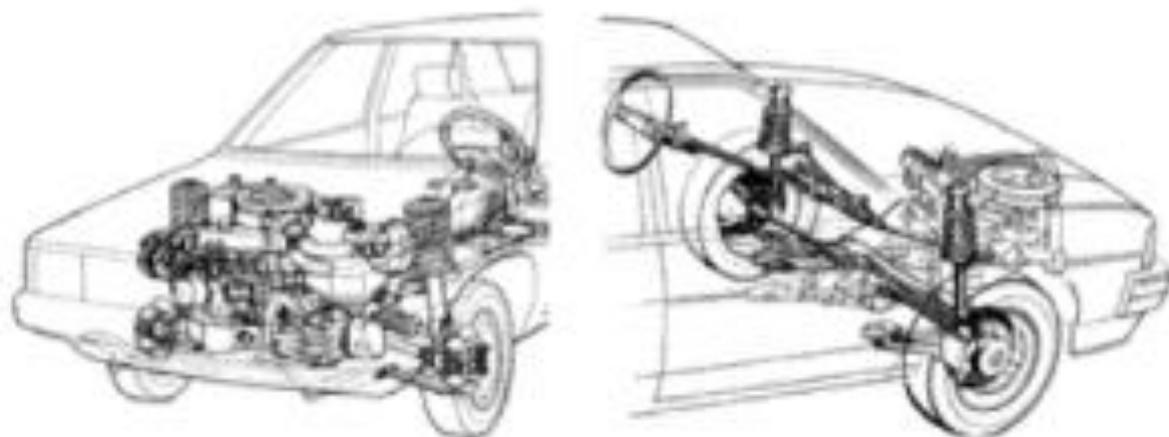
Los vehículos del grupo *a*), adoptan una disposición de los órganos motores como la que se representó en la Figura 1.1, con el motor y la caja de cambios ubicados longitudinalmente en la parte delantera, desde donde se lleva el movimiento al puente trasero por medio de un árbol de transmisión, provisto de juntas elásticas, necesarias para permitir la transmisión del movimiento en cualquier posición del eje trasero, impuesta por las oscilaciones verticales del mismo con las irregularidades del terreno. Desde el eje trasero se comunica el movimiento a las ruedas traseras, que en este caso son las motrices.

Esta disposición es la que podemos considerar como tradicional y es la utilizada por los vehículos de gama alta, generalmente, siendo su principal ventaja una distribución racional del peso, que confiere al vehículo un buen comportamiento en carretera, tanto en lo referente a la estabilidad de marcha como en aceleraciones o frenadas. Una variante de este sistema dispone la caja de cambios unida al puente trasero, en lugar de acoplarse al motor (Figura 1.17), lo que equilibra aún más los pesos delantero y trasero.



Figura 1.17

En el apartado *b*) se agrupan los vehículos que presentan una disposición como la mostrada en dos ejemplos en la Figura 1.18, donde se aprecia que motor, caja de velocidades y diferencial, están situados en la parte delantera del vehículo, llevándose el movimiento hasta las ruedas delanteras por medio de sendos árboles de transmisión. Con esta disposición, las ruedas delanteras resultan a la vez directrices y motrices, quedando simplificado el sistema de transmisión, que suprime el árbol de mando del caso anterior. Ahora, el movimiento se lleva de la caja de cambios a las ruedas por medio de sendos árboles de transmisión.



Anexo 12: RTE 1323:2009

Fuente: Inen RTE 1323:2009

Tomado de: Instituto Ecuatoriano de Normalización



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1 323:2009
Primera revisión

VEHICULOS AUTOMOTORES. CARROCERIAS DE BUSES. REQUISITOS.

Primera Edición

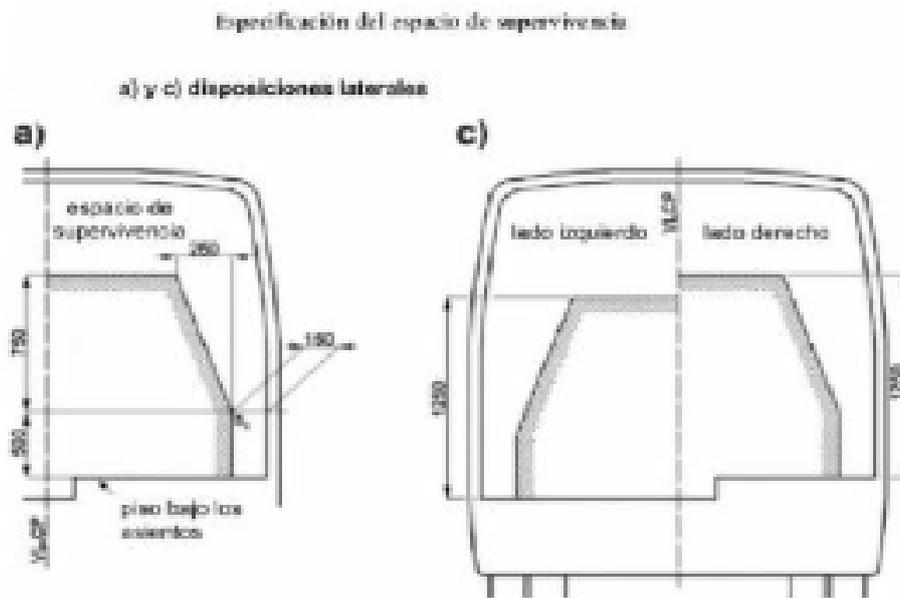
ROAD VEHICLES. BUS BODIES REQUIREMENTS

First Edition

DESCRIPTORES: Ingeniería automotriz, sistemas para vehículos automotores, carrocerías y componentes, buses, requisitos
MC: 01.01-401
CDU: 620.11.011.6
CIIU: 3543
ICS: 43.000.00

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	VEHÍCULOS AUTOMOTORES. CARROCERIAS DE BUSES. REQUISITOS	NTE INEN 1 323:2009 Primera Revisión 2009-02
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos generales para el diseño, fabricación y montaje de carrocerías de buses para todas sus modalidades.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a todas las carrocerías de buses, sean importadas o de construcción nacional. (Ver nota 1).</p> <p>2.2 Esta norma incluye a las carrocerías que son parte de los chasis carrozados importados y carrocerías autoportantes.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para los efectos de la presente NTE INEN se adoptan las definiciones establecidas en las NTE INEN ISO 3833 vigente, NTE INEN 1 155 vigente, y las que a continuación se detallan:</p> <p>3.1.1 Carga de aceleración brusca (A_b). Corresponde a la fuerza producida por la aceleración brusca del vehículo.</p> <p>3.1.2 Carga de frenado (F). Corresponde a la fuerza producida por el frenado del vehículo.</p> <p>3.1.3 Carga de giro (G). Corresponde a la fuerza producida por el giro de un vehículo.</p> <p>3.1.4 Carga por Resistencia del Aire frontal (R_a). Corresponde a la fuerza del aire actuante sobre un área correspondiente a la proyección del bus en un plano perpendicular a su eje longitudinal.</p> <p>3.1.5 Carga muerta (M). Corresponde al peso total de la carrocería en condiciones operativas, lo que incluye todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes; es decir, la carrocería laminada con todos sus accesorios.</p> <p>3.1.6 Carga viva (V). Corresponde a la carga por ocupación y se la considerará como distribuida uniformemente en los respectivos elementos estructurales de la carrocería.</p> <p>3.1.7 Carrocería. Conjunto de estructura, elementos de seguridad y confort que se adiciona al chasis de forma fija, para el transporte de personas.</p> <p>3.1.8 Carrocería autoportante. Aquella que en su diseño conforma el bastidor e incluye en su estructura los anclajes necesarios para el equipo mecánico y eléctrico.</p> <p>3.1.9 Bastidor o chasis. Constituye el soporte de todos los órganos principales del vehículo (motor, transmisión, suspensión sobre la que se apoya, dirección, ruedas, frenos).</p> <p>3.1.10 Espacio de supervivencia. Es el volumen que se obtiene en el compartimento de ocupantes, desplazando en línea recta el plano vertical y transversal indicado en la figura 1, de manera que se pase el punto S_p de la figura 2 desde el punto S_0 del último asiento exterior a través del punto S_k de cada asiento exterior intermedio hasta el punto S_k del primer asiento exterior del ocupante.</p> <p>NOTA 1.- La definición de buses de acuerdo a la NTE INEN ISO 3833 vigente.</p> <p style="text-align: right;">(Continua)</p> <p>DESCRIPTORES: Ingeniería automotriz, sistemas para vehículos automotores, carrocerías y componentes, buses, requisitos</p>		

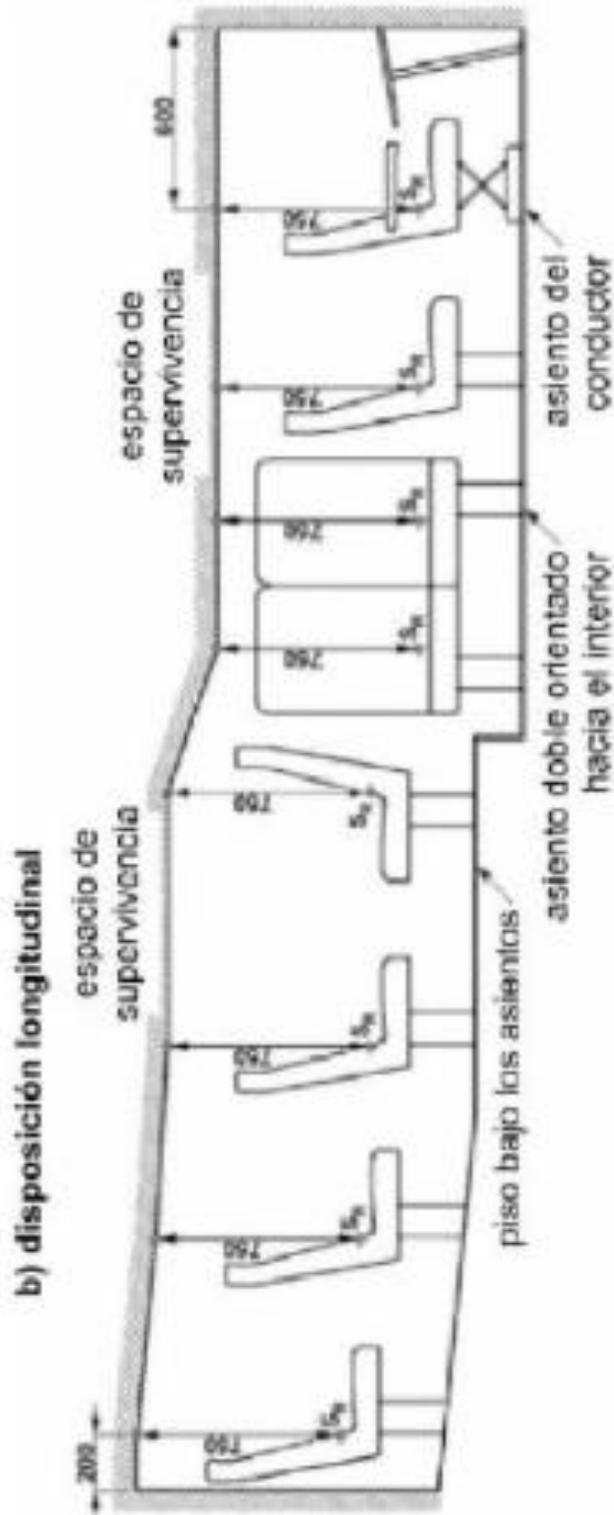
FIGURA 1. Vista transversal del espacio de supervivencia. (Ver nota 2)



NOTA 2. El objetivo de las figuras 1 y 2 es indicar las dimensiones en milímetros del espacio de supervivencia. Las figuras 1 y 2 no están relacionadas con una forma geométrica o distribución de asientos específica en las carrocerías.

(Continúa)

FIGURA 2 Vista longitudinal del espacio de supervivencia



3.1.11 Peso máximo admisible para el chasis. Conocida también como capacidad de carga. Es la carga útil máxima admitida para la cual fue diseñado el vehículo. Este valor es proporcionado por el fabricante del chasis.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Consideraciones de diseño de la carrocería. Se debe considerar lo siguiente:

4.1.1 Las especificaciones del chasis, lo cual incluye:

- Tipo de Servicio de la carrocería.
- Peso bruto vehicular (PBV).
- Capacidad de carga de los ejes.
- Peso del chasis en vacío o tara, total y por ejes.
- Relación peso/potencia.

