

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
SEDE LATACUNGA



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**"DESARROLLO DE UN REGLAMENTO TÉCNICO REFERENTE A
ELEMENTOS DE SEGURIDAD PARA VEHÍCULOS DE CATEGORÍA
M1"**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AUTOMOTRIZ**

RAMIRO ANDRÉS ROSERO AÑAZCO

Latacunga, Julio 2009

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Ramiro Andrés Rosero Añazco

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado "DESARROLLO DE UN REGLAMENTO TÉCNICO REFERENTE A ELEMENTOS DE SEGURIDAD PARA VEHÍCULOS DE CATEGORÍA M1" ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando los derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad, alcance científico y técnico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Julio del 2009

Ramiro Andrés Rosero Añazco

C.C. 171819361-6

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Ramiro Andrés Rosero Añazco

Autorizo a la escuela Politécnica del Ejército la publicación en la biblioteca virtual de la institución, el trabajo "DESARROLLO DE UN REGLAMENTO TÉCNICO REFERENTE A ELEMENTOS DE SEGURIDAD PARA VEHÍCULOS DE CATEGORÍA M1" cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Julio del 2009

Ramiro Andrés Rosero Añazco

C.C. 171819361-6

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

INGENIERO GERMÁN ERAZO (DIRECTOR)

INGENIERO ESTEBAN LÓPEZ (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado "DESARROLLO DE UN REGLAMENTO TÉCNICO REFERENTE A ELEMENTOS DE SEGURIDAD PARA VEHÍCULOS DE CATEGORÍA M1" realizado por el señor: RAMIRO ANDRÉS ROSERO AÑAZCO, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido técnico y científico, que ayudará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato PDF. Autoriza al señor RAMIRO ANDRÉS ROSERO AÑAZCO que lo entregue al ING, JUAN CASTRO CLAVIJO, en su calidad de Coordinador de Carrera.

Latacunga, Julio del 2009.

Ing. Germán Erazo

DIRECTOR

Ing., Esteban López

CODIRECTOR

La alegría está en la lucha, en el esfuerzo, en el sufrimiento que supone la lucha y no en la victoria.....

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

maniobrar 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 mesurado 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.

CONTENIDO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN	iv
PALABRAS	v
RESUMEN	vi
PRESENTACIÓN	ix
CONTENIDO.....	xi

CAPÍTULO I

CLASIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS VEHÍCULOS

1.1.- CLASIFICACIÓN	1
1.1.1.- CATEGORÍAS DE VEHÍCULOS	1
1.2.- DIMENSIONES EN VEHÍCULOS TODO TERRENO	3
1.2.1.- ÁNGULO DE ATAQUE.....	3
1.2.2.- ÁNGULO DE DERIVA.....	3
1.2.3.- ÁNGULO DE RAMPA.....	4
1.2.4.- DESPEJE DEL SUELO ENTRE EJES	4
1.2.5.- DESPEJE DEL SUELO POR DEBAJO DE UN EJE	5
1.3.- TIPOS DE VEHÍCULOS SEGÚN SUS VOLÚMENES	6
1.4.- TIPOS DE VEHÍCULOS SEGÚN LA FORMA DE SU CARROCERÍA.....	6
1.4.1.- PILARES	9
1.5.- TIPOS DE VEHÍCULOS SEGÚN SU CONSTRUCCIÓN	9
1.5.1.- CARROCERÍA Y CHASIS SEPARADOS.....	10
1.5.2.- CARROCERÍA CON PLATAFORMA - CHASIS.....	12
1.5.3.- CARROCERÍA AUTO PORTANTE	12
1.6.- UTILIDAD Y NECESIDADES.....	14
1.6.1.- SUPERIORIDAD	14
1.6.2.- IMPORTANCIA	15
1.6.3.- VALÍA	15

CAPÍTULO II

ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD ACTIVA

2.1.-	INTRODUCCIÓN	16
2.2.-	VISIBILIDAD	18
2.2.1.-	SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	18
2.2.2.-	ILUMINACIÓN PARA PODER VER	19
2.2.3.-	ILUMINACIÓN PARA SER VISTOS	21
2.2.4.-	ILUMINACIÓN AUXILIAR.....	24
2.2.5.-	TIPOS DE LÁMPARAS USADAS EN EL AUTOMÓVIL	25
2.2.6.-	DISPOSITIVOS PARA VISIÓN INDIRECTA	31
2.2.7.-	SISTEMAS DE DESEMPAÑAMIENTO Y LIMPIAPARABRISAS	32
2.3.-	DISPOSITIVOS DE ALERTA AUDITIVA	32
2.4.-	MANIOBRABILIDAD	33
2.4.1.-	MOTOR	33
2.4.2.-	DIRECCIÓN	34
2.4.3.-	NEUMÁTICOS	34
2.4.4.-	FRENOS	39
2.4.5.-	ASISTENCIA	44
2.4.6.-	SUSPENSIÓN.....	46
2.5.-	NORMATIVA.....	47

CAPITULO II

ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD PASIVA

3.1.-	INTRODUCCIÓN	48
3.2.-	EL HABITÁCULO.....	50
3.2.1.-	SISTEMAS DE RETENCIÓN	51
3.2.2.-	ASIENTOS	53
3.2.3.-	EL APOYACABEZAS	56
3.2.4.-	CINTURONES DE SEGURIDAD.....	63
3.2.5.-	BOLSAS DE AIRE (AIRBAG).....	65
3.2.6.-	COLUMNA DE DIRECCIÓN	68

3.2.7.- SISTEMAS DE RETENCIÓN INFANTIL	68
3.3.- CARROCERÍA	71
3.3.1.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA CARROCERÍA.....	71
3.3.2.- CARROCERÍA AUTO PORTANTE	73
3.3.3.- VIDRIOS.....	81
3.3.4.- PEDALES.....	83
3.3.5.- DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE	84
3.3.6.- LIMPIAPARABRISAS.....	85
3.3.7.- CABLEADO Y ELEMENTOS ELÉCTRICOS.....	85
3.4.- PROGRAMAS DE EVALUACIÓN DE VEHÍCULOS NUEVOS	85
3.4.1.- DUMMIES	86
3.4.2.- PRUEBA DE IMPACTO FRONTAL.....	87
3.4.3.- PRUEBA DE IMPACTO LATERAL.....	89
3.4.4.- ENSAYOS PARA PROTECCIÓN DE LOS PEATONES	90
3.4.5.- IMPACTO CON POSTE	91
3.4.6.- IMPACTO POSTERIOR	94
3.4.7.- ENSAYO DE VUELCO.....	94
3.5.- NORMATIVA.....	95

CAPÍTULO IV

GESTIÓN AMBIENTAL

4.1.- INTRODUCCIÓN	96
4.2.- CONTAMINACIÓN DEL AIRE	97
4.2.1.- LOS CONTAMINANTES COMUNES DEL AIRE.....	98
4.2.2.- EMISIONES CONTAMINANTES.....	100
4.3.- EVALUACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES	102
4.3.1.- FACTORES DE EMISIÓN.....	102
4.3.2.- PRUEBA ESTÁTICA DE EMISIONES	103
4.3.3.- PRUEBA DINÁMICA EN ESTADO ESTABLE	104
4.3.4.- PRUEBA DINÁMICA EN ESTADO TRANSITORIO	104
4.3.5.- CICLOS DE CONDUCCIÓN	107
4.4.- COMBUSTIBLES.....	110

4.4.1.-	OCTANAJE	110
4.4.2.-	ÍNDICE Y NÚMERO DE CETANO	111
4.4.3.-	ACCIONES PARA REDUCIR LAS EMISIONES	112
4.5.-	DEPURACIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE	114
4.5.1.-	MOTORES GASOLINA.....	114
4.5.2.-	MOTORES DIESEL.....	118
4.6.-	CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....	124
4.6.1.-	FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE .	124
4.7.-	CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	127
4.7.1.-	NIVELES DE PRESIÓN SONORA MÁXIMOS PARA VEHÍCULOS	130
4.8.-	CONDUCCIÓN EFICIENTE.....	131
4.8.1.-	CAMBIOS.....	131
4.8.2.-	VELOCIDAD.....	132
4.8.3.-	RALENTÍ	132
4.8.4.-	ACCESORIOS	133
4.8.5.-	CARROCERÍA	133
4.8.6.-	MANTENIMIENTO	133
4.8.7.-	NEUMÁTICOS	133
4.9.-	MOVILIDAD SOSTENIBLE.....	134
4.9.1.-	PLANIFICACIÓN DEL TRANSPORTE Y REDISEÑO URBANO	136
4.9.2.-	REDUCCIÓN DE LA DEPENDENCIA ENERGÉTICA	137
4.9.3.-	MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE Y REDUCCIÓN DEL	139
4.9.4.-	MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL Y SALUD PÚBLICA.....	139
4.9.5.-	GESTIÓN DE LA DEMANDA DE MODOS DE TRANSPORTE	140

CAPÍTULO V

ESTADÍSTICAS Y DATOS

5.1.-	INTRODUCCIÓN	142
5.2.-	INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.....	142
5.2.1.-	INDUSTRIA AUTOMOTRIZ ECUATORIANA.....	143
5.2.2.-	MATRICULACIÓN	148
5.3.-	ACCIDENTES DE TRÁNSITO.....	150

5.4.- LEY DE TRÁNSITO	153
-----------------------------	-----

CAPÍTULO VI

DESARROLLO DE UN REGLAMENTO DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y EVALUACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES PARA VEHÍCULOS

6.1.- REFERENCIA.....	157
6.2.- OBJETO.....	158
6.3.- ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	158
6.3.1.- ELEMENTOS DE SEGURIDAD ACTIVA	159
6.3.2.- ELEMENTOS DE SEGURIDAD PASIVA	159
6.3.3.- GESTIÓN AMBIENTAL	160
6.4.- TÉRMINOS Y DEFINICIONES	160
6.5.- CONDICIONES GENERALES.....	163
6.5.1.- SEGURIDAD	163
6.5.2.- EMISIONES	163
6.6.- REQUISITOS.....	164
6.7.- ENSAYOS PARA EVALUAR LA CONFORMIDAD	170
6.8.- DEMOSTRACIÓN DE LA CONFORMIDAD	171
6.9.- ORGANISMOS ENCARGADOS DE LA EVALUACIÓN.....	171
6.10.- AUTORIDAD DE FISCALIZACIÓN Y/O SUPERVISIÓN	171
6.11.- TIPO DE FISCALIZACIÓN Y/O SUPERVISIÓN	172
6.12.- RÉGIMEN DE SANCIONES	172
6.13.- REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN.....	172

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	173
--	------------

BIBLIOGRAFÍA	176
---------------------------	------------

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1.1.- Ángulos de ataque y deriva.	4
Figura 1.2.- Ángulo de Rampa.	4
Figura 1.3.- Despeje al suelo entre ejes.....	5
Figura 1.4.- Despeje del suelo por debajo de un eje.....	5
Figura 1.5.- Carrocería auto portante Land Rover LR3.....	12
Figura 1.6.- Sub Chasis delantero y posterior.	14

CAPÍTULO II

Figura 2.1.- Elementos de seguridad activa y pasiva.....	17
Figura 2.2.- Sistema de visión nocturna de HELLA.....	18
Figura 2.3.- Sistema de iluminación delantera adaptable.	19
Figura 2.4.- Característica espectro luz de camino o carretera.....	19
Figura 2.5.- Característica espectro luz de cruce.....	20
Figura 2.6.- Característica espectro luz de niebla.	20
Figura 2.7.- Ángulos de visibilidad para luces direccionales	22
Figura 2.8.- BMW X6 equipado con DRL.	23
Figura 2.9.- Distancias de visualización de un vehículo acercándose.	24
Figura 2.10.- Lámpara de filamento H4.....	25
Figura 2.11.- Comparación del desempeño de la lámpara halógena y la HID.	26
Figura 2.12.- Lámpara de HID y regulador de alcance luminoso.	27
Figura 2.13.- Audi R8 equipado con iluminación LED.....	27
Figura 2.14.- Lámparas usadas en el automóvil, parte delantera.	29
Figura 2.15.- Lámparas usadas en el automóvil, parte posterior.	30
Figura 2.16.- Campo de visión, espejo retrovisor clase I.	31
Figura 2.17.- Campo de visión, espejo retrovisor clase II.	32
Figura 2.18.- Motor LS7 Chevrolet.....	33
Figura 2.19.- Sistema de dirección Land Rover LR3.....	34
Figura 2.20.- Partes del neumático radial.	35
Figura 2.21.- Descripción marcas del neumático.	36
Figura 2.22.- Partes que componen el sistema de frenos.....	40

Figura 2.23.- Fuerzas y momentos que actúan en el proceso de frenado.	41
Figura 2.24.- Distancias de frenado en función del estado de la calzada.	44
Figura 2.25.- Comportamiento del ABS ante situaciones de peligro.	45
Figura 2.26.- Circuito de control del ABS.	45
Figura 2.27.- Sistema de suspensión delantera y trasera Toyota FJ Cruiser.....	47

CAPÍTULO III

Figura 3.1.- Distribución de accidentes por tipo de colisión	48
Figura 3.2.- Principales elementos y sistemas de seguridad pasiva.	49
Figura 3.3.- Habitáculo Opel Zafira.	50
Figura 3.4.- Sistemas de retención.	51
Figura 3.5.- Aceleración, velocidad y distancia recorrida desde el habitáculo	52
Figura 3.6.- Desplazamiento frontal de los ocupantes	53
Figura 3.7.- Estructura de un asiento moderno.	54
Figura 3.8.- Movimientos de un asiento ajustable.	55
Figura 3.9.- Apoyacabezas fijo o integrado.	57
Figura 3.10.- Funcionamiento del apoyacabezas activo.	58
Figura 3.11.- Movimientos en el latigazo cervical.....	59
Figura 3.12.- Porcentaje de distribución de lesiones sufridas en un accidente	61
Figura 3.13.- Eficacia del apoyacabezas.	62
Figura 3.14.- Porcentaje de lesiones que ayuda a reducir el cinturón.....	63
Figura 3.15.- Multiplicación del riesgo de muerte por pasajeros sin cinturón	64
Figura 3.16.- Disposición de los airbags Audi A3.....	66
Figura 3.17.- Etapas de accionamiento del airbag.	66
Figura 3.18.- Tiempos de activación del airbag.....	67
Figura 3.19.- Funcionamiento columna de dirección colapsable.....	68
Figura 3.20.- Sistema de anclaje ISOFIX.....	69
Figura 3.21.- Ubicación correcta de un niño en el vehículo.	70
Figura 3.22.- Incorrecta ubicación de un niño en el vehículo y posibles lesiones.	70
Figura 3.23.- Elementos estructurales de la carrocería Porsche 911 GT2.....	71
Figura 3.24.- Chapa multiespesor o tailored blanks.	73
Figura 3.25.- Disposición de las barras de protección lateral en la puerta.....	79

Figura 3.26.- Arcos de seguridad retráctiles.....	80
Figura 3.27.- Comportamiento del vidrio templado en caso de rotura.....	82
Figura 3.28.- Estructura del vidrio laminado.....	82
Figura 3.29.- Funcionamiento pedal de freno retráctil.....	84
Figura 3.30.- Crash test dummie.....	87
Figura 3.31.- Características del ensayo de impacto frontal	87
Figura 3.32.- Ensayo de impacto frontal, Nissan Navara.	88
Figura 3.33.- Evaluación de la protección en el impacto frontal.	89
Figura 3.34.- Características del ensayo de impacto lateral.	89
Figura 3.35.- Ensayo de impacto lateral, Mercedes Benz S500.	90
Figura 3.36.- Características del ensayo para la protección de peatones.....	91
Figura 3.37.- Lugares medidos en el ensayo para la protección de peatones.	91
Figura 3.38.- Características de ensayo de impacto con poste.....	92
Figura 3.39.- Ensayo de impacto con poste, Ford Kuga.	93
Figuras 3.40.- Evaluación de la protección en el ensayo lateral	93

CAPÍTULO IV

Figura 4.1.- Representación de la variación mundial de emisiones de CO ₂	96
Figura 4.2.- Principales fuentes de emisiones contaminantes	100
Figura 4.3.- Composición de los gases de escape de motores gasolina.	101
Figura 4.4.- Composición de los gases de escape de motores diesel.	101
Figura 4.5.- Normativa de emisiones y ciclos de prueba.....	103
Figura 4.6.- Equipo para medición de emisiones de gases, prueba estática.	103
Figura 4.7.- Prueba dinámica de emisiones en estado estable.....	104
Figura 4.8.- Laboratorio para homologación de emisiones vehiculares.	105
Figura 4.9.- Método de muestreo volumen constante CVS.....	106
Figura 4.10.- Cámara SHED para medición de emisiones evaporativas.	107
Figura 4.11.- Comparativa entre los ciclos de conducción.....	108
Figura 4.12.- Niveles de azufre en el combustible a nivel mundial.....	113
Figura 4.13.- Reducción de los niveles de azufre en el combustible.....	114
Figura 4.14.- Estructura interna de un catalizador.	115
Figura 4.15.- Proceso de reducción y oxidación.	116

Figura 4.16.- Regulación del factor lambda.	117
Figura 4.17.- Catalizador de Oxidación Diesel.....	119
Figura 4.18.- Componentes principales del material particulado PM.	120
Figura 4.19.- Filtro de Partículas Diesel DPF.....	121
Figura 4.20.- Sistema de trampa de regeneración continua CRT.	122
Figura 4.21.- Sistema de reducción catalítica selectiva SCR.....	123
Figura 4.22.- Flujo de aire, prueba en el túnel de viento BMW M3.	125
Figura 4.23.- Sistemas de temporización variable de válvulas.....	126
Figura 4.24.- Funcionamiento del sistema de recirculación de gases EGR.	127
Figura 4.25.- Emisión de ruido en vehículos.	128
Figura 4.26.- Consumo de combustible en función de la velocidad	132
Figura 4.27.- Regeneración urbana	136
Figura 4.28.- Espacio requerido para el mismo número de personas.....	137
Figura 4.29.- Honda Insight Híbrido.	138
Figura 4.30.- Priorización de los modos de transporte no motorizados.	140
Figura 4.31.- Priorización de los medios de transporte masivo.....	141

CAPÍTULO V

Figura 5.1.- Densidad del parque vehicular en Ecuador	148
Figura 5.2.- Edad del parque vehicular en Ecuador.....	149
Figura 5.3.- Número de accidentes de tránsito por año	152
Figura 5.4.- Número de víctimas reportadas en accidentes de tránsito	152
Figura 5.5.- Heridos, traumáticos y muertos en accidentes de tránsito.....	153

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla I.1.- Categorías de Vehículos.....	1
Tabla I.2.- Volúmenes de la carrocería.	6
Tabla I.3.- Tipos de vehículos turismo según su carrocería.	7
Tabla I.4.- Tipos de vehículos utilitarios según su carrocería.	8
Tabla I.5.- Nomenclatura de los pilares.....	9
Tabla I.6.- Tipos de bastidores.....	11

CAPITULO II

Tabla II.1.- Comparación fuentes de iluminación usadas en vehículos.....	28
Tabla II.2.- Descripción de las partes de un neumático radial.....	35

CAPÍTULO III

Tabla III.1.- Descripción de los elementos estructurales de la carrocería.	72
Tabla III.2.- Tipos de pruebas en programas NCAP a nivel mundial.....	86

CAPÍTULO IV

Tabla IV.1.- Principales agentes contaminantes en vehículos.	98
Tabla IV.2.- Porcentaje de reducción de contaminantes.....	124
Tabla IV.3.- Niveles de ruido.....	130
Tabla IV.4.- Niveles de presión sonora máximos para vehículos.....	130
Tabla IV.5.- Reducción media de emisiones.....	138

CAPÍTULO V

Tabla V.1.- Resumen comparativo de la industria automotriz ecuatoriana.	145
Tabla V.2.- Ventas de vehículos por marca y porcentaje de participación.....	145
Tabla V.3.- Ventas anuales por tipo de vehículo.....	147
Tabla V.4.- Composición de las ventas en el Ecuador.....	147
Tabla V.5.- Vehículos más vendidos por segmentos año 2008.	147

CAPITULO VI

Tabla VI.1.- Normativa para elementos de seguridad activa, visibilidad.	164
Tabla VI.2.- Normativa para elementos de seguridad activa, maniobrabilidad. ..	166
Tabla VI.3.- Normativa para elementos de seguridad pasiva, habitáculo.	167
Tabla VI.4.- Normativa para elementos de seguridad pasiva, carrocería.....	169
Tabla VI.5.- Normativa para evaluación de emisiones vehiculares.	170

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.

² NORMA ISO 612:1978



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 define la rampa más grande sobre la cual puede moverse el vehículo.

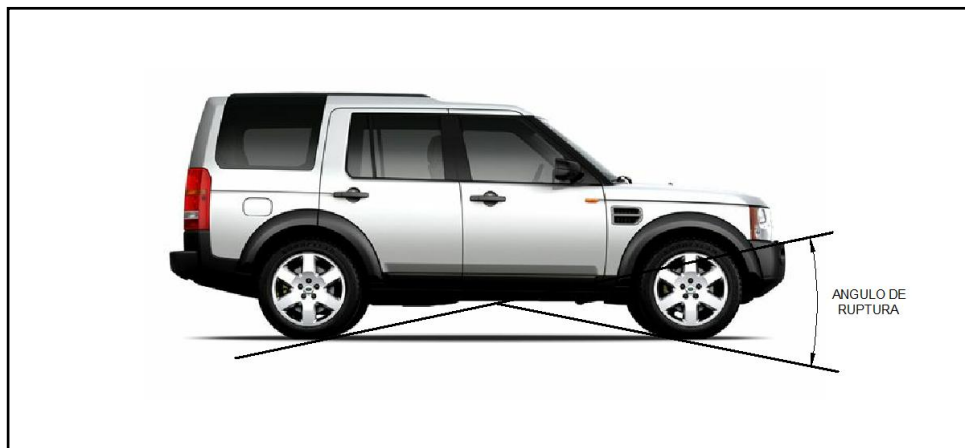


Figura 1.2.- Ángulo de Rampa.

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.

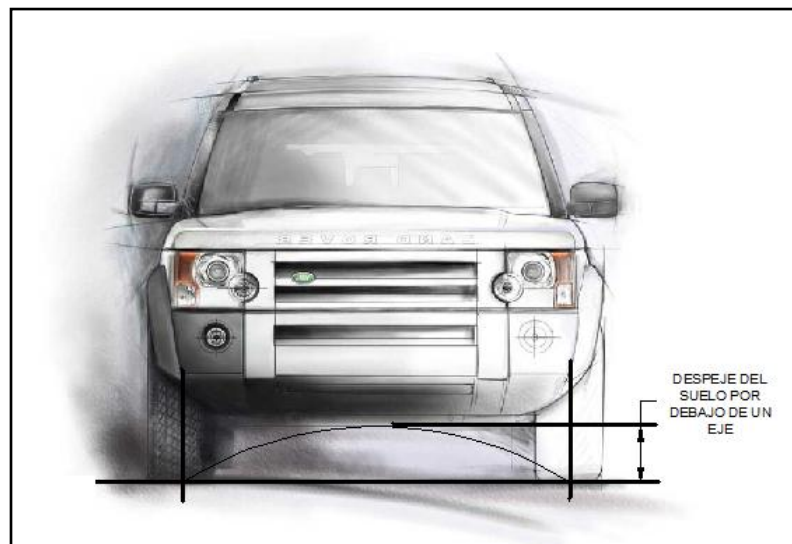


Figura 1.4.- Despeje del suelo por debajo de un eje.

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.


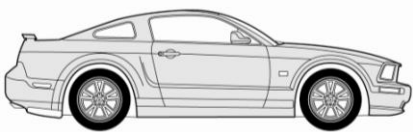
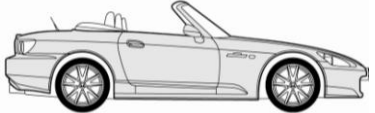
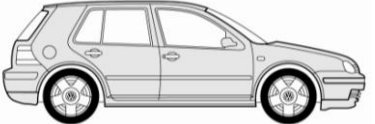

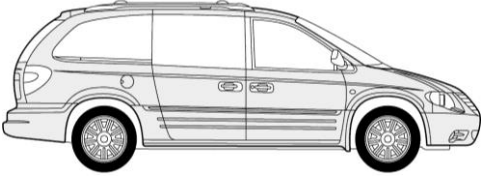
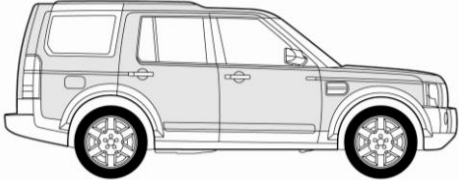
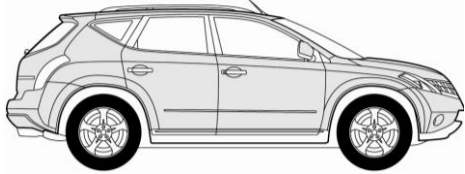
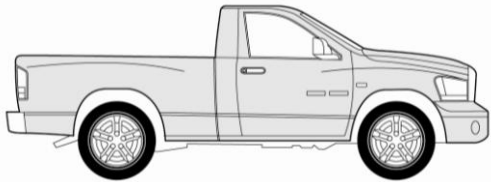
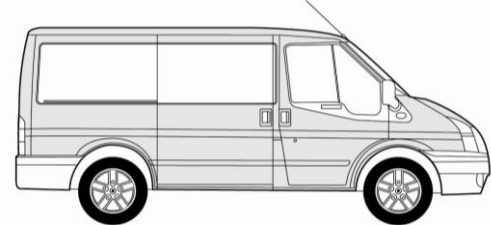
SEDAN	
	<p>Un sedán tiene un toldo fijo elevado hasta el parabrisas trasero, consta de tres pilares ABC y tres volúmenes. Tienen 4 puertas y constan de 4 o 5 plazas en un mínimo de dos filas.</p>
CUPÉ	
	<p>Un cupé (del francés coupe que significa cortar) es un vehículo en el cual el toldo sigue la misma 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>
CONVERTIBLE	
	<p>En este vehículo la principal característica es que el toldo y el cristal trasero son retractables o movibles, 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>
HATCHBACK	
	<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>
STATION WAGON / FAMILIAR	
	<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>

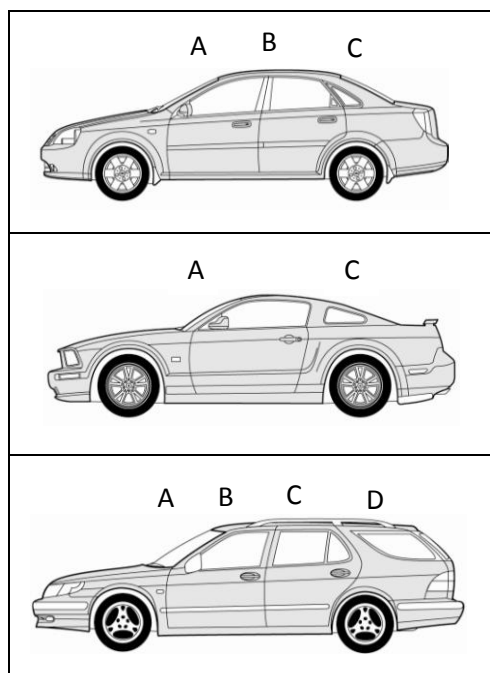
Tabla I.4.- Tipos de vehículos utilitarios según su carrocería.

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 entada 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 estan 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 entada 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.

³ Elementos Estructurales del Vehículo. España: Paraninfo, 2001.

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 I.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 armazones 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).

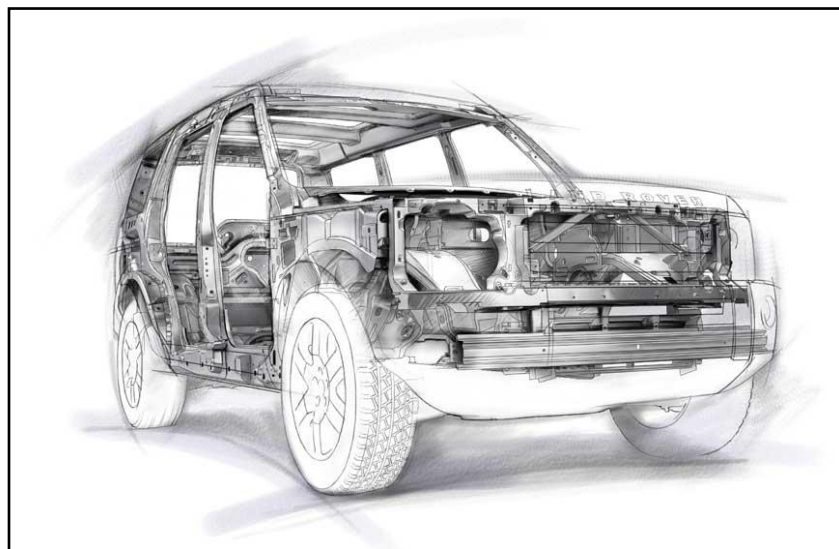


Figura 1.5.- Carrocería auto portante Land Rover LR3.

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.

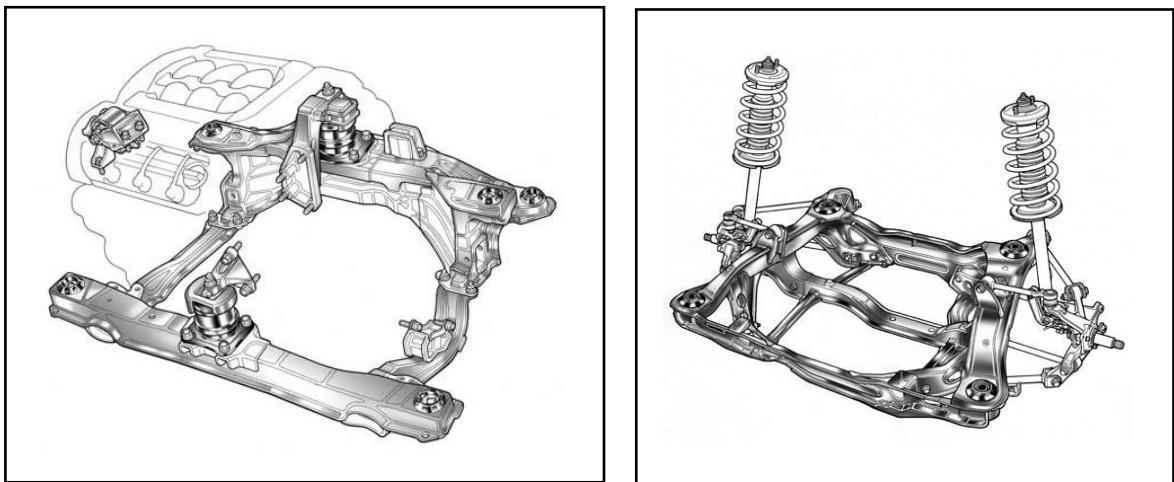


Figura 1.6.- Sub Chasis delantero y posterior.

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 una 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.

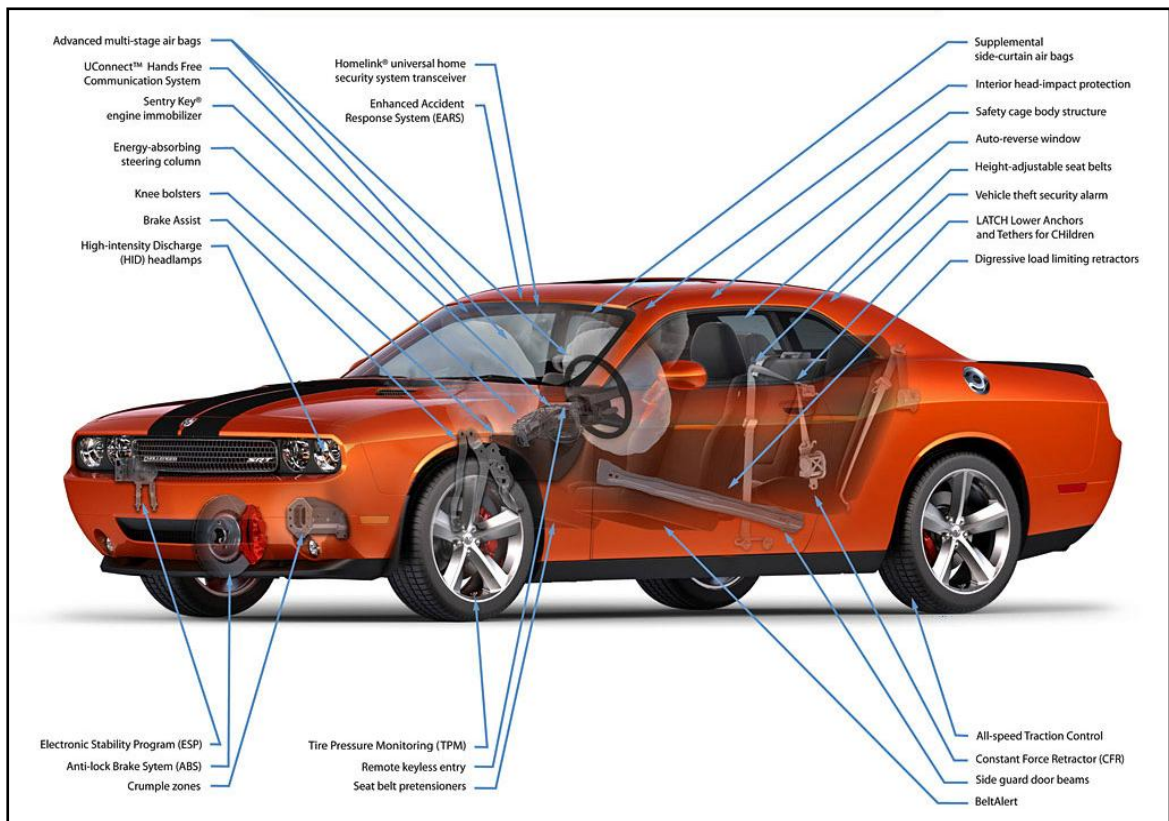


Figura 2.1.- Elementos de seguridad activa y pasiva Dodge Challenger SRT8.