4.1.2 La estabilidad, lo cual incluye:

- Distribución de masa
- Altura del centro de gravedad
- Dimensiones de la carrocería
- Rigidez de suspensión.
- Capacidad de inclinación (rolido).

4.1.3 El confort, lo cual incluye:

- Aislamiento acústico y térmico.
- Ventilación.
- Humedecidad.
- Ergonomía.

4.1.4 El mantenimiento, lo cual incluye:

- Accesibilidad a los elementos del vehículo.

4.1.5 La seguridad, lo cual incluye:

- Seguridad activa y pasiva.

4.1.6 Método de anclaje y montaje, lo cual incluye:

- Disposiciones y recomendaciones del fabricante del chasis (manual de carrozado).

4.1.7 Estructura, lo cual incluye:

- Materiales metálicos y no metálicos.
- Uniones y juntas.
- Tratamientos de materiales.
- Geometría.
- Resistencia estructural.

(Continúa)

5. REQUISITOS

5.1 Estructura de las carrocerías de buses

5.1.1 Cargas de Diseño. Para el análisis cuasi estático de la estructura de la carrocería se aplicarán las cargas especificadas en el presente numeral.

5.1.1.1 Cargas vivas. Se determinarán de acuerdo con la tabla 1.

TABLA 1. Cargas vivas de diseño.

TIPO DE SERVICIO (ver nota 3)	MASA DE UN OCUPANTE (kg)	MASA MÍNIMA DE EQUIPAJE DE MANO POR PASAJERO (kg)	MASA MÍNIMA DE EQUIPAJE A TRANSPORTARSE EN BODEGAS PORTA EQUIPAJES (kg) (ver nota 4)	ESPACIO NECESARIO POR PASAJERO DE PIE (m ²)
Urbano	70	-	-	0,16
Urbano (escolar e institucional)	70	-	-	Sin pasajeros de pie
Interurbano (Intraprovincial)	70	5	100 x Vol	0,16
Larga Distancia (Interprovincial y turismo)	70	5	100 x Vol	Sin pasajeros de pie

5.1.1.2 Carga de Giro (G). Debe calcularse en función de la fuerza centrífuga que se genera al ingresar el vehículo en una curva de determinado radio de giro y a cierta velocidad. Esta fuerza centrífuga deberá ser inferior a la fuerza de vuelco, calculada sobre la base del peso total del bus a plena carga y su centro de gravedad. La velocidad crítica deberá ser considerada de al menos 90 km/h y el radio de giro se establece en función de la tabla 2.

TABLA 2.- Velocidades, radios mínimos y peraltes en carretera. (Ver Nota 5)

Velocidad (del vehículo) (km/h)	Radio de curvatura de la carretera (m)	Peralte (%)
80	250	8
85	300	
90	350	
95	400	
100	450	
105	500	
110	550	
115	600	
120	700	
125	800	
130	900	6,97
135	1050	6,25
140	1250	5,49
145	1475	4,84
150	1725	4,29

NOTA 3.- De acuerdo a la NTE ENEN ISO 3833 vigente y al Reglamento de la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre vigente.

NOTA 4.- Vol.- Volumen de las bodegas portaequipajes en m³

NOTA 5.- Tasa determinada al documento Normo 3.14C

(Continúa)

5.1.1.3 Carga de frenado (F^f). Se asume una desaceleración mayor o igual a 4 m/s^2 (ver Nota 6).

5.1.1.4 Carga de aceleración brusca (A_b). Se calcula con el mismo criterio de la carga de frenado pero en sentido contrario.

5.1.1.5 Carga por resistencia del aire frontal (R_{af}). Se la aplicará como la fuerza del aire actuante sobre un área correspondiente a la proyección del bus en un plano perpendicular a su eje longitudinal. Se utilizará la siguiente fórmula:

$$R_{af} = (1/2) \times (C_x) \times \rho \times A_f \times V^2$$

Donde:

R_{af} = Carga por resistencia Aerodinámica, en (N)

ρ = Densidad del aire, en (kg/m^3).

V = Velocidad del aire, en (m/s). (Como mínimo 25 m/s).

A_f = Área correspondiente a la proyección del bus en un plano perpendicular a su eje longitudinal, en (m^2).

C_x = Coeficiente de resistencia frontal del aire. (Como mínimo 0,7)

5.1.2 Combinaciones de cargas básicas. Las estructuras de las carrocerías deben ser diseñadas de tal manera que resistan los esfuerzos determinados en base al menos a las siguientes combinaciones de cargas básicas:

5.1.2.1 Según método ASD (Allowable strength design)

1: M

2: M + V

3: M + V + G

4: M + V + F

5: M + V + F + R_{af}

6: M + V + R_{af}

7: M + V + A_b

8: M + V + A_b + R_{af}

5.1.2.2 Según método LRFD (Load resistance factor design)

1: 1,4M+V

2: 1,2M + 1,6V + 0,5G

3: 1,2M + 0,5V + 1,6G

4: 1,2M + 1,6F + 0,8 R_{af}

5: 1,2M + 0,5 V + 0,5F + 1,3 R_{af}

6: 1,2M + 1,5 A_b + 0,5V

7: 0,9M – 1,3 R_{af}

8: 0,9M + 1,3 R_{af}

5.1.3 Factores. Los factores a utilizarse según el método ASD o LRFD serán los indicados en: Specification for Structural Steel Buildings (AISC) y North American Specification for the design of Cold Formed Steel-Structural Members (AISII).

5.1.4 Las cargas combinadas, según los dos métodos (ASD y LRFD), deben alcanzar una deformación elástica de todos los componentes de la estructura de la carrocería iguales o menores a 1/260 veces su longitud.

NOTA 6. De acuerdo con el Ensayo del Tipo 0 con motor embragado para vehículos clase N de la DIRECTIVA 98/12/CE DE LA COMISIÓN EUROPEA, Anexo 2, Ensayos de frenado y rendimiento de los dispositivos de frenado.

(Continúa)

5.1.5 Resistencia de la estructura. Las estructuras de carrocerías deberán cumplir las siguientes condiciones:

5.1.5.1 Debe resistir una carga estática sobre el techo, equivalente al cincuenta por ciento (50%) del peso máximo admisible para el chasis, distribuido uniformemente a lo largo del mismo, sin experimentar deformaciones en ningún punto, que superen los setenta milímetros (70 mm).

5.1.5.2 Durante el ensayo de resistencia de la estructura o ni una vez finalizado el mismo, la estructura de la carrocería debe resistir para que el espacio de supervivencia no resulte invadido según el alcance del documento Regulation 66, Uniform Provisions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles with Regard to the Strength of their Superstructure de las Naciones Unidas. (Ver Nota 7)

5.1.6 Materiales de la estructura. Deben ser perfiles estructurales protegidos contra la corrosión que cumplan con las NTE INEN correspondientes vigentes. (Ver nota 8)

5.1.7 Soldadura de carrocerías. Las carrocerías de buses deben soldarse de acuerdo con las normas vigentes AWS D8.6 para componentes de acero y/o AWS D8.14 para componentes de aluminio.

5.1.7.1 El proceso y procedimiento de soldadura será calificado de acuerdo con las normas vigentes AWS D1.3 para acero, AWS D1.2 para aluminio y AWS D1.6 para acero inoxidable.

5.1.8 Manuales. El fabricante de carrocerías debe disponer y aplicar la información indicada en los manuales de fabricación y montaje de carrocerías provistos por el fabricante de chasis. Para ello el fabricante de chasis debe entregar obligatoriamente dichos manuales específicos para cada modelo de chasis.

5.2 Unión chasis-carrocería. Las uniones entre el chasis y la carrocería se realizarán siguiendo exclusivamente las recomendaciones del fabricante del chasis para bus de transporte de pasajeros, indicadas en su manual de fabricación y montaje de carrocerías de buses.

5.3 Documentos técnicos. El proveedor de carrocerías debe disponer de memorias de cálculo estructural, estado de materiales, planos de construcción dimensionales, eléctrica, y neumáticos, para cada modelo de carrocería y chasis. El formato de los planos debe cumplir con el CPE INEN 03 Código de Dibujo Técnico-Mecánico.

5.4 Vidrios de seguridad. Los vidrios deben cumplir con la NTE INEN 1669 vigente y con el RTE INEN 034 Elementos de Seguridad en vehículos automotores vigente.

5.5 Elementos de seguridad. Las carrocerías de buses deben cumplir con el RTE INEN 034 Elementos de Seguridad en vehículos automotores vigente.

5.6 Los dispositivos de alumbrado, espejos retrovisores y señalización luminosa deben cumplir con la NTE INEN 1 155 vigente y con el RTE INEN 034 Elementos de Seguridad en vehículos automotores vigente.

5.7 Otros Requisitos

5.7.1 Superficies de pisos y áreas de entrada y salida. Deben ser de material antideslizante.

5.7.2 Equipo e instalación eléctrica. Deben cumplir con lo indicado en el numeral 7.5.2 y 7.5.3 de la Directiva Europea 2001/85 CE (ver anexo A).

5.7.3 Pintura. Debe cumplir con las NTE INEN correspondientes vigentes (ver nota 8).

NOTA 7. Mientras no exista un documento normativo INEN equivalente

NOTA 8. En el caso de no existir Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN se deben utilizar las normas o reglamentos equivalentes de reconocido prestigio, tales como: ASTM, DIN, JIS, ANSI.

(Continúa)

5.7.4 Aislamiento térmico y acústico. Debe cumplir con lo indicado en el numeral 7.5.1 de la Directiva Europea 2001/85 CE (ver Anexo A).

5.7.5 Flammabilidad de materiales. Retardante al fuego con un índice de llama no menor de 150 bajo la norma ASTM E 162 o un máximo de 250 mm/min según la norma ISO 3795.

5.7.6 Sujeción de Percebrías. Debe cumplir con lo dispuesto en el documento normativo FMVSS 212 vigente.

5.7.7 Los materiales del piso, la periferia de las ventanas y de las puertas deben cumplir con las NTE INEN vigentes (ver Nota 8).

5.7.8 Los sistemas eléctricos y neumáticos deben estar ocultos (ver Anexo A).

5.7.9 Salidas de emergencia. El número mínimo de salidas de emergencia será de acuerdo a la tabla 3.

TABLA 3. Número mínimo de salidas de emergencia

Número de pasajeros	Número total mínimo de salidas de emergencia
17-30	4
31-45	5
46-60	6
61-75	7
76-90	8
Mayor a 90	9

6. ENSAYOS

6.1 Los ensayos serán los indicados en la presente norma.

6.2 Métodos de ensayo de resistencia de la estructura.

La estructura del bus se ensayará por cualquiera de los métodos de ensayo contemplados en el numeral 6 del documento Regulation 66, Uniform Provisions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles with Regard to the Strength of their Superstructure, de las Naciones Unidas.

7. ROTULADO

7.1 Las carrocerías deben disponer de una placa inalterable de identificación, con fines de rastreo, de fácil acceso, visible, legible y debe disponer de al menos la siguiente información:

- Nombre de la empresa fabricante de la carrocería.
- Número de certificado de evaluación de la conformidad de la estructura (NCE).
- Capacidad de pasajeros.
- Fecha de la fabricación (de finalización) (MM/AAAA).
- Número de producción (seis dígitos alfanuméricos).
- Número de chasis (VIN)
- País de origen de la carrocería.

Tamaño mínimo de la placa: 148,5 mm de largo
105 mm de ancho (formato A8).

7.2 El fabricante será responsable de marcar el número de producción indeleblemente en al menos dos lugares de la carrocería.

(Continúa)

ANEXO A

Texto de los numerales 7.5.1, 7.5.2 y 7.5.3 de la Directiva 2001/85/CE.

7.5.1 Compartimento del motor

7.5.1.1 En el compartimento del motor no se utilizará ningún material de insonorización inflamable o susceptible de impregnarse de combustible o lubricante, salvo que dicho material esté recubierto de un revestimiento impermeable.

7.5.1.2 Se adoptarán las debidas precauciones, ya sea configurando de forma adecuada el compartimento del motor, ya sea disponiendo orificios de drenaje, para evitar en la medida de lo posible que pueda acumularse combustible o aceite lubricante en alguna parte del compartimento del motor.

7.5.1.3 Entre el compartimento del motor o cualquier otra fuente de calor (como un dispositivo destinado a absorber la energía liberada cuando un vehículo desciende por una larga pendiente, por ejemplo un ralentizador, o un dispositivo utilizado como calefactor del habitáculo, exceptuando sin embargo, los que funcionan por circulación de agua caliente) y el resto del vehículo, deberá colocarse una pantalla de separación resistente al calor. Todas las mordazas, juntas, etc. utilizadas en unión con dicha pantalla de separación deberán ser resistentes al fuego.

7.5.1.4 Podrá instalarse en el compartimento de viajeros un dispositivo calefactor que funcione por un método distinto del de circulación de agua caliente, siempre que este rodeado de material que resista las temperaturas que produzca el dispositivo, no emita gases tóxicos y esté situado de forma que los viajeros no puedan entrar en contacto con una superficie caliente.

7.5.2 Equipo e instalación eléctricos

7.5.2.1 Todos los cables deben estar bien aislados y todos los cables y material eléctrico deben resistir las condiciones de temperatura y humedad a las que estén expuestos. En cuanto al compartimento del motor, se prestará especial atención a su resistencia a la temperatura ambiente y a los efectos de todos los posibles productos contaminantes.

7.5.2.2 Ninguno de los cables utilizados en los circuitos eléctricos deben transmitir una corriente de intensidad superior a la admisible para el cable en cuestión. Habida cuenta de su forma de montaje y de la temperatura ambiente máxima.

7.5.2.3 Cada circuito eléctrico que alimente un elemento del sistema distinto del motor de arranque, el circuito de encendido (encendido por chispa), las bujías de incandescencia, el dispositivo de parada del motor, el circuito de carga y la conexión a tierra de la batería, deben estar provisto de un fusible o de un disyuntor. No obstante, podrán ir protegidos por un fusible o un disyuntor comunes, siempre que su potencia nominal no sobrepase los 16 A.

7.5.2.4 Todos los cables deben ir bien protegidos y firmemente fijados, de manera que no puedan ser dañados por cortes, abrasiones o roces.

7.5.2.5 Cuando la tensión eficaz supere los 100 voltios en uno o más de los circuitos eléctricos de un vehículo, se conectará un conmutador manual de aislamiento, capaz de desconectar dichos circuitos de la alimentación eléctrica principal, a todos los polos que no vayan conectados eléctricamente a tierra, situándolo en el interior del vehículo de modo que el conductor pueda acceder fácilmente a él, todo ello, siempre que dicho conmutador de aislamiento no pueda desconectar ninguno de los circuitos eléctricos que alimentan las luces exteriores obligatorias del vehículo. No obstante esto no será aplicable cuando se trate de circuitos de encendido de alta tensión o de circuitos autónomos incorporados a un elemento de equipo en el vehículo.

7.5.2.6 Todos los cables eléctricos deben estar colocados de tal forma que ninguna parte de los mismos pueda entrar en contacto con ningún tubo de carga de combustible ni con ninguna parte del sistema de escape, ni pueda estar sometida a calor excesivo, a menos que vayan provistos de aislamiento y protección especial, por ejemplo en el caso de una válvula de escape solenoide.

7.5.3 Baterías

7.5.3.1 Todas las baterías deben estar sólidamente fijadas y fácilmente accesibles.

7.5.3.2 El compartimento de las baterías estará separado del habitáculo destinado a los viajeros y del habitáculo del conductor y contará con ventilación por aire del exterior.

7.5.3.3 Los polos de la batería irán provistos de protección contra el riesgo de cortocircuito.

APENDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

- Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 03:1989
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1155:2008
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1689:1990
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3833:2008
- Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE 034:2008
- Reglamento a la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre.
- ASTM E 162 Standard Test Method for Surface Flammability of Materials Using a Radiant Heat Energy Source.
- AWS D1.2 Structural Welding Code- Aluminium.
- AWS D1.3 Structural Welding Code- Sheet Steel.
- AWS D1.6 Structural Welding Code- Stainless Steel.
- AWS D8.8M. Specification for Automotive weld quality-Arc Welding of Steel.
- AWS D8.14M/D8.14. Specification for automotive and light truck components weld quality aluminium arc welding
- Directiva Europea: Directiva 98/12/CE de la Comisión del 27 de enero de 1998 por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 71/320/CEE del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los dispositivos de frenado de determinadas categorías de vehículos a motor y sus remolques.
- Directiva Europea: Directiva 2001/85/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 20 de noviembre del 2001, relativa a las disposiciones especiales aplicables a los vehículos utilizados para el transporte de viajeros con más de ocho plazas además del asiento del conductor, y por la que se modifican las Directivas 70/156/CEE y 97/27/CE.
- FMVSS 212. Federal Motors Vehicles Safety Standard 212. Windshield Mounting.
- ISO 3795. Road Vehicles, and tractors and machinery for agriculture and forestry. Determination of burning behaviour of interior materials.
- Norma 3.1-IC: Trazado. O.M. de 27 de diciembre de 1999. Boletín Oficial del Estado, número 28, de 2 de febrero de 2000. MINISTERIO DE FOMENTO (2000) Madrid.
- Regulation 86. Uniform Provisions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles with Regard to the Strength of their Superstructure
- Specification for Structural Steel Buildings. American Institute Steel Construction.
- North American Specification for the design of Cold Formed Steel-Structural Members. American Iron and Steel Institute.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Regulation 36. Uniform Provisions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles with Regard to their General Construction.

Anexo 13: Diseño y construcción de un banco para la determinación del centro de gravedad y transferencias de pesos en vehículos livianos

Fuente: Benito Isafías Barbecho Morales, Guido Alexis Palacios Ortiz

Tomado de: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA

RESUMEN

El método de transferencia de pesos, permite hallar la ubicación del centro de gravedad de un vehículo con un cálculo sencillo en condiciones reales. El presente proyecto propone la construcción de un banco basándose en este método permitiendo calcular el centro de gravedad con un procedimiento práctico previamente definido; con la ayuda de un juego de balanzas automotrices se obtienen los pesos de cada uno de los ejes necesario para este proceso.

Al promediar los resultados obtenidos en más de una medición a diferentes alturas, se obtiene un valor más consistente, por lo que se necesita generar esta transferencia de pesos a diferentes alturas para lo que se usa tres alzas normalizadas para elevar el eje delantero del vehículo. Los datos obtenidos en la medición se ingresan en un programa elaborado en Visual Basic en el que se ingresa de manera organizada los datos necesarios, este programa arroja como resultando las coordenadas del centro de gravedad.

Finalmente se realiza una serie de mediciones y se calcula el centro de gravedad con cada una de estas, para evaluar la eficacia del método seleccionado, usando medidas estadísticas de dispersión y el cálculo del error para la validación de este proyecto.

FASE 1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El centro de gravedad se define como un punto de equilibrio, lo que implica encontrar donde la fuerza neta es igual a cero con un momento nulo. Este, no siempre coincide con el centro geométrico del vehículo.

(Sánchez, 2014)



Figura 1 Desplazamiento del centro de gravedad.

Fuente: (Peña, 2017)

El comportamiento del centro de masa puede simplificar el análisis del movimiento de un cuerpo complejo considerándolo una partícula. En el estudio del comportamiento dinámico del automóvil, existen varias condiciones de conducción que provocan diferentes cargas que afectan al centro de gravedad, entre estas se encuentran:

- El peso del vehículo (W)
- Fuerza de rozamiento o rodadura (Fr)
- Carga aerodinámica (Fa),
- Fuerzas laterales (Fl) provocadas por ráfagas de viento y/o desplazamiento en curva.

(Giancoli, 2006), (Luque, Álvarez, & Vera, 2

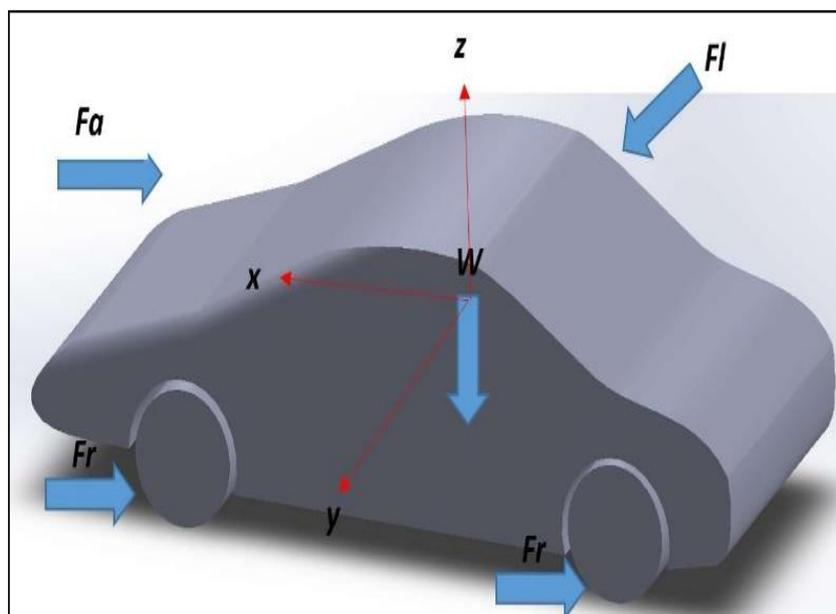


Figura 2 Fuerzas que actúan en el centro de gravedad.

Fuente: Autores

Además, depende de las características geométricas del auto tales como, ancho de vía, distancia entre ejes, radio del aro y del neumático, ángulo de giro en curva, geometría de la suspensión (camber, caster, ángulo de avance), se debe considerar el desplazamiento de fluidos, la forma y el diseño del chasis y carrocería según sea su aplicación, como por ejemplo: vehículos de turismo, deportivos, todoterreno, deportivo utilitario, furgoneta y camioneta (pickup); Todo este conjunto de características comprometen la ubicación y el desplazamiento del centro de gravedad.

(Luque, Álvarez, & Vera, 2004)

La determinación del centro de gravedad es importante para determinar el comportamiento del vehículo en derrapes, causados por: frenado brusco, colisiones, aceleraciones repentinas, etc. Cuando la fuerza se ejerce fuera de la línea de desplazamiento.

(Sánchez, 2014)

Se debe considerar además que los efectos dinámicos mencionados dependen también de la aplicación y tipo de vehículo, el número de pasajeros y cargas adicionales, debiendo

1.3 Ubicación del centro de gravedad

La estabilidad del automóvil depende de la ubicación y el equilibrio de masas en su centro de gravedad (CG), además sabemos que si tenemos un centro de gravedad elevado el vehículo será muy inestable al momento de tomar una curva a un determinado radio y velocidad, para evitar este problema y mejorar la seguridad del automóvil en desplazamiento lo que se busca es reducir la altura del centro de gravedad (h_{CG}) hacia la calzada mejorando de esta forma la estabilidad del vehículo.

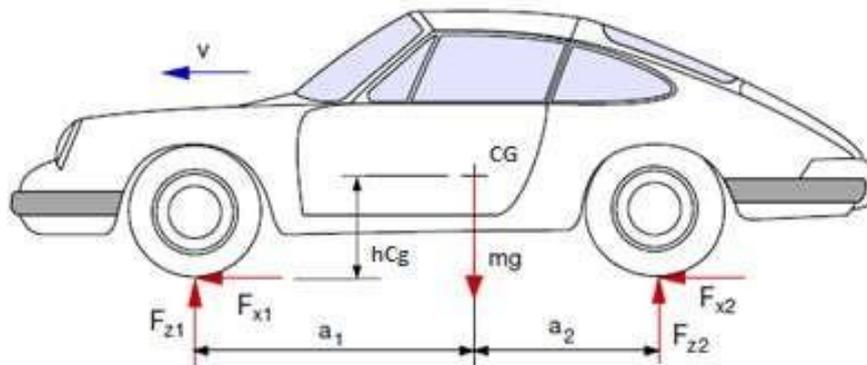


Figura 3 Ubicación del centro de gravedad.