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.

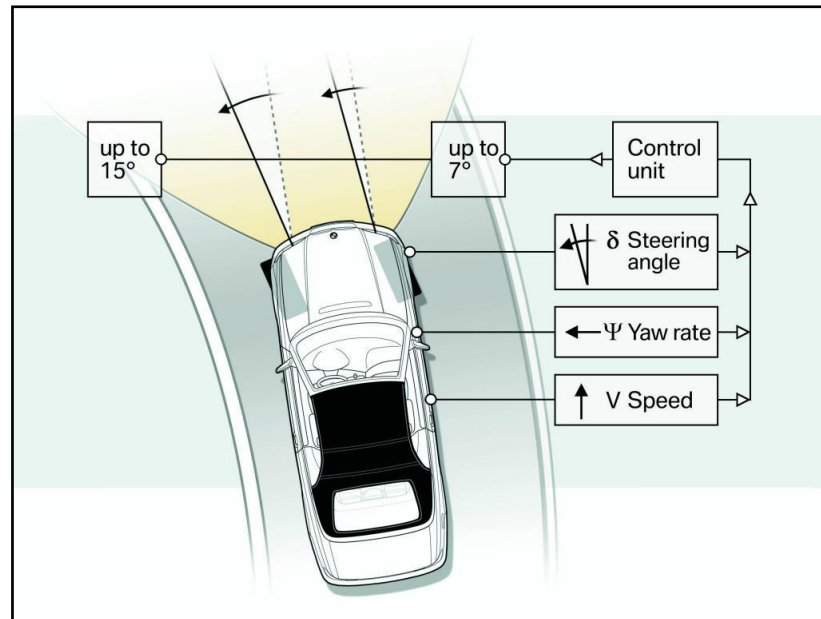


Figura 2.3.- Sistema de iluminación delantera adaptable.

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.

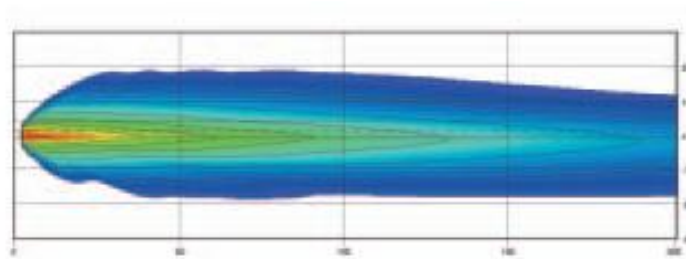


Figura 2.4.- Característica espectro luz de camino o carretera.

2.2.2.2.- Luz de cruce

Está 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, sin deslumbrar ni causar molestias injustificadas a los conductores que circulan en sentido contrario y demás usuarios de la vía. Debe ser de color blanco o amarillo selectivo.

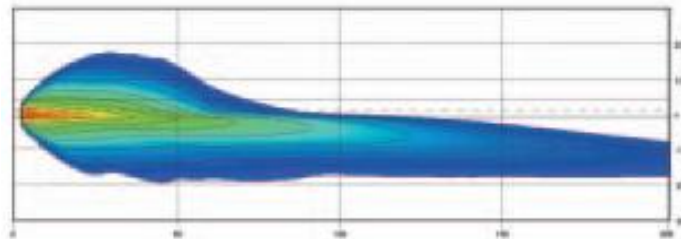


Figura 2.5.- Característica espectro luz de cruce.

2.2.2.3.- Luz de niebla delantera

Es usada para mejorar la iluminación del camino en caso de niebla, nieve, tormentas o nubes de polvo; su utilización no es obligatoria pero son de gran ayuda a la hora de enfrentar condiciones de clima adversas. Debe ser blanca o amarilla.

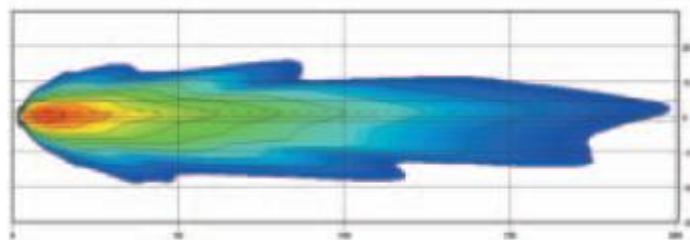


Figura 2.6.- Característica espectro luz de niebla.

2.2.3.- ILUMINACIÓN PARA SER VISTOS

2.2.3.1.- Luz delantera de posición

Destinada a indicar la presencia y anchura del vehículo, y que, cuando sea la única luz encendida en la parte delantera, sea visible por la noche y en condiciones de visibilidad normales indicadas en la correspondiente reglamentación. Esta luz debe ser blanca o ámbar, autorizándose el color amarillo selectivo únicamente cuando esté incorporada en luces de largo o de corto alcance del mismo color.

2.2.3.2.- Luz trasera de posición

Destinada a indicar la presencia y anchura del vehículo, y que sea visible por la noche y en condiciones de visibilidad normales, desde una distancia mínima que fijará la correspondiente reglamentación de homologación. Debe ser de color rojo no deslumbrante.

2.2.3.3.- Direccionales y de peligro

Se utilizan para indicar a los demás usuarios del camino que el conductor tiene la intención de cambiar la dirección del vehículo a la izquierda o a la derecha. Esta luz debe ser de color ámbar, de posición fija, intermitente y visible de día y de noche.

La luz de peligro (la operación simultánea de todas las direccionales), es usada = para mostrar que el vehículo constituye un especial peligro para los otros usuarios del camino, especialmente por desperfectos mecánicos.

La figura 2.7 muestra la diferencia en las exigencias reglamentarias en Europa y Estado Unidos para este tipo de luces.

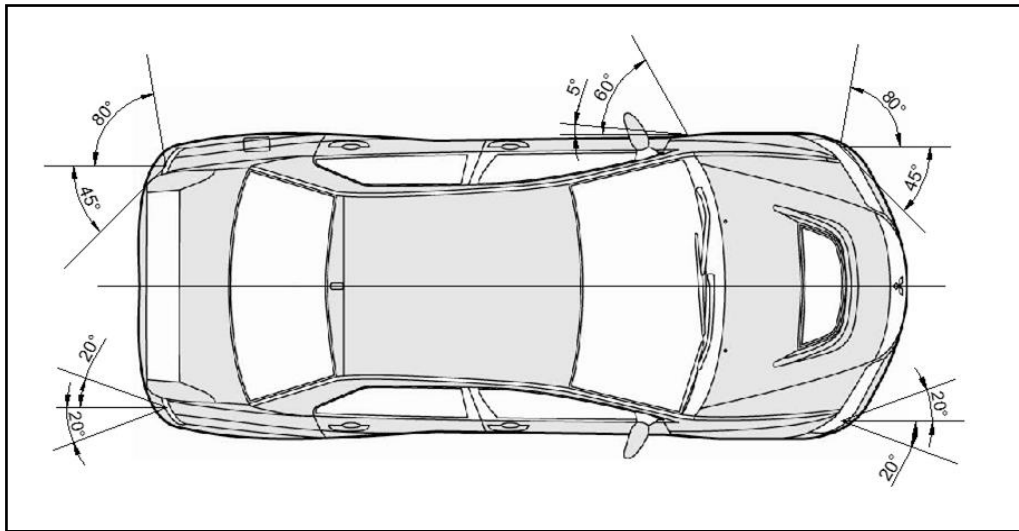


Figura 2.7.- Ángulos de visibilidad para luces direccionales y de peligro; arriba regulación ECE, abajo regulación FMVSS.

2.2.3.4.- Luz de placa

Ilumina el espacio destinado para la placa de registro trasera.

2.2.3.5.- Catadióptricos

Advierten la presencia de un vehículo y que debe ser visible por la noche y en condiciones de visibilidad normales, reflejando la luz emitida por una fuente de luz no conectada al vehículo; se encuentran combinadas con las luces guías delanteras y en las posteriores. Este dispositivo será de color blanco si es delantero, ámbar si es lateral y rojo si es posterior.

2.2.3.6.- Luz de freno

La situada en la parte posterior del vehículo y destinada a indicar a los usuarios de la vía que están detrás del mismo, que se está utilizando el freno de servicio. Debe ser de color rojo y de intensidad considerablemente superior a la de la luz trasera de posición. La normativa internacional exige que se monte una tercera luz de freno situada por encima de cofre o en la parte superior del parabrisas.

2.2.3.7.- Luz de reversa

La situada en la parte posterior del vehículo y destinada a advertir a los demás usuarios de la vía que el vehículo está efectuando o se dispone a efectuar la maniobra de marcha hacia atrás. Esta luz debe ser de color blanco y solo debe encenderse cuando se accione la marcha hacia atrás.

2.2.3.8.- Luz posterior de niebla

Usada para hacer al vehículo más visible desde la parte trasera en caso de densa niebla u otras condiciones de clima adverso que causen poca visibilidad. Debe ser de color rojo.

2.2.3.9.- Luces de conducción diurna DRL

Las DRL (Daytime Running Lamps) implican que los vehículos tengan sus luces encendidas durante el día. Estas pueden ser las luces de cruce o una unidad especial de iluminación. Teniendo las luces del vehículo encendidas durante el día hace que estos sean más visibles y evita accidentes de tránsito.



Figura 2.8.- BMW X6 equipado con DRL.

Los estudios sobre accidentes han demostrado que ver al otro usuario de la carretera tiene relevancia en el 50% de los accidentes ocurridos por el día, y en el 80% de los accidentes en intersecciones o cruces.

La percepción teórica y la observación explican el efecto de las DRL principalmente debido al mayor contraste entre los vehículos y sus alrededores; esto aumenta la visibilidad de los vehículos y les hace más identificables. Un efecto adicional es que los vehículos con DRL se perciben más cercanos de lo que realmente están y se visualizan a una mayor distancia. Esto explica porqué existe menor riesgo en la aproximación y al cruzar una intersección.

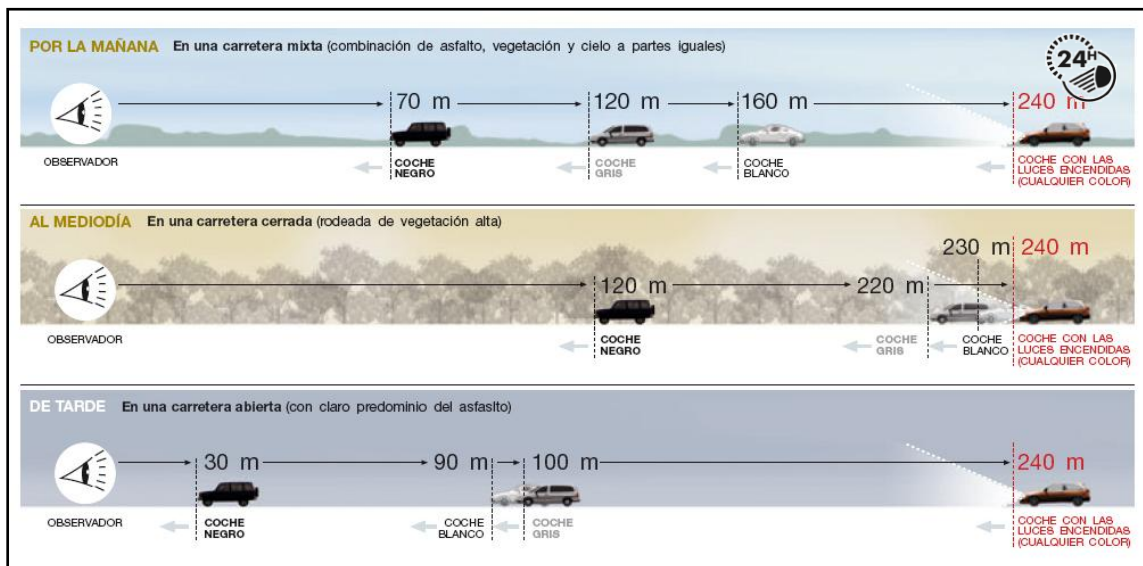


Figura 2.9.- Distancias de visualización de un vehículo acercándose.

2.2.4.- ILUMINACIÓN AUXILIAR

La iluminación del cuadro de instrumentos permite al conductor tener información de la velocidad, temperatura, combustible u otros aspectos fundamentales para una conducción segura. Los testigos son pequeña luces individuales con forma característica que esta normada para cada instrumento.

2.2.5.- TIPOS DE LÁMPARAS USADAS EN EL AUTOMÓVIL

2.2.5.1.- Lámparas de filamento

Este tipo de lámparas están constituidas por un filamento de tungsteno o wolframio que se une a dos terminales soporte; el filamento y parte de los terminales se alojan en una ampolla de vidrio al vacío y llenado su espacio con algún gas inerte (argón, neón, etc.) o un halógeno (generalmente yodo). Cuando pasa corriente a través del filamento éste se enciende a temperaturas elevadas (2000 a 3000°C) desprendiendo gran cantidad de luz y calor por lo que se las conoce como lámparas incandescentes.

En el automóvil se emplean varios tipos aunque todos están normalizados y según el empleo y clase reciben su nombre.



Figura 2.10.- Lámpara de filamento H4.

Poco a poco estas lámparas están siendo reemplazadas por nuevas tecnologías más eficientes como las de descarga de alta intensidad HID y los LED.

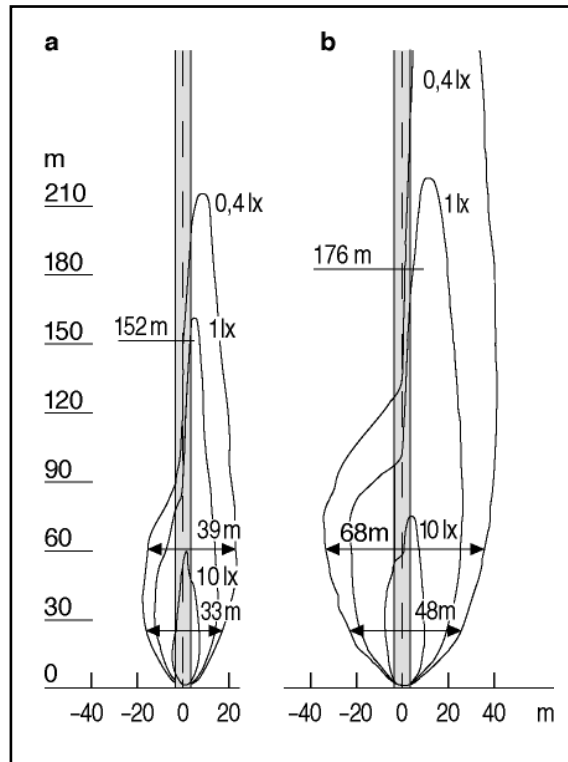


Figura 2.11.- Comparación del desempeño de la lámpara halógena y la HID.

2.2.5.2.- Lámparas de descarga de gas ó HID (High Intensity Discharge)

Funcionan por descarga de gas estabilizada, en el interior de la ampolla hay gas xenón y halogenuros metálicos; para el funcionamiento se requiere un dispositivo electrónico que enciende la lámpara y controla el arco. Para el encendido, el sistema electrónico eleva la tensión entre los electrodos del interior de la ampolla creándose un arco de luz gracias al gas xenón y a la gasificación de los halogenuros metálicos. La luz es generada por medio de un arco voltaico de hasta 30.000 voltios, entre los dos electrodos de tungsteno situados en la cámara de vidrio. El arco es generado por una reacción que produce una corriente alterna de 400 Hz y una temperatura en el interior de la lámpara de aproximadamente 700 °C.

Si un vehículo monta faros de descarga de gas, para evitar que el sistema deslumbre a otros conductores se exigen un sistema de limpieza de faros y un regulador automático del alcance luminoso.

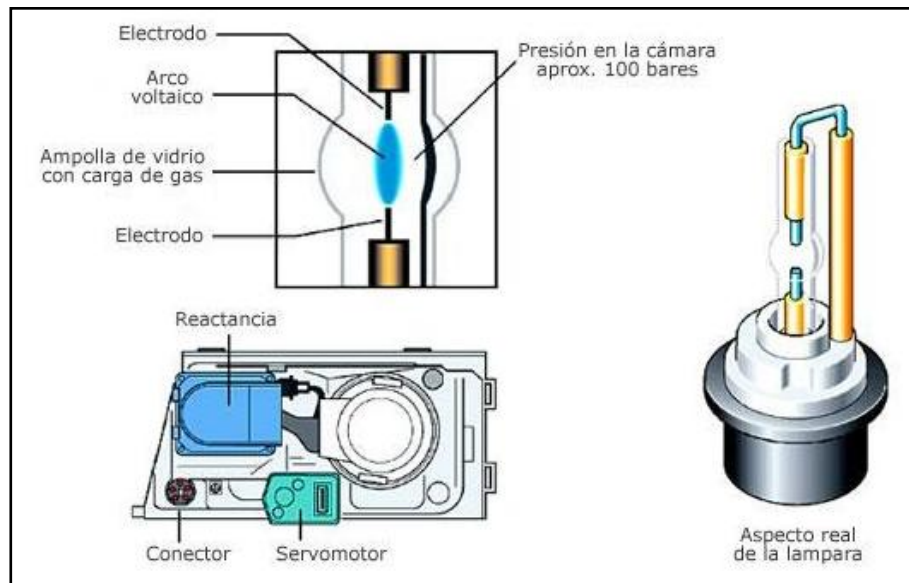


Figura 2.12.- Lámpara de HID y regulador de alcance luminoso.

2.2.5.3.- LED (Light Emitting Diodes)

Un LED, (diodo emisor de luz) es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz poli cromática, es decir, con diferentes longitudes de onda, cuando se polariza directamente y es atravesado por la corriente eléctrica. El color depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo.



Figura 2.13.- Audi R8 equipado con iluminación LED.

El HID parecía el único sustituto, pero el avance de las lámparas LED (hasta ahora reducidas al uso en pilotos, intermitentes y tercera luz de freno), va a permitir su uso como luces de cruce y de carretera.

Sus ventajas son: su reducido costo, no se funden, su consumo es ínfimo y su duración prácticamente eterna (unas 100.000 horas). Esto significa que un vehículo equipado con luces LED no tendría que cambiar jamás una sola lámpara.

Tabla II.1.- Comparación fuentes de iluminación usadas en vehículos.

FUENTE 5W	LUMINOSIDAD [lm]	EFICIENCIA [lm/W]	GEOMETRÍA [mm]	MÁXIMA ILUMINACIÓN [Mcd/m ²]
HALÓGENO	110	26	1.4 x 1.4 (cilindro)	30
HID	3200	91	1.2 x 1.2 (toroide)	90
LED	122	51	1.2 x 1.2 (cuadrado)	15

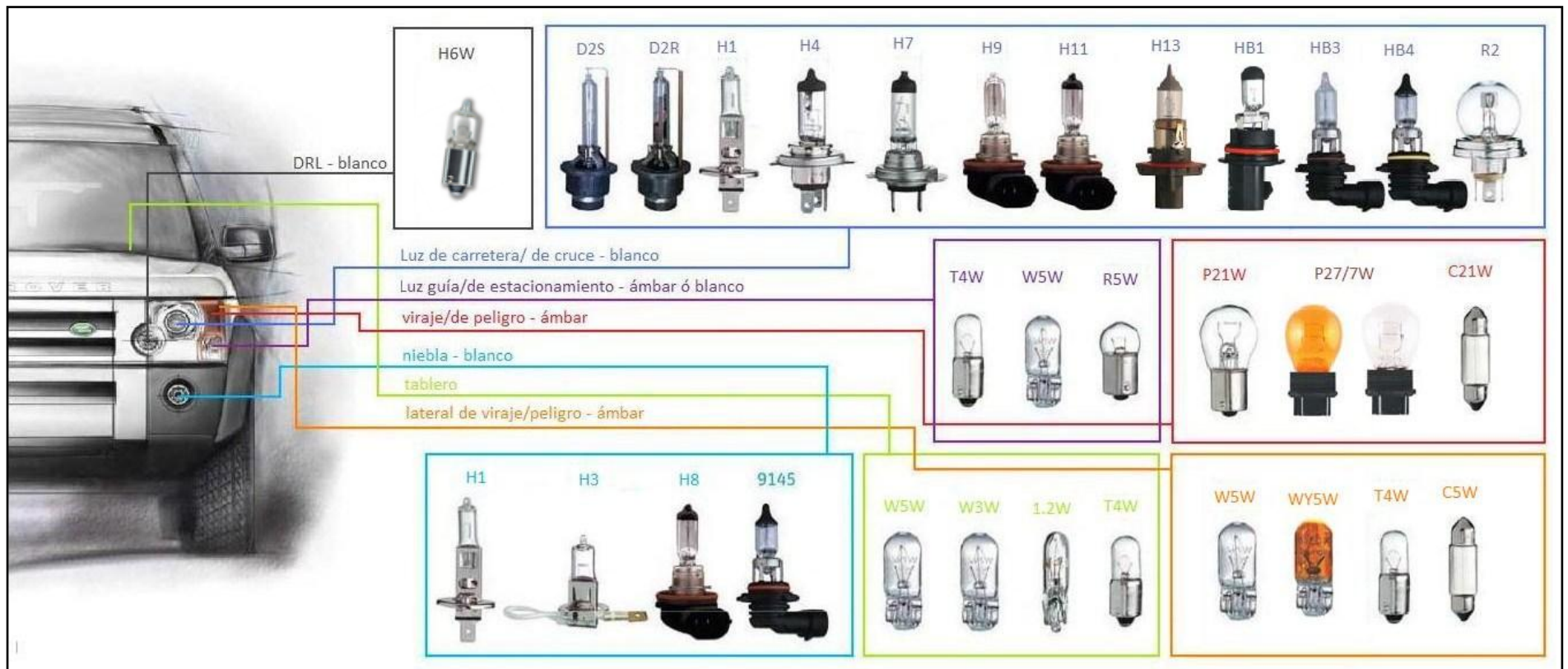


Figura 2.14.- Lámparas usadas en el automóvil, parte delantera.

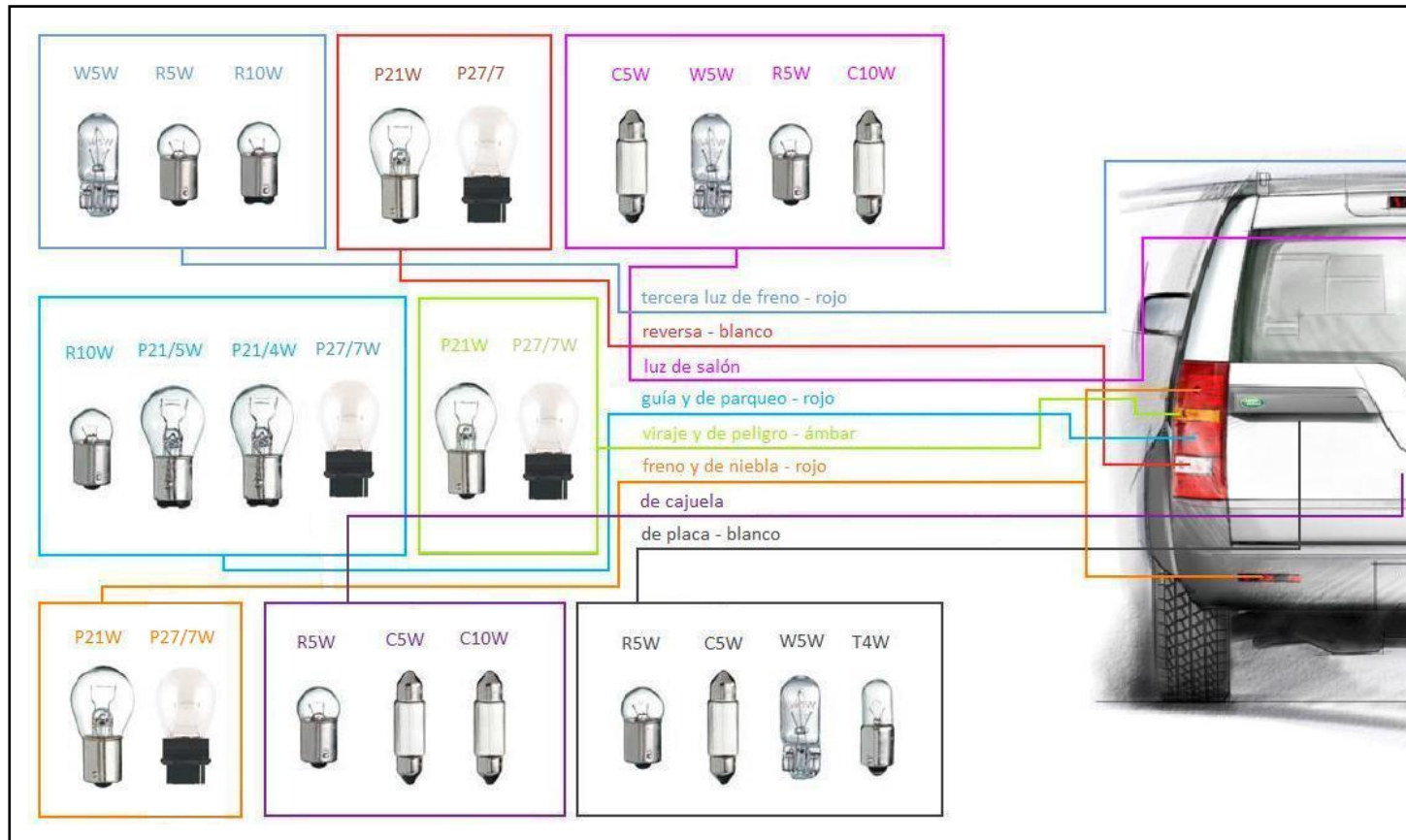


Figura 2.15.- Lámparas usadas en el automóvil, parte posterior.

2.2.6.- DISPOSITIVOS PARA VISIÓN INDIRECTA

Los dispositivos de visión indirecta permiten observar el tráfico adyacente al vehículo, el cual no puede ser visto directamente. Estos pueden ser espejos, cámaras y monitores u otros dispositivos capaces de mostrar información del campo de visión indirecto del conductor.

2.2.6.1.- Espejo retrovisor interior clase I

Su presencia es obligatoria. El campo de visión debe ser tal que el conductor pueda ver por lo menos a 20 metros del ancho de una porción horizontal plana del camino, centrado en el plano medio longitudinal vertical del vehículo y extendiéndose 60 metros en el horizonte por detrás del punto visual del conductor.

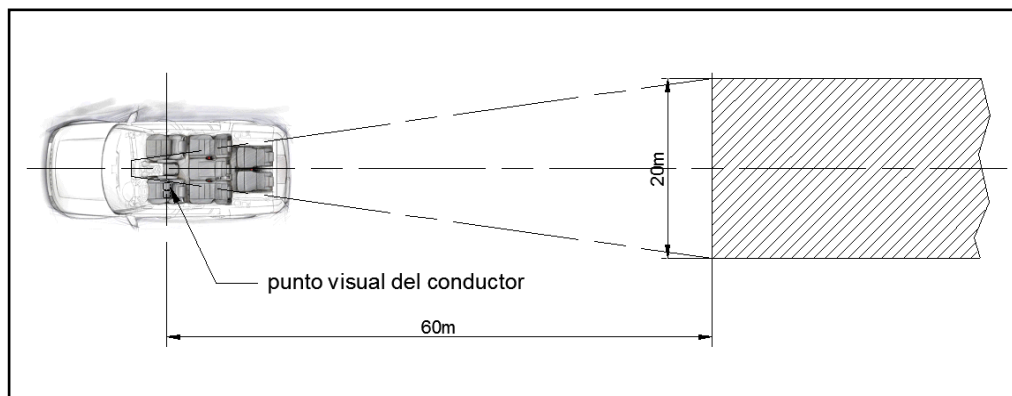


Figura 2.16.- Campo de visión, espejo retrovisor clase I.

2.2.6.2.- Espejos retrovisores exteriores clase II

Su presencia es obligatoria, uno en el lado del conductor y otro en el lado del pasajero. El campo de visión debe ser tal que el conductor pueda ver por lo menos a 4 metros del ancho de una porción horizontal plana del camino, la cual está limitada por un plano paralelo al plano medio longitudinal vertical y pasando a través del punto más sobresaliente del vehículo del lado del conductor y del pasajero, y extendiéndose 20 metros en el horizonte por detrás del punto visual

del conductor. Adicionalmente, el camino debe ser visible para el conductor a una distancia mayor de 1 metro, que está limitada por un plano paralelo al plano medio longitudinal vertical y pasando a través de punto más sobresaliente del vehículo, empezando de un punto a metros por detrás del plano vertical del punto visual del conductor.

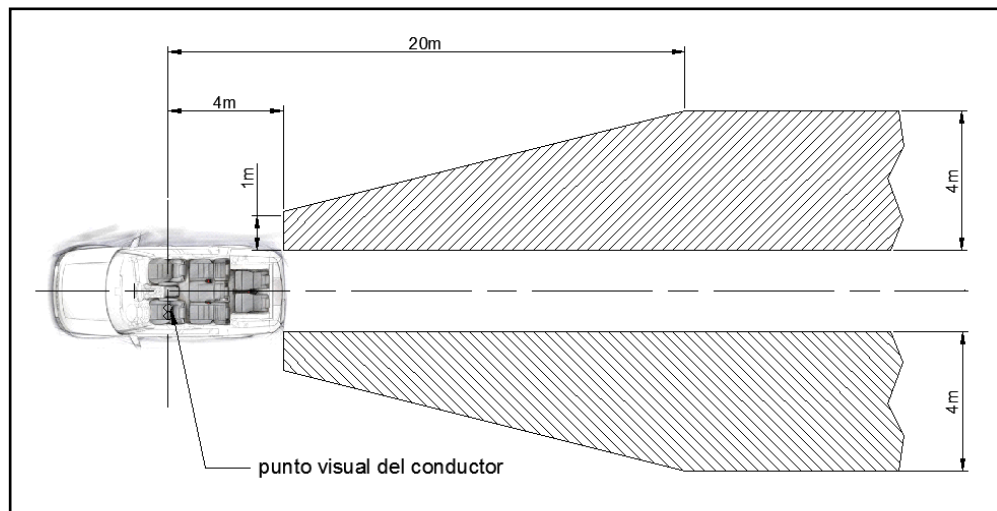


Figura 2.17.- Campo de visión, espejo retrovisor clase II.

2.2.7.- SISTEMAS DE DES EMPAÑAMIENTO Y LIMPIAPARABRISAS

Los limpiaparabrisas son elementos que permiten limpiar y evacuar el agua depositada sobre el parabrisas delantero, lunas traseras. El limpiaparabrisas está formado por el motor, el sistema de transmisión, los brazos y las escobillas. El desempañador está ubicado en el parabrisas delantero, lunas traseras y en los espejos retrovisores exteriores. Estos sistemas ayudan a mantener la visibilidad en condiciones de clima adversas.

2.3.- DISPOSITIVOS DE ALERTA AUDITIVA

Un dispositivo de alerta auditiva (bocina) es usado por el conductor para alertar a los demás usuarios de la vía la presencia del vehículo y también para sistemas de alarma.

El funcionamiento de la bocina electromecánica está basado en la oscilación de un diafragma debido al campo electromagnético creado por la corriente que pasa a través de una bobina que se encuentra dentro.

El nivel de sonido para cualquier tipo de dispositivo no debe ser menor que 105 dB ni mayor que 118dB.

2.4.- MANIOBRABILIDAD

2.4.1.- MOTOR

Sabiendo que la seguridad activa comprende la capacidad de maniobrar el vehículo; una transmisión con las relaciones adecuadas, junto con un motor potente, flexible y fiable proveerá rápidas recuperaciones para realizar adelantamientos en carreta con facilidad y de manera segura, sin verse amenazados a sufrir colisiones con conductores que vienen en sentido contrario.