Fuente: (Rill, 2004)

Por esto, los sistemas de cálculo que pueden ser validos en otros casos se vuelven en los automóviles poco prácticos debido a la complejidad del sistema. Incluso el conocer el centro de gravedad dado por el fabricante se vuelve irrelevante en un vehículo modificado. (Luque, Álvarez, & Vera, 2004)

1.4 Métodos para la Determinación del Centro de Gravedad

1.4.1 Según la Forma Geométrica del Cuerpo

En cuerpos geométricos sencillos, el centro de gravedad resulta relativamente fácil de calcular ya que estará en el centro geométrico del mismo, esto es cierto en elementos que posean formas regulares y de materiales homogéneos, lo que no se cumple en nuestro caso ya que el vehículo es un sistema complejo que no puede ser considerado como un solo elemento debido a las partes que en muchos casos poseen formas extremadamente complejas y son de materiales diferentes, incluso si se realizara el cálculo del centro geométrico, este no coincidiría con el centro de gravedad (Hibbeler, 1996)

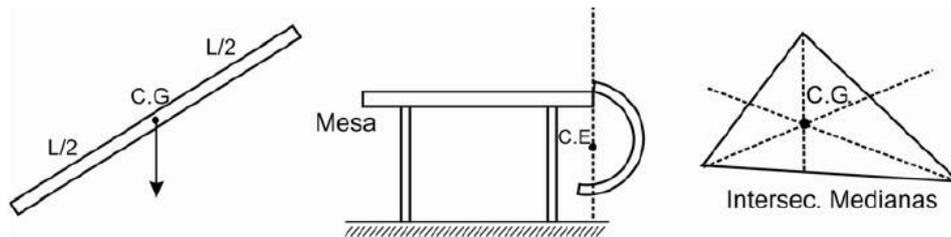


Figura 4 Centro de gravedad.

Fuente: (Sánchez, Paucar, & Orellana, n.d.)

1.4.2 Método de Sujeción de Cuerpos

Otro de los métodos con el que se cuenta para determinar el centro de gravedad consiste en suspender el objeto en un punto cerca de uno de sus bordes y con ayuda de una plomada trazar una línea perpendicular al piso y repetir la operación desde otro punto; el punto en el que estas líneas se intersectan será el centro de gravedad y es válido solo para cuerpos planos y pequeños. (Hibbeler, 1996)

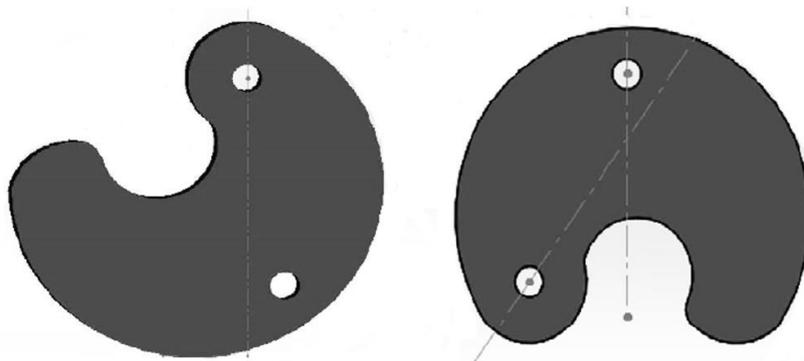


Figura 5 Sujeción de cuerpos. (Giancoli, 2006) modificado por los autores

1.4.3 Programas por Computadora

Los métodos computarizados por números finitos, son utilizados en competencias automovilísticas de alto nivel: sin embargo, requieren de simulaciones avanzadas e incluso el uso de un túnel de viento lo que genera altos costos que no justificarían su uso en el trucaje de vehículos en nuestro medio. (Hibbeler, 1996)

1.4.4 Método de Peso Individual en Cada Eje

Este método permite determinar el centro de gravedad de un vehículo en función de la fuerza que ejerce cada uno de los neumáticos contra la calzada, tomando en cuenta que la fuerza ejercida es igual al peso que soporta cada uno, es decir la distribución de pesos.

Este tiene muchas ventajas, ya que permite determinar el centro de gravedad estático de un vehículo en sus condiciones reales de distribución de pesos; incluso variando las mismas fácilmente, tales como: número de pasajeros, cargas adicionales (tanque lleno, tanque vacío, equipamiento, modificaciones, etc.) y demás condiciones estáticas que se puedan generar en un vehículo.

Este proyecto propone la elaboración de un programa, que realice el cálculo del centro de gravedad de un vehículo aplicando este método.

Su viabilidad, limitaciones, ventajas y un estudio de su validez; se desarrollará a lo largo de este capítulo, simplificando variables y analizando las condiciones reales del vehículo. (Milliken & Milliken, 2003)

1.2 Consideraciones Iniciales

El vehículo se encuentra en condiciones estables de funcionamiento, es decir todas las variables tales como: aceleración tanto frontal como lateral se mantienen fijas y no sufren variaciones en la suspensión debido a irregularidades en la carretera, por lo que se desprecian las variaciones que existen entre el peso suspendido y no suspendido.

Se asume además que el peso del vehículo y sus dimensiones, altura diámetro del neumático, ancho de vía batalla, etc. son constantes, estos valores varían siempre en cierta medida, sin embargo, pueden ser despreciadas para el cálculo. En vehículos de competencia se busca la estabilidad del mismo, la suspensión es rígida y el número de pasajeros constantes por lo que estas asunciones son válidas, sin embargo, este método no se puede utilizar en vehículos que sufran grandes variaciones en este aspecto.

Se considera que el comportamiento de todos los muelles, incluidos los de la suspensión, son lineales, lo que es cierto dentro del rango normal de funcionamiento de los mismos.

Para simplificar el cálculo debemos además valernos del principio de superposición es decir la fuerza total que afecta a un cuerpo va a ser igual a la suma de cada una de las fuerzas individuales, si se mide individualmente cada una de las cargas la suma de estas nos dará el peso total de vehículo.

Otra consideración a tomar es que el chasis es rígido, mientras más flexible sea este mayor será el fallo en el cálculo especialmente en torsión, un chasis razonablemente rígido no producirá desviaciones mayores en el cálculo, lo que permite el uso de este método (Milliken & Milliken, 2003)

1.2 Variables que afectan al centro de gravedad

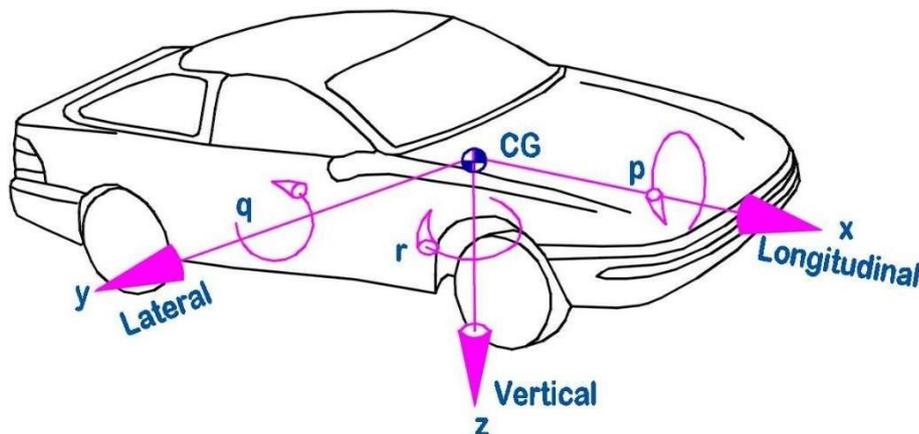
El cálculo del Centro de Gravedad dentro de la dinámica del automóvil como en la preparación de vehículos para competencia es de suma importancia, ya que como se explicó anteriormente el Centro de Gravedad es el punto donde todas las fuerzas de un cuerpo se concentran.

Así que son varios los efectos dinámicos que se ven afectados por la ubicación del mismo, se proceden entonces a explicar algunos de ellos.

1.2.1 Momentos

Las fuerzas que actúan a distancia del centro de gravedad generan un momento, este tiende a desequilibrar el vehículo, así que: un centro de gravedad mejor ubicado ayuda a reducir el efecto de estas fuerzas.

Figura 6 Momentos en el centro de gravedad. Fuente: (Borg, 2009) modificado por los autores.



La ubicación del centro de gravedad está determinada por la distribución de cargas, es el peso del motor el que más influye en su localización, por esto en vehículos deportivos de alta gama donde se espera un mayor rendimiento y exigencias en la conducción, el fabricante coloca el motor en la parte posterior, he incluso algunos modelos tienen un motor central.

Cuando se realiza modificaciones en el vehículo se debe tener cuidado con la distribución de las cargas que se adicionan y disminuyen, generalmente al modificar un vehículo se trata de retirar peso muerto como asientos (se retiran los posteriores y cambian los delanteros), accesorios, peso en carrocería y bastidor, etc. Sin embargo, se debe cuidar de que al reducir el peso en la parte posterior el centro de gravedad traslade más adelante en el vehículo, lo que no es deseable, así que los pesos adicionales se deben repartir tratando de mantener o idealmente retroceder el centro de gravedad.

(Luque, Álvarez, & Vera, 2004)

La ubicación del centro de gravedad está determinada por la distribución de cargas, es el peso del motor el que más influye en su localización, por esto en vehículos deportivos de alta gama donde se espera un mayor rendimiento y exigencias en la conducción, el fabricante coloca el motor en la parte posterior, he incluso algunos modelos tienen un motor central.

Cuando se realiza modificaciones en el vehículo se debe tener cuidado con la distribución de las cargas que se adicionan y disminuyen, generalmente al modificar un vehículo se trata de retirar peso muerto como asientos (se retiran los posteriores y cambian los delanteros), accesorios, peso en carrocería y bastidor, etc. Sin embargo, se debe cuidar de que al reducir el peso en la parte posterior el centro de gravedad traslade más adelante en el vehículo, lo que no es deseable, así que los pesos adicionales se deben repartir tratando de mantener o idealmente retroceder el centro de gravedad.

(Luque, Álvarez, & Vera, 2004)
 1.1.2 Vuelco estático

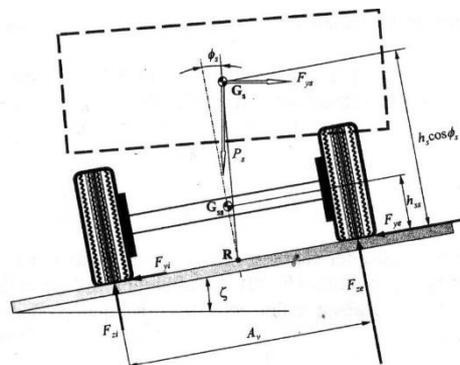
Otro factor a considerar y que esta también relacionado con la altura del centro de gravedad, es lo que se conoce como el vuelco estático, en el que su fórmula es:
 Aynas

Figura 7 Vuelco estático. Fuente: (Arribas & Martín, 2016)

Se puede entonces apreciar cuan crítica es la altura del centro de gravedad ya que esta es inversamente proporcional al ángulo máximo de inclinación, lo que quiere decir que un centro de gravedad más bajo permitirá al vehículo circular en ángulos mayores de calzada, esta fórmula se aplica en condiciones estáticas, sin embargo, en el siguiente punto se estudiará las condiciones dinámicas.
 (Luque, Álvarez, & Vera, 2004)

1.4.4. Velocidad de vuelco

La estabilidad del vehículo en una curva se pierde en el momento en que la fuerza centrífuga, supera a las fuerzas estabilizadoras, que incluyen la altura del centro de gravedad y la fuerza que ejercen los neumáticos sobre el piso.



En el que la nomenclatura de las variables es:

Tabla 1 Nomenclatura de las variables
 Fuente: Los autores.