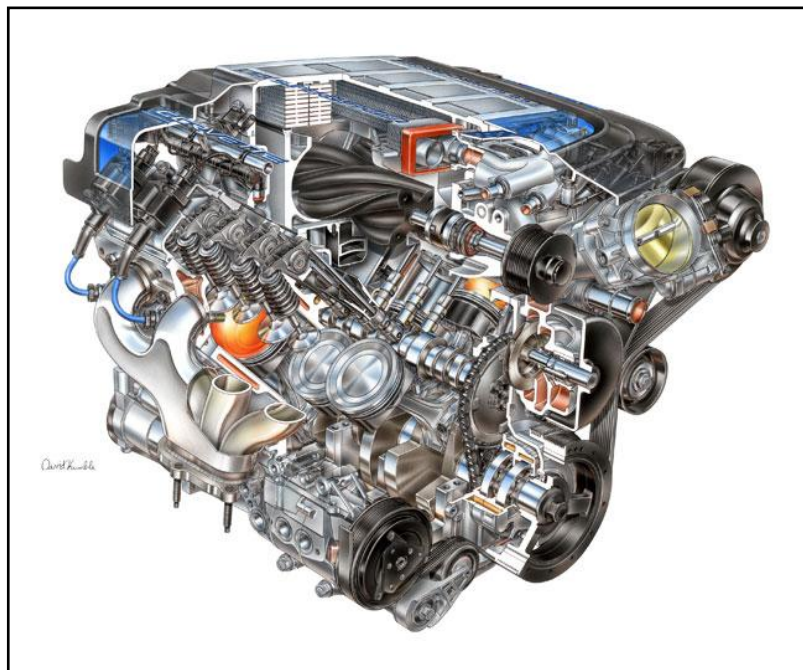


Figura 2.18.- Motor LS7 Chevrolet.

2.4.2.- DIRECCIÓN

Una dirección precisa y sensible a los movimientos del volante que facilite cualquier tipo de maniobra representa una de las condiciones más importantes para la conducción segura. Pero la precisión también exige una resistencia perceptible de la dirección y suficiente fuerza de retroalimentación, de modo que el conductor obtenga la sensación más directa posible acerca de las condiciones de marcha y del camino. Una dirección confortable a la hora de parquear y circular a bajas velocidades, pero a la vez precisa a altas velocidades.

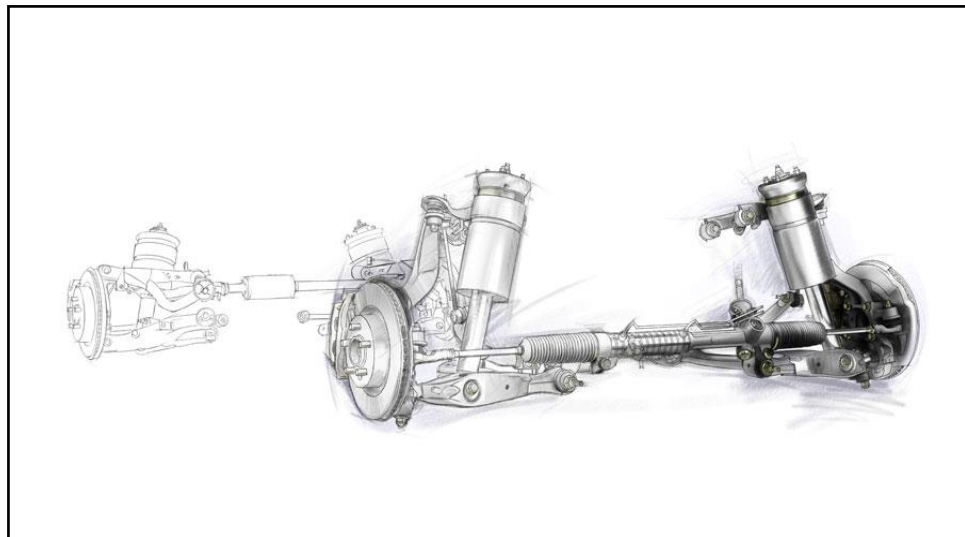


Figura 2.19.- Sistema de dirección Land Rover LR3.

2.4.3.- NEUMÁTICOS

El neumático tiene una especial importancia en materia de seguridad activa, ya que es el único y decisivo vínculo que existe entre el vehículo y el suelo, y a través del mismo se transmiten todas las fuerzas dinámicas, que aseguran la adherencia en el empuje, en la frenada y en el deslizamiento lateral; la dirección del vehículo deseada por el usuario y la amortiguación de las imperfecciones del camino. Por lo tanto, los neumáticos son fundamentales para la seguridad, el comportamiento del vehículo y el confort de marcha.

2.4.3.1.- Partes del neumático

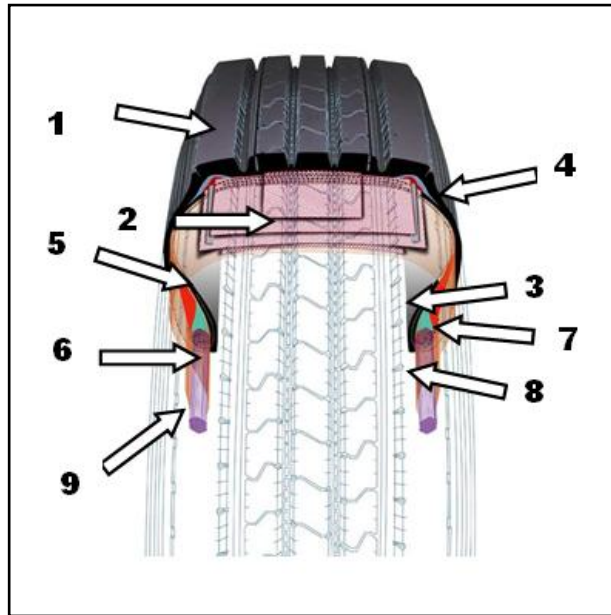


Figura 2.20.- Partes del neumático radial.

En la Tabla II.2 se describen las partes estructurales fundamentales de un neumático radial.

Tabla II.2.- Descripción de las partes de un neumático radial.

NUMERO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1	BANDA DE RODAMIENTO	Principalmente fabricado de caucho natural, caucho sintético y negro de humo, y sustancias de vulcanización y protección contra el envejecimiento. La banda de rodamiento es el vínculo entre la estructura de la llanta y el camino; su propósito principal es proporcionar tracción y frenado.
2	CINTURÓN	Las capas del cinturón (estabilizador), especialmente de acero, proporcionan resistencia al neumático, estabiliza la banda de rodadura y la protege de pinchazos.
3	CAPA RADIAL	La capa radial, junto con los cinturones, contienen la presión de aire. Dicha capa transmite todas las fuerzas originadas por la carga, el frenado, el cambio de dirección entre la rueda y la banda de rodadura.
4	PAREDES O FLANCOS	El caucho de las paredes está especialmente concebido para resistir la flexión y el clima, proporcionando al mismo tiempo protección a la capa radial.

5	SELLANTE	Una o dos capas de caucho especial (en neumáticos sin cámara) preparado para resistir la difusión del aire. El sellante en estos neumáticos reemplaza la función de las cámaras.
6	RELLENO	Piezas también de caucho con características seleccionadas, se usan para llenar el área de la ceja (talón) y la parte inferior de la pared del neumático para proporcionar una transición suave del área rígida de la ceja, al área flexible del costado.
7	REFUERZO DEL TALÓN	Es otra capa colocada sobre el exterior del amarre de la capa radial, en el área de la ceja, que refuerza y estabiliza la zona de transición de la ceja al costado.
8	RIBETE	Elemento usado como referencia para el asentamiento adecuado del área de la ceja sobre el aro.
9	TALÓN	Es un cuerpo de alambres de acero de alta resistencia utilizado para formar una unidad de gran robustez. El talón es la base de la carcasa, que mantiene el diámetro requerido del neumático en el aro.

2.4.3.2.- Designación de los neumáticos

Todos los neumáticos vienen dotados de una serie de inscripciones y códigos grabados en el caucho, obligatorias para el fabricante, que definen gran parte de sus características como información del tamaño y dimensión del neumático como es el ancho de sección, relación de aspecto, tipo de construcción, diámetro del rin, presión máxima de inflado, avisos importantes de seguridad e información adicional. Además de la marca del fabricante, el modelo y el país de fabricación.



Figura 2.21.- Descripción marcas del neumático.

2.4.3.3.- Tipos de construcción de los neumáticos

2.4.3.3.1.- Diagonal (bias ply)

En neumático de construcción diagonal se caracteriza por tener sus capas dispuestas diagonalmente a 45 grados con respecto a una línea que pasa longitudinalmente por el centro del neumático, fijadas de talón a talón, haciendo así que los flancos de este tipo de neumático sean más rígidos. Este tipo de estructura brinda al neumático dureza y estabilidad que le permiten soportar la carga del vehículo.

La desventaja de este diseño es que por tener flancos más rígidos, el neumático diagonal al ser sometido a un peso provoca el estrechamiento de los surcos perdiendo la capacidad de evacuar el agua así como área de contacto con el suelo, ocasionando un menor agarre, menor estabilidad en curvas y mayor consumo de combustible. Este tipo de neumáticos ahora solo se montan en motocicletas, bicicletas, maquinaria pesada y maquinaria agrícola.

2.4.3.3.2.- Radial

Las capas del neumático son colocadas a 90 grados, fijadas de talón a talón radialmente, Sobre las capas del cuerpo, en el área de la banda de rodamiento, son montadas las capas estabilizadoras. Sus cuerdas corren en sentido diagonal y son ellas las que soportan la carga y mantiene la estabilidad del neumático. Este tipo de construcción permite que el neumático sea más suave que el convencional lo que le permite tener mayor confort, manejabilidad, adherencia a la superficie de rodamiento, tracción, agarre, y lo más importante contribuye a la reducción del consumo de combustible.

2.4.3.4.- Condiciones de seguridad de los neumáticos

2.4.3.4.1.- Neumáticos con presión de aire insuficiente

La cubierta se desgasta irregularmente, más en los flancos que en el centro, disminuyendo su duración. Como dato indicativo, el uso con una presión de 5 libras/pulgada cuadrada menos de la debida produce una disminución en la vida del neumático del 20 %.

Por otro lado, el neumático tendrá un desgaste más pronunciado en los hombros, dado el contacto irregular de la banda de rodamiento con el pavimento. El exceso de flexión en los costados debido a la baja presión lleva a la rotura circunferencial o agrietamiento en la carcasa.

Además la baja presión contribuye al incremento en el consumo de combustible ya que la banda rodante tiene mayor contacto con el pavimento lo que se traduce en una mayor resistencia al rodamiento.

La dirección no es suficientemente precisa debido a la falta de tensión en el neumático, ocasionando inestabilidad de marcha.

2.4.3.4.2.- Neumáticos con presión de aire excesiva

La sobrepresión causa que la banda de rodamiento se desgaste en el centro, ya que es la única parte de su superficie que hace contacto con el suelo. Ello dificulta la maniobrabilidad y reduce la respuesta del sistema de dirección. Además repercute en la estabilidad general del vehículo.

Con el exceso de presión, el neumático se torna más susceptible a daños por impacto. Su capacidad de absorción disminuye a razón inversa del aumento de la presión pudiendo sufrir roturas en la carcasa. El aspecto de seguridad se verá afectado debido a la poca deformación del neumático lo que ocasionará que no

exista un buen contacto entre la banda y la superficie de rodamiento haciendo peligroso el manejo.

2.4.3.4.3.- Temperatura excesiva

Al usar neumáticos con presión de inflado excesiva o insuficiente, aumenta la temperatura del neumático debido al excesivo calor producido por el rozamiento contra el pavimento. El aumento de calor tiene dos consecuencias: la primera es que el neumático pierde resistencia y duración; y la segunda es que la presión del aire dentro del neumático aumenta directamente proporcional a la temperatura.

La disminución de la resistencia y el aumento de la presión pueden dar lugar a que el neumático explote. Aproximadamente, para un incremento o disminución de la temperatura del neumático de 10 °C se producirá un aumento o disminución de la presión de 1 PSI, o cada 15 °C la presión varía 0,1 Bar.

2.4.4.- FRENOS

Un sistema de frenos debe cumplir básicamente tres cualidades. Estas cualidades han de cumplirse obligatoriamente y para ello todos los elementos del sistema han de estar correctamente homologados para poder garantizar el buen funcionamiento del sistema. Las cualidades que han de cumplir los sistemas de freno son:

- Eficacia; un sistema de frenos es eficaz cuando obtenemos un momento de frenado importante sin ejercer ningún esfuerzo en el pedal;
- Progresividad; si se consigue que el momento de frenado sea regular y proporcional al esfuerzo realizado sobre el pedal;
- Regularidad; si se mantiene la eficacia y la progresividad del sistema de frenos en todo momento.

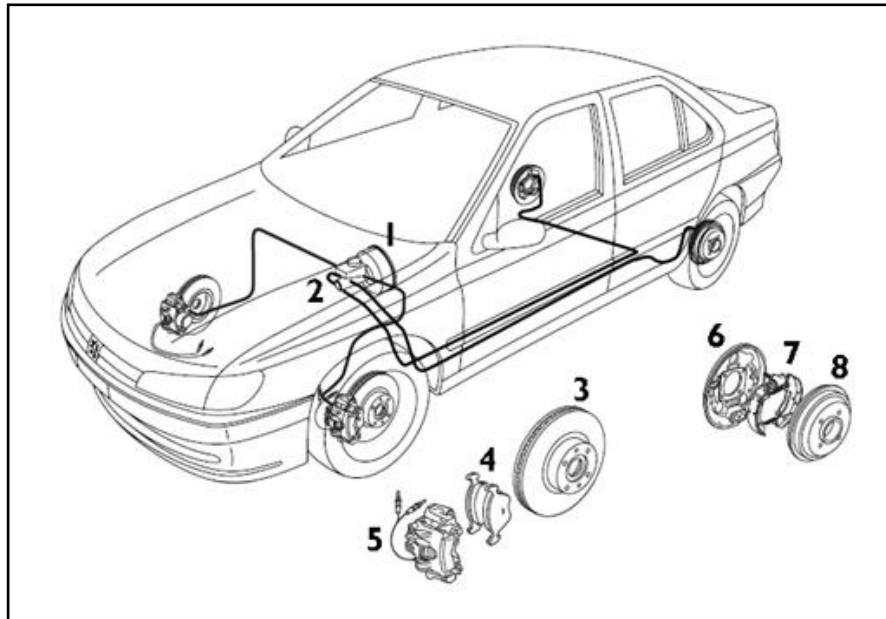


Figura 2.22.- Partes que componen el sistema de frenos.

1 Servo o amplificador, 2 Cilindro de mando y depósito, 3 Disco, 4 Pastilla, 5 Mordaza o calíper, 6 Soporte, 7 Cilindro de freno y zapatas, 8 Tambor.

La normativa internacional exige que todo vehículo esté provisto de un dispositivo de freno principal o de servicio y de un dispositivo de freno de estacionamiento o freno de mano. Además, los frenos deben permitir al conductor de un vehículo modificar la velocidad del vehículo, incluso pararlo, sin modificar la trayectoria del mismo y mantener parado el vehículo, en carga, en una pendiente ascendente o descendente de una inclinación del 18%.

Se entiende por eficacia a la relación de la fuerzas de frenado respecto a la masa máxima autorizada del vehículo.

$$E = \frac{F}{PBV * g} 100 \quad \text{(Ecuación 2.1)}$$

Donde:

E = Valor de la eficacia en %;

F = Suma de todas las fuerzas de frenado para todas las ruedas en Newtons;

g = Aceleración de la gravedad;

PBV = Peso bruto vehicula.

El peso bruto vehicular es la masa máxima del vehículo especificado por el fabricante expresado en kilogramos, consistente en el peso nominal del vehículo sumado al de su máxima capacidad de carga, con el tanque de combustible lleno a su capacidad nominal.

2.4.4.1.- Fuerzas y momentos que actúan en el proceso de frenado.

El principio de funcionamiento de un sistema de frenado es la reducción de la energía cinética y/o potencial para transformarla en energía calorífica.

Con esta transformación de energía se consigue la reducción de la velocidad del vehículo.

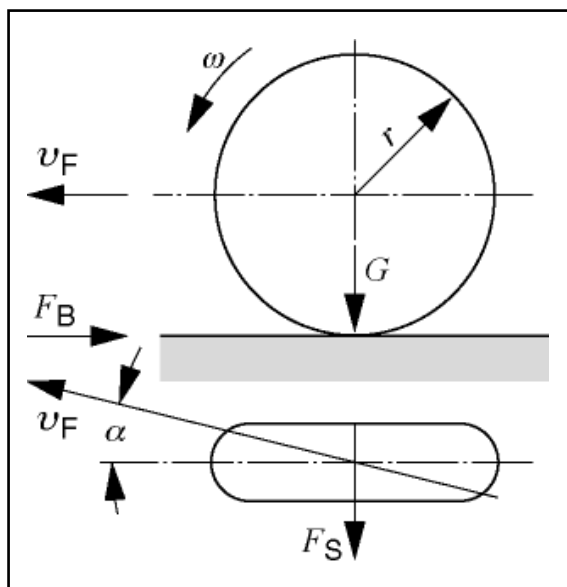


Figura 2.23.- Fuerzas y momentos que actúan en el proceso de frenado.

G Resistencia a la rodadura, F_B Fuerza de frenado, F_S Fuerza lateral, α Angulo de deslizamiento, ω Velocidad angular.

2.4.4.1.1.- Fuerza de frenado

Las principales fuerzas retardadoras del vehículo en el proceso de frenado son las que se desarrollan en la superficie de las ruedas como consecuencia de su contacto con la calzada, al serles aplicados pares que se oponen a su movimiento, es decir, las fuerzas de frenado. La fuerza de frenado máxima así como la fuerza de tracción máxima tienen dos límites. En ambos casos el impuesto por el “neumático - suelo”.

En lo relativo a las fuerzas de frenado, existe el otro límite impuesto es el que tiene el sistema de freno y en lo referente a las fuerzas de tracción máxima el que impone la potencia del motor. El límite crítico es el impuesto por la adherencia existente entre el neumático y el suelo. Cuando se rebasa este límite, en el caso del sistema de freno, se produce el bloqueo de las ruedas que deslizan sobre el pavimento.

2.4.4.1.2.- Resistencia a la rodadura

La resistencia a la rodadura así como la resistencia aerodinámica del vehículo intervienen como fuerzas retardadoras en el proceso de frenado. Aunque su influencia es pequeña frente a la fuerza de frenado, pero aún así ayudan durante el proceso de deceleración. La resistencia a la rodadura, fundamentalmente está compuesta por la fricción neumático – suelo y pérdidas mecánicas en el sistema de transmisión. Su valor es generalmente pequeño en comparación con las otras fuerzas en juego. El valor de la resistencia a la rodadura crece casi proporcionalmente a la velocidad.

2.4.4.1.3.- Acciones aerodinámicas

Las fuerzas aerodinámicas al avance solo tienen interés como fuerzas retardadoras a altas velocidades. A velocidades moderadas o bajas pueden despreciarse frente al valor de la fuerza de frenado.

Las fuerzas aerodinámicas son importantes a altas velocidades ya que su valor aumenta con el cuadrado de la velocidad que el vehículo lleve. Es decir que cuando doblamos la velocidad de un vehículo, por ejemplo de 80 km/h a 160 km/h la resistencia aerodinámica al avance, por ejemplo 40 kg. se multiplica por cuatro siendo necesario un empuje de 160 kg. Y la potencia para vencerlo varía con la velocidad al cubo.

2.4.4.1.4.- Resistencia del motor y transmisión

La resistencia que ofrece el motor constituye, en muchos casos, un factor importante en el proceso de frenado. La potencia, como el par resistente, que ofrece el motor en procesos de frenado en los que permanece vinculado a las ruedas a través de la transmisión, es importante cuando gira a un gran número de revoluciones y disminuye con la velocidad, hasta hacerse pequeño en el último intervalo de un proceso de frenado.

En bajadas prolongadas, especialmente si se trata de vehículos pesados, la retención efectuada por el motor es de suma importancia para preservar los elementos de fricción de los frenos del calentamiento y consiguientes desgastes elevados.

Si la deceleración con la que deseamos frenar es lo suficientemente fuerte, y el motor se encuentra embragado, las exigencias requeridas por el sistema de freno son mucho mayores que si desembragásemos el motor para realizar la frenada. Evidentemente, este efecto de frenado es mayor en los motores diesel con relaciones de compresión del orden de 20:1 que en motores de gasolina en los cuales está establecido en valores de compresión de alrededor de 9:1.

2.4.4.2.- Construcción

En función de las exigencias y tipo de vehículo se emplean sistemas con distintas fuerzas de transmisión. En vehículos de turismo se emplean casi siempre sistemas de frenos hidráulicos y frenos de estacionamiento mecánicos.

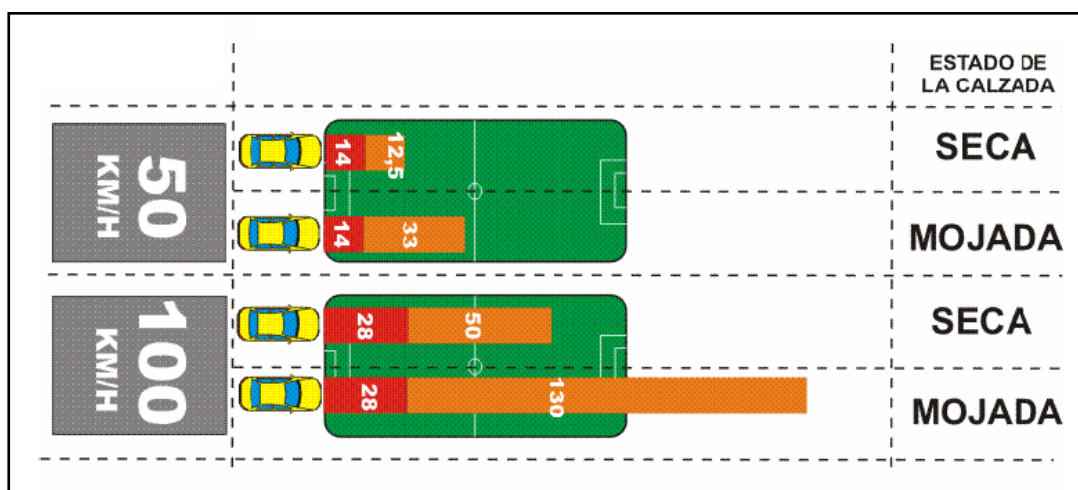


Figura 2.24.- Distancias de frenado en función del estado de la calzada.

2.4.5.- ASISTENCIA

2.4.5.1.- ABS (Antil-lock Braking System)

El sistema monitorea electrónicamente la velocidad de las ruedas y evita que se bloqueen al frenar sobre superficies resbalosas o en situaciones de emergencia; también ayuda a que el vehículo se detenga en una distancia menor, pues regula el intervalo óptimo de deslizamiento. Sensores ubicados en los extremos de los ejes de las ruedas comprueban constantemente la velocidad de las mismas y envían esta información a la ECU (Electronic Control Unit). Cuando la ECU detecta que las ruedas comienzan a bloquearse, emite señales que controlan el funcionamiento de las válvulas moduladoras; esto regula la presión de líquido que ingresa al cilindro de freno. Así la rueda continuará girando a una velocidad superior a la del punto de bloqueo, el lugar de quedarse fija y patinar. Al mismo tiempo, se detiene poco a poco hasta llegar al alto total solicitado por el conductor al través del pedal de freno.

Según las características de la calzada (seco, mojado, etc), se realizan de cuatro a 10 ciclos de regulación por segundo. La principal ventaja del ABS es que, como las ruedas siguen girando, el conductor conserva la tracción y con ella, el control de la dirección del vehículo.

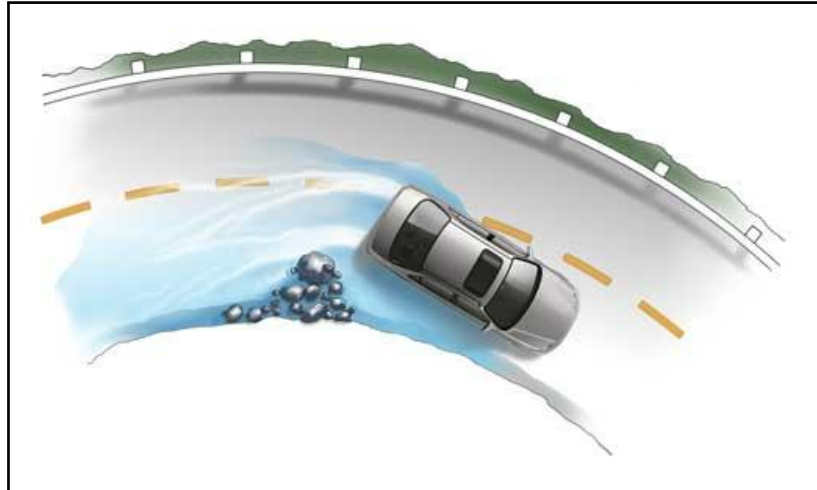


Figura 2.25.- Comportamiento del ABS ante situaciones de peligro.

El sistema está compuesto por varias piezas que interactúan entre sí: las ruedas dentadas, los sensores, la unidad electrónica de control ECU y las válvulas. La rueda dentada consiste en un anillo de metal ferroso con dientes espaciados en forma equidistante. Generalmente está montada sobre el cubo de cada rueda.

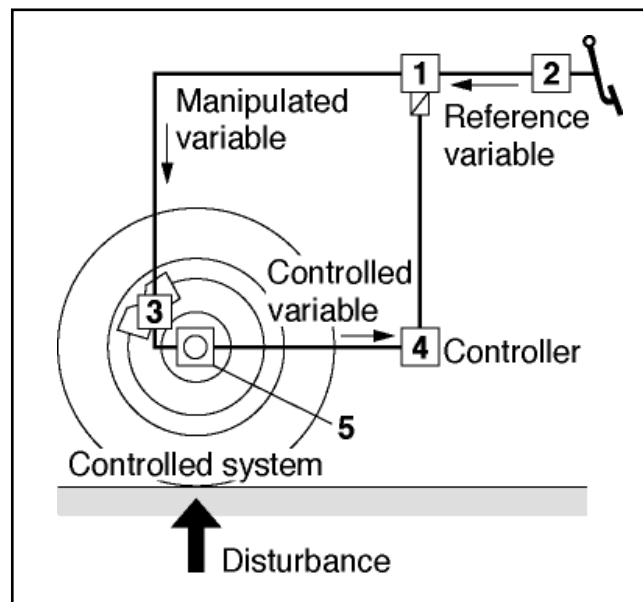


Figura 2.26.- Circuito de control del ABS.

1 Unidad de solenoides, 2 Cilindro maestro, 3 Cilindro de freno, 4 Unidad de control electrónico, 5 Sensor de velocidad de la rueda.

Por su parte, el sensor de velocidad es de tipo captador magnético y está ubicado cerca de la rueda dentada. Consta de una bobina enrollada sobre un imán permanente. A medida que la rueda gira, los dientes de metal (y los espacios entre estos) pasan por el sensor. Como el flujo magnético aumenta y se reduce con el paso de cada diente por su respectivo espacio, se crean impulsos de voltaje de corriente AC en la bobina, con una frecuencia proporcional a la rapidez a la que gira la rueda. Estos impulsos se envían a la ECU, la cual los procesa para determinar la velocidad de rotación.

La ECU tiene funciones de control del sistema y de diagnóstico. En caso de bloqueo, envía señales que activan las válvulas moduladoras, las cuales a su vez regulan la presión de líquido de frenos que entra en el cilindro de freno.

Por último, los solenoides transforman la señal eléctrica en un movimiento mecánico. Consiste en una bobina equipada con un núcleo móvil, el cual cambia de posición cuando la corriente eléctrica atraviesa la bobina. Así mismo, los solenoides regulan la presión del líquido sobre el diafragma de la válvula relevadora, la cual, en respuesta, abre o cierra los pasajes que suministran, retienen o descargan la presión del cilindro.⁴

2.4.6.- SUSPENSIÓN

La suspensión del vehículo permite tener un nivel adecuado de confort de marcha y también proporciona adherencia al neumático con el suelo, así se consiguen elevadas prestaciones en cuanto a seguridad de marcha se refiere, obteniendo una tracción capaz de transmitir la potencia del motor a las ruedas, garantizando con ello un nivel óptimo de estabilidad de marcha y estabilidad al vuelco.

⁴ MECÁNICA POPULAR Año 51, # 12

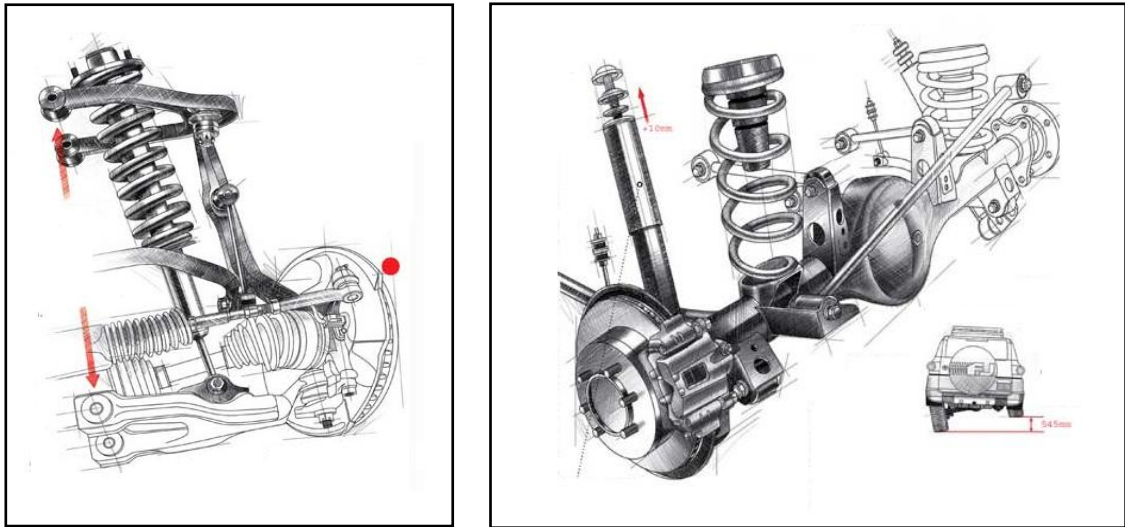


Figura 2.27.- Sistema de suspensión delantera y trasera Toyota FJ Cruiser.

La suspensión del automóvil está formada por las ballestas, horquillas rótulas, muelles y amortiguadores, estabilizadores, ruedas y neumáticos. El bastidor del automóvil se puede considerar el cuerpo integrador de la suspensión. Está fijado a los brazos de los ejes mediante ballestas o amortiguadores. Las suspensiones independientes permiten que cada rueda pueda cambiar de plano sin afectar directamente a la otra. Las barras estabilizadoras son construidas de acero elástico y vinculan a las suspensiones de un mismo eje para disminuir el balanceo de la carrocería y mejorar la estabilidad del vehículo.

2.5.- NORMATIVA

En cuanto a las características técnicas de diseño y construcción, para la homologación de los vehículos o sistemas independientes los fabricantes deben regirse a estándares fijados por normativa.

Para el estudio se toma como referencia la normativa internacional ECE (Economic Commission for Europe), FMVSS de Estados Unidos (Federal Motor Vehicle Safety Standards) e INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización); estas se encuentran especificadas en el capítulo VI.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD PASIVA

3.1.- INTRODUCCIÓN

Por seguridad pasiva se entiende, el conjunto de características y dispositivos que interactúan para reducir o evitar las consecuencias de un choque sobre los ocupantes del vehículo. Investigaciones de accidentes concluyen que los impactos frontales representan aproximadamente un 64% sobre el total de la colisiones (completa y con cobertura del lado izquierdo), los impactos laterales representan el 20%, los impactos posteriores son prácticamente irrelevantes en porcentaje y casi nunca pone en peligro la integridad de los ocupantes. El resto de accidentes más significativos está formado por el vuelco (que aún sucediendo raramente, es muy peligroso) y por el incendio como consecuencia de un accidente.⁵

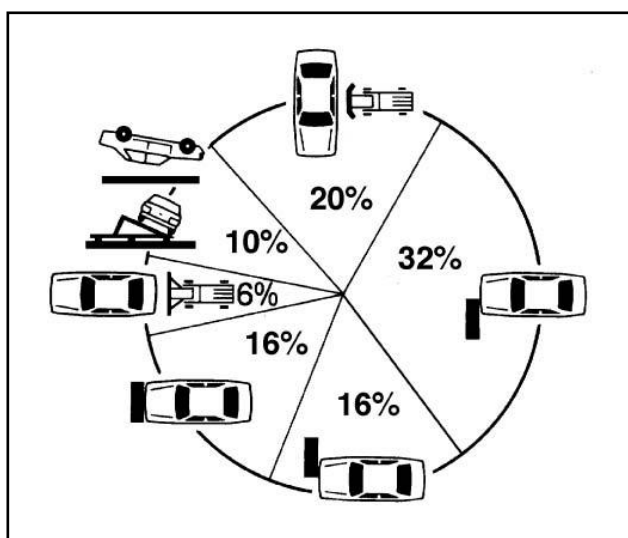


Figura 3.1.- Distribución de accidentes por tipo de colisión simbolizado por los métodos de prueba.

⁵ BOSCH HANDBOOK 4TH EDITION

Para minorar las consecuencias, los pasajeros están provistos de sistemas de retención, como los cinturones de seguridad y el airbag. También se presta especial atención a la configuración del habitáculo empleando materiales que absorben la energía. Otras zonas problemáticas son la columna de dirección y el volante. Asimismo, el diseño de las puertas resulta de vital importancia puesto que deben permanecer cerradas incluso en caso de deformación grave, pero facilitando a la vez el acceso al interior.

Además, la deformabilidad preestablecida de la carrocería en la parte delantera y trasera ha prestado una contribución fundamental a la seguridad dentro de la célula de pasajeros. La energía de choque debe encontrar vía libre sin perjudicar gravemente el habitáculo. Con ello se reducen también la aceleración y las fuerzas que actúan sobre los ocupantes en caso de colisión. Disponiendo el tanque de combustible en un lugar situado fuera de la zona de deformación se contribuye a la protección anti incendios.

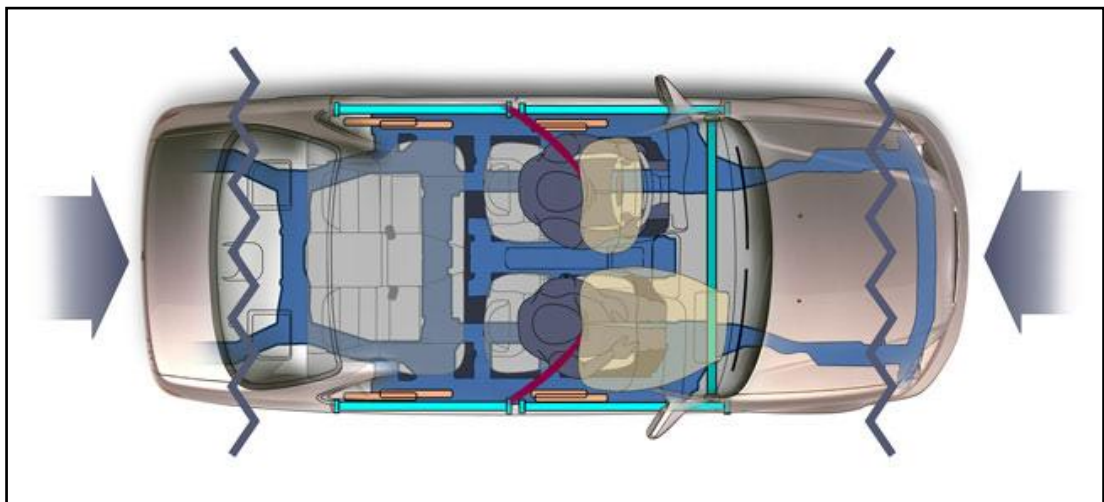


Figura 3.2.- Principales elementos y sistemas de seguridad pasiva.

Mención aparte merecen los datos relativos a los riesgos que corren la categoría de personas menos protegidas en caso de accidente: los niños y otros usuarios de las vías como son peatones y ciclistas. A este respecto, los materiales escogidos, la forma y el diseño funcional del exterior del automóvil pueden

contribuir considerablemente a aumentar la seguridad pasiva, entre estas soluciones se encuentran los parachoques blandos, los faros desplazables, entre otros.

3.2.- EL HABITÁCULO

La función del habitáculo es mantener la integridad de los pasajeros en caso de accidente y permitir que los demás sistemas de seguridad pasiva que equipan el vehículo puedan cumplir su función correctamente.



Figura 3.3.- Habitáculo Opel Zafira.

Por lo que respecta al diseño del interior del vehículo hay que procurar que en caso de accidente si algún pasajero se ve desplazado de su asiento (por efecto de la inercia), no se golpee contra aristas o dispositivos que puedan causarle algún daño. Asimismo, los revestimientos interiores deben cumplir la normativa sobre inflamabilidad (no deben arder por contactos accidentales con llama y ante un recalentamiento fuerte que origine su combustión debe realizar una combustión que en la mayoría de los casos genera un humo fuerte y denso).

El acondicionamiento del habitáculo resulta vital para garantizar la seguridad de los ocupantes del vehículo.

3.2.1.- SISTEMAS DE RETENCIÓN

Si bien la deformación programada consigue absorber gran cantidad de la energía generada en un choque y retener progresivamente la energía liberada en el choque para evitar la transmisión de cargas extremas a los ocupantes del vehículo, no sería igualmente eficaz si en caso de colisión los ocupantes no van protegidos adicionalmente por medio de sistemas de retención.

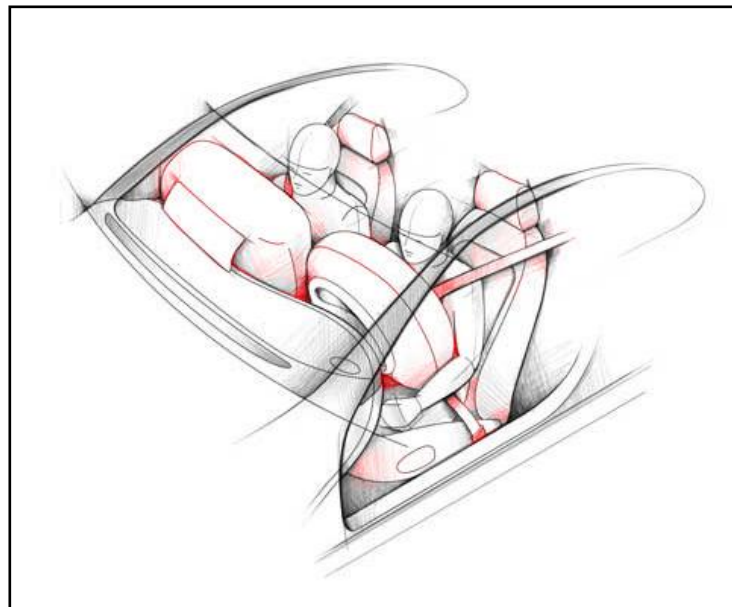


Figura 3.4.- Sistemas de retención.

Como sistemas de retención se encuentran los asientos (su resistencia, anclaje y forma), los apoyacabezas, los cinturones de seguridad (con pretensores) y los airbag. Hay que tener en cuenta que en caso de colisión, el cuerpo del conductor se ve sometido a una inercia gracias a la fuerza actuante a lo largo del tiempo, tal como establece la fórmula del impulso:

$$F * t = m * V \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

Donde:

F = Fuerza;

t = Tiempo;

m = Masa;

V = Velocidad.

El cuerpo de un pasajero en caso de colisión frontal se proyectará en sentido de la marcha a una velocidad inversamente proporcional a su masa. Como ejemplo de lo anterior se deduce, que el cuerpo de un ocupante en caso de accidente se convierte en un proyectil con la fuerza de un autobús.

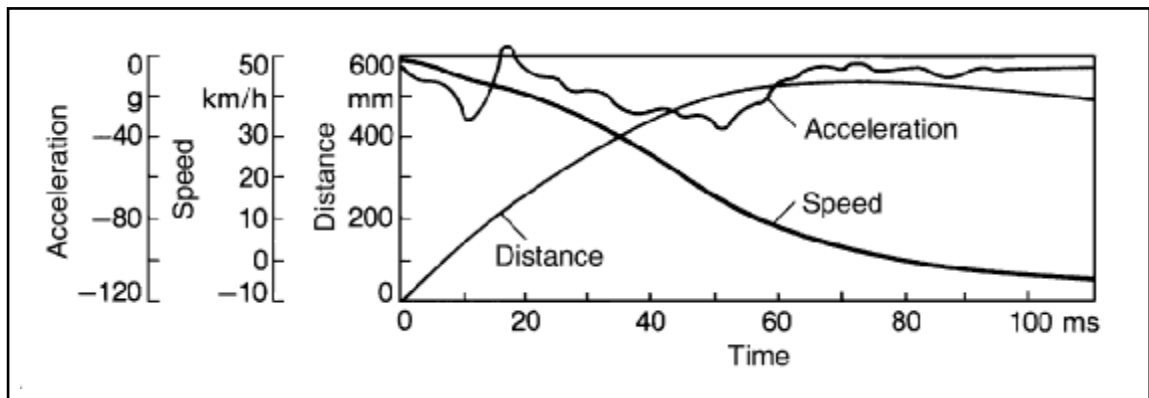


Figura 3.5.- Aceleración, velocidad y distancia recorrida desde el habitáculo cuando se impacta una barrera a 50 km/h.

Para entender mejor la importancia que tienen los dispositivos de retención, es necesario repasar las leyes físicas que se ponen de manifiesto en una colisión, en estos casos aparecen una serie de fuerzas debidas a los pesos de la carga y ocupantes (fuerzas estáticas); otras, provocadas por las aceleraciones y deceleraciones (fuerzas dinámicas), y por último, las producidas por el rozamiento del aire y la carrocería del vehículo (fuerzas aerodinámicas).

Durante la colisión se produce lo que denominamos deceleración, que determina la gravedad del accidente. Si en una colisión hay una velocidad inicial que tiene que acabar siendo 0, la deceleración viene a ser la rapidez con la que se produce

este cambio y se la mide en gravedades G; teniendo en cuenta que cada G equivale a la aceleración con que los cuerpos caen a la Tierra (9.8 m/s^2) y que el cuerpo humano tiene una tolerancia limitada a la deceleración, ya que a partir de 10 G empieza a sufrir lesiones y no es capaz de aguantar más de 30 G.

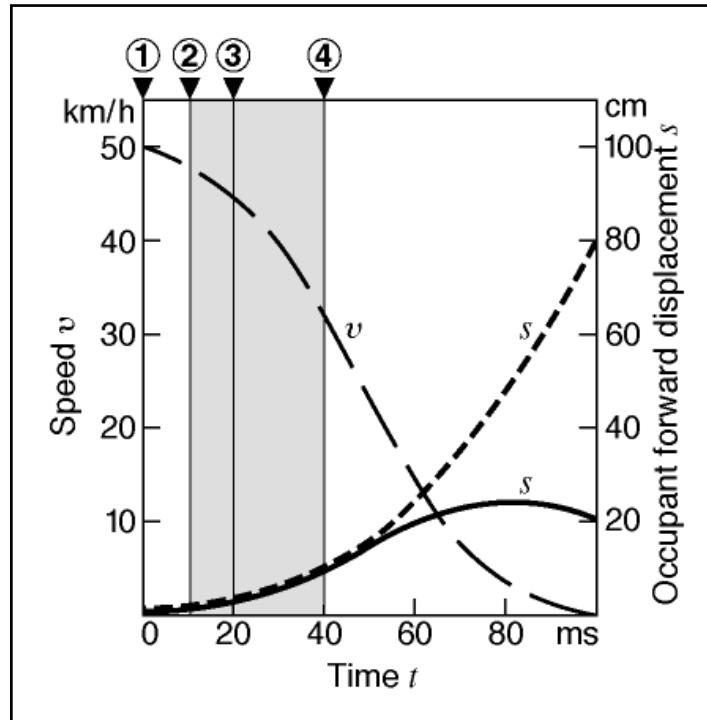


Figura 3.6.- Desplazamiento frontal de los ocupantes en función de la velocidad del vehículo y el tiempo.

1 Impacto, 2 Accionamiento del pretensor/airbag, 3 Cinturón tensionado, 4 Airbag inflado ----- sin sistemas de retención / — con sistemas de retención.

3.2.2.- ASIENTOS

La función de un asiento es acomodar a los ocupantes del vehículo garantizando el suficiente grado de confort y sujeción. En caso de colisión la función del asiento es asegurar la máxima protección a los ocupantes, su diseño presta especial atención a su fijación y anclaje. En algunos casos los asientos delanteros se desplazan ligeramente hacia atrás al producirse un choque frontal, en otros casos el bastidor del respaldo está constituido por una estructura de acero estampado vinculado a través de una rótula bilateral, adecuada para aumentar la solidez y la

absorción de energía en los impactos traseros. Del mismo modo, en algunos asientos delanteros, en caso de choque frontal superior a 35 km/h, su configuración permite un aflojamiento estructural controlado para que la estructura pueda inclinarse hacia atrás absorbiendo parte de la energía sin causar lesiones a los ocupantes traseros.

En general, su estructura debe impedir que el cuerpo se deslice hacia delante y hacia abajo en una colisión, por lo que se fabrican en forma de cuña antideslizante. En el caso de asientos traseros abatibles, para aumentar el espacio de carga, los puntos de sujeción de los mismos, se estudian para que la carga no pueda irrumpir en el habitáculo debido a la inercia generada en un choque.



Figura 3.7.- Estructura de un asiento moderno.

En los asientos integrales, la hebilla de anclaje del cinturón se fija a su estructura, y no sobre el suelo del habitáculo, para disminuir las lesiones provocadas por sus posibles desplazamientos en un choque. Asimismo, el bobinador automático del cinturón de seguridad se encuentra integrado en la parte superior del respaldo. Un

dispositivo adapta automáticamente la altura de este punto y asegura así una colocación siempre ideal del cinturón, con independencia de la altura y la constitución del ocupante. Esta configuración plantea mayores necesidades de rigidez y estabilidad del bastidor del asiento, del enclavamiento del respaldo y del sistema de reglaje del asiento; ya que durante las colisiones, los esfuerzos resultantes de la masa inercial de los pasajeros, actúan directamente sobre el asiento. Por esta razón, la estructura portante de la banqueta y del respaldo del asiento suele constar de elementos de aluminio o magnesio, perfiles extrusionados y piezas de chapa conformada. Esta construcción también contribuye de forma decisiva a la estabilidad transversal en caso de choque lateral.

En cuanto a ergonomía y confort se refiere, las múltiples posibilidades de regulación, el grado de sujeción lateral y el soporte lumbar, garantizan un nivel de comodidad idóneo. Por otro lado, las piezas del acolchado absorben grandes cargas mecánicas, tienen una excelente duración de servicio y pueden fabricarse en cualquier forma que se desee. La espuma moldeada elástica permite un diseño ergonómico con propiedades favorables de atenuación de vibraciones y un alto confort de conducción y climatización.



Figura 3.8.- Movimientos de un asiento ajustable.

3.2.3.- EL APOYACABEZAS ⁶

El apoyacabezas es un elemento de seguridad pasiva del vehículo, concretamente se trata de un dispositivo de retención para la cabeza, cuya finalidad es limitar el desplazamiento hacia atrás de la cabeza del ocupante con relación al tronco, de forma que, en caso de accidente, se reduzca el riesgo de lesiones en las vértebras cervicales.

En función del criterio utilizado, se pueden distinguir distintos tipos de apoyacabezas. Si consideramos que el apoyacabezas se pueda ajustar, en altura y en separación, o no, diferenciamos entre apoyacabezas ajustable y apoyacabezas fijo.

3.2.3.1.- Apoyacabezas ajustable

El apoyacabezas ajustable, como su nombre indica, es aquél cuya altura y separación horizontal con respecto la cabeza se puede regular. La altura y separación por detrás de la cabeza del ocupante con respecto al apoyacabezas pueden tener una influencia significativa en la probabilidad y gravedad de las lesiones por latigazo cervical en las colisiones por alcance.

3.2.3.2.- Apoyacabezas fijo o integrado

El apoyacabezas fijo es aquél que no se ajusta, ya que está integrado a la estructura del asiento.

Varios estudios han mostrado que los apoyacabezas fijos o integrados son más eficaces que los ajustables. La mayor eficacia de los apoyacabezas fijos o integrados se debe principalmente a que la mayor parte de los usuarios de vehículos deja sus apoyacabezas ajustables en su posición más baja.

⁶ Descripción del Reposacabezas y evidencias científicas de su efectividad - Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil FITSA

Los apoyacabezas integrados están formados por la parte superior del respaldo del asiento, los apoyacabezas calificados como extraíbles o separados, pero que no pueden separarse del asiento o de la estructura del vehículo sin emplear herramientas o quitar parcial o totalmente el recubrimiento del asiento, se consideran apoyacabezas integrados.



Figura 3.9.- Apoyacabezas fijo o integrado.

3.2.3.3.- Apoyacabezas activo

El apoyacabezas activo va acompañado de un asiento de ciertas características, por lo que propiamente se trata de un sistema (apoyacabezas y respaldo del asiento) que controla y distribuye las fuerzas sobre el ocupante generadas en los impactos traseros, o incluso por rebote con el cinturón de seguridad en los impactos frontales.

El apoyacabezas activo, va montado sobre una placa de presión en el respaldo del asiento mediante un mecanismo de unión basado en un dispositivo de muelles. Cuando el asiento empuja al ocupante hacia delante con más fuerza de

la que el muelle puede resistir, la placa se mueve hacia atrás dentro del asiento. Esto induce en el apoyacabezas un movimiento que le fuerza a subir hacia arriba y hacia delante, sujetando así la cabeza antes de que el movimiento relativo entre la cabeza y el torso sea importante.



Figura 3.10.- Funcionamiento del apoyacabezas activo.

3.2.3.4.- Apoyacabezas pasivo

Apoyacabezas pasivo es aquél que no se activa por efecto de la colisión; a este grupo pertenecerían el apoyacabezas fijo o integrado y el apoyacabezas ajustable que no tengan ningún mecanismo que se active en la colisión. En síntesis, los sistemas que están solidariamente sujetos a los asientos y no reaccionan en caso de colisión, limitándose a decelerar la cabeza cuando ésta se desplaza hacia atrás, reciben el calificativo de pasivos.

3.2.3.5.- El latigazo cervical

El latigazo cervical es un mecanismo de transferencia de energía en el cuello debido a un proceso de aceleración-deceleración, que suele ocurrir como resultado de colisiones por alcance entre vehículos, aunque también puede ocurrir durante otro tipo de actividades o accidentes. El impacto puede provocar lesiones en los tejidos blandos o estructuras óseas, lo que a su vez puede producir diferentes manifestaciones clínicas conocidas como desórdenes asociados al

latigazo cervical o WAD. Según varios estudios, las lesiones de cuello son características de impactos por alcance, en los que la mayoría de las lesiones son leves y generalmente se producen en impactos a baja velocidad.

La cinemática del ocupante de un vehículo que sufre un alcance por detrás se puede descomponer en tres tipos de movimientos:

- A.** Un movimiento del ocupante hacia arriba con respecto al respaldo del asiento; es el movimiento de “trepada” o “ramping”.
- B.** Un movimiento de traslación sin giro de la cabeza hacia atrás con respecto al torso del ocupante; es el movimiento de “retracción” del cuello.
- C.** Un movimiento de giro puro de la cabeza hacia atrás, que coincide con un movimiento de extensión del cuello.

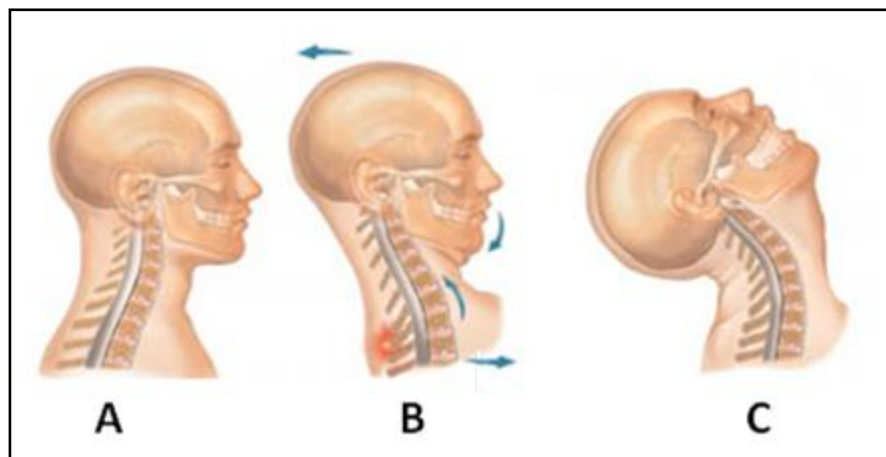


Figura 3.11.- Movimientos en el latigazo cervical.

Este movimiento global de la cabeza, que en su manifestación más extrema se asemeja al de un latigazo, da a las lesiones resultantes su nombre, tan popular. A pesar de los numerosos ensayos con voluntarios, sigue faltando un criterio bien definido y globalmente aceptado para determinar el potencial de lesión de una colisión por alcance.

Para tratar de solucionar este problema, los investigadores suecos, Bostrom y colaboradores, en 1996, (Bostrom O., Svennson, M.Y., Aldman, B. et al., 1996. In: Proceedings of the International Conference on the Biomechanics of Impact, Dublin, Ireland), desarrollaron un modelo matemático para tratar de predecir el riesgo de lesión en humanos.

Este criterio de lesión recibe el nombre de criterio de lesión de cuello, y se basa en la fórmula matemática siguiente:

$$\text{NIC} = 0,2 a_{rel} + V_{rel} \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

Donde:

NIC = Neck Injury Criterion;

a_{rel} = Aceleración relativa de la cabeza;

V_{rel} = Velocidad relativa de la cabeza.

El criterio de lesión de cuello NIC compara la velocidad y la aceleración de la cabeza en la parte alta del cuello con la aceleración de la primera vértebra torácica al final de la parte baja del cuello. Expresada en términos de metros cuadrados por segundo al cuadrado, esta comparación indica cuánto se retrasa el movimiento de la cabeza con respecto al torso. Los valores pequeños de NIC son deseables, porque indican un retraso menor y, por lo tanto, menor probabilidad de lesión por latigazo cervical.

En función del criterio NIC, se ha visto que la protección del cuello en las colisiones por alcance requiere que la aceleración y la velocidad horizontal relativa entre la cabeza y el torso se mantengan bajas, o que la cabeza quede sujeta por el apoyacabezas muy al principio del proceso de colisión.

Las lesiones producidas en la columna vertebral a la altura de las cervicales son las más comunes después de haber sufrido un accidente de tráfico. Un estudio multicéntrico sobre morbilidad derivada de accidentes de tráfico, llevado a cabo

en España entre los años 2.000 y 2.004 a partir de fuentes sanitarias no hospitalarias, muestra que la mayoría de las lesiones sufridas tras un accidente fueron esguinces cervicales, el valor alcanza el 24,74%.

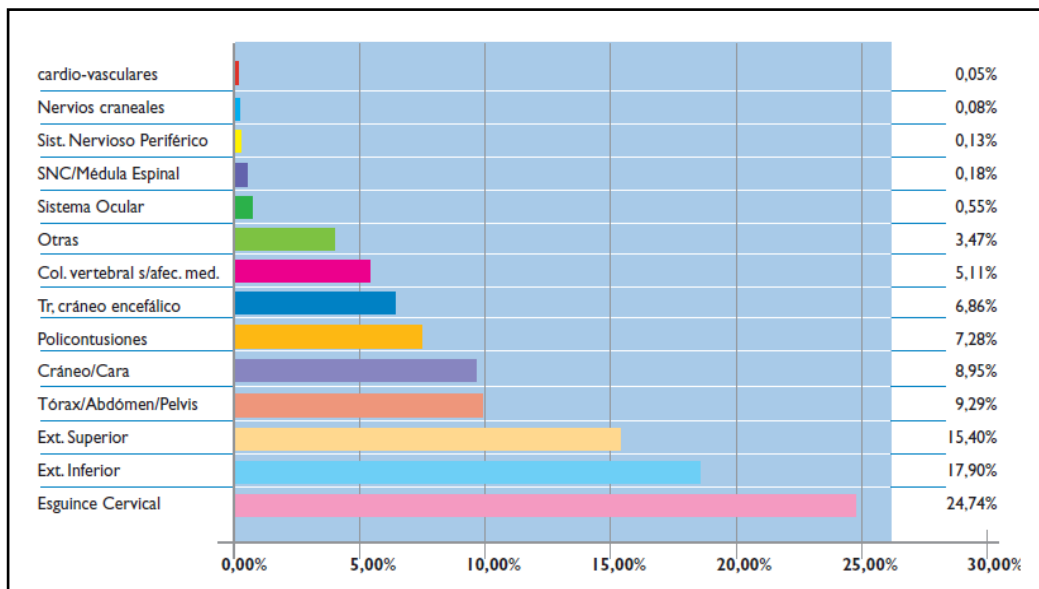


Figura 3.12.- Porcentaje de distribución de lesiones sufridas en un accidente de tráfico⁷

3.2.3.6.- Utilización del apoyacabezas

Pese a que los mecanismos fisiológicos que producen las lesiones por latigazo cervical no se conocen del todo, la contramedida para evitarlas hace décadas que se conoce. El movimiento relativo de la cabeza y el torso en una colisión por detrás puede limitarse, bien con un respaldo alto del asiento o con un apoyacabezas separado situado detrás y cerca de la cabeza del ocupante.

El respaldo del asiento y el apoyacabezas deben dar apoyo a la curvatura de la espalda y del cuello con la mayor precisión posible, es decir, situándose tan cerca del ocupante como sea posible, particularmente el apoyacabezas. Si el asiento sigue bien la forma del ocupante, la uniformidad tenderá a sujetar el cuerpo por igual para provocar movimientos relativos mínimos entre la cabeza y la columna vertebral.

⁷ Estudio multicéntrico sobre morbilidad derivada de accidentes de tráfico en España 2.000 - 2.004, a partir de fuentes sanitarias no hospitalarias. Dr. Juan Carlos González Luque. D.G.T.).

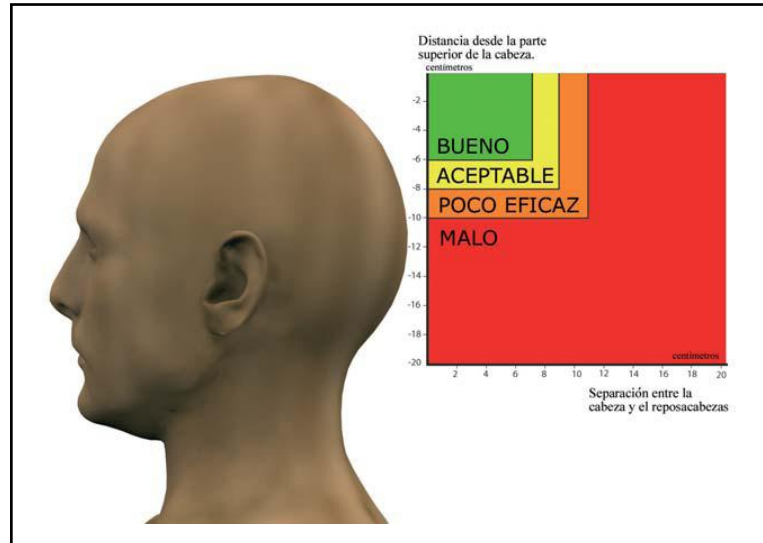


Figura 3.13.- Eficacia del apoyacabezas en función de la distancia desde la parte superior de la cabeza y la separación entre la cabeza y el apoyacabezas.

3.2.3.7.- Coste de fabricación

En un estudio llevado a cabo por la NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) en 1992 se comprobó que el coste medio de un reposacabezas integral era de 30.12\$. Este mismo análisis se realizó para reposacabezas ajustables, comprobando que el coste en ese caso era de 29.13\$ por reposacabezas (valor del dólar en 1998). Por otro lado, también se analizó el coste del reposacabezas en función de un incremento en su altura (más de 800 mm. en los asientos delanteros y más de 750 mm. en los asientos traseros), con un resultado de 1.40\$/pulgada para reposacabezas fijos y de 1.46\$/pulgada para reposacabezas ajustables. Dada la poca diferencia de precio entre ambos reposacabezas, se estimó un valor medio de venta para ambos tipos de reposacabezas de 1.54\$/pulgada. La NHTSA creyó que una reducción de la separación horizontal del reposacabezas no supondría un incremento en su coste, puesto que habría exigido un cambio en el diseño que se podía realizar al incrementar la altura. En cuanto a los asientos traseros sin reposacabezas, incrementar la altura del respaldo del asiento para crear un reposacabezas integral suponía un coste de 12.34\$ por vehículo. También se comprobó en dicho estudio que introducir un sistema de bloqueo en los reposacabezas ajustables

que no lo tuvieran supondría un coste de 0.15\$ por vehículo. Por otro lado, el coste por cada vida salvada se estimó en 3 millones \$, en cuanto a los asientos delanteros, y 9 millones \$, en cuanto a los traseros. En otro estudio llevado a cabo por Kahane y col. (1982) se concluyó que el coste medio del reposacabezas, por turismo, en \$ del año 1981, era de \$24,33 por un apoyacabezas ajustable y \$6,65 por uno integral.

3.2.4.- CINTURONES DE SEGURIDAD

El cinturón de seguridad elemento de vital importancia en materia de seguridad es un dispositivo que busca evitar el contacto físico de los ocupantes del vehículo con elementos del internos del vehículo como el volante, retrovisor y el parabrisas.

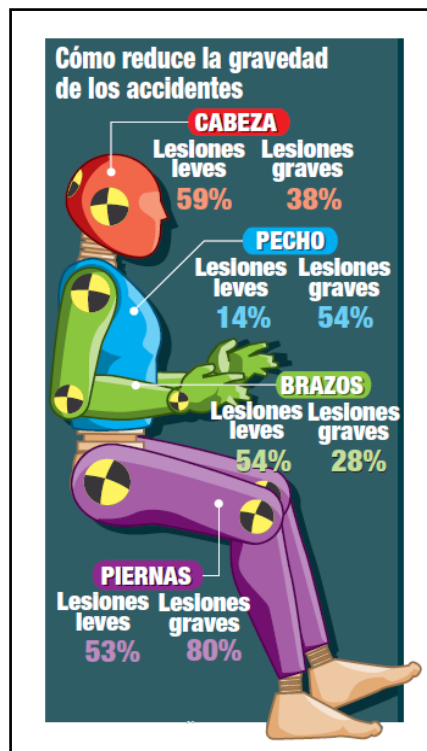


Figura 3.14.- Porcentaje de lesiones que ayuda a reducir el uso del cinturón de seguridad.

El cinturón de seguridad consigue disipar la energía que llega al ocupante durante un choque, lo más lenta y uniformemente posible, procurando que los pasajeros

participen de la deceleración del vehículo lo antes posible. Las normas de homologación prescriben que los cinturones de seguridad deben estar contruidos con dos o más cintas de tejido muy resistente capaces de soportar una carga de 1.500 kilos y fijados con bridas a los anclajes colocados en la carrocería. Una hebilla especial permite el enganche del cinturón, mientras el desenganche se efectúa rápidamente por sistema de palanca o pulsador instalados en la propia hebilla.

Hoy en día se ha generalizado el cinturón con tres puntos de anclaje, combinado con un dispositivo de enrollamiento automático. Esta instalación deja suficiente libertad de movimientos. Al desacelerar bruscamente, al circular por curvas, o cuando los ocupantes realizan movimientos repentinos, un trinquete de parada bloquea el mecanismo de enrollamiento. Como ayuda para complementar la acción del cinturón es importante regular correctamente el apoya cabezas y disponer de asientos con cuña interior antideslizante para no deslizarse por la parte inferior del cinturón. Asimismo, la inversión regulable en altura del cinturón y la sujeción del cierre en el mismo asiento, y no sobre el suelo del habitáculo, garantizan una buena adecuación ergonómica a la anatomía del ocupante.

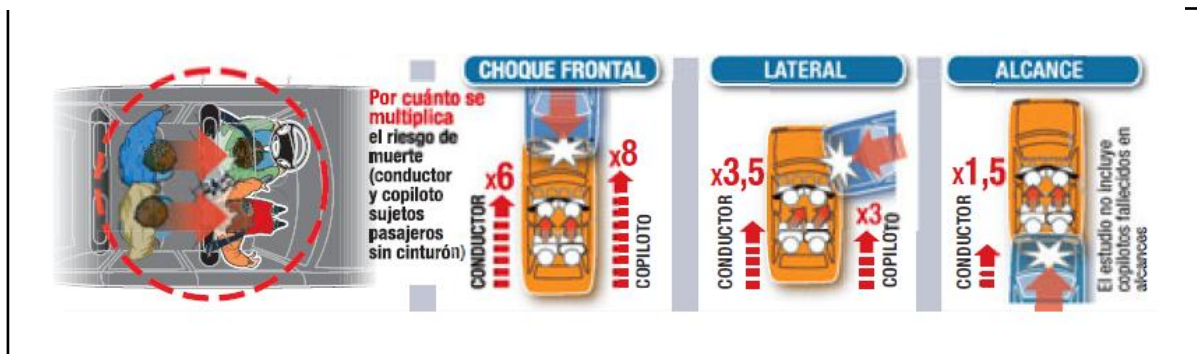


Figura 3.15.- Multiplicación del riesgo de muerte por pasajeros sin cinturón en la parte posterior del vehículo.⁸

⁸ REVISTA TRÁFICO No. 175 Noviembre – Diciembre 2006

En un choque entre dos vehículos, los pasajeros que viajan detrás sin cinturón pueden convertirse en proyectiles mortales. El riesgo genérico de matar a los de adelante se multiplica por 5, aunque varía dependiendo del tipo de accidente.