NOMENCLATURA DE LAS VARIABLES.	
Viv	Velocidad de vuelco
Fy	Fuerza Lateral
Fc	Fuerza Centrífuga
Fz	Fuerza Normal a la Superficie de Rodadura
P	Peso
c	Angulo de inclinación de la calzada (Peralte)
g	Aceleración de la gravedad
R	Radio de la Trayectoria del Vehículo
B	Vía del vehículo
h	Altura del centro de gravedad

De lo que se deduce, que la altura del centro de gravedad es inversamente proporcional a la

velocidad de vuelco, por lo que mientras más bajo es el centro de gravedad, se brinda mayor estabilidad y permite circular en curvas a una mayor velocidad, básico en la preparación de vehículos de competencia.
(Luque, Álvarez, & Vera, 2004)

1.2 Dimensionamiento

Para determinar la ubicación del centro se usará coordenadas ortogonales en tres dimensiones, estableciendo la ubicación en el plano necesaria para mejorar la distribución de pesos y la altura del centro de gravedad. La ubicación del centro O de coordenadas se decidirá y discutirá en la parte concerniente al cálculo.

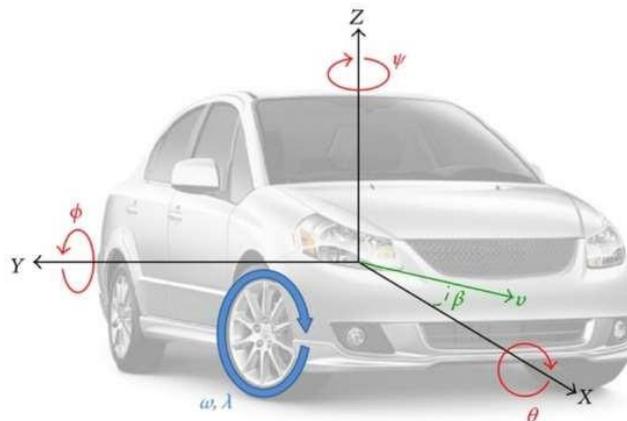


Figura 9 Sistema de referencia del vehículo. Fuente: (Vivas, Tudor, Hernández, & Morales, 2015)

1.2.1 Datos y pesaje del vehículo

Para el pesaje del vehículo, se utilizará balanzas marca Proform®, las mismas que son exclusivamente de uso automotriz, al momento de realizar el pesaje propone el uso de rampas que permitan colocar el vehículo progresivamente sobre las mismas. La pantalla de control del sistema, entrega la información tanto en Sistema Internacional, como en unidades americanas; de cada uno de los neumáticos individuales así registramos la información (W1, W2, W3, W4).

Figura 10 Balanzas automotrices Proform 5000lb Fuente: (Proform, n.d.)



Adicionalmente, se debe verificar que la superficie este nivelada, lo que permite exactitud en la medición. Antes de tomar los valores esperamos a que alcance un equilibrio estático, luego registramos el valor de peso de cada uno de los neumáticos y en que condición se toma la medición (tanque lleno, vacío, número de pasajeros, etc.). Posteriormente, se realiza las mediciones en el vehículo para obtener la siguiente información:

1.1.2 Ancho de vía

Este puede variar de eje delantero a eje posterior en algunos vehículos de competencia, por eso en este caso se utilizará ambos valores por lo que el programa requerirá el ingreso de dos datos, ancho de vía de eje frontal (tF) y ancho de vía del eje posterior (tR). Este valor debe medirse desde la línea central de ambos neumáticos.

|

Anexo 14: Desarrollo de un reglamento técnico referente a elementos de seguridad para vehículos de categoría M1

Fuente: Ramiro Andrés Rosero Añazco

Tomado de: Escuela politécnica del ejercito

RESUMEN

Es difícil pensar en la vida moderna sin el apoyo del transporte, que ha permitido concretar una visión globalizada del planeta en el cual las distancias son cada vez más cortas y el movimiento de gente y mercancías fluye a un ritmo difícil de imaginar en el pasado. Sin duda, la evolución de los medios y modos de transporte es una imagen decidora sobre el progreso general de la humanidad; sin embargo, como en todas las actividades humanas, los beneficios que se derivan de ellas vienen acompañados de un conjunto de efectos no deseados, que obligan, más aún a que actuemos de manera más inteligente, a fin de incorporar análisis integrales en nuestras decisiones, cuando hemos sido testigos de la magnitud e importancia de esas consecuencias negativas. El progreso por el progreso ha tocado límite, ilustraciones de chimeneas humeantes o calles de alto tráfico motorizado, han dejado de ser expresiones idealizadas del desarrollo.

Si bien el transporte constituye un elemento central en la dinámica social y económica de un país, su tratamiento debe considerar a más de las funciones obvias del traslado de bienes, personas y el movimiento de vehículos, las implicaciones o impactos nocivos que puede causar sobre un territorio y sus habitantes.

En este sentido, y aunque seguramente podrán encontrarse más temas de discusión, en el presente trabajo de investigación se trata de dos aspectos fundamentales derivados del transporte que deben necesariamente ser analizados; por un lado, el alto número de accidentes de tránsito en las vías y su creciente presencia entre los principales problemas de salud pública y por otro lado, la contaminación del aire, sus consecuencias sobre el medio ambiente y la calidad de vida de la población.

En el vehículo los sistemas que interactúan en pro de la seguridad vial son los elementos de seguridad activa y pasiva. Los sistemas de seguridad activa comprenden aquellas propiedades, elementos que ayudan al conductor a

maniostrar el vehículo; forman el conjunto, todas las soluciones que garantizan una buena visibilidad en condiciones de clima adversas, un frenado eficiente, estable, potente, una buena recuperación, y un comportamiento de marcha previsible mediante una buena adaptación del tren de rodaje que permita superar sin preocuparse las situaciones más críticas.

La seguridad pasiva comprende el conjunto de características y dispositivos que interactúan para reducir o evitar las consecuencias de un choque sobre los ocupantes del vehículo; entre estos elementos y características se encuentran los sistemas de retención, materiales absorbentes de energía, carrocerías con programas de deformación programada, entre otros. Como un complemento al análisis de los elementos de seguridad pasiva se detallan las pruebas que se realizan a nivel mundial en los programas de evaluación de evaluación de vehículos nuevos.

Con lo relacionado a la gestión ambiental se analizan los principales contaminantes del aire y sus efectos sobre la salud humana, así como los métodos de evaluación de emisiones vehiculares y contaminación acústica. Siendo que la calidad del aire está ligada a tres componentes claves cuya interacción determina el nivel de emisiones: la tecnología, el combustible y el manejo, se hace un análisis de estos parámetros, fundamentales en la tarea de reducción de emisiones contaminantes, gases de efecto invernadero y consumo de combustible.

Uno de los retos de las sociedades desarrolladas en materia de movilidad es evolucionar hacia modelos económicos de bajo consumo de carbono, menor consumo energético y diversificación de la matriz energética, haciéndolo con criterios de equidad social y reparto justo de la riqueza. Es en suma, el reto de la sostenibilidad. Por ello, una movilidad sostenible implica garantizar que nuestros sistemas de transporte respondan a las necesidades económicas, sociales y medioambientales, reduciendo al mínimo sus repercusiones negativas. La movilidad sostenible engloba un conjunto de procesos y acciones orientadas a conseguir como objetivo final un uso racional y eficiente de los medios de

transporte públicos como de los privados; para con esto conseguir reducir la contaminación atmosférica y acústica al disminuir el número de vehículos que circulan por las vías, consecuentemente la reducción de accidentes de tránsito y de muertes a casusa de estos.

Con todo lo expuesto, esta investigación pretende crear un proyecto de reglamento técnico referente a elementos de seguridad y evaluación de emisiones en vehículos, basado en normas y reglamentos técnicos internacionales, para controlar y minorar los problemas derivados del transporte, con el fin de tener un entorno más saludable y mejorar la calidad de vida de los habitantes de nuestras ciudades.

PRESENTACIÓN

A principios del siglo pasado, al inicio de la era automotriz, los fabricantes no tenían caminos a seguir ni paradigmas que romper; aun existiendo la necesidad, la seguridad estaba relegada a un último plano, ni pensar en la protección del ambiente o la eficiencia energética; rápidamente fue evolucionando la técnica y la tecnología; se empezaron a establecer problemas y necesidades, también a crear sus soluciones; los paradigmas están cambiando.

Vivimos una época fugaz, agresiva, beligerante; el crecimiento del parque automotriz mundial, el acelerado estilo de vida y sus efectos en la sociedad. La evolución de la tecnología, la tecnificación de la industria automotriz, así como el incremento de la población, el crecimiento, la evolución del comercio y los mercados mundiales han llamado la atención sobre diversos problemas de connotación tecnológica, ambiental, comercial y social.

Con lo expuesto, primeramente, es necesario aumentar el nivel de seguridad en los vehículos de tal manera que se proteja la vida de sus ocupantes, enfatizar en la eficiencia energética así como en el uso inteligente y medido de los recursos.

En segundo lugar, es preciso armonizar, reducir y/o aumentar la diversidad de las exigencias reglamentarias en relación con la seguridad de los vehículos y su acción con el medio ambiente para facilitar el comercio mundial y la interrelación tecnológica.

Los fabricantes actuales hablan sobre cómo se están racionalizando sus arquitecturas globales, es cuestión de fabricación inteligente: tener muchas piezas y dimensiones en común por debajo de la carrocería, mientras lo que si ven es lo específico y único para cada modelo. Esto para que los productos puedan adaptarse a diferentes requerimientos del mercado, aunque reteniendo un alto contenido de componentes básicos que ayudan a reducir los costos y a acelerar el proceso de desarrollo, todo de modo sistemático.

CAPÍTULO I

CLASIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS VEHÍCULOS

1.1.- CLASIFICACIÓN

1.1.1.- CATEGORÍAS DE VEHÍCULOS ¹

Se clasifica a los vehículos según el número de ruedas, su masa máxima y sus condiciones de uso.

Tabla I.1.- Categorías de Vehículos

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
CATEGORÍA L	Vehículos a motor con menos de cuatro ruedas
CATEGORÍA L1	Vehículos de dos ruedas de cilindrada ≤ 50 cm ³ (motor de combustión interna) y velocidad máxima ≤ 45 km/h
CATEGORÍA L2	Vehículos de tres ruedas de cilindrada ≤ 50 cm ³ (motor de combustión interna) y velocidad máxima ≤ 45 km/h
CATEGORÍA L3	Vehículos de dos ruedas de cilindrada > 50 cm ³ (motor de combustión interna) y velocidad máxima > 45 km/h
CATEGORÍA L4	Vehículos de tres ruedas asimétricas, con respecto al eje medio longitudinal del vehículo, de cilindrada > 50 cm ³ (motor de combustión interna) o velocidad máxima > 45 km/h (motos con "sidecar")
CATEGORÍA L5	Vehículos de tres ruedas simétricas, con respecto al eje medio longitudinal del vehículo, de cilindrada > 50 cm ³ (motor de combustión interna) o velocidad máxima > 45 km/h
CATEGORÍA L6	Vehículo de cuatro ruedas cuya masa no supere los 350 kg con una velocidad máxima > 45 km/h, de cilindrada ≤ 50 cm ³
CATEGORÍA L7	Vehículo de cuatro ruedas cuya masa no supere los 400 kg
CATEGORÍA M	Vehículos de motor destinados al transporte de personas y que tengan por lo menos cuatro ruedas.
CATEGORÍA M1	Vehículos destinados al transporte de personas que tengan, además del asiento del conductor, ocho plazas como máximo.
CATEGORÍA M2	Vehículos destinados al transporte de personas que tengan, además del asiento del conductor, más de ocho plazas y cuya masa máxima no supere las 5 toneladas.
CATEGORÍA M3	Vehículos destinados al transporte de personas que tengan, además del asiento del conductor, más de ocho plazas y cuya masa máxima supere las 5 toneladas.
CATEGORÍA N	Vehículos de motor destinados al transporte de mercancías que tengan por lo menos cuatro ruedas.

¹ DIRECTIVA 2007/46/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO

CATEGORÍA N1	Vehículos destinados al transporte de mercancías con una masa máxima no superior a 3,5 toneladas.
CATEGORÍA N2	Vehículos destinados al transporte de mercancías y con una masa máxima superior a 3,5 toneladas pero inferior o igual a 12 toneladas.
CATEGORÍA N3	Vehículos destinados al transporte de mercancías y con una masa máxima superior a 12 toneladas.
CATEGORÍA O	Remolques (incluidos los semirremolques).
CATEGORÍA O1	Remolques cuya masa máxima no exceda de 0,75 toneladas.
CATEGORÍA O2	Remolques con una masa máxima superior a 0,75 toneladas pero inferior o igual a 3,5 toneladas.
CATEGORÍA O3	Remolques con una masa máxima superior a 3,5 toneladas pero inferior o igual a 10 toneladas.
CATEGORÍA O4	Remolques con una masa máxima superior a 10 toneladas.
CATEGORÍA G	Vehículos todo terreno
CATEGORÍA T	Tractores agrícolas y para silvicultura.