3.2.4.1.- Pretensores de los cinturones de seguridad

El pretensor del cinturón de seguridad es un dispositivo que, en caso de un choque frontal, compensa el alargamiento inevitable de los cinturones bajo la acción del cuerpo, manteniendo éste apoyado contra el respaldo del asiento. Cuando se produce un choque frontal, es indispensable que el cinturón se mantenga lo más cerca posible del cuerpo del conductor y el pasajero de forma que absorba progresivamente la energía cinética del cuerpo durante el impacto. Algunas causas por las que un cinturón de seguridad no puede garantizar al 100% la sujeción del cuerpo contra el respaldo en caso de choque son:

- Mal funcionamiento o retraso de accionamiento del dispositivo de bloqueo de inercia;
- Ligero desgarre o estiramiento de las fibras del cinturón de seguridad;
- Mal bobinado del cinturón de seguridad en el propio bobinador;
- Prendas amplias que puedan crear un espacio entre el cinturón y el cuerpo del conductor o el pasajero.

3.2.5.- BOLSAS DE AIRE (AIRBAG)

Los airbags funcionan como un sistema adicional al cinturón de seguridad, de ahí las siglas SRS (Supplemental Restraint System). Para el correcto funcionamiento de todo el sistema y una efectiva protección por parte de los airbags, es indispensable el uso del cinturón de seguridad.



Figura 3.16.- Disposición de los airbags Audi A3.

Ante una colisión, el sensor de la unidad de airbag mide la magnitud de la desaceleración (duración, dirección e intensidad) sufrida por el vehículo en los primeros instantes de la colisión y la unidad de control evalúa la necesidad de activación de los distintos elementos.

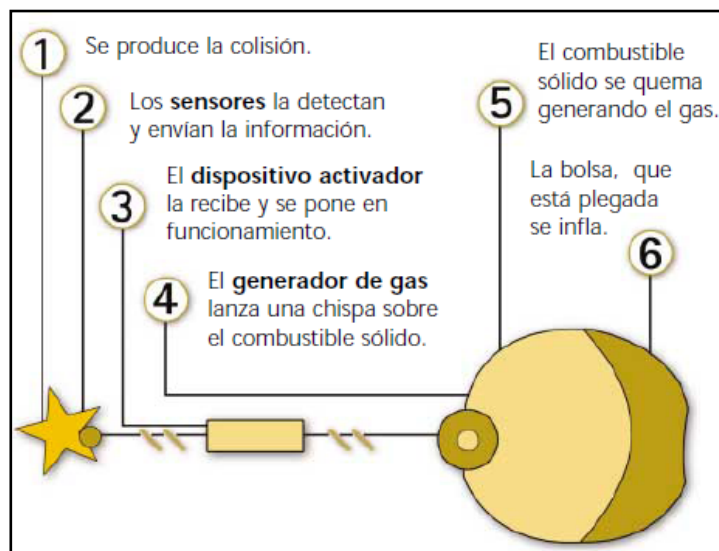


Figura 3.17.- Etapas de accionamiento del airbag.

Los airbags minimizan notablemente el riesgo de sufrir lesiones graves en un accidente e incluso han salvado vidas, reducen en un 20% la posibilidad de muerte (teniendo en cuenta un correcto uso). Sin embargo, esto no constituye una promesa de que ante siniestros de elevada magnitud los ocupantes resulten sin ningún tipo de lesión. Todo depende de la dinámica de la colisión, de la energía desplegada durante la misma y de las condiciones en que ésta se produce.

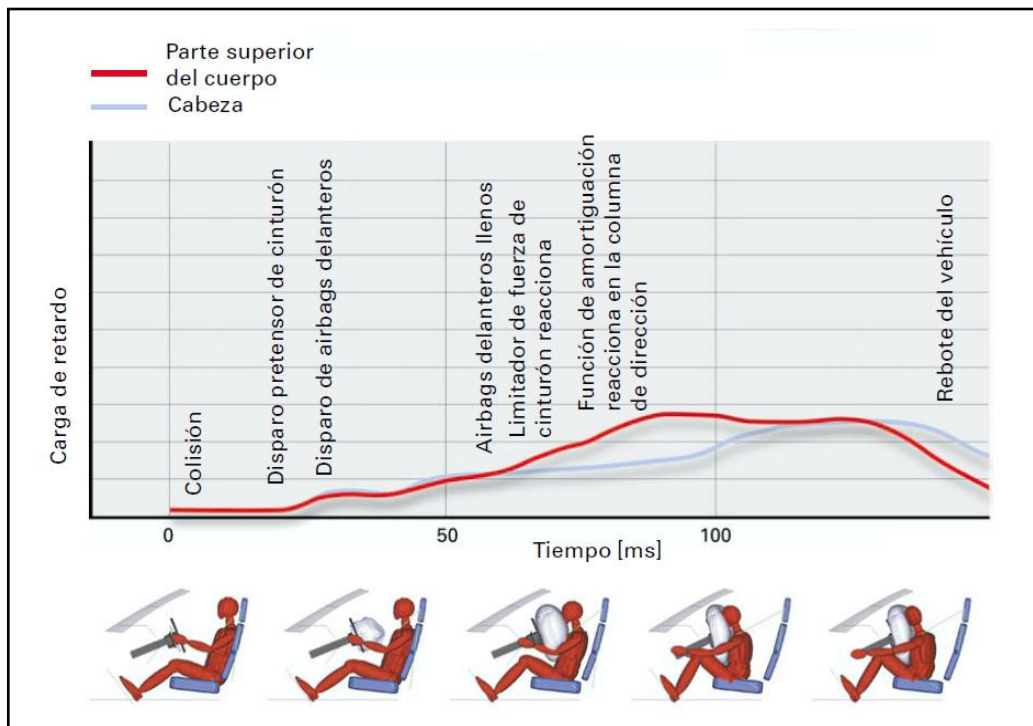


Figura 3.18.- Tiempos de activación del airbag y cargas de retardo del cuerpo del ocupante.

Los airbags frontales normalmente se encuentran ubicados en el volante para el conductor y en el tablero para el acompañante; protegen principalmente el tórax, el cuello y el rostro. Los airbags laterales pueden encontrarse al costado del respaldo del asiento o en la puerta y protegen el tórax, la cadera y en algunos casos la cabeza. Los airbags de cortina, ubicados en el marco del techo, proporcionan un alto nivel de protección para la cabeza. También existen airbags de rodilla, colocados debajo de la columna de dirección, con el fin de proteger las piernas del conductor.

3.2.6.- COLUMNA DE DIRECCIÓN

Esta configuración de la columna de dirección colapsable ayuda a evitar el retroceso del volante en caso de un choque frontal. Las columnas de dirección articuladas permiten la rotura en tantas partes como rótulas articuladas tenga, evitando así que la columna salga proyectada hacia el conductor en una sola pieza. El tramo inferior suele ser colapsable para mantener fija la posición del volante en los impactos.



Figura 3.19.- Funcionamiento columna de dirección colapsable.

Asimismo, la cubierta inferior de la columna de dirección suele poseer un acolchado de gomaespuma para reducir los daños que se puedan producir en las rodillas por su desplazamiento en caso de colisión.

3.2.7.- SISTEMAS DE RETENCIÓN INFANTIL

El anclaje tipo ISOFIX, es un sistema de sujeción estandarizado internacionalmente para asientos de retención infantil en vehículos. Consta de unos puntos de sujeción rígidos que van atornillados o soldados a la carrocería del vehículo, entre el respaldo y el asiento, y de los correspondientes enganches en el asiento infantil, dos anclajes rígidos que se cierran sobre las varillas del automóvil, ofreciendo así una unión firme con la carrocería, excluyendo casi por

completo el vuelco y la oscilación del asiento. En caso de colisión, el niño cuenta con una mayor protección gracias a la firme sujeción. Además, su fácil montaje minimiza la probabilidad de cometer errores durante la instalación del asiento en el vehículo.

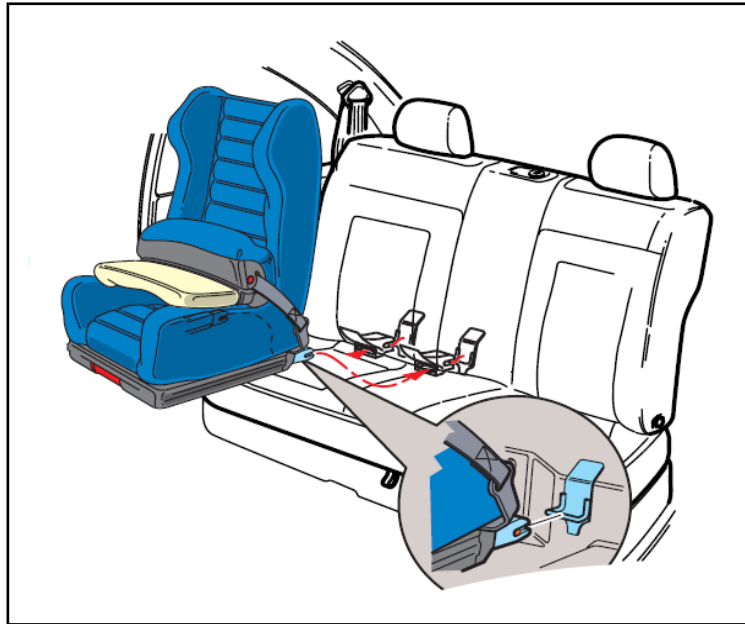


Figura 3.20.- Sistema de anclaje ISOFIX.

Sin embargo, y al contrario de lo que sucede con los asientos del tipo universal, los cuales pueden instalarse en cualquier vehículo, los asientos ISOFIX o los sistemas de anclaje inferior y superior LATCH (Lower Anchors and Tethers for Children) han de ser homologados para cada modelo de vehículo, y casi diez años después de su lanzamiento sólo algunas marcas los incluyen debido a la falta de acuerdo entre los fabricantes de vehículos.

Por otra parte la ubicación en el vehículo y el uso incorrecto, o no, de los elementos de seguridad son determinantes para las posibles lesiones que puede recibir un niño en caso de un impacto a 50 km/h, o de una desaceleración rápida. Nueve de cada diez niños/as viajan en la parte posterior del vehículo, principalmente en el asiento detrás del copiloto (49,2%). En este caso, si se produce un accidente y el niño viaja sin sistema de seguridad, las posibles lesiones son traumatismos craneales, faciales y torácicos y lesión medular. El estudio analiza otros supuestos, como el de un niño acostado en el asiento

trasero o sentado en el trasero central, cuyas consecuencias son diferentes, dada la distinta posición que llevan en el vehículo. En el caso del niño acostado, al producirse un accidente, éste es lanzado hacia el respaldo de los asientos delanteros y sus lesiones más probables se localizarán en la cabeza y extremidades; en cambio, en el caso de viajar en el asiento trasero central, las consecuencias pueden ser más graves, ya que, producido el impacto, por lo general el cuerpo se cuela entre los asientos delanteros y se golpea contra el tablero y/o parabrisas del vehículo.

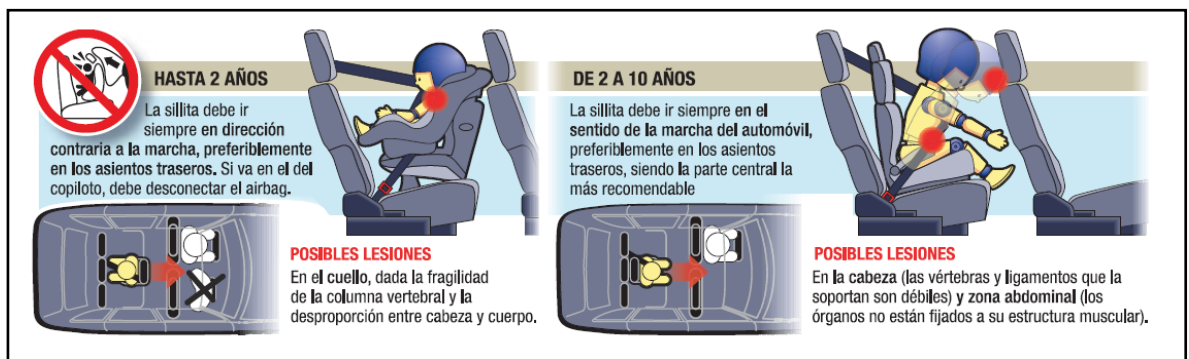


Figura 3.21.- Ubicación correcta de un niño en el vehículo.

No obstante, y aún con los sistemas de retención, los cuerpos de los menores son muy frágiles y sufren distintas lesiones dependiendo de su edad. Así, los niños menores de 2 años, dada la fragilidad de la columna vertebral y la desproporción entre la cabeza y el cuerpo, es muy probable que sufran lesiones en el cuello.



Figura 3.22.- Incorrecta ubicación de un niño en el vehículo y posibles lesiones.

Es conveniente que, en estos casos, la silla se coloque en sentido inverso a la marcha del vehículo. En los niños de 2 a 4 años, las lesiones más frecuentes se producen en la zona de la cabeza, ya que las vértebras y los músculos que la sujetan no están suficientemente desarrollados. Cuando la edad está entre 4 y 10 años, las lesiones pueden afectar a uno o más órganos, ya que no están debidamente fijados a su estructura muscular.⁹

3.3.- CARROCERÍA

Con el fin de mejorar la estructura portante en materia de seguridad pasiva, los fabricantes de vehículos utilizan diferentes soluciones constructivas que responden a variados criterios tales como el aumento de la rigidez de la carrocería, disminución de peso (sin merma alguna de la seguridad y rigidez estructural mediante la utilización de materiales más ligeros pero resistentes y un diseño inteligente), mejora del plan de deformación programada, mejora del sistema de reparabilidad, mejora de las prestaciones de marcha del vehículo, etc.

3.3.1.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA CARROCERÍA

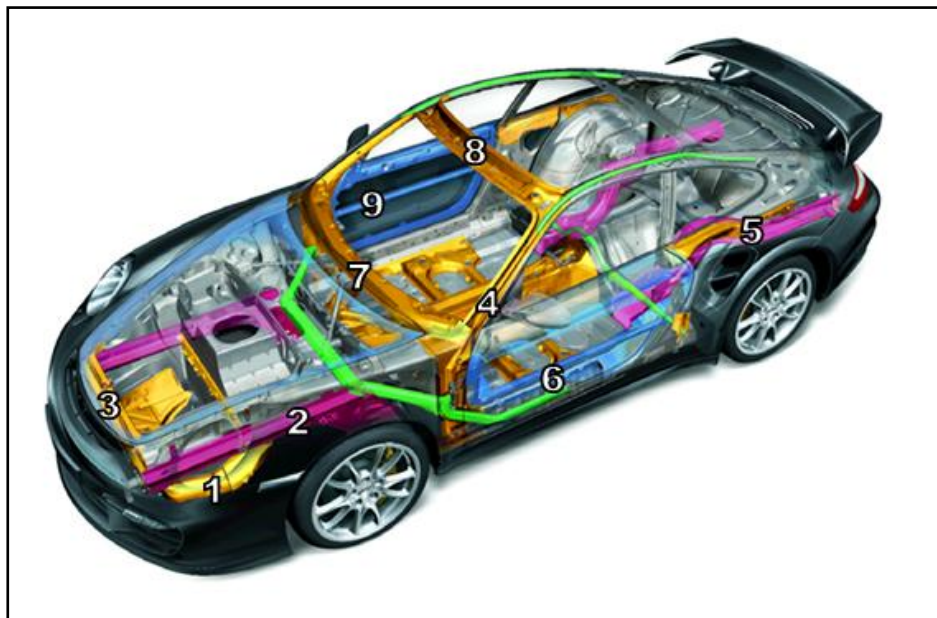


Figura 3.23.- Elementos estructurales de la carrocería Porsche 911 GT2.

⁹ REVISTA TRÁFICO No. 178 Mayo – Junio 2006

Tabla III.1.- Descripción de los elementos estructurales de la carrocería.

NÚMERO	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
1	LARGUEROS DELANTEROS	Son dos vigas paralelas que parten del travesaño delantero. En estas piezas, la mayor parte de la energía que se produce en un impacto frontal es absorbida por las zonas de deformación progresiva situadas en los extremos delanteros de los largueros, de forma que el larguero se contrae plegándose sobre sí mismo. Estas zonas son las que primeramente se deforman si la magnitud de los daños supera la capacidad de absorción de dicho elemento.
2	LARGUEROS SUPERIORES	Suelen ser de tamaño reducido y se encuentran ubicados por encima de los pasos de rueda, sirviendo de base de sustentación de los guardafangos delanteros. Normalmente se apoyan sobre los refuerzos de los montantes delanteros, de forma que el larguero se comprima sobre sí mismo absorbiendo energía al hacer presión sobre la base de apoyo de dichos montantes que a su vez, son los que protegen de ciertas deformaciones al habitáculo gracias a su gran resistencia.
3	TRAVESAÑO DELANTERO	Es el elemento de unión de los largueros delanteros y suele ser muy rígido (resistente a la flexión). Su misión es repartir las cargas para que la deformación sea uniforme en toda la estructura, ya que en caso de que se produzcan fuerzas de deformación asimétricas, el reforzamiento de este travesaño contribuye a que la parte más alejada del choque también quede implicada en el proceso de deformación y absorción de energía.
4	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.
5	LARGUEROS TRASEROS	Absorben también energía en los impactos traseros debido a su estructura reforzada. Además, mantienen la integridad del depósito de combustible.
6	LARGUEROS INFERIORES	Son piezas de gran tamaño que aportan gran rigidez a la carrocería, ya que su estructura suele estar formada por chapas con costuras de soldadura por compresión. La combinación de su estructura con espesores de aumento progresivo (chapas multiespesor), así como su anclaje sobre los refuerzos de la parte baja de la carrocería, dan como resultado un gran aumento de rigidez en el conjunto de la estructura, ya que se aumenta la rigidez en las zonas críticas y se mantienen las zonas de deformación programada. Bajo las puertas se encuentran los estribos, que también juegan un papel muy importante en materia de aplicación de refuerzos para mantener la integridad del habitáculo. Estos refuerzos contribuyen junto al travesaño de seguridad dispuesto bajo el tablero de instrumentos, el travesaño montado debajo de los asientos delanteros, y la protección interior de las puertas, a aportar rigidez de la configuración del habitáculo, permitiendo adicionalmente la apertura de las puertas en caso de impacto.

7	VIGUETA TRANSVERSAL	Proporciona rigidez al habitáculo, además de sustentar al parabrisas y los airbags delanteros.
8	TECHO	Asegura el espacio de seguridad en caso de vuelco. En este caso, en la integridad del habitáculo también contribuyen los refuerzos (a modo de estructuras adicionales) de los montantes de la carrocería. Los tirantes superiores provistos de una serie de nervios le aportan mayor rigidez.
9	BARRAS LATERALES	Evitan o minimizan la intrusión en el habitáculo en caso de golpes laterales. A veces se sustituyen por estructuras de puerta reforzadas.

3.3.2.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA CARROCERÍA AUTO PORTANTE

Para conseguir niveles óptimos de resistencia estructural se suele recurrir al empleo de chapas multiespesor o a la utilización de refuerzos especiales.

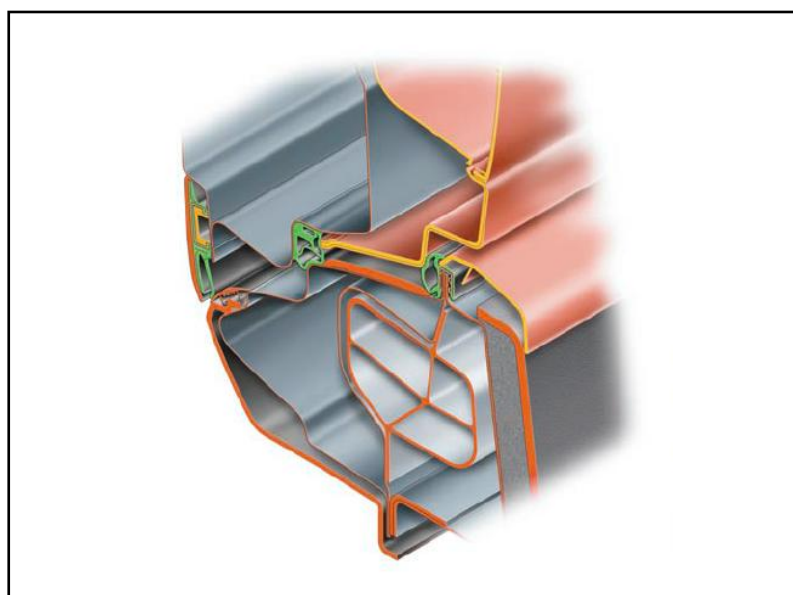


Figura 3.24.- Chapa multiespesor o tailored blanks.

En el primer caso, esta tecnología consiste en la soldadura láser de láminas de chapa de distintos espesores, trabajadas posteriormente por moldeo con métodos tradicionales. De esta forma se obtienen zonas de resistencia elevada sin necesidad de añadir elementos de refuerzo, limitando al mismo tiempo el peso del conjunto.

Las zonas más críticas de la estructura se refuerzan con barras de acero de alta resistencia para garantizar una adecuada seguridad en caso de impacto.

Por lo que respecta a los distintos refuerzos que se pueden aplicar a una carrocería para mejorar su resistencia, destacan también los situados en la parte delantera inferior del habitáculo, zona donde generalmente se anclan los subchasis portadores de las suspensiones, tirantes de reacción, diferenciales y árboles de transmisión. Los subchasis, en su unión a la carrocería, tienen cierta elasticidad ya que para su sujeción se emplean soportes de goma empotrada en metal, precisamente por el esfuerzo al que se ve sometido el punto de unión en la carrocería.

Además, los fabricantes suelen incorporar otros refuerzos puntuales localizados en diferentes puntos de la estructura:

- Los arcos de las puertas laterales, los montantes centrales, y los travesaños del techo, para aumentar la seguridad del habitáculo en caso de vuelco;
- Refuerzo de los puntos de anclaje de los asientos y cinturones de seguridad;
- En algunos casos el travesaño delantero tiende a fabricarse con diferentes materiales y de distinto espesor en sus secciones. Las zonas de unión con los largueros suelen ser de acero, uniéndose a estos mediante soldadura por puntos. La fijación al tubo central de sección cuadrangular se realiza mediante un sistema de ensamblaje a presión (unión mediante una conformación en frío del propio material);
- El subchasis delantero. Para atenuar los efectos de un impacto frontal;
- Paragolpes delantero. En estos elementos es muy común incorporar una pieza "anticolisión" (que cumple función de absorción y amortiguación) debajo del panel exterior del paragolpes;

- Paragolpes trasero. También en este caso el sistema paragolpes consta de dos elementos de deformación unidos a un travesaño de acero;

Por lo que respecta a los vehículos con bastidor, conviene destacar que para aumentar la seguridad en las carrocerías sustentadas sobre un chasis, además de utilizar bastidores en escalera con gruesos largueros transversales de sección en caja, el bastidor se integra dentro de la estructura monocasco para aumentar la rigidez.

3.3.2.1.- Deformación programada

En cuanto a seguridad pasiva se refiere, la función principal de la carrocería en caso de choque, debe ser la de permitir una deceleración suave del habitáculo de pasajeros, conservando al máximo la integridad del mismo. Aunque el choque se produzca a baja velocidad, las estructuras deben deformarse progresivamente para absorber la energía del impacto.

La deformación programada consigue absorber gran cantidad de la energía generada en un choque, sacrificando todos los componentes de la carrocería perimetrales al habitáculo. Lo que se pretende con esto es una retención progresiva de la energía liberada en el choque para evitar la transmisión de cargas extremas a los ocupantes del vehículo.

Las piezas que normalmente tienen su deformación programada suelen ser elementos estructurales que configuran las zonas resistentes, que a su vez son los que soportan la mayoría de los esfuerzos. Desde el punto de vista de la seguridad, su diseño se centra en la geometría y la disposición de los puntos colapsables.

3.3.2.2.- Protección de los ocupantes al impacto

3.3.2.2.1.- Comportamiento de la estructura delantera

A nivel estructural, la parte delantera de rigidez diferenciada está diseñada para deformarse y sacrificarse, haciendo de escudo a un habitáculo que configura una célula de protección muy rígida e indeformable mediante la adopción de una serie de refuerzos. En muchas ocasiones lo habitual suele ser que los largueros delanteros se doblen de forma preestablecida, atenuando y absorbiendo la energía del choque. Asimismo los largueros suelen unirse por uno o dos travesaños delanteros que tienen la misión de distribuir la energía del choque a todo el frontal cuando el impacto se produce solo en un lado del vehículo. Si a la configuración anterior se le une un diseño estudiado del capó y los pasos de rueda, se obtienen como resultado unas estructuras que además de absorber energía en caso de choques contra una barrera fija perpendicular, obtiene excelentes resultados en choque contra obstáculos rígidos como paredes, postes y objetos deformables, limitando al máximo las fuerzas y las aceleraciones que llegan a la célula de protección.

Para hacerla indeformable a la célula de protección, los largueros delanteros suelen anclarse al costado del vehículo con elementos específicos de unión que reparten la energía a otras partes de la estructura, mientras que el sub chasis de las suspensiones, en su caso, descarga las fuerzas en puntos oportunamente escogidos. Asimismo, los refuerzos longitudinales en los largueros situados debajo de la puerta, reforzados con tabiques interiores, garantizan un sólido apoyo a las ruedas.

De igual manera, la estructura del habitáculo también es muy rígida. Los refuerzos de las puertas y su acoplamiento a los montantes, garantizan altos valores de resistencia al aplastamiento; los travesaños longitudinales y transversales aportan solidez al piso y limitan al máximo las deformaciones del conjunto. La estructura debajo del parabrisas y el soporte de anclaje del panel de instrumentos aseguran el refuerzo transversal del habitáculo, haciendo completamente solidarios los costados a la altura de los cinturones. Por último, los montantes delanteros y centrales, y los travesaños del techo son sumamente robustos y contribuyen también a mantener integro el habitáculo.

3.3.2.2.1.1.- Parachoques absorbentes

Realizados en plásticos de gran ligereza con rellenos de material espumoso, permiten deformarse y volver a su estado original en colisiones a baja velocidad (alrededor de 4 km/h). Con estos materiales se consigue:

- Reducir considerablemente el peso total del vehículo;
- Limitar los daños materiales en pequeñas colisiones;
- Unos diseños más atractivos y armoniosos en la estética del vehículo.

3.3.2.2.1.2.- Anti - intrusión de la mecánica

La colocación del motor en la parte delantera de la carrocería del vehículo le hace especialmente peligroso en caso de choque frontal, ya que los ocupantes de las plazas delanteras podrían sufrir lesiones por el desplazamiento del grupo propulsor hacia el habitáculo. El motor y la caja de cambios se ubican de tal manera que en vez de adentrarse en el interior del automóvil, se deslizan por la parte inferior del mismo evitando así la intrusión. Para ello se diseñan los largueros de tal modo que tiendan a desviarse hacia abajo, arrastrando así a los conjuntos mecánicos hacia la parte inferior del vehículo (de forma similar a como actúan los largueros de la parte trasera para proteger al depósito de combustible en caso de colisión por alcance).

En los casos en los que los órganos mecánicos están soportados por sub chasis, éstos disponen de una unión atornillada en su parte posterior, que en caso de impacto se desengancha, permitiendo que todo el conjunto (sub chasis, motor, dirección, etc.) se deslice hacia abajo. De esta manera los largueros delanteros cumplen su función de deformación programada una vez liberados de la estructura rígida del sub chasis.

3.3.2.2.2.- Comportamiento de la estructura trasera

Esta estructura tiene gran similitud con la delantera y cumple la misma función. En un choque posterior la deformación se inicia con el impacto en el paragolpes trasero que mediante los soportes de fijación distribuye la energía hacia los largueros traseros, y éstos comienzan a deformarse hacia el interior, consiguiendo una deformación uniforme y progresiva. A la vez también comienzan a deformarse los anillos de seguridad central y superior cerrados por la cintura de las puertas y los pilares D reforzados, también se deforma la base del piso por las zonas con pliegues para deformación programada. En un choque posterior ha de conseguirse que el depósito de combustible se mantenga ileso y que las puertas se puedan abrir fácilmente después del impacto.

3.3.2.2.3.- Protecciones laterales

A diferencia de los impactos frontales y traseros en un choque lateral la carrocería no puede deformarse programadamente, debido principalmente a que los laterales son zonas débiles, disponen de amplios huecos escasamente reforzados, y además la separación entre las puertas y los pasajeros es reducida. En impactos de este tipo la estabilidad de la carrocería debe evitar deformaciones e impedir intrusiones que puedan resultar peligrosas para los ocupantes, ya que las posibilidades de protección en el choque lateral son más limitadas.

En este tipo de colisiones, la estructura entra fácilmente en contacto con los pasajeros. Por tanto, la protección se centrará en reforzar dicha estructura para evitar el hundimiento de las puertas y alejar a los pasajeros de la zona del impacto.

La estructura de las puertas tiene una importancia fundamental en la seguridad de los pasajeros en caso de colisiones laterales, por lo tanto debe diseñarse de forma que la geometría y la rigidez de los paneles de las puertas sean las adecuadas para mantener los espacios de supervivencia del lateral y para reducir

al mínimo las posibles lesiones de los ocupantes. La estructura de las puertas debe permitir la apertura después de las colisiones frontales y traseras.

El elemento defensivo de las puertas son las barras perfiladas de refuerzo colocadas longitudinalmente. Suelen fabricarse en acero de alta resistencia, su misión es aportarles rigidez y controlar la deformación para evitar que penetren en la estructura de la carrocería, facilitando así los trabajos de salvamento. La seguridad se aumenta de forma notable si a las barras de las puertas se le añade el padding (material absorbente realizado con elementos plásticos con forma de panal de abeja).

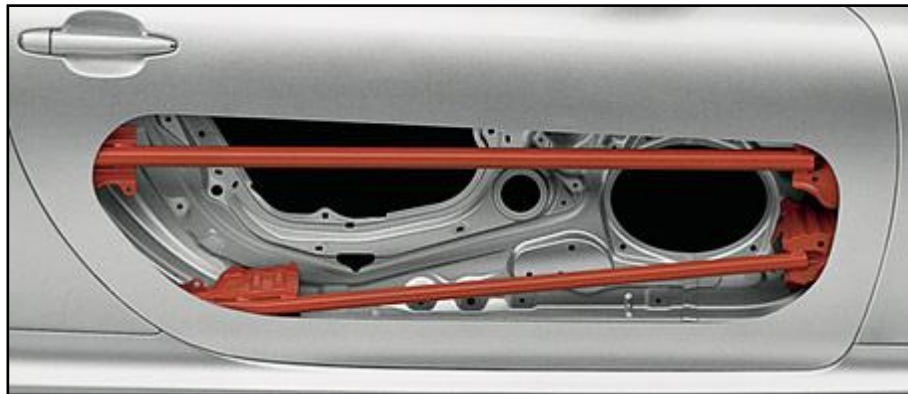


Figura 3.25.- Disposición de las barras de protección lateral en la puerta.

Las cerraduras tienen una gran importancia en materia de seguridad pasiva y antirrobo. Desempeñan un papel básico en todos los tipos de choque y no sólo en los laterales. De hecho, es absolutamente necesario que durante todas las fases dinámicas que siguen a un choque que las puertas permanezcan sólidamente cerradas. Las cerraduras deben pasar por pruebas de homologación para determinar su límite de resistencia. En posición cerrada, deben aguantar como mínimo una fuerza longitudinal de 12 kN, y una transversal de 10 kN (en posición totalmente bloqueada). Además, no deben abrirse con aceleraciones longitudinales o transversales hasta de 30G.

3.3.2.4.- Protección de los ocupantes a las volcaduras

La estructura del techo debe conferir rigidez al habitáculo contribuyendo a la seguridad de los pasajeros tanto en caso de colisión lateral como en caso de vuelco. Hay que tener en cuenta, que en caso de vuelco, la cabeza, el cuello, el tórax y el abdomen son las partes del cuerpo que pueden sufrir lesiones más graves. Además, el riesgo de lesiones de la columna vertebral se triplica con respecto a otros tipos de accidentes.

En el caso de los vehículos convertibles, los fabricantes han realizado numerosos estudios para conseguir un elevado nivel de seguridad en caso de vuelco. La mayoría de estos modelos incorpora como protección arcos de seguridad. En algunos casos estos arcos son retráctiles, pivotan por detrás del asiento delantero o sobresalen detrás del respaldo de los asientos traseros. Su accionamiento puede realizarse de forma manual (mediante un interruptor), o mediante un sistema electrónico equipado con dos sensores que detectan situaciones críticas. En este último caso, un sensor mide la distensión de los muelles de suspensión y el otro el grado de inclinación del vehículo. Cuando superan el umbral de seguridad el arco se despliega en tres décimas de segundo.

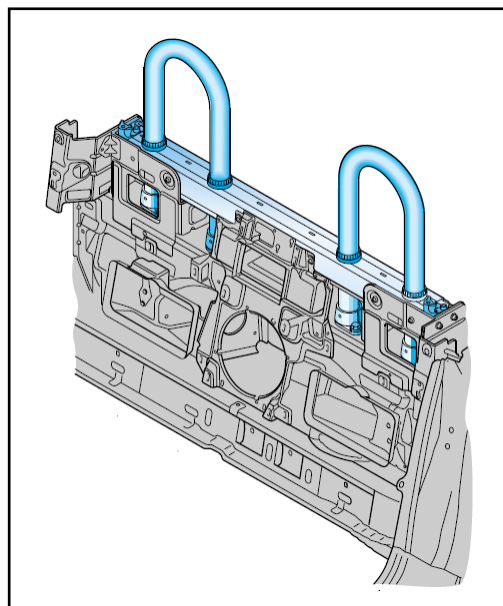


Figura 3.26.- Arcos de seguridad retráctiles.

La estructura de estos vehículos se refuerza en determinados puntos como el marco del parabrisas, los montantes centrales, el suelo y la parte posterior de los asientos traseros. Además, en este tipo de vehículos también resulta frecuente construir los largueros delanteros en forma de horquilla para absorber mejor las fuerzas que se generan en caso de colisión.

3.3.3.- VIDRIOS

Los cristales son un elemento muy importante en la seguridad del vehículo. Además de proteger a los ocupantes de los elementos exteriores, permitir la visibilidad y mejorar el confort térmico; proporcionan una elevada rigidez al habitáculo (sobre todo las lunas pegadas) y absorben parte de la energía en caso de colisión.

3.3.3.1.- Vidrio templado

Se utiliza especialmente para las ventanas del vehículo. Para fabricarlo, el vidrio flotado se calienta gradualmente hasta una temperatura de reblandecimiento de 624 °C para después enfriarlo superficial y muy rápidamente con aire, agua o aceite. De esta manera se consigue que el vidrio quede expuesto en su superficie a tensiones de compresión y en el interior a tensiones de tracción, confiriéndole mayor resistencia estructural y al impacto que el vidrio no tratado, teniendo la ventaja adicional de que en caso de rotura se fragmenta en pequeños trozos inofensivos.

Todas las manufacturas, ya sean cortes de dimensiones, canteados o taladros deberán ser realizadas previamente al templado. De realizarse posteriormente, se provocaría la rotura del vidrio.

La resistencia a la flexión del vidrio recocido al templarlo aumenta desde 400 kp/cm² hasta 1.200 - 2.000 kp/cm², que equivale de 4 a 5 veces la resistencia de un vidrio normal. La resistencia al choque térmico pasa de 60 °C a 240 °C.



Figura 3.27.- Comportamiento del vidrio templado en caso de rotura.

3.3.3.2.- Vidrio laminado

Para los parabrisas se ha impuesto el uso de cristal laminado, su construcción consiste en la unión de varias láminas de vidrio mediante una película intermedia fabricada con poli vinil butiral (PVB), etil vinil acetato (EVA) y resinas activadas por luz ultravioleta o simplemente por la mezcla de sus ingredientes. Esta lámina puede ser transparente o translúcida, de colores o incluir elementos como papel con dibujos, diodos LED, etc.; también pueden recibir un tratamiento acústico y de control solar para reducir el calentamiento del habitáculo.

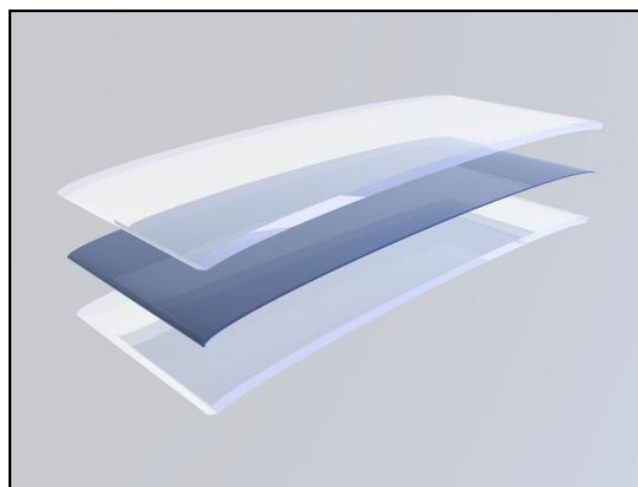


Figura 3.28.- Estructura del vidrio laminado.

La lámina confiere al vidrio una seguridad adicional ya que al romperse, se desintegra en pedazos más grandes y permite así seguir viendo a través del cristal, además de ofrecer un alto grado de protección en caso de impacto con la cabeza y también impide la entrada de objetos extraños al habitáculo en un accidente. Los parabrisas o los vidrios antirrobo y antibalas pertenecen a este tipo de vidrio.

Para el proceso con película PVB se requiere de autoclave, mientras que para el proceso con película EVA se requiere de vacío y horno a baja temperatura (115-120 °C).

En el marco de las normativas de homologación, se han efectuado pruebas estándar en los parabrisas, para controlar la visibilidad residual después de la rotura del parabrisas, la resistencia a la penetración de objetos, la resistencia a la colisión de la cabeza de los ocupantes, la resistencia al medio ambiente, a sus variaciones (temperatura, humedad, etc.), así como a ciertos agentes químicos (productos de limpieza, etc.) y las prestaciones ópticas (transmisión de la luz, limitación de las deformaciones o del desdoblamiento de imágenes de los objetos vistos a través del parabrisas).

3.3.4.- PEDALES

Para reducir lesiones de los pies en choques frontales graves, si la estructura del vehículo experimenta una deformación intensa, un apoyo de pandeo hace que el pedal de freno se retire de la zona de los pies. Su función va determinada por la deformación de la chapa del salpicadero, y no tiene nada que ver con el mando del pedal de freno.

En una colisión frontal, el conjunto de pedales se desplaza en dirección hacia el tubo central, produciéndose el desvío del apoyo de pandeo, en virtud de lo cual se acoda la varilla de émbolo en la continuación del trayecto. Con el acodamiento

que experimenta la varilla de émbolo y el trabajo del cambio de forma que en caso de colisión, se amortigua el desplazamiento angular del pie con que se pisa el freno, reduciéndose de forma importante las aceleraciones que suelen intervenir en el pie con que se frena.

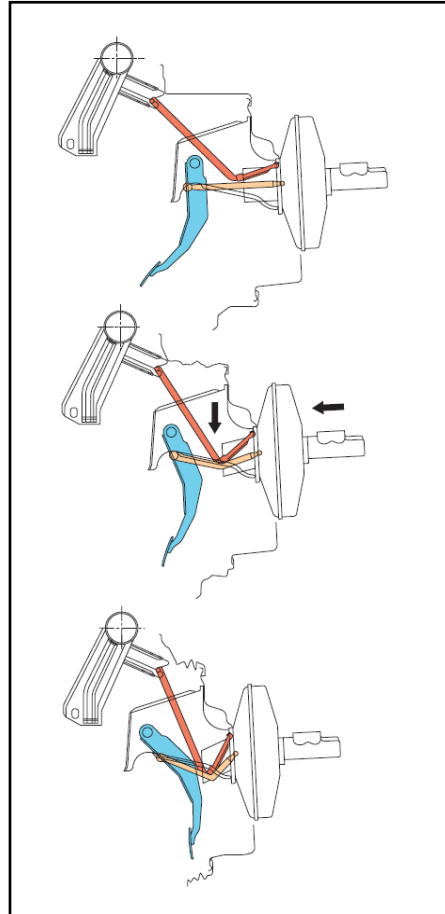


Figura 3.29.- Funcionamiento pedal de freno retráctil.

3.3.5.- DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE

Debe fabricarse con materiales ignífugos y su ubicación se realiza en zonas poco expuestas al riesgo de impacto. Algunas marcas equipan sistemas de protección de incendios cuya función es la de cortar la corriente de la batería tras un accidente, eliminando además el suministro de combustible al motor.

3.3.6.- LIMPIAPARABRISAS

A parte de su contribución a la seguridad activa, al ayudar a mejorar la visibilidad en caso de condiciones de clima adversas, su diseño y fijación (mejor ocultos bajo el capó) debe evitar un aumento de riesgo de producir heridas en caso de atropello.

3.3.7.- CABLEADO Y ELEMENTOS ELÉCTRICOS

Deben estar bien aislados para evitar cortocircuitos, ya que siempre existe el riesgo de incendio tras un accidente incluso en choques de pequeña magnitud. Algunos fabricantes incorporan un sistema de seguridad que desconecta el borne positivo de la batería en caso de choque en 3 milésimas de segundo mediante un dispositivo pirotécnico. Asimismo, para evitar el riesgo de incendio producido por el aumento de temperatura de los cables eléctricos debido a cortocircuitos fundamentalmente, otros fabricantes incorporan fusibles específicos anti incendios que cortan la circulación de la corriente eléctrica cuando detectan un incremento anormal de la temperatura.

3.4.- PROGRAMAS DE EVALUACIÓN DE VEHÍCULOS NUEVOS¹⁰

El objetivo de los programas de evaluación de vehículos nuevos es el desarrollo de protocolos de ensayo para la evaluación y comparativa del comportamiento de los vehículos en ensayos (no regulados legislativamente) de choque frontales, laterales, colisiones con peatones, volcaduras y la protección de los niños evaluando los sistemas de retención infantil.

El programa implica la compra de vehículos de reciente aparición, su ensayo y la publicación de los resultados, calificándolos con estrellas o con números y obtenidos por grupos de vehículos.

¹⁰ Descripción del Programa EuroNCAP y evidencias científicas de su efectividad. Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil (FITSA).

A nivel mundial existen varios programas de evaluación de vehículos nuevos, entre los más importantes están:

- Euro NCAP (European New Car Assessment Program).
- US NCAP (New Car Assessment Program).
- ANCAP (Australian New Car Assessment Program).
- JNCAP (Japan New Car Assessment Program).
- IIHS (Insurance Institute for Highway Safety).

Las características de los distintos ensayos de choques frontales y laterales realizados por las principales organizaciones se muestran en la tabla III.2, que permite de forma resumida establecer una comparación entre los métodos de ensayo utilizados por cada una de estos programas.

Tabla III.2.- Tipos de pruebas en programas NCAP a nivel mundial.

		EURONCAP	NCAP	ANCAP*	JNCAP	IIHS
Impacto frontal con solape total	Velocidad	X	56 Km/h	X	55 Km/h	X
	Tipo de barrera	X	Rígida	X	Rígida	X
Impacto frontal con solape parcial (offset)	Grado de solape	40%	X	40%	40%	40%
	Velocidad	64 Km/h	X	64 Km/h	64 Km/h	64 Km/h
	Tipo de barrera	Deformable	X	Deformable	Deformable	Deformable
Impacto lateral	Ángulo de impacto (respecto eje lomg. vehículo)	90°	63°	90°	90°	90°
	Velocidad	50 Km/h	61.6 Km/h	50 Km/h	55 Km/h	50 Km/h
	Masa de carro	950 Kg.	1.368 Kg.	950 Kg.	950 Kg.	1.500 Kg.
	Tipo de barrera	Deformable	Deformable	Deformable	Deformable	Deformable

3.4.1.- DUMMIES

Son réplicas a escala natural de personas, con el peso y las articulaciones creadas para replicar el comportamiento del cuerpo humano en una colisión de un vehículo en las diferentes pruebas de evaluación de vehículos nuevos. El maniquí contiene numerosos instrumentos para recolectar toda la información posible sobre variables como la velocidad de impacto, la fuerza de compresión, doblado, o la torsión del cuerpo, así como la desaceleración durante una colisión.



Figura 3.30.- Crash test dummie.

A continuación se describen detalladamente las pruebas más comunes de los programas de evaluación de vehículos nuevos.

3.4.2.- PRUEBA DE IMPACTO FRONTAL

El ensayo de impacto frontal se realiza chocando el vehículo frontalmente a una velocidad de 64 km/h (+/- 1 km/h) contra una barrera deformable con un solape del 40% (+/-20 mm).

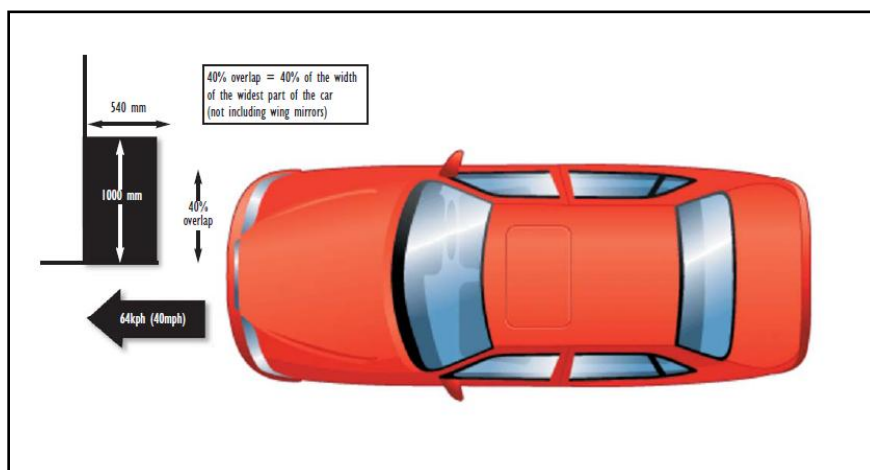


Figura 3.31.- Características del ensayo de impacto frontal

Las principales medidas tomadas del ensayo del vehículo se refieren al grado de intrusión del habitáculo de pasajeros y a la deceleración experimentada por las distintas partes del cuerpo del dummie. En cuanto a la intrusión del habitáculo de pasajeros, se toman medidas de la deformación experimentada por el grupo de pedales del vehículo, la deformación del pilar B, el desplazamiento del extremo de la columna de dirección y el desplazamiento de los puntos de apertura de las puertas.



Figura 3.32.- Ensayo de impacto frontal, Nissan Navara.

Los principales tipos de dummies utilizados en el ensayo de impacto frontal son tres, el Hybrid-III (para los pasajeros delanteros, con un peso de 88 kg.) y los dummies TNO P3 (15 kg., equivalente a un niño de 3 años), colocado en los asientos traseros detrás del conductor (o en el centro, si lo prefiere el fabricante) y TNO P11/2 (11 kg., equivalente a un niño de 18 meses), colocado en los asientos traseros detrás del pasajero (o en el centro, si lo prefiere el fabricante), para los ensayos en los que se incluye la evaluación de sistemas de retención infantil.

Las medidas obtenidas de la instrumentación colocada en los dummies serán las que posteriormente permitan calcular los parámetros de lesiones y por lo tanto, realizar la evaluación del vehículo en cuanto a la protección de sus ocupantes en sus diferentes zonas corporales. Por lo que respecta a los datos registrados por

los maniquíes, las zonas más expuestas en este tipo de choque son: la cabeza, el cuello, el tórax y las piernas.

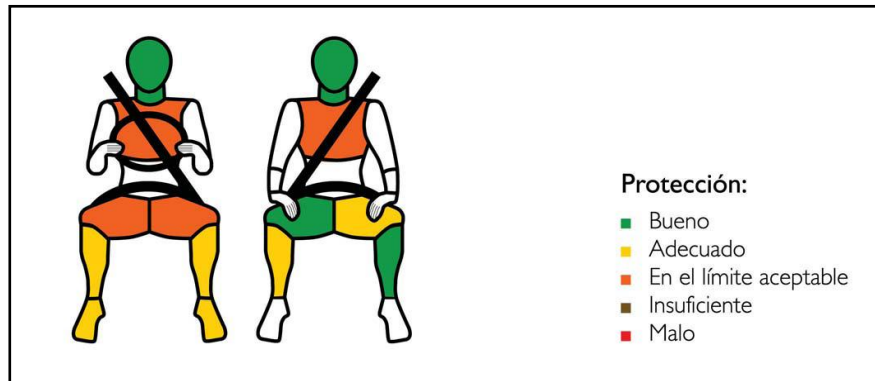


Figura 3.33.- Evaluación de la protección de los ocupantes en el impacto frontal.

3.4.3.- PRUEBA DE IMPACTO LATERAL

El impacto lateral se desarrolla a una velocidad de 50 km/h (30mph). Para simular el impacto lateral, se conduce contra el lado del conductor del vehículo un carro sobre el que se fija una barrera deformable. La masa total del carro que impacta contra el vehículo es de 950 +/- 20 kg, y el impacto ha de producirse de forma que el centro de la barrera deformable incida sobre el denominado punto "R" del vehículo. Este punto "R" se halla sobre la estructura del vehículo y su localización ha de ser proporcionada por el fabricante del vehículo.

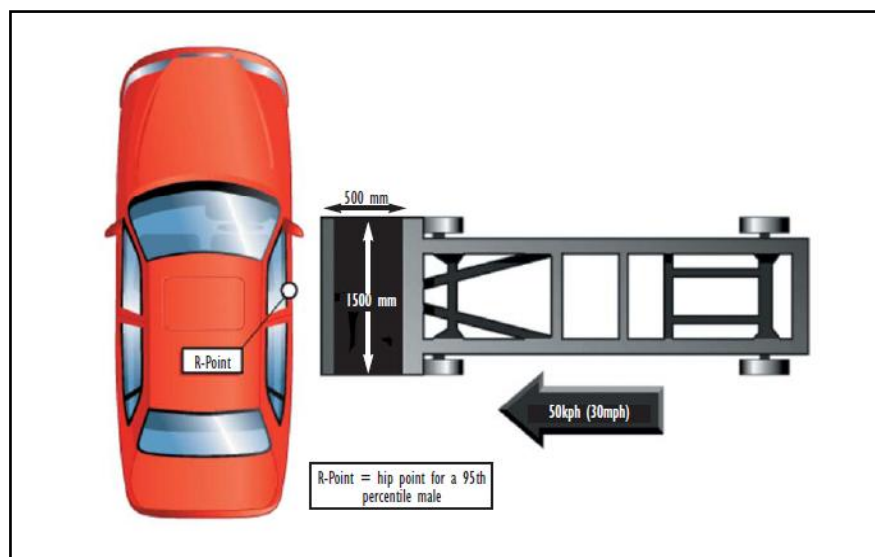


Figura 3.34.- Características del ensayo de impacto lateral.

Las principales medidas tomadas en este ensayo se refieren a las aceleraciones y fuerzas experimentadas por las distintas partes del cuerpo del dummie, así como a la aceleración lateral experimentada por el vehículo. En el ensayo de impacto lateral se utilizan tres tipos de dummies, el ES-2 (colocado en la posición del conductor, con un peso de 80 kg) y al igual que en el ensayo frontal, los dummies TNO P3 y TNO P11/2 para los ensayos en los que se incluye la evaluación de sistemas de retención infantil.



Figura 3.35.- Ensayo de impacto lateral, Mercedes Benz S500.

Las medidas obtenidas de la instrumentación colocada en los dummies serán las que posteriormente permitan calcular los parámetros de lesiones y por lo tanto, realizar la evaluación del vehículo en cuanto a la protección de sus ocupantes en sus diferentes zonas corporales.

3.4.4.- ENSAYOS PARA PROTECCIÓN DE LOS PEATONES

Los ensayos de protección de peatones se realizan para simular accidentes en los que se ven implicados peatones adultos y niños, a una velocidad de 40 km/h (25 mph). Los lugares del vehículo donde se produce el impacto se evalúan como bueno, débil y malo. Al igual que los otros ensayos, el ensayo para la protección

de peatones se basa en las directrices del Comité Europeo para la Mejora de la Seguridad en el Automóvil (*European Enhanced Vehicle Safety Committee*).

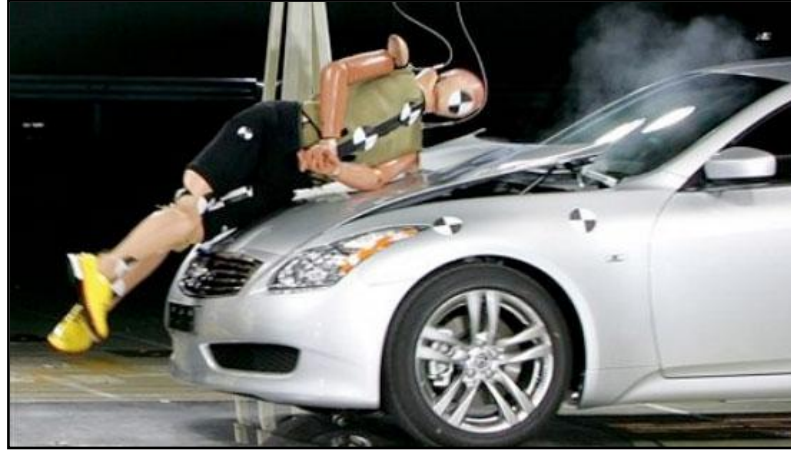


Figura 3.36.- Características del ensayo para la protección de peatones.

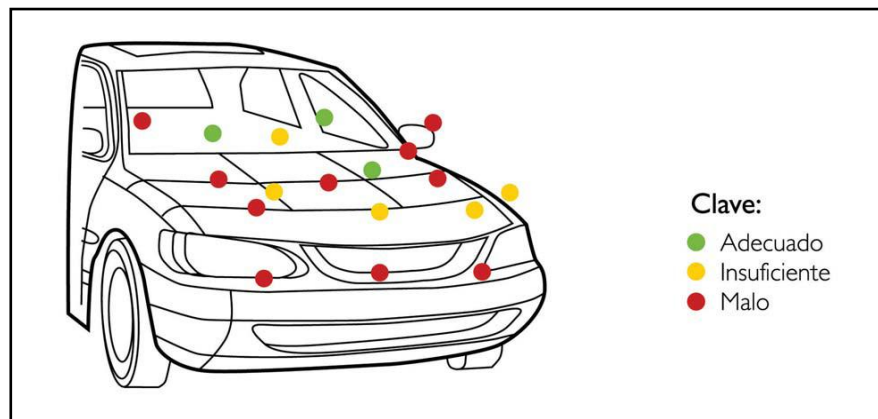


Figura 3.37.- Lugares medidos en el ensayo para la protección de peatones.

Los ensayos para la protección de ocupantes se dividen en cuatro ensayos diferentes, en los que básicamente se evalúan las fuerzas experimentadas por las piernas y la cabeza de un peatón al impactar contra el vehículo.

3.4.5.- IMPACTO CON POSTE

Con el objeto de que los fabricantes de automóviles desarrollen sistemas de protección para la cabeza de los ocupantes en impactos laterales, se han añadido

a los protocolos de EuroNCAP los ensayos de impacto contra poste o ensayos de protección para la cabeza.

El ensayo de impacto contra poste es opcional y se realiza a petición del fabricante del vehículo. El ensayo se realiza siempre y cuando la puntuación alcanzada en la evaluación de la protección de la cabeza del ocupante, en el ensayo de impacto lateral haya alcanzado valor máximo permitido (es decir, cuatro puntos).

En este ensayo, el vehículo se lanza (montado sobre un carro) lateralmente a una velocidad de 29 km/h +/- 0,5 km/h (18 mph) contra un poste rígido. El poste es lo suficientemente estrecho como para producir una elevada intrusión dentro del lateral del vehículo.

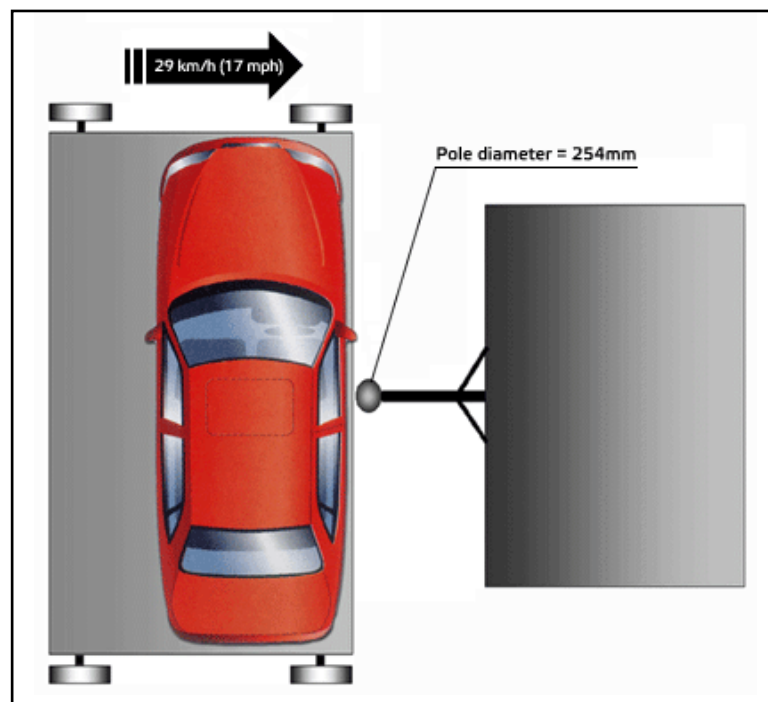


Figura 3.38.- Características del ensayo de impacto con poste.

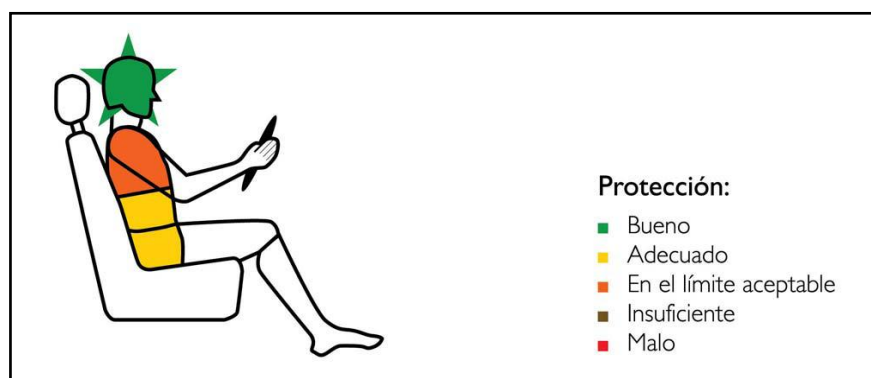
La parte inferior del poste no debe estar a más de 102 mm con respecto al nivel más bajo del neumático del vehículo, mientras que la parte superior debe sobresalir en una altura mínima de 100 mm por encima del punto más alto del techo del vehículo.

La incidencia del vehículo sobre el poste se sitúa en la línea transversal que pasa por el centro de gravedad de la cabeza del dummie, sentado en la posición del conductor y, el ángulo de incidencia debe ser de $90^\circ \pm 3^\circ$.



Figura 3.39.- Ensayo de impacto con poste, Ford Kuga.

Las principales medidas tomadas en este ensayo son similares a las del ensayo de impacto lateral y se refieren a las aceleraciones y fuerzas experimentadas por las distintas partes del cuerpo del dummie, así como a la aceleración lateral experimentada por el vehículo. En el ensayo de impacto contra poste se utiliza un dummie del tipo ES-2 (colocado en la posición del conductor, con un peso de 80 kg), al igual que en el ensayo lateral.



Figuras 3.40.- Evaluación de la protección de los ocupantes en el ensayo lateral

3.4.6.- IMPACTO POSTERIOR

El vehículo recibe un impacto mediante una carretilla móvil deformable a una velocidad de 35 km/h. En este caso no debe producirse deformación del habitáculo, las puertas deben poder abrirse, la tapa del maletero no debe introducirse en el habitáculo a través del vidrio trasero y el depósito de combustible debe mantener su estanqueidad. Los apoyacabezas deben evitar la hiper extensión del cuello de los ocupantes.



Figura 3.41.- Ensayo dinámico para analizar la efectividad del apoyacabezas en una colisión por alcance.

3.4.7.- ENSAYO DE VUELCO

En el ensayo de vuelco, el vehículo se conduce en línea recta a una determinada velocidad y, en un momento dado, el conductor ejecuta una maniobra de giro predeterminada con la ayuda de una dirección programable. El ensayo se realiza a velocidades de 35, 40, 45, 47.5 y 50 mph (56, 64, 72 76 y 80 km/h), hasta que se establece la velocidad en la que el vehículo pierde contacto de los neumáticos laterales con el piso.

3.5.- NORMATIVA

En cuanto a las características técnicas de diseño y construcción, para la homologación de los vehículos o sistemas independientes los fabricantes deben regirse a estándares fijados por normativa.

Para el estudio se toma como referencia la normativa internacional ECE (Economic Commission for Europe), FMVSS de Estados Unidos (Federal Motor Vehicle Safety Standards) e INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización); estas se encuentran especificadas en el capítulo VI.

CAPÍTULO IV

GESTIÓN AMBIENTAL

4.1.- INTRODUCCIÓN

El Cambio Climático es innegable y evidente. La causa principal es la quema de grandes cantidades de combustibles fósiles, la tala de bosques y algunos métodos de explotación agrícola. Estas actividades humanas han aumentado la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. El cambio climático representa una verdadera paradoja para los países de la Comunidad Andina. Pese a que las emisiones GEI de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú representan una reducida proporción en relación al total mundial; todos estos países enfrentan altos riesgos de sufrir de manera intensiva los efectos de este problema, dada la fragilidad y vulnerabilidad de su población y de sus ecosistemas.

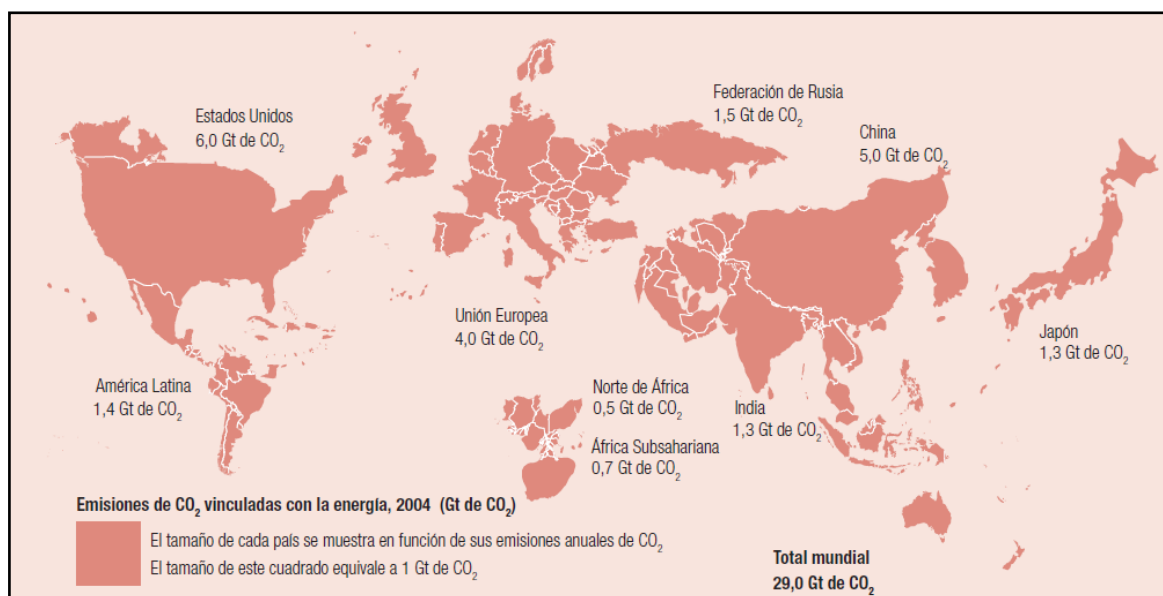


Figura 4.1.- Representación de la variación mundial de emisiones de CO₂.¹¹

¹¹ Mapping Worlds 2007, basado en datos de CDIAC Centro de análisis de información sobre el dióxido de carbono.

Quizás, como ninguna otra invención, el automóvil aceleró el ritmo de vida de la humanidad, haciendo a la velocidad y la eficiencia las mayores virtudes de estos tiempos. También acercó al campo con la ciudad y permitió el desarrollo de la cultura sub-urbana, pero a costa de desarticular las prácticas tradicionales de comunidad, consumo de energía y emisión de CO₂.

Los gases de efecto invernadero entre los que se encuentran el CO₂, el CH₄ y el NO₂ actúan formando una capa en la atmósfera a modo de cristal de invernadero, esta capa no deja salir el calor que emite la superficie de la tierra a consecuencia de la incidencia de los rayos del Sol sobre la Tierra. Esto tiene consecuencias muy graves, como el aumento de la temperatura media en el planeta, que ocasiona fenómenos meteorológicos extremos, tales como sequías, riadas, olas de calor, entre otros.