En caso de que no sea aparente que un vehículo pertenezca a la categoría M o N, está considerado de categoría N si cumple las siguientes condiciones:

$$X > S \times 68$$

$$X > 150 \text{ kg.}$$

$$S \leq 6 \text{ para vehículos con un peso máximo que no exceda las 3.5 toneladas}$$

$$S \leq 8 \text{ para todos los demás vehículos}$$

$$X = P - (R + S \times 68) \quad (\text{Ecuación 1.1})$$

Donde:

P = Máxima capacidad de carga declarada por el fabricante (kg)

R = Peso nominal del vehículo más la adición del conductor (75kg)

S = Capacidad de pasajeros excluyendo el conductor.

Todo vehículo de categoría N1 cuya masa máxima no supere las 2 toneladas, y todo vehículo de categoría M1, se considerará vehículo todo terreno si dispone de:

1. Al menos un eje delantero y un eje trasero concebidos para ser simultáneamente propulsores, incluso con la posibilidad de desembragar la motricidad de un eje;

2. Al menos un dispositivo de bloqueo del diferencial o un mecanismo de efecto similar y que además pueda salvar una pendiente del 30 %.

Además, deberán satisfacer al menos cinco de los seis requisitos siguientes:

1. Un ángulo de ataque de 25 grados como mínimo;
2. Un ángulo de salida de 20 grados como mínimo;
3. Un ángulo de rampa o ruptura de 20 grados como mínimo;
4. 180 mm de altura mínima del eje delantero;
5. 180 mm de altura mínima del eje trasero;
6. 200 mm de altura mínima entre los ejes.

1.2.- DIMENSIONES EN VEHÍCULOS TODO TERRENO ²

1.2.1.- ÁNGULO DE ATAQUE

Es el ángulo más grande entre el plano horizontal y los planos tangenciales a las llantas del frente estáticamente cargadas, de modo que ningún punto del vehículo delante del eje se ubique bajo estos planos y ninguna parte adherida rígidamente al vehículo se ubique bajo estos planos.

1.2.2.- ÁNGULO DE DERIVA

Es el ángulo más grande entre el plano horizontal y los planos tangenciales a las plantas de las ruedas posteriores estáticamente cargadas, de modo que ningún punto del vehículo se ubique bajo estos planos y ninguna parte adherida rígidamente al vehículo se ubique bajo estos planos.



Figura 1.1.- Ángulos de ataque y deriva.

1.2.3.- ÁNGULO DE RAMPA

Es el ángulo agudo mínimo entre dos planos, perpendicular al plano medio longitudinal del vehículo, tangencial, respectivamente, a las llantas de las ruedas del frente y de la parte posterior, con carga estática, e interceptando en una línea que toca la parte inferior del vehículo, fuera de estas ruedas. Este ángulo definir la rampa más grande sobre la cual puede moverse el vehículo.

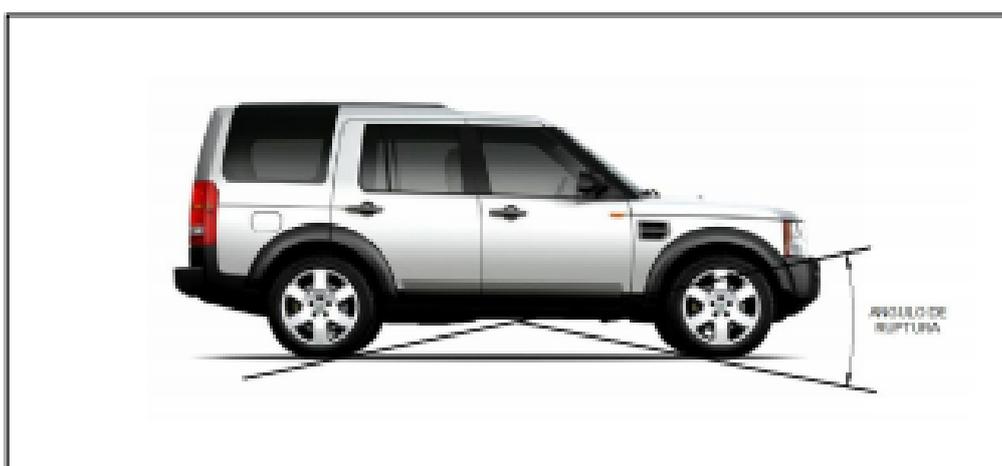


Figura 1.2.- Ángulo de Rampa.

1.2.4.- DESPEJE DEL SUELO ENTRE EJES

Es la distancia más corta entre el plano horizontal y el punto fijo más bajo del vehículo.



Figura 1.3.- Despeje al suelo entre ejes.

1.2.5.- DESPEJE DEL SUELO POR DEBAJO DE UN EJE

Es la distancia por debajo del punto más alto del arco de un círculo que pasa a través del centro de la huella del neumático de un eje (ruedas internas en caso de tener doble llanta) y pasando por el punto fijo más bajo entre las ruedas del vehículo. Ninguna parte rígida debe sobresalir en la sección de la circunferencia del diagrama mostrado en la figura 1.4.

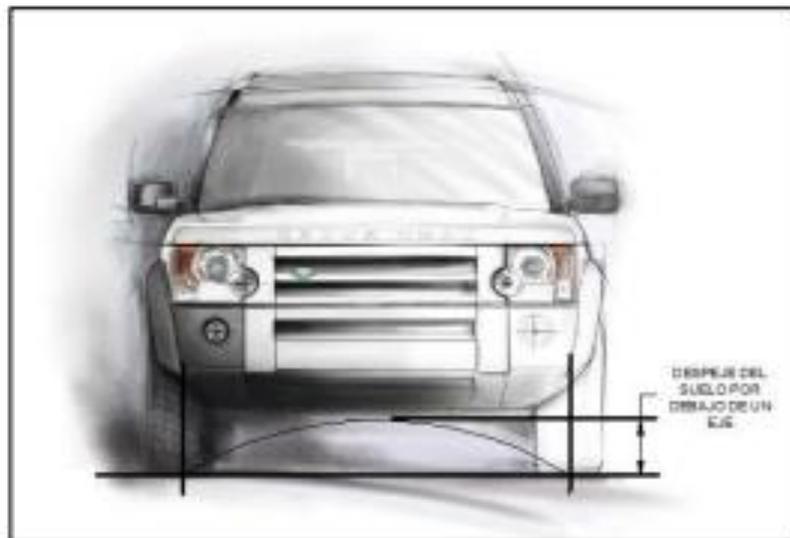
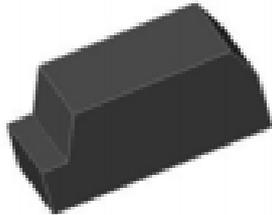
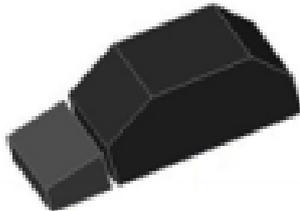
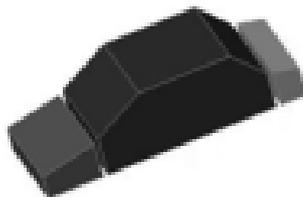


Figura 1.4.- Despeje del suelo por debajo de un eje.

1.3.- TIPOS DE VEHÍCULOS SEGÚN SUS VOLÚMENES

El número de volúmenes indica que en la estructura del vehículo existe uno, dos, o tres compartimentos separados para el motor, pasajeros y equipaje.

Tabla I.2.- Volúmenes de la carrocería.

MONOVOLUMEN	DOS VOLÚMENES	TRES VOLÚMENES
		

1.4.- TIPOS DE VEHÍCULOS SEGÚN LA FORMA DE SU CARROCERÍA

Se define a la carrocería como el elemento o conjunto de elementos que conforman el perfil de la estructura exterior de un automóvil. Su función es proteger a los ocupantes del vehículo del viento y otros agentes externos relacionados con el clima; absorber esfuerzos y golpes en caso de accidentes para proteger a sus ocupantes y dar una forma característica y estética al vehículo con una mínima resistencia al viento.

Según la forma exterior característica de la carrocería y para la función para la que el vehículo que fue concebido existen varias designaciones que se les da:

Tabla I.3.- Tipos de vehículos turismo según su carrocería.

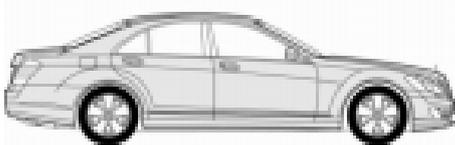
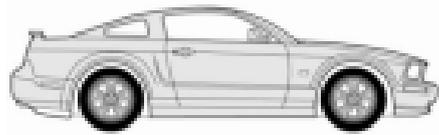
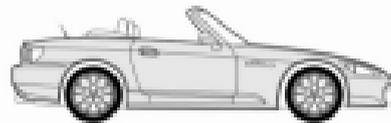
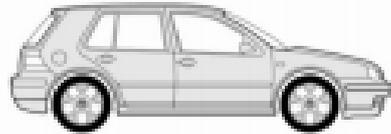
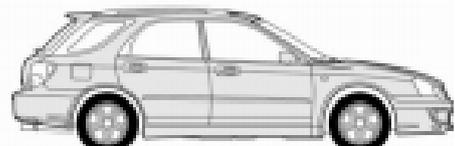
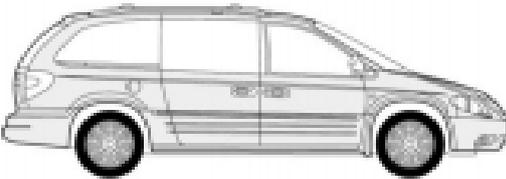
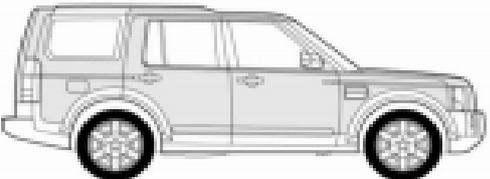
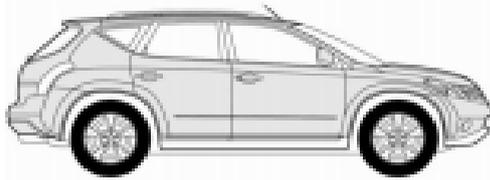
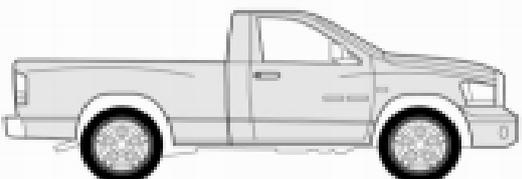
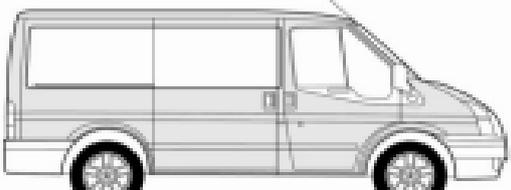
<p>SEDAN</p> 	<p>Un sedán tiene un toldo fijo elevado hasta el parabrisas trasero, consta de tres pilares ABC y tres volúmenes. Tienen 4 puertas y constan de 4 o 5 plazas en un mínimo de dos filas.</p>
<p>CUPÉ</p> 	<p>Un cupé (del francés coupe que significa cortar) es un vehículo en el cual el toldo sigue la misma línea del cristal trasero y de la cajuela; un pilar C con una inclinación pronunciada. Tienen 2 puertas y el número de plazas oscila entre 2 y 4. Esta configuración es usada en la mayoría de los automóviles deportivos.</p>
<p>CONVERTIBLE</p> 	<p>En este vehículo la principal característica es que el toldo y el cristal trasero son retractables o móviles, carecen de pilares B y C. Tienen 2 o 4 puertas y el número de plazas oscila entre 2 y 4. La mayoría son modelos derivados de un cupé pero también los hay provenientes de sedanes y hatchbacks.</p>
<p>HATCHBACK</p> 	<p>La principal característica es la falta de cajuela visible en la parte posterior (el pilar C cae verticalmente), el cristal trasero se abre vertical o casi verticalmente para permitir el acceso a la zona de carga, Tienen 3 o 5 puertas en dos volúmenes definidos, 4 ventanas laterales y 4 o 5 plazas en un mínimo de dos filas.</p>
<p>STATION WAGON / FAMILIAR</p> 	<p>La diferencia con un hatchback radica en que en un familiar hay un pilar D. Generalmente la carrocería se deriva de un sedan existente. Tienen 5 puertas, 6 ventanas laterales y un número de plazas que oscila entre 5 y 7 en un mínimo de dos filas.</p>