4.2.- CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Innegable y evidentemente uno de los principales problemas urbanos de los últimos tiempos es la contaminación del aire. La contaminación del aire es la presencia en él de impurezas en concentraciones tales que signifiquen un riesgo para el hombre o su medio¹²⁾

Son tres componentes claves cuya interacción determina el nivel de emisiones de los vehículos: la tecnología, el combustible y la operación, que para el mejoramiento de la calidad del aire en las ciudades es fundamental abordar estos temas de forma conjunta y sistemática. Así también juega un papel importante el aumento de la densidad poblacional y la difícil situación geográfica y urbana en la que se encuentran algunas ciudades.

El origen de los contaminantes atmosféricos es múltiple. Existen causas naturales, como las erupciones volcánicas y el polvo levantado desde el suelo, pero el mayor volumen es producido por las diversas formas de actividad humana.

¹² Definición recomendada por el Comité de Expertos de la O.M.S., 1985.

La producción de bienes, la minería, el transporte y hasta algunas formas de recreación generan contaminantes que se vacían en la atmósfera.

El número de contaminantes que es posible encontrar en el aire, especialmente en el medio urbano, es enorme e incluye desde gases volátiles hasta pesadas partículas de sílice. Por eso se ha tratado de englobar en el concepto de contaminantes atmosféricos dos grandes grupos: los que se denominan "contaminantes índices", por ser los que generalmente se asocian a la contaminación atmosférica urbana, y otro grupo de contaminantes que se estudian separadamente por sus efectos particulares, su peligrosidad y su origen conocido. Entre los primeros se encuentran el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO y NO₂), el anhídrido sulfuroso (SO₂), el ozono (O₃) y las partículas en suspensión. Los segundos incluyen el plomo (Pb), el vanadio (Va), el cromo (Cr), el asbesto (As), los hidrocarburos (HC), el arsénico (Ar) y otros que se estudian según el caso particular de cada ambiente humano.

4.2.1.- LOS CONTAMINANTES COMUNES DEL AIRE Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA

Los elementos que pueden contaminar el aire son numerosos, pero se ha centrado la atención en algunos de ellos por ser los más frecuentes en el aire urbano.

Tabla IV.1.- Principales agentes contaminantes en vehículos.¹³

CONTAMINANTE	IMPACTOS EN LA SALUD	PROBLEMAS ADICIONALES
Material particulado (PM)	<ul style="list-style-type: none"> - Agravamiento del asma. - Disminución de la función pulmonar. - Ataques de corazón. - Muerte prematura - El PM diesel es probablemente un carcinógeno humano. 	Las partículas finas (PM _{2.5}) son emitidas directamente por fuentes de combustión que se forman secundariamente por gases precursores como el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, o por componentes orgánicos. Las PM _{2.5} son altamente preocupantes porque pueden penetrar profundamente en los pulmones. Las partículas finas pueden permanecer en la atmósfera durante días o semanas y pueden viajar por la atmósfera cientos y miles de kilómetros.

¹³ Informe del Grupo de Trabajo sobre Azufre de la Alianza para Combustibles y Vehículos Limpios (PCFV)

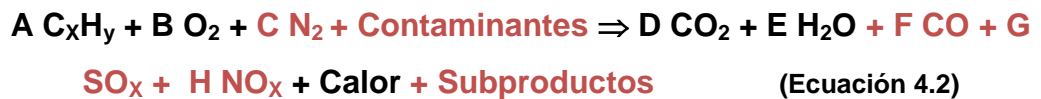
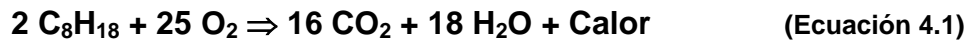
Hidrocarburos (HC)	<ul style="list-style-type: none"> - Incluye muchos componentes tóxicos que provocan cáncer y otros efectos perjudiciales para la salud. 	Los hidrocarburos también reaccionan con los óxidos de nitrógeno en presencia de la luz solar para formar ozono. En áreas urbanas típicas, una parte muy significativa proviene de fuentes móviles.
Óxidos de nitrógeno (NOx)	<ul style="list-style-type: none"> - Reaccionan con los hidrocarburos para formar ozono, lo que puede disparar serios problemas respiratorios. - Reaccionan para formar partículas de nitrato y aerosoles ácidos, así como NO₂, lo cual provoca problemas respiratorios. 	Hacen referencia a diversos componentes y derivados de la familia de los óxidos de nitrógeno, incluyendo dióxido de nitrógeno, ácido nítrico, óxido nitroso, nitratos y óxido nítrico. Es uno de los principales ingredientes implicados en la formación de ozono a nivel del suelo. Reacciona en la atmósfera para formar partículas de nitrato y aerosoles ácidos. Los óxidos de nitrógeno y los contaminantes que forma se pueden trasladar a grandes distancias.
Óxidos de azufre (SOx)	<ul style="list-style-type: none"> - Contribuye a las enfermedades respiratorias, particularmente en los niños y en las personas mayores. - Agrava las enfermedades de corazón y de los pulmones. 	Contribuye a la formación de partículas atmosféricas que dificultan la visibilidad; se puede trasladar a largas distancias y depositarse muy lejos de su punto de origen.
Ozono (O ₃)	<ul style="list-style-type: none"> - Dispara serios problemas de salud incluso a muy bajos niveles; puede provocar un daño permanente en los pulmones tras una exposición prolongada; contribuye a la muerte prematura. 	El ozono a nivel del suelo no es emitido directamente por los escapes del vehículo, pero es producto de las reacciones en las que están implicados los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno en presencia de luz solar.
Monóxido de carbono (CO)	<ul style="list-style-type: none"> - En niveles elevados es venenoso incluso para las personas con buena salud en niveles elevados en el aire. Los bajos niveles pueden afectar a personas con enfermedades de corazón. Puede afectar al sistema nervioso central; provocar muerte prematura y reducir el peso de los recién nacidos. 	Los vehículos son los mayores contribuyentes a los niveles de CO en las ciudades

Debe tenerse en cuenta adicionalmente, que existen fenómenos de sinergia y potenciación de los efectos dañinos de los contaminantes, particularmente sobre el aparato respiratorio y de manera especial, entre los óxidos de azufre, las

partículas y el ozono. Esto obliga a que en determinadas circunstancias deban tomarse precauciones especiales de protección de la población, aun cuando los niveles de cada uno de estos contaminantes no justifiquen por sí solos tales medidas.

4.2.2.- EMISIONES CONTAMINANTES

La ecuación 4.1 muestra la combustión ideal, la ecuación 4.2 muestra lo que verdaderamente sucede en el proceso de combustión.



Una de las principales fuentes de contaminación del aire es el tráfico vehicular, en especial el que usa como combustible la gasolina.

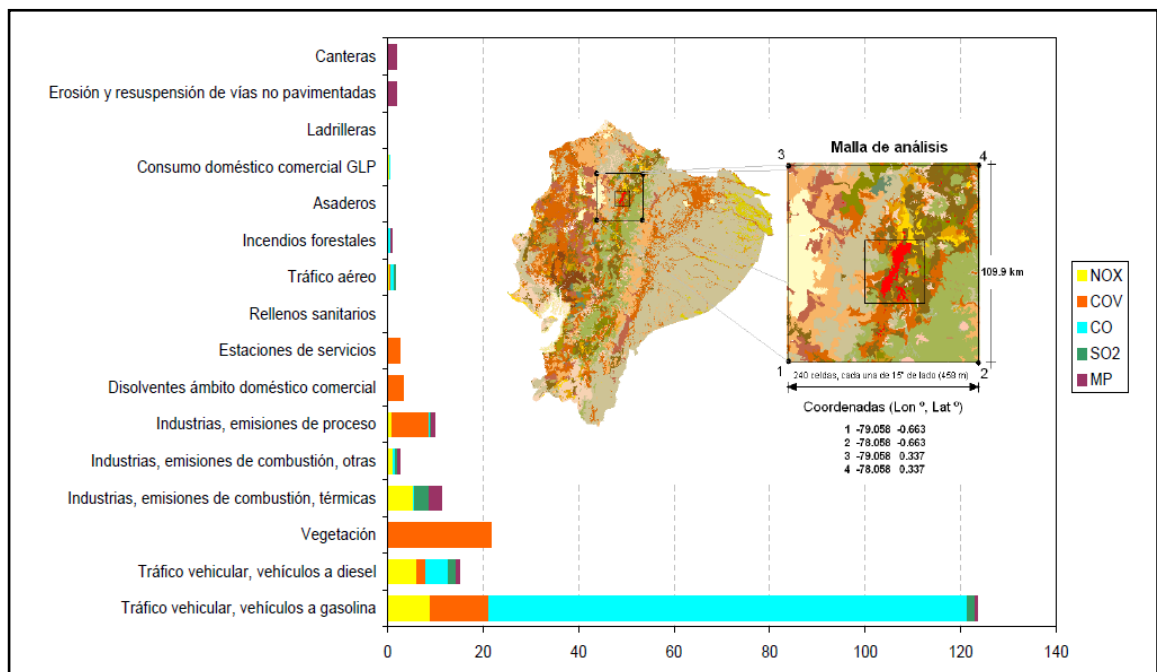


Figura 4.2.- Principales fuentes de emisiones contaminantes¹⁴

¹⁴ CORPAIRE. Inventario de emisiones de Quito, datos 2003

4.2.2.1.- Componentes de los gases de escape

Las gráficas muestran la composición aproximada de los gases que despiden los motores diesel y de gasolina.

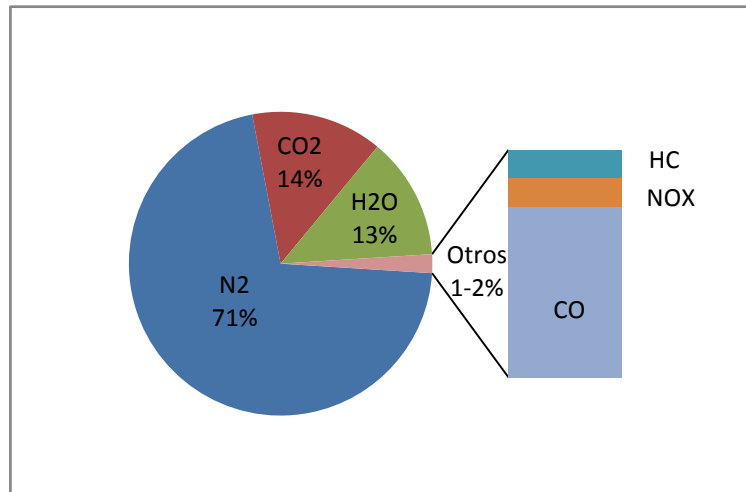


Figura 4.3.- Composición de los gases de escape de motores gasolina.

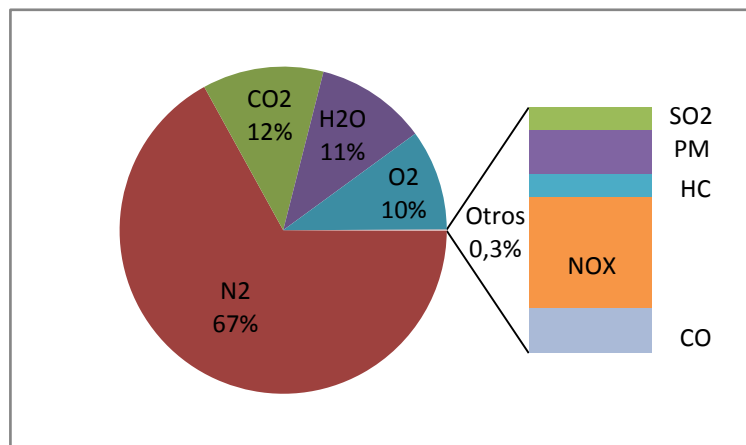


Figura 4.4.- Composición de los gases de escape de motores diesel.

Para tratar los efectos de la contaminación del aire en la salud, varios países y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han desarrollado pautas para determinar estándares de calidad del aire para contaminantes clave. Estas pautas se utilizan para el diseño de programas de control de la contaminación del aire.

No basta con desarrollar tecnologías específicas para vehículos, destinadas a reducir determinados componentes en los gases de escape y el consumo. Por ese motivo se procede a contemplar al vehículo entero y a ajustar entre sí todos sus componentes. En virtud de este desarrollo integral de los vehículos se pueden describir las siguientes estrategias para la reducción de los gases de escape:

- Depuración de los gases de escape;
- Reducción del consumo de combustible;
- Control de funcionamiento;
- Estándar de emisiones (tecnología);
- Programas de inspección y mantenimiento;
- Calidad de los combustibles;
- Capacitación de los conductores;

4.3.- EVALUACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES

Las pruebas de evaluación de emisiones vehiculares consisten en la constatación del nivel de emisiones de gases de escape y por evaporación de hidrocarburos. Se han desarrollado y analizado una gran variedad de procedimientos de análisis de emisiones vehiculares, los que se pueden agrupar en métodos estáticos, métodos dinámicos en estado estable y métodos dinámicos en estado variable. Adicionalmente, se han desarrollado pruebas para la medición de la eficiencia de componentes o sistemas específicos tales como el cánister, la tapa de combustible o el convertidor catalítico.

4.3.1.- FACTORES DE EMISIÓN

La figura 4.5 muestra un cuadro comparativo de los niveles que maneja la normativa internacional de emisiones. Para Japón modos de prueba por ciclos; para Europa normativa ECE (Economic Commission Europe) y EU (European Union); para Estado Unidos normativa de la EPA (Environmental Protection Agency) y CARB (California Air Board Resources).

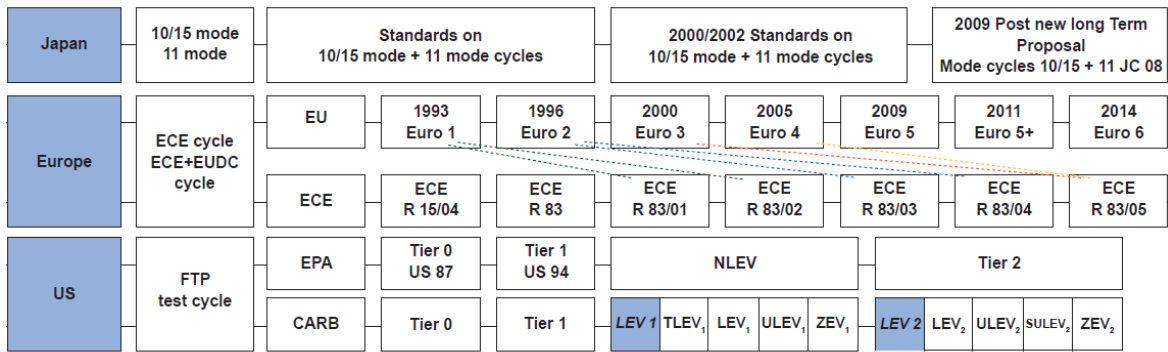


Figura 4.5.- Normativa de emisiones y ciclos de prueba para Japón, Europa y Estados Unidos.

4.3.2.- PRUEBA ESTÁTICA DE EMISIONES

Se les llama así a todas las pruebas que no aplican carga al motor del vehículo. Este tipo de pruebas son las más populares en el mundo, dada su rapidez de aplicación y el bajo costo del equipamiento y la infraestructura. Para los vehículos de encendido por chispa se utiliza un analizador de gases que evalúa las emisiones de HC, CO₂, CO, O₂, aparte de otros factores que influyen en el comportamiento del motor como son la temperatura, las revoluciones y el factor lambda. Se realizan dos pruebas una a ralentí y otra a altas revoluciones (2500 – 3000 rpm).



Figura 4.6.- Equipo para medición de emisiones de gases, prueba estática.

En los vehículos equipados con motores de encendido por compresión se realiza la medición de opacidad; actualmente se está introduciendo la medición de material particulado.

4.3.3.- PRUEBA DINÁMICA EN ESTADO ESTABLE

Estas pruebas son realizadas sobre un banco de potencia (dinamómetro) en donde se aplica carga y velocidad constante a los vehículos, basada en el peso y el número de cilindros, obteniendo las lecturas de contaminantes durante la fase de carga.

El equipo es similar al usado en la prueba estática, a diferencia de que en esta prueba se miden los NOx.



Figura 4.7.- Prueba dinámica de emisiones en estado estable, utilización del banco de potencia.

4.3.4.- PRUEBA DINÁMICA EN ESTADO TRANSITORIO

En estos protocolos los vehículos se conducen en un dinamómetro siguiendo un ciclo de conducción preestablecido en donde se aplican cargas y velocidades variables en todo momento, por lo que es necesario simular el peso inercial del vehículo. La evaluación de los contaminantes se realiza por el método de

muestreo de volumen constante CVS, obteniendo pequeñas muestras del gas de escape a lo largo de toda la prueba, determinando el resultado en unidades de masa de contaminante por distancia recorrida.

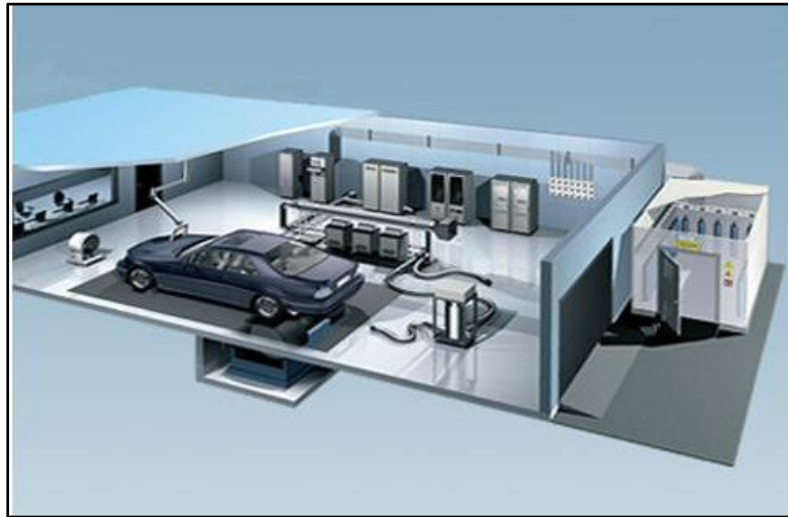


Figura 4.8.- Laboratorio para homologación de emisiones vehiculares.

De los tres tipos de pruebas para evaluación de emisiones contaminantes, las dinámicas en estado transitorio son las únicas que presentan una excelente correlación con el protocolo de certificación de emisiones vehiculares que se utiliza para los vehículos nuevos. Sin embargo, el elevadísimo costo de la infraestructura y equipamiento necesarios necesaria para aplicarlas las hace impopulares e inaplicables en la mayoría de ciudades del mundo.

4.3.4.1.- Constant Volume Sampling (CVS)

Durante la prueba, los gases de escape son aspirados por la turbina de aire principal, conjuntamente con el aire exterior filtrado, constituyendo un caudal de masa de aire uniforme. Eso significa, que se aspira continuamente la misma cantidad de mezcla de aire con gases de escape. Si el vehículo produce una mayor cantidad de gases de escape el sistema aspira una menor cantidad de aire exterior y, si el vehículo produce menos gases de escape, el sistema aspira una mayor cantidad de aire exterior; de esta mezcla de aire con gases de escape se

extrae continuamente volumen constante, haciéndola pasar hacia una o varias bolsas colectoras. Los componentes captados de los gases de escape se someten a medición y se expresan en gramos por kilómetro, referidos al recorrido total.

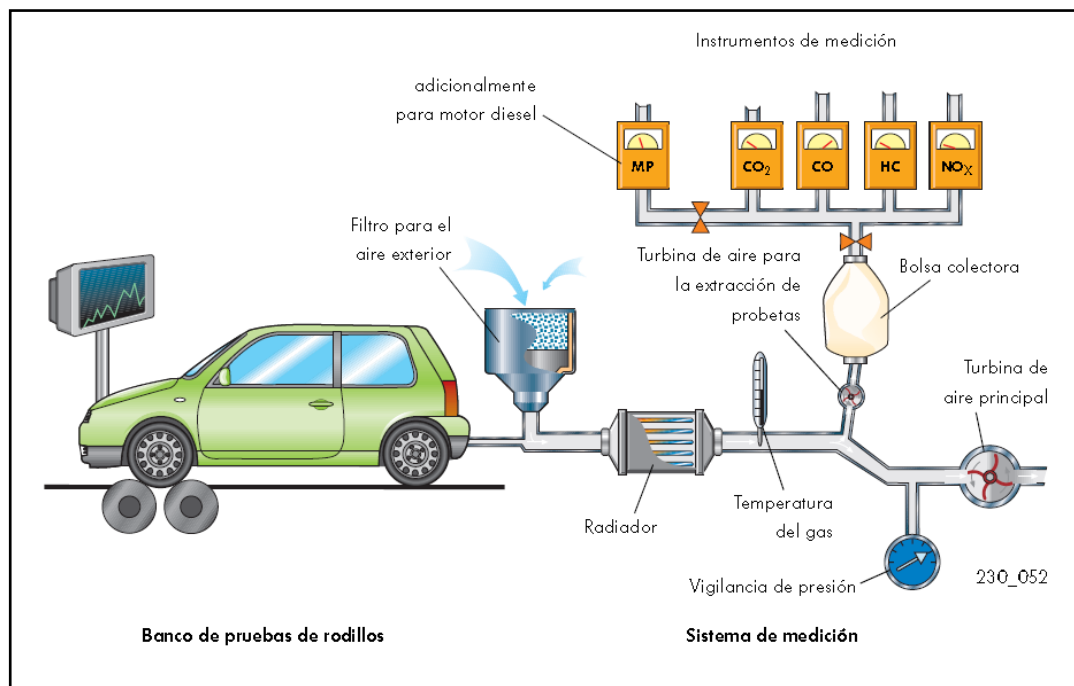


Figura 4.9.- Método de muestreo volumen constante CVS.

4.3.4.2.- Sealed Housing for Evaporative Determination (SHED)

El método SHED es un procedimiento aprobado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y por la Unión Europea, para determinar las emisiones evaporativas en vehículos a gasolina mediante la recolección de éstas en una cabina sellada en la que se ubica el vehículo sometido a prueba. Los procedimientos, equipos y métodos de medición utilizados se encuentran consignados en el Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos, partes 86 a 99 o en las Directivas 91/441/EEC y 93/59/EEC.

Las emisiones evaporativas son producidas por la evaporación del combustible y, son también otro gran factor para la creación del smog urbano puesto que sus moléculas son de un peso molecular alto y tienden a estar más cerca del nivel del suelo.



Figura 4.10.- Cámara SHED para medición de emisiones evaporativas.

4.3.5.- CICLOS DE CONDUCCIÓN

Un ciclo de conducción es un perfil de velocidades trazado en un plano velocidad vs tiempo, que representa una forma típica de conducir en una ciudad o autopista, tomando en cuenta la tecnología del vehículo, las características del tráfico, de las carreteras, condiciones climáticas, geográficas y por el estilo de manejo de los conductores.

Estos ciclos de manejo tienen una gran importancia, entre otros fines, para planear adecuadamente el desarrollo de alguna ciudad, en el desarrollo de tecnología para los nuevos automóviles, en la validación de modelos que predicen el comportamiento de los vehículos en la vía pública y en los inventarios de emisiones contaminantes en las grandes urbes, los cuales a su vez, permiten establecer estrategias para controlar el equilibrio ecológico del lugar, ciudad o región.

Las condiciones de tráfico cambian permanentemente debido a varios factores, como son: el crecimiento de la población, tecnología de los vehículos, cambios en el transporte público, modificaciones en la red de carreteras, nuevas legislaciones,

etc. Esto hace que las formas de conducir sean dinámicas, o dicho en otras palabras, que vayan cambiando conforme exista una mayor demanda del transporte.

Existe un sin número de ciclos de prueba que se aplican a nivel mundial (los de Estados Unidos, Europa y Japón se consideran los más importantes) para establecer los niveles de emisiones de los vehículos de motor de encendido por chispa y compresión.

Siendo diferentes las características de los ciclos de prueba aplicados en cada región, la figura compara los tres principales ciclos de prueba usados a nivel mundial para tener una referencia de las características de cada uno.

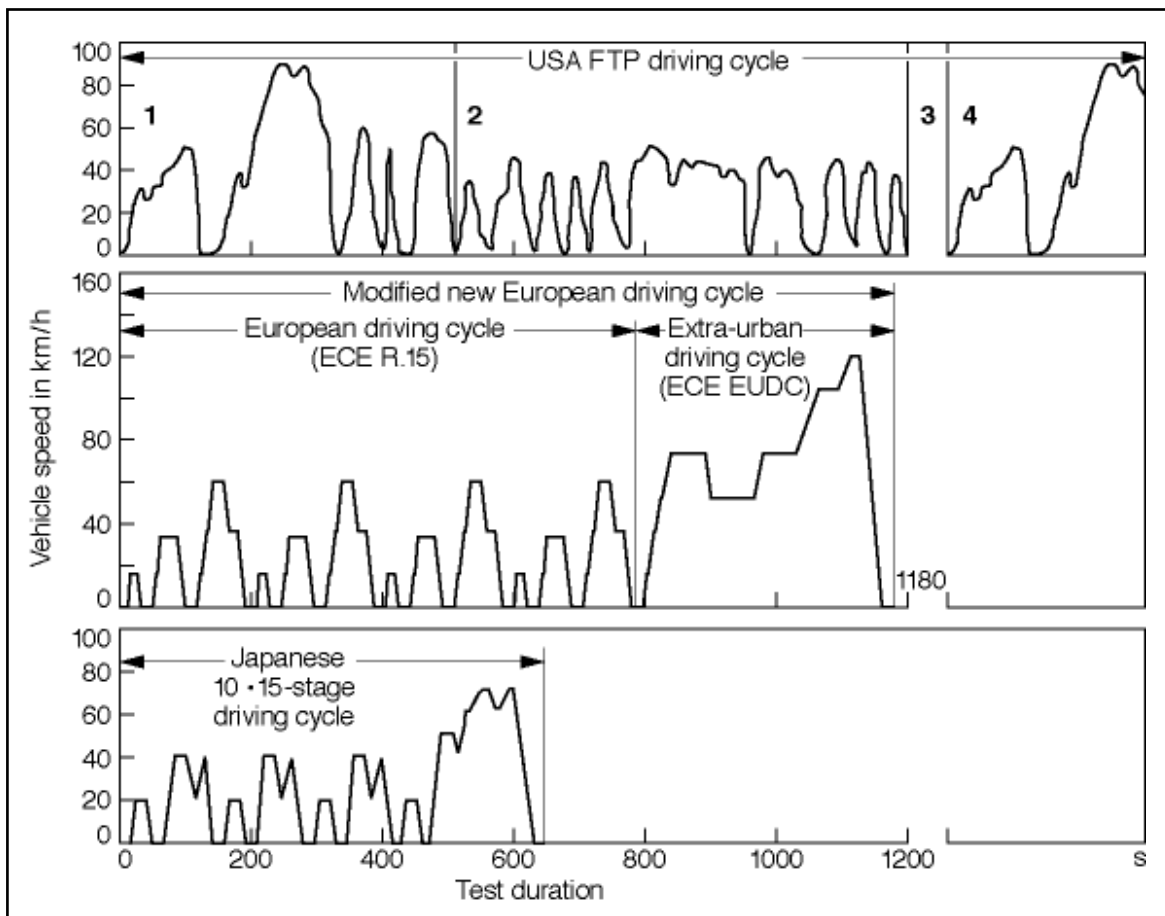


Figura 4.11.- Comparativa entre los ciclos de conducción.

4.3.5.1.- Europa: Ciclo ECE 15 + EUDC / NEDC

El Protocolo ECE 15 + EUDC / NEDC es el protocolo oficial de certificación de emisiones de la Unión Europea para vehículos ligeros. El protocolo incluye cuatro segmentos ECE seguidos de un ciclo EUDC. Antes de la prueba el vehículo es dejado a temperatura ambiental por al menos 6 horas a una temperatura de 20-30°C para luego arrancar y dejarlo en ralentí por 40 s. A partir del año 2000 se eliminó el período de ralentí iniciando la toma de muestra de gases al momento del arranque. Este procedimiento de arranque en frío se conoce con el nombre de NEDC (New European Drive Cycle).

El ciclo ECE 15 representa condiciones de conducción de vehículos en áreas urbanas (también se lo conoce como UDC) por ejemplo en ciudades como París o Roma. Se caracteriza por una baja velocidad de conducción, baja carga al motor y baja temperatura de gases de escape. El ciclo original se conoce como ECE 15 Tipo I y tiene dos etapas adicionales. La primera (Tipo II) es una etapa de medición de CO en ralentí precalentado y se lo hace inmediatamente después del cuarto ciclo Tipo I. La segunda etapa adicional (Tipo III) es un procedimiento de dos velocidades estables sobre el dinamómetro (ralentí y 50 km/h) para la determinación de las emisiones del cárter.

Finalmente, el ciclo EUDC (Extra Urban Driving Cycle) contempla un modo de conducción más agresivo de alta velocidad llegando hasta 120 km/h. Existe un ciclo EUDC alternativo para vehículos de baja potencia con velocidad máxima de 90 km/h.

4.3.5.2.- USA: ciclo de conducción FTP 75

Este protocolo se basa en el FTP 72 al que se le añade una tercera fase de 505 s denominada Hot Start luego de una parada de 10 minutos. Consiste en tres etapas:

- Arranque en frío;
- Fase transitoria;
- Arranque en caliente.

La distancia conducida es de 11.04 millas (17.77 km), dura 1874 s, la velocidad promedio es de 21.2 mph (34.1 km/h). Las emisiones de cada fase son colectadas separadamente en bolsas de teflón, son analizadas y reportadas en gr/milla (gr/km). Los factores de representatividad son 0.43 para la primera fase, 1 para la segunda fase y 0.57 para la tercera fase.

4.3.5.3.- Japón: Protocolo J-10-15M

El protocolo Japonés de 10-15M se emplea actualmente para la certificación de emisiones y economía de combustible en vehículos ligeros. Se deriva del ciclo de 10 modos añadiendo otro segmento de 15 modos a una velocidad máxima de 70 km/h. Las emisiones son expresadas en g/km.

El ciclo completo incluye una fase de calentamiento de 15 minutos a 60 km/h y un segmento de 15 modos seguido de 3 repeticiones de segmentos de 10 modos y finalmente un segmento de 15 modos. Las emisiones son medidas sobre los últimos 4 segmentos (3×10 modos + 1×15 modos).

La distancia total recorrida es de 4.16 km a una velocidad promedio de 22.7 km/h, con una duración de 660 s (o 6.34 km, 25.6 km/h y 892 s, respectivamente incluyendo el segmento inicial de 15 modos).

4.4.- COMBUSTIBLES

4.4.1.- OCTANAJE ¹⁵

¹⁵ World - Wide Fuel Charter – December 2002

El octanaje es la medida de la habilidad de la gasolina de resistir el auto encendido; el auto encendido puede causar golpeteo en el motor. Hay dos métodos de laboratorio para medir los números de octano de la gasolina: uno determina el RON (Research octane number) y el otro el MON (Motor octane number). El RON se correlaciona mayormente con las condiciones de golpeteo a baja velocidad y el MON se correlaciona con el golpeteo a altas temperaturas y a revoluciones medias. Los números RON son generalmente más altos que los MON y la diferencia entre estos valores es la sensibilidad, la cual no debe exceder de 10.

Los vehículos son diseñados y calibrados para un cierto valor de octanaje. Cuando se usa gasolina con un octanaje menor del requerido, puede haber golpeteo el cual puede ocasionar daños severos en el motor. Los motores equipados con sensores de golpeteo pueden manejar valores menores de octanaje retardando el tiempo de encendido; sin embargo, el consumo de combustible, la maniobrabilidad y la potencia pueden verse afectados con valores inferiores de octanaje y el golpeteo puede seguir existiendo.

Usar gasolinas con un mayor octanaje del recomendado no aumentará el desempeño del vehículo.

Históricamente, bajos octanajes a mayor altitud han proveído similar desempeño anti golpeteo que los altos octanajes a nivel del mar en vehículos antiguos. Actualmente, la mayoría de los vehículos modernos vienen equipados con sofisticados sistemas de control electrónico que se ajustan a los cambios en la temperatura del aire y la presión atmosférica. Estos vehículos requieren los mismos niveles de octanaje en toda altura. Así, los niveles de octanaje de la gasolina no deben ser menores en la altura.

4.4.2.- ÍNDICE Y NÚMERO DE CETANO ¹⁶

¹⁶ World - Wide Fuel Charter – December 2002

El número de cetano es la medida del comportamiento al encendido por compresión del diesel; este influencia la habilidad de arranque en frío, emisiones de escape y el sonido de la combustión. El índice de cetano es el cetano "natural" del diesel, el cual es calculado basándose en las propiedades medidas del combustible. El número de cetano es medido en un motor de prueba y refleja los efectos de los aditivos elevadores de cetano. Por lo tanto, una mínima diferencia entre el número de cetano y el índice de cetano debe ser mantenida.