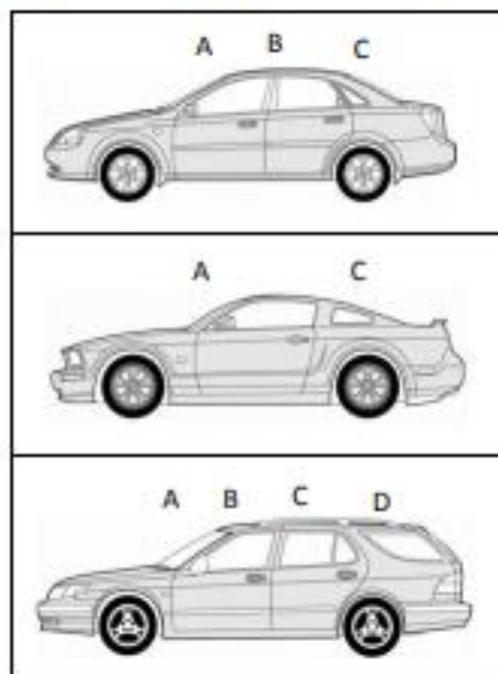
Tabla I.4.- Tipos de vehículos utilitarios según su carrocería.

MINIVAN	
	<p>Monovolumen orientado especialmente al transporte de pasajeros, en los cuales también se puede ampliar su volumen de carga retirando o plegando algunas de sus plazas dependiendo de las necesidades de transporte. Constan de cinco puertas y una o dos de ellas pueden ser corredizas para facilitar la entrada y salida de los pasajeros; el número de plazas oscila entre 2 y 15.</p>
DEPORTIVO UTILITARIO (SUV)	
	<p>Un SUV (Sport Utility Vehicle) es una combinación entre un todoterreno y un turismo, con aspecto similar al primero pero diseñado para circular principalmente por asfalto (varios cuenta con grandes habilidades todo terreno).</p>
CROSSOVER	
	<p>Ligados al segmento de los SUV están los CUV (Crossover Utility Vehicle) construidos sobre plataformas existentes de sedanes, con características de diseño y desempeño de los SUV, minivan y vagonetas.</p>
CAMIONETA - PICK UP	
	<p>Una pickup o camioneta es una mezcla entre vehículo para pasajeros y uno de carga (con una plataforma trasera de carga descubierta); también tienen capacidad de remolque y en algunos casos capacidades todo terreno. Constan de 2 o 4 puertas y el número de plazas oscila entre 2 y 5.</p>
FURGONETA – VAN	
	<p>Monovolumen orientado al transporte de pasajeros o carga. Constan de un mínimo de 4 puertas y una o dos de ellas pueden ser corredizas para facilitar la entrada y salida de los pasajeros; el número de plazas oscila entre 2 y 15.</p>

1.4.1.- PILARES

Los pilares refuerzan lateralmente la estructura y el techo, también aportan a mejorar la rigidez estructural del vehículo, especialmente la torsional, y junto a los largueros del techo forman el arco que configura el habitáculo.

Tabla I.5.- Nomenclatura de los pilares.



1.5.- TIPOS DE VEHÍCULOS SEGÚN SU CONSTRUCCIÓN ³

Existen tres sistemas fundamentales de construcción:

- Carrocería y chasis separados;
- Carrocería con plataforma - chasis;
- Carrocería auto portante.

1.5.1.- CARROCERÍA Y CHASIS SEPARADOS

Este sistema es el más antiguo y actualmente sólo se aplica en la construcción de camiones y maquinaria pesada, también en vehículos "todoterreno" y en automóviles con carrocería de fibra. La configuración básica, está constituida por la unión de dos estructuras principales:

- El bastidor;
- La carrocería.

El bastidor es una estructura constituida por un armazón de vigas o largueros de acero montados longitudinalmente en el vehículo, unidas mediante travesaños soldados, atornillados o remachados, dispuestos transversal o diagonalmente. El bastidor posee una elevada resistencia y rigidez, constituyendo la base sobre la que se montan los órganos mecánicos y la carrocería; por lo que recibe y absorbe todos los esfuerzos de flexión y torsión provocados por el normal funcionamiento del vehículo. Se denomina chasis al conjunto de bastidor y elementos mecánicos (tren motriz, suspensión). En este caso la carrocería constituye la envoltura externa del vehículo y carece de funciones de resistencia. Para su montaje, se atornilla al bastidor a través de juntas de caucho.

El sistema de carrocería y chasis separados provee gran robustez y resistencia para transportar cargas elevadas y elevada rigidez para poder soportar grandes esfuerzos estáticos y dinámicos.

Este sistema se ha desechado debido principalmente porque en relación a otros sistemas de construcción el peso del vehículo aumenta considerablemente, hay un menor control sobre las zonas de deformación, el centro de gravedad más alto lo que hace disminuir la estabilidad y aumenta el coeficiente aerodinámico (Cx). También tienen un mayor costo de producción.

1.5.1.1.- Tipos de bastidor

Los bastidores suelen diseñarse con diferentes formas y geometrías, en función de diversas necesidades como: resistencia, distribución especial de la carga, flexiones y torsiones elevadas y frecuentes, etc. Los más usuales son:

Tabla 1.6.- Tipos de bastidores.

TIPO DE BASTIDOR	DESCRIPCIÓN
EN ESCALERA (EN H)	Consiste en dos largueros laterales de chapa laminada o embutida y soldada, (con perfil cuadrado o en "U") paralelos o no, unidos mediante una serie de travesaños. En su momento fue uno de los más utilizados, centrándose su uso en la actualidad en camiones y algunos furgones ligeros, debido a su gran solidez.
DE COLUMNA (EN X)	Este bastidor se estrecha por el centro, proporcionando al vehículo una estructura rígida, diseñada para contrarrestar los puntos de torsión elevada. El travesaño delantero es muy robusto para servir de fijación a los anclajes de las suspensiones delanteras. Una variedad del mismo es el bastidor de tubo central, que cuenta con una viga gruesa longitudinal en la sección central, con perfil cuadrado o redondo, y que tiene en sus extremos los respectivos amazones para alojar los elementos mecánicos del vehículo (tren motriz, suspensiones, dirección, etc.). Su empleo se centra principalmente, en vehículos de competición.
PERIMÉTRICO	En este tipo de bastidor los largueros soportan la carrocería en la parte más ancha, ofreciendo mayor protección en caso de impacto lateral. Presentan una configuración escalonada detrás y delante de las ruedas delanteras y traseras, para formar una estructura de caja de torsión que, en caso de impacto frontal absorbe gran parte de la energía generada. Los travesaños traseros están diseñados convenientemente para absorber la energía de un impacto trasero. En caso de impacto lateral, como el larguero longitudinal (lateral) se encuentra muy cerca del cerramiento del piso, se evitan en parte los aplastamientos.
TUBULAR	Este tipo de bastidor evoluciona el concepto de pesados chasis, hacia estructuras esbeltas tipo jaula sobre las que se atornillan las chapas exteriores de la carrocería. El entramado de tubos da lugar a una estructura muy rígida y liviana, permitiendo aligerar otras piezas al liberarlas de responsabilidad estructural. Este tipo de diseño se emplea en vehículos de competición, en los que la carrocería exterior tiene una misión meramente estética y aerodinámica, y donde es necesario disponer de una gran accesibilidad mecánica. Su empleo en vehículos de serie se ve condicionado, entre otras razones, por su elevado coste de producción.

1.5.2.- CARROCERÍA CON PLATAFORMA - CHASIS

Esta configuración puede compararse con la de chasis con carrocería separada. La plataforma portante constituida por un chasis aligerado formado por la unión, mediante soldadura por puntos de varias chapas, que forman una base fuerte y sirve a la vez de soporte de las partes mecánicas y posteriormente de la carrocería.

1.5.3.- CARROCERÍA AUTO PORTANTE

Esta configuración es la más utilizada. En su diseño, se parte del concepto de hacer una estructura metálica envolvente constituida por la unión de elementos de chapa de diferentes formas y espesores, es decir, hacer una caja resistente que a su vez se soporte a sí misma y a los elementos mecánicos que se fijan sobre ella (por esta razón el nombre de auto portante).



Figura 1.5.- Carrocería auto portante Land Rover LR3.

Esta estructura proporciona al vehículo:

- Resistencia adecuada a los esfuerzos dinámicos de flexión y torsión habituales;

- Resistencia adecuada a las cargas estáticas como son el peso del propio vehículo, de los pasajeros y de la carga;
- Base de anclaje idónea para soportar, directamente o con interposición de elementos elásticos, los diferentes órganos mecánicos y eléctricos que componen el vehículo;
- La forma de la carrocería del vehículo.

Las chapas empleadas para su construcción son cortadas y estampadas en varias fases hasta que adquieren la forma y espesor definitivos en cada punto, cumpliendo los requerimientos de diseño que garantizan una resistencia y rigidez óptimas con un peso mínimo.

Para garantizar en lo posible la seguridad de los ocupantes, la estructura auto portante se proyecta de manera que ofrezca una resistencia diferenciada, es decir, que absorba y disipe la máxima cantidad posible de la energía generada por el choque y al mismo tiempo mantenga una célula indeformable en torno al habitáculo de pasajeros; para lo cual las piezas se construyen con unas determinadas formas y espesores siguiendo un plan de deformación programada proyectado en la fase de diseño.

Las ventajas que aportan este tipo de carrocerías son:

- Dota al vehículo de una gran ligereza, estabilidad y rigidez;
- Facilita la fabricación en serie, lo que repercute en una mayor perfección en su fabricación, menores tiempos y costos en la producción;
- Tiene el centro de gravedad más bajo, por lo que mejoran la estabilidad de marcha del vehículo;

1.5.3.1.- Sub chasis

Bajo esta denominación se conocen a pequeños chasis complementarios e independientes de la carrocería, a la que se acoplan por medio de elementos elásticos, fijados mediante tornillos. Estos "semi chasis" soportan los distintos

órganos mecánicos: tren motriz, suspensión, etc., aumentando la rigidez dinámica del conjunto, la seguridad pasiva, y alargando la vida útil de algunos componentes; además disminuyen ruidos, vibraciones y tiempos para realizar ciertas intervenciones sobre los conjuntos antes citados.

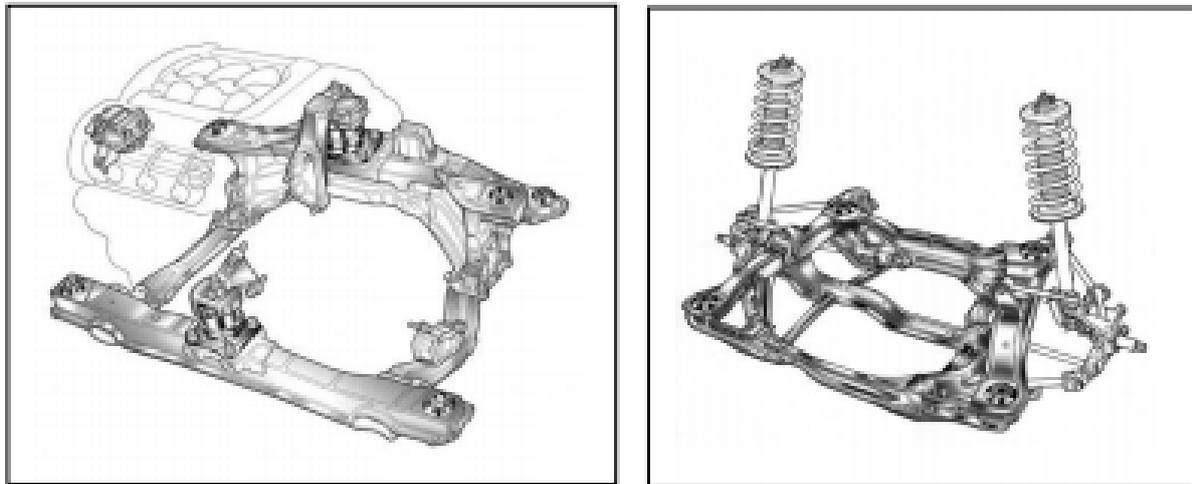


Figura 1.6.- Sub Chasis delantero y posterior.

1.6.- UTILIDAD Y NECESIDADES

A lo hora de elegir un modelo en especial de vehículo se debe hacer una evaluación objetiva y la subjetiva de las opciones que se ofrecen en el mercado. Hay tres criterios fundamentales que se debe tomar en cuenta para escoger la mejor opción, la que de mejor manera satisfaga nuestras necesidades de transporte y dé más por el dinero pagado; los criterios son:

1.6.1.- SUPERIORIDAD

Se evalúan las características especiales que posee cada vehículo:

- Utilización de recursos, características innovadoras;
- Opciones en materia de seguridad activa y pasiva;
- Paquetes y opciones ofrecidas, configuración del interior, número de las plazas, distribución de los espacios, ergonomía;

- Características de rendimiento tales como el torque y potencia, a más de esto la dinámica de conducción;
- El estilo y el diseño;
- Consumo de combustible y nivel de emisiones contaminantes.

1.6.2.- IMPORTANCIA

Una evaluación objetiva, evaluar al vehículo por lo que hacen y no por lo que es:

- Qué tan bien el vehículo realiza el trabajo para el que fue creado;
- Virtudes de ingeniería, soluciones tecnológicas inteligentes que faciliten la conducción, mejoren la seguridad para los pasajeros y demás usuarios de la vía, el desempeño o el consumo de combustible;
- Cómo cambia las tendencias y las percepciones del consumidor;
- Qué tan atractivo y útil es un modelo para el mercado local y si establece o no un nuevo paradigma.

1.6.3.- VALÍA

Que vehículo da más valor por el dinero:

- Realizar una comparación con segmentos similares de vehículos existentes en el mercado;
- Al final lo más importante, el costo; un vehículo con un precio bajo básico parecería tener un ventaja pero es probable que su valor no sea tan bueno como el de un vehículo más caro que ofrece un mejor desempeño y una mejor calidad de construcción, características de seguridad junto con una mejor funcionalidad, menores costos de mantenimiento y un mayor precio de reventa.

CAPÍTULO II

ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD ACTIVA

2.1.- INTRODUCCIÓN

Por seguridad activa se entienden aquellas propiedades, elementos y dispositivos que ayudan al conductor a maniobrar el vehículo y circular de la manera más segura posible. Forman el conjunto, todas las soluciones que garantizan una buena visibilidad, frenado estable y potente, una buena recuperación, y un comportamiento de marcha previsible mediante una buena adaptación del tren de rodaje que permita superar sin preocuparse las situaciones más críticas.

A tal efecto existen una serie de sistemas y elementos que se complementan entre sí. Iluminación adecuada para poder ver y ser vistos, así también para poder anticiparse a movimientos o reacciones de otros conductores; un sistema de frenos eficaz; un motor potente y flexible que provea rápidas recuperaciones para realizar adelantamientos con facilidad; una dirección sensible y rápida a los movimientos del volante, que facilite cualquier tipo de maniobra, sin que por ello los cambios de dirección resulten bruscos e imprevisibles; suspensión con un nivel adecuado de confort que proporcione una buena adherencia del neumático con el suelo para conseguir unas elevadas prestaciones en cuanto a seguridad de marcha se refiere; una tracción que sea capaz de transmitir la potencia del motor a las ruedas, garantizando con ello un nivel óptimo de estabilidad de marcha; neumáticos que garanticen una gran adherencia al suelo en cualquier condición de marcha y especialmente en condiciones extremas.

El neumático tiene una especial importancia en materia de seguridad activa, ya que es el único vínculo que existe entre el vehículo y el suelo, y a través del mismo se transmiten todas las fuerzas dinámicas (aceleraciones, frenadas, cambios de dirección, etc.).

Además de todo lo expuesto, la carrocería también participa en la seguridad activa. Una carrocería bien diseñada producirá pocos ruidos aerodinámicos, será rígida (permitiendo pequeñas torsiones y flexiones controladas) y facilitará el trabajo a la dirección y a las suspensiones, mejorando con ello la seguridad dinámica.

Del mismo modo, a la hora de diseñar un vehículo automóvil hay que tener muy presente que ya sea por vías en perfecto estado (buen trazado, firme, adherente, recubrimiento uniforme, etc.) o en mal estado, el vehículo va a desplazarse sobre sus ruedas. Razón por la que estos elementos deben estar en permanente contacto con el suelo ya que, de otra forma, no es posible acelerar o frenar y mucho menos orientarlas para cambiar de dirección. Primer aspecto de la seguridad activa es, por tanto un permanente contacto de las ruedas con la carretera.

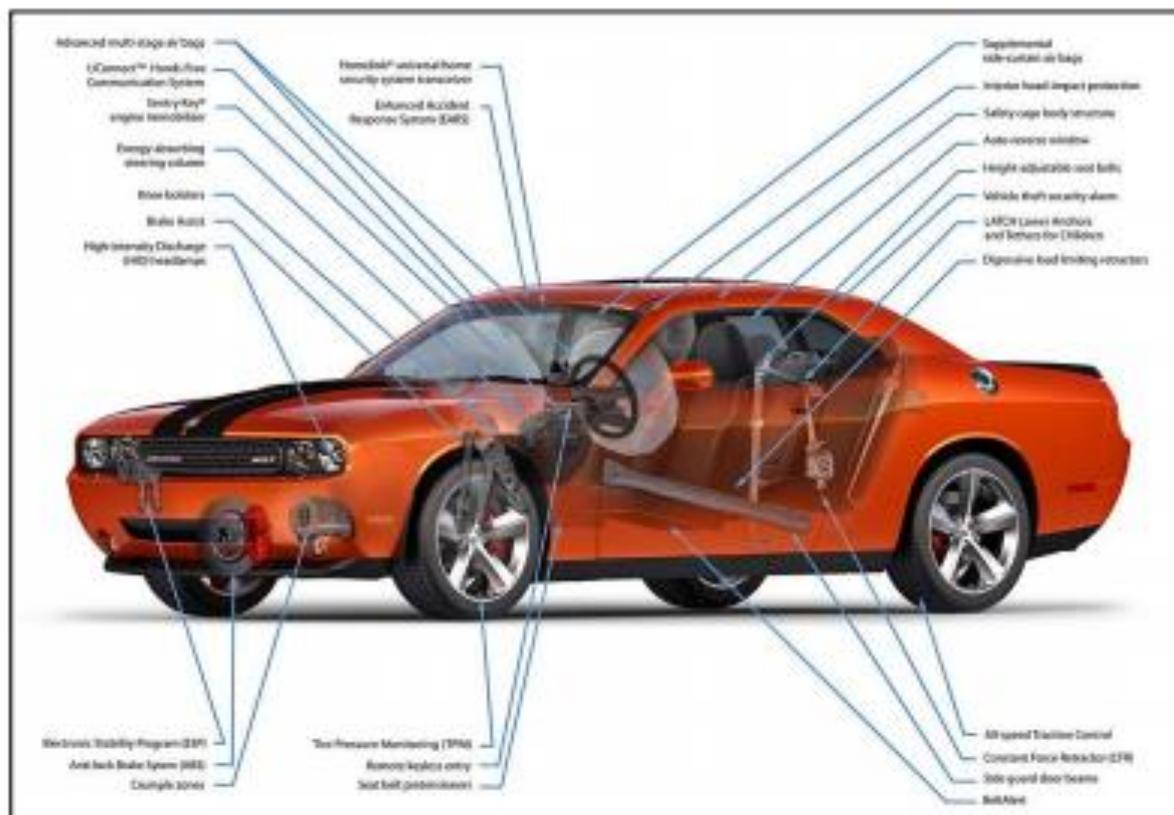


Figura 2.1.- Elementos de seguridad activa y pasiva Dodge Challenger SRT8.

2.2.- VISIBILIDAD

Mientras se conduce el campo visual disminuye debido al incremento de la velocidad a la que se circula. El campo visual horizontal, en los adultos llega a los 180° , en tanto que el vertical es de 140° . A partir de los 140/150 km/h, se produce el denominado "cataclismo perceptivo", lo que implica la pérdida de nitidez en la visión periférica y la imposibilidad de hacer evaluaciones correctas de distancias y velocidades.



Figura 2.2.- Sistema de visión nocturna de HELLA.

2.2.1.- SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

El sistema de iluminación de un vehículo consiste en dispositivos de alumbrado y señalización montados o integrados en las partes frontal, lateral y trasera del vehículo. El propósito de este sistema es proveer iluminación al conductor para maniobrar el vehículo en condiciones de poca iluminación tales como la noche, niebla o lluvia, así también en las mismas condiciones se incrementa la visibilidad del vehículo mostrando información de la presencia de este, su posición, tamaño, dirección de marcha, intenciones del conductor de cambiar de sentido y velocidad.

2.2.2.- ILUMINACIÓN PARA PODER VER

A parte del equipo obligatorio existe tecnología que ayuda a aumentar la visibilidad, entre este equipo se encuentra la visión nocturna, sistema de alumbrado delantero adaptable, entre otras.

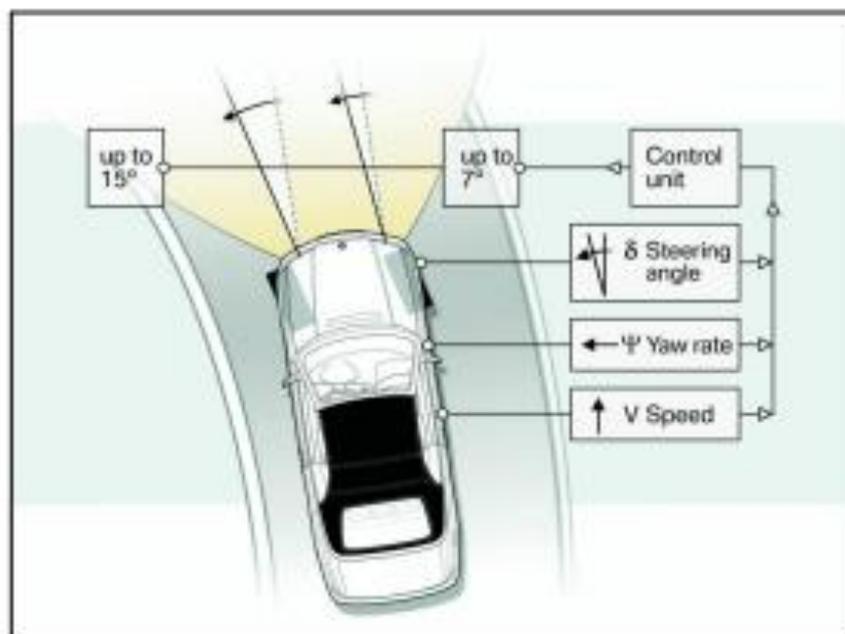


Figura 2.3.- Sistema de iluminación delantera adaptable.

2.2.2.1.- Luz de camino

La situada en la parte delantera del vehículo, capaz de alumbrar suficientemente la vía por la noche y en condiciones de visibilidad normales, hasta una distancia mínima por delante de aquel. Debe ser de color blanco o amarillo selectivo.

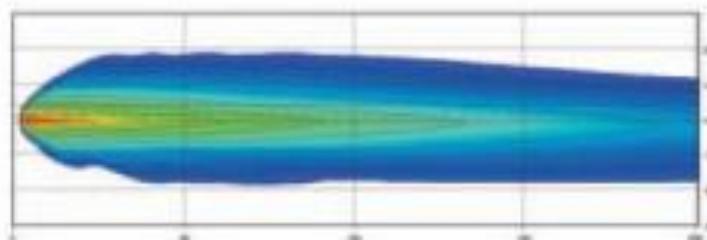


Figura 2.4.- Característica espectral luz de camino o carretera.