4.4.3.- ACCIONES PARA REDUCIR LAS EMISIONES VINCULADAS AL AZUFRE ¹⁷

Durante los últimos 30 años, los programas de control de la contaminación del aire en los países en desarrollo han demostrado que los combustibles y los vehículos más limpios son un camino efectivo hacia un aire más limpio. Los beneficios de los programas de combustibles y de vehículos más limpios en los países en desarrollo incluyen emisiones más bajas de la actual flota de vehículos mediante la mejora de la calidad del combustible y la posibilidad de introducir vehículos y tecnología más limpios, lo cual reduce, adicionalmente, la contaminación relacionada con el transporte.

La mejora de la calidad del combustible contribuye a que las emisiones contaminantes sean menores. En el caso de niveles más bajos de azufre, la repercusión se aprecia en un decremento de las emisiones de material particulado.

Hay sustanciales reducciones de contaminación que se pueden alcanzar cuando se reduce el azufre del diesel de los muy altos niveles que son comunes en muchos países en desarrollo. La reducción de azufre a niveles muy bajos (50ppm o menos) no sólo reduce las emisiones de material particulado mucho más, sino que también posibilita la introducción de tecnologías de control de emisiones, que proporcionan incluso una mayor reducción de las emisiones (Las emisiones de

¹⁷ Informe del Grupo de Trabajo sobre Azufre de la Alianza para Combustibles y Vehículos Limpios (PCFV)

material particulado ultra fino - $PM_{2.5}$ – se reducen una media del 33.4% cuando se reduce el azufre del combustible diesel de 500 ppm a 50 ppm).

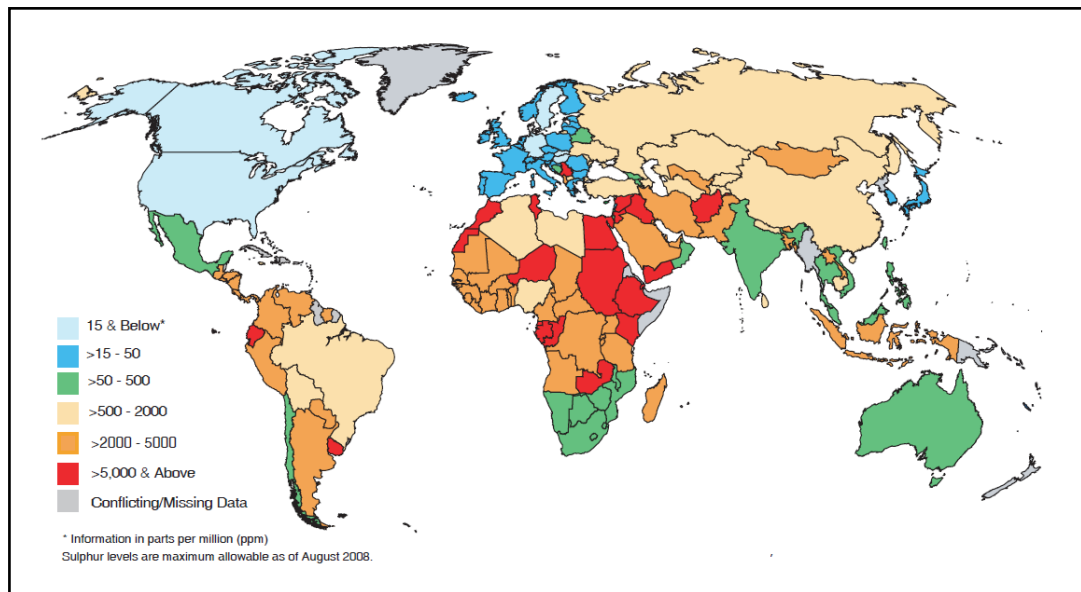


Figura 4.12.- Niveles de azufre en el combustible a nivel mundial.¹⁸

Para los vehículos de gasolina, la reducción de los niveles de azufre a 500 ppm o menos mejora el funcionamiento de los sistemas de conversión catalítica estandarizados en los países desarrollados y que ahora están siendo introducidos en la mayor parte de los países en desarrollo mediante la venta de automóviles nuevos. Muy bajos niveles de azufre permiten utilizar la más avanzada tecnología para el control de emisiones y pueden facilitar el uso de motores de ignición de chispa de combustible eficiente.

Al reconocer que los combustibles y los vehículos trabajan juntos como un sistema, los mayores beneficios se pueden alcanzar al combinar combustibles bajos en azufre con vehículos apropiados y tecnologías de control de emisiones. Este acercamiento ha demostrado ser más efectivo que el tratamiento de los combustibles, los motores, o los controles de emisión de manera independiente. Los combustibles más bajos en azufre ayudan a reducir la corrosión y acidificación del aceite de motor, dando lugar a mayores intervalos de servicio y,

¹⁸ United Nations Environment Program

por lo tanto, reduciendo los costes de mantenimiento. La presencia de azufre en el combustible reduce significativamente la vida del motor de los vehículos. Esto ocurre especialmente en los casos en los que éste se presenta en altos niveles (por encima de 2.000 ppm). Partiendo del 1,5% de azufre en el combustible (15.000 ppm) hasta el 0,1% (1.000 ppm), la vida del motor aumenta de un 80 a un 90%.

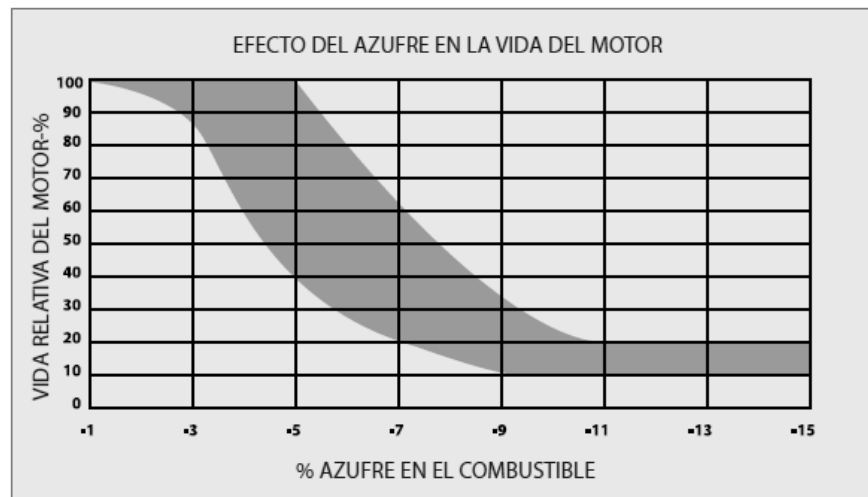


Figura 4.13.- Incremento en la vida del motor como resultado de la reducción de los niveles de azufre en el combustible.

4.5.- DEPURACIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE

4.5.1.- MOTORES GASOLINA

4.5.1.1.- Catalizador

El catalizador tiene como misión disminuir los elementos contaminantes contenidos en los gases de escape de un vehículo mediante la técnica de la catálisis. Se trata de un dispositivo instalado en el tubo de escape, cerca del motor. Esta energía calorífica pasa al catalizador y eleva su propia temperatura, circunstancia indispensable para que este dispositivo tenga un óptimo rendimiento, el cual se alcanza entre los 400 y 700 °C.

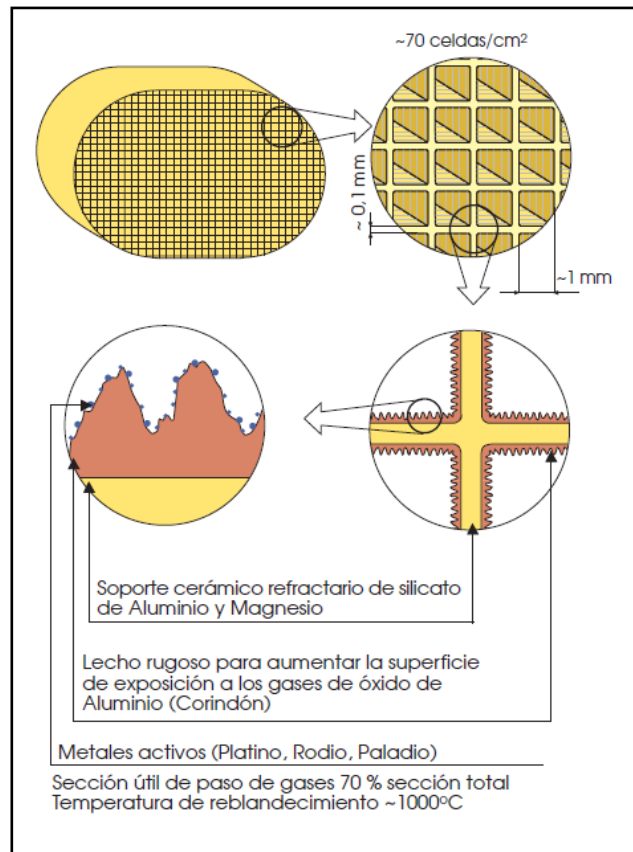


Figura 4.14.- Estructura interna de un catalizador.

Exteriormente el catalizador es un recipiente de acero inoxidable, frecuentemente provisto de una carcasa-pantalla metálica antitérmica, igualmente inoxidable, que protege los bajos del vehículo de las altas temperaturas alcanzadas. En su interior contiene un soporte cerámico o monolito, de forma oval o cilíndrica, con una estructura de múltiples celdillas en forma de panal, con una densidad de éstas de aproximadamente 450 celdillas por cada pulgada cuadrada (unas 70 por centímetro cuadrado). Su superficie se encuentra impregnada con una resina que contiene elementos nobles metálicos, tales como Platino (Pt) y Paladio (Pd), que permiten la función de oxidación, y Rodio (Rh), que interviene en la reducción. Estos metales preciosos actúan como elementos activos catalizadores; es decir, inician y aceleran las reacciones químicas entre otras sustancias con las cuales entran en contacto, sin participar ellos mismos en estas reacciones. Los gases de escape contaminantes generados por el motor, al entrar en contacto con la

superficie activa del catalizador son transformados parcialmente en elementos inocuos no contaminantes.

En el catalizador se desarrollan dos reacciones químicas opuestas: El monóxido de carbono y los hidrocarburos se oxidan en dióxido de carbono y agua, mientras que los óxidos nítricos se reducen en nitrógeno y oxígeno. La reducción se favorece por medio de un bajo contenido de oxígeno, mientras que la oxidación requiere un alto contenido de ese elemento.

Básicamente, la depuración catalítica se basa en dos reacciones químicas: La reducción es la extracción de oxígeno de los componentes de los gases de escape y la oxidación es la adición de oxígeno a los componentes de los gases de escape (re combustión).

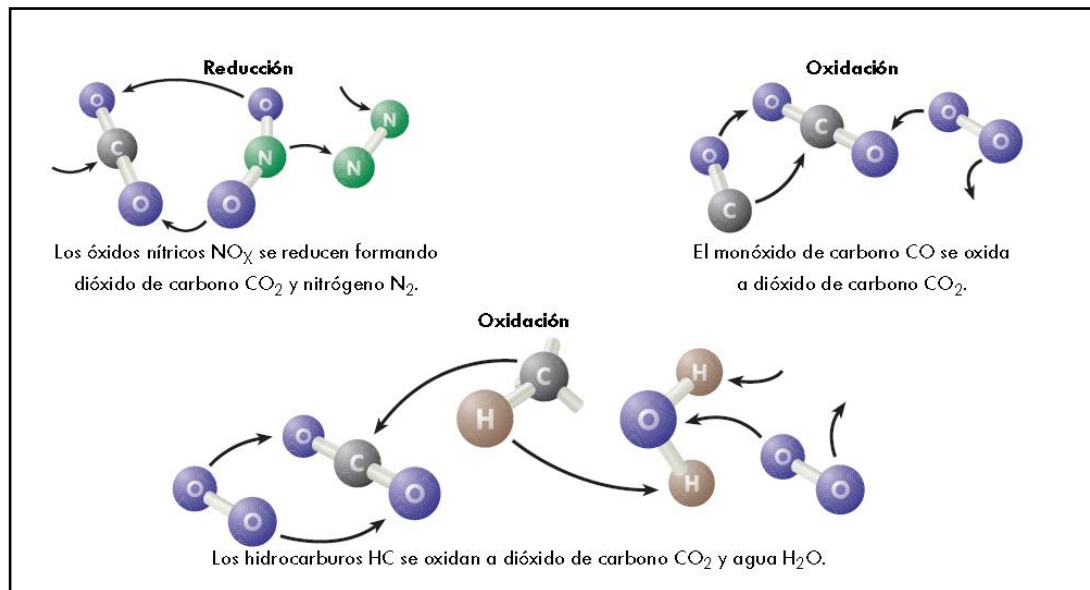


Figura 4.15.- Proceso de reducción y oxidación.

El catalizador de dos vías; también denominado de oxidación, de doble efecto o de doble cuerpo, se trata de un doble catalizador de oxidación con toma intermedia de aire. El primer cuerpo actúa sobre los gases ricos de escape, reduciendo el óxido de nitrógeno (NO_x), mientras el segundo lo hace sobre los gases empobrecidos gracias a la toma intermedia de aire, reduciendo el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC).

Los catalizadores de tres vías son los más complejos, sofisticados y caros (en la actualidad los más usados). Su evolución tecnológica va permitir desplazar a los catalizadores de doble cuerpo en los que la oxidación de los gases contaminantes era incompleta. Los catalizados de tres vías se denominan así porque en ellos se reducen simultáneamente los tres elementos nocivos más importantes: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y óxidos de nitrógeno (NOx). Su mayor eficacia depende de la mezcla de los gases de admisión. Para que funcione perfectamente se requiere que la mezcla aire-gasolina tenga una adecuada composición que se acerque lo más posible a la relación estequiométrica. Debido a ello es necesario un dispositivo que controle la composición de la mezcla.

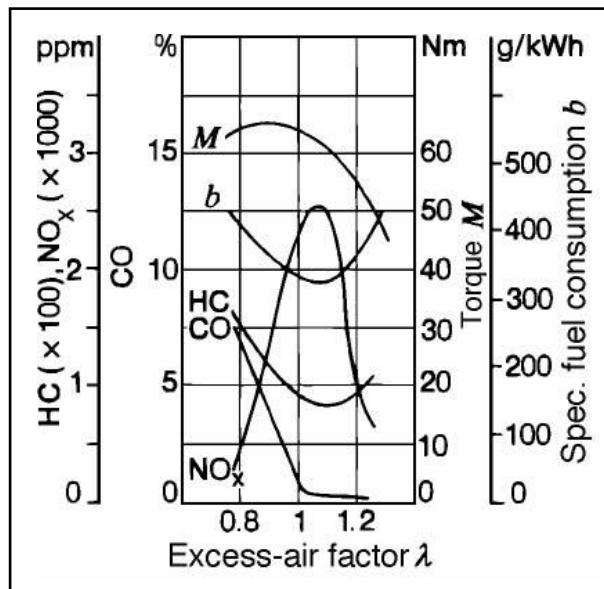


Figura 4.16.- Regulación del factor lambda.

La relación aire - combustible estequiométrica es de 14.7:1 (un kilo de gasolina por 14.7 kg de aire); lambda se define como la relación de aire - combustible real respecto de la estequiométrica.

$$\lambda = \frac{\text{VOLUMEN REAL DE MEZCLA AIRE COMBUSTIBLE}}{\text{VOLUMEN TEÓRICO REQUERIDO}} \quad \text{(Ecuación 4.3)}$$

Modificando la proporción del oxígeno con respecto a la composición de los gases de escape se puede regular el sistema de modo que ambas reacciones se

desarrollen dentro de un margen óptimo ($\lambda = 0,99... 1$). Este margen se denomina ventana lambda. Los valores para la regulación se detectan por medio de sondas lambda (sensor de oxígeno).

4.5.2.- MOTORES DIESEL

Existe un sin número de dispositivos postcombustión, que se diferencian entre sí, ya sea por su aspecto físico, principio para la disminución de PM, la forma en que se regeneran denominándoseles pasivos o activos.

Filtros activos son aquellos que requieren de agentes externos para su regeneración, como lo es la energía eléctrica, el aditivo catalizador al combustible, o la inyección de combustible.

Filtros pasivos son en los cuales la regeneración del PM atrapado es automática y basada totalmente en la temperatura de los gases de escape, cabe resaltar la importancia de la evaluación de la estrategia de disminución de la temperatura de combustión del hollín, en algunos dispositivos, la disminución de la temperatura puede ocurrir a través de la oxidación del NO hacia NO₂, si parte del NO₂ no es usado en la combustión o regeneración del hollín, el exceso puede ser emitido por el tubo de escape, siendo un contaminante nocivo, lo cual representa un problema para la lograr un aire limpio.

4.5.2.1.- Catalizador de oxidación diesel (DOC)

Para los motores diesel no es posible utilizar un catalizador de 3 vías como el que se monta para los motores de gasolina. La causa reside en el exceso de aire que se necesita para la combustión del diesel. Los gases de escape contienen una mayor concentración de oxígeno, lo cual impide el uso de los catalizadores de 3 vías.

El catalizador de oxidación únicamente puede efectuar la conversión de las sustancias contaminantes en los gases de escape a través de un proceso de oxidación. Eso significa, que los óxidos nítricos (NOx) no se transforman por reducción como en el motor de gasolina.

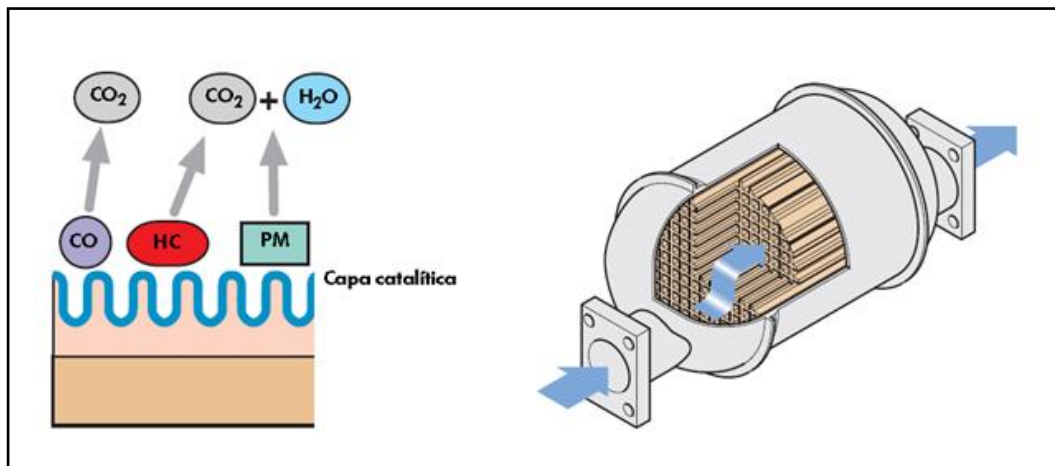


Figura 4.17.- Catalizador de Oxidación Diesel

La configuración del catalizador de oxidación es bastante parecida a del catalizador de 3 vías, con la diferencia de que no lleva sondas lambda. Los gases de escape también tienen que fluir aquí a través de conductos pequeños, pasando así ante la capa catalítica activa.

Eso significa, que en el caso del motor diesel no se procede a regular la depuración catalítica de los gases de escape, y que el catalizador de oxidación sólo puede convertir los componentes oxidables. De esa forma se reducen claramente los hidrocarburos HC y el monóxido de carbono CO. Sin embargo, los contenidos de óxidos nítricos en los gases de escape sólo pueden ser reducidos mediante mejoras en el diseño de las cámaras de combustión y sistemas de inyección.

Las partículas de hollín, características en los gases de escape de un motor diesel, constan de un núcleo y varios componentes adicionados, de los cuales únicamente los hidrocarburos HC se oxidan en el catalizador de oxidación. Los

residuos de las partículas de hollín sólo pueden ser captados mediante filtros especiales.

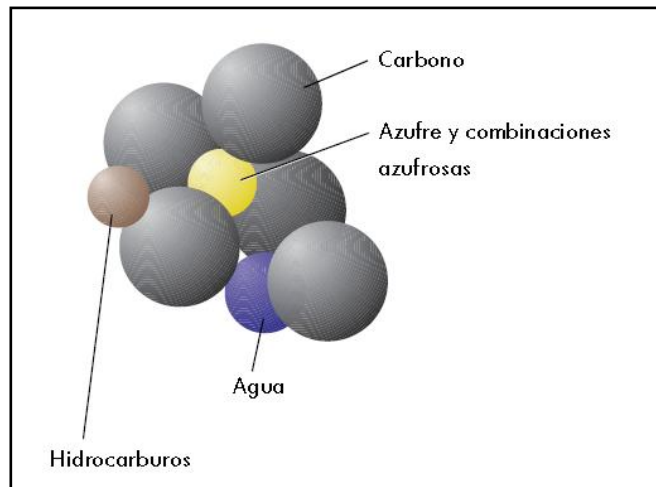


Figura 4.18.- Componentes principales del material particulado PM.

4.5.2.2.- Filtros de Partículas Diesel (DPF)

Los filtros de partículas diesel (DPF, por sus siglas en inglés: Diesel particulate filter) se colocan en el sistema de escape para recoger cualquier fracción de las partículas pequeñas en el escape, permitiendo que otros gases de escape lo atraviesen. Como las partículas recogidas se acumulan con el tiempo, el DPF ha sido diseñado para limpiar y regenerar automáticamente la trampilla. Esto se realiza mediante la oxidación o la combustión de las partículas almacenadas utilizando gases de escape a una temperatura más elevada. Es lo que se denomina regeneración pasiva. Otro método es sustituir el filtro periódicamente, lo que se denomina regeneración activa. Algunos DPF llevan incorporado un catalizador que reduce la temperatura de ignición necesaria para oxigenar las partículas almacenadas (DPF catalizado o CDPF).

Los DPF son muy eficaces y han demostrado su capacidad para reducir en torno al 95% de las emisiones de partículas, además de proporcionar un control efectivo de las emisiones de CO y de HC, reduciendo estas emisiones entre 90 y 99% y entre 58 y 82%, respectivamente.

Sin embargo, el azufre reduce enormemente su eficacia. Cuando un DOC oxigena el azufre, el sulfato de material particulado resultante se almacena en el filtro. Lo que incrementa las emisiones y la necesidad de regeneración, reduciendo la economía de combustible del vehículo. Altos niveles de azufre pueden hacer inefectivo el DPF o incluso parar el motor debido a una contrapresión inaceptable. Los DPF no deberían utilizarse con niveles de azufre en el combustible mayores de 50 ppm. También deberían ser usados los aceites de motor con bajo azufre. Los estudios demuestran que los DPF alcanzan mayor eficacia y requieren una regeneración menos frecuente cuando se combinan con niveles de azufre en el combustible de 15 ppm o de menos. Estados Unidos, la Unión Europea y Japón han decidido limitar el azufre en el diesel a 15 ppm o menos para garantizar el funcionamiento óptimo de los DPF.

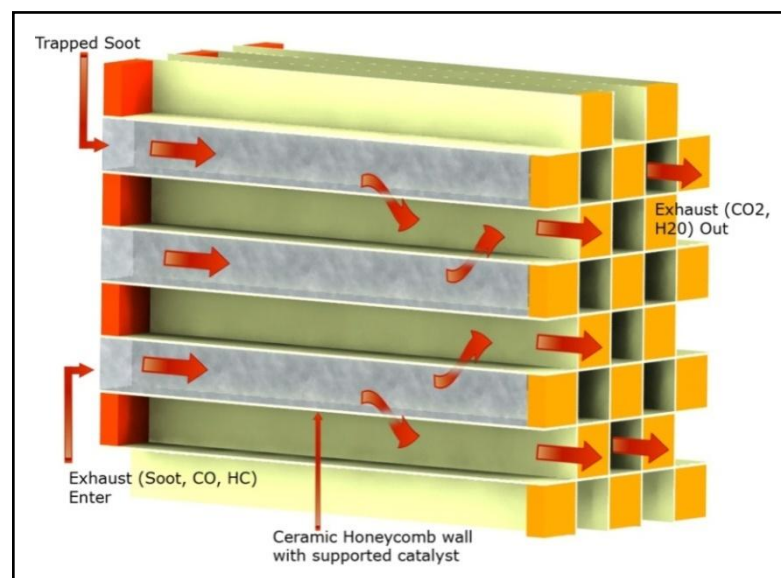


Figura 4.19.- Filtro de Partículas Diesel DPF.

4.5.2.3.- Sistemas CRT (Continuous Regeneration Trap)

El sistema CRT consiste de un filtro de partículas precedido por un convertidor catalítico de oxidación diesel DOC. Todo el sistema convertidor catalítico y filtro está integrado en el cuerpo del silenciador de escape; es fabricado en acero inoxidable y se lo puede sustituir por el silenciador existente sin necesidad de otras modificaciones.

La reducción que puede alcanzar el CRT es de más del 90%, con el uso de un diesel con bajo contenido de azufre (15 ppm).

A diferencia de otros filtros de partículas, en lugar de esperar a que su capacidad esté prácticamente agotada para proceder a su limpieza, entra en un proceso de regeneración continua, tan pronto como el volumen de partículas retenido supera el 20 ó 30% del total admisible. Para ello, hace uso del NO₂ generado en un catalizador de oxidación previo en lugar del O₂, por lo que requiere temperaturas de funcionamiento de alrededor de los 300°C, que pueden ser alcanzados mediante la post inyección de combustible, una vez lograda esta temperatura la capacidad del filtro se restituye y el proceso de regeneración se detiene.

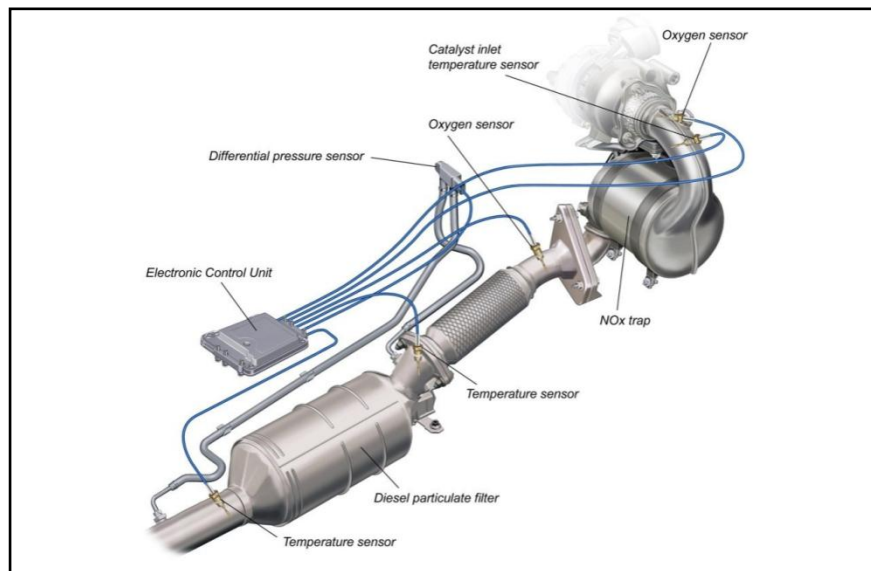
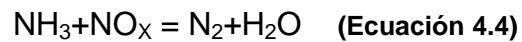


Figura 4.20.- Sistema de trampa de regeneración continua CRT.

Uno de los principales inconvenientes que presentan estos sistemas está ligado a la alta concentración de azufre del diesel. El azufre tiende a depositarse en los convertidores catalíticos afectando el funcionamiento de estos, además este induce a que el CRT aumente su temperatura de regeneración encima de los 500°C, lo que provoca, que el nivel de emisiones aumente durante cortos períodos de tiempo, reduciendo su efectividad global.

4.5.2.4.- Sistemas SCR (Selective Catalytic Reduction)

Los SCR convierten el NO_x en nitrógeno y otros gases a través de la adición de un reductor al flujo de escape. Un sistema SCR utiliza un catalizador metálico y un reactivo químico de reducción, generalmente una solución urea acuosa en aplicaciones de fuentes móviles, para convertir óxidos de nitrógeno a nitrógeno molecular y oxígeno en el flujo de escape. El reactivo se agrega a un porcentaje calculado de un algoritmo que estima la cantidad de NO_x presente en el flujo de escape basada en parámetros del motor, tales como las revoluciones y la carga.



Donde:

NH_3 = Urea;

NO_x = Óxidos de Nitrógeno;

N_2 = Nitrógeno;

H_2O = Agua.

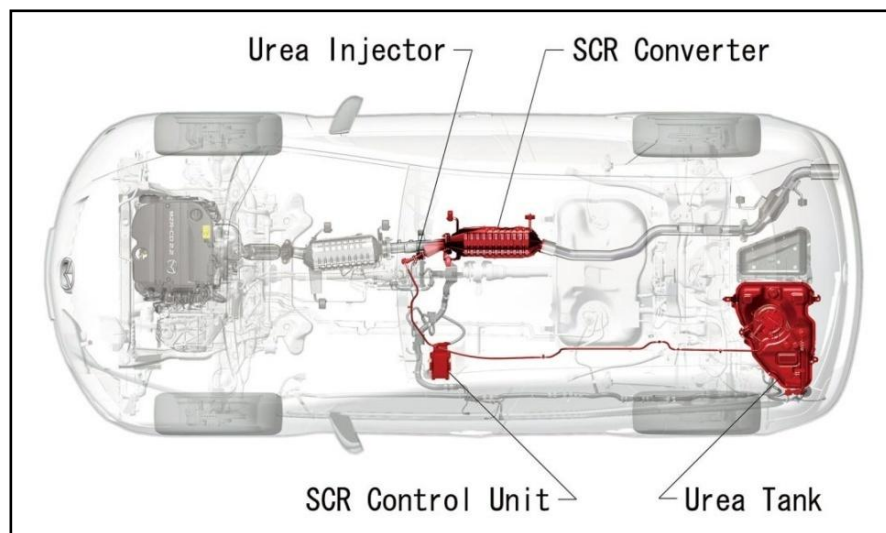


Figura 4.21.- Sistema de reducción catalítica selectiva SCR.

A medida que los gases de escape y el reactivo pasen al catalizador SCR, las reacciones químicas ocurren reduciendo las emisiones de NO_x entre 75% y 90%,

los HC hasta un 80% y el PM de 20% a 30%, además reduce el olor característico producido por los gases de escape del motor diesel.

Bajo ciertas condiciones, el sistema SCR puede aumentar las emisiones de amoníaco de modo que es necesario adicionar un catalizador de oxidación de flujo corriente abajo, esto permite minimizar la presencia de amoníaco. Como todas las tecnologías de control de emisiones basadas en catalizadores, el funcionamiento del SCR es mejorado con el uso de combustible con bajo contenido de azufre, esta tecnología recién comienza a entrar al mercado, por lo que sus aplicaciones son limitadas y no se considera apropiada para aplicaciones donde se deba realizar modificaciones en el vehículo.

Tabla IV.2.- Porcentaje de reducción de contaminantes de las diferentes tecnologías existentes. ¹⁹

TECNOLOGÍA	PM	NO_x	HC	CO
DPF	70% - 90%	-	70% - 90%	70% - 90%
DOC	20% - 50%	-	50% - 90%	10% - 90%
SCR	0% - 50%	60% - 90%	50% - 90%	50% - 90%
EGR	-	hasta un 50%	-	-
CRT	88%	-	92%	94%.

4.6.- CONSUMO DE COMBUSTIBLE

4.6.1.- FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

4.6.1.1.- Aerodinámica

Las formas aerodinámicas del vehículo ofrecen una baja resistencia al aire. Esto se traduce en un menor consumo de combustible.

En las últimas décadas, se ha reducido el valor Cx de más de 0,45 a menos de 0,30. Esto representa un gran avance, si se considera que a una velocidad de 100

¹⁹ California Air Resources Board, "Risk Reduction Plan to Reduce Particulate Matter Emissions From Diesel-Fueled Engines and Vehicles," September 2000

km/h se consume aproximadamente un 70 % de la energía de la propulsión para superar la resistencia del viento.



Figura 4.22.- Flujo de aire, prueba en el túnel de viento BMW M3.

4.6.1.2.- Reducciones de peso

Los altos niveles de seguridad y los crecientes niveles de confort son factores opuestos a las reducciones de peso. Sin embargo, es necesario reducir el peso para poder disminuir el consumo, utilizando materiales como el aluminio, magnesio, polímeros, fibras naturales, entre otros.

4.6.1.3.- Sistemas de gestión de motores

Los sistemas de gestión de motores de actualidad influyen sobre todos los actuadores de un motor. Eso significa, que todas las señales de los sensores se analizan en la unidad de control del motor y se transforman en señales de regulación para los parámetros regulables (cantidad y momento de la inyección, ángulo de encendido). De ese modo es posible gestionar el motor en función de la carga y optimizar la combustión.

4.6.1.4.- Optimización de motores y transmisiones

El diseño de motores y transmisiones ejerce una gran influencia sobre el consumo de combustible de un vehículo. En el caso de los motores, los sistemas de inyección de vanguardia son factores importantes para establecer una combustión

con consumos mínimos, tales como temporización variable de válvulas, sistemas de inyección directa, sistemas bomba-inyector para los vehículos diesel, etc.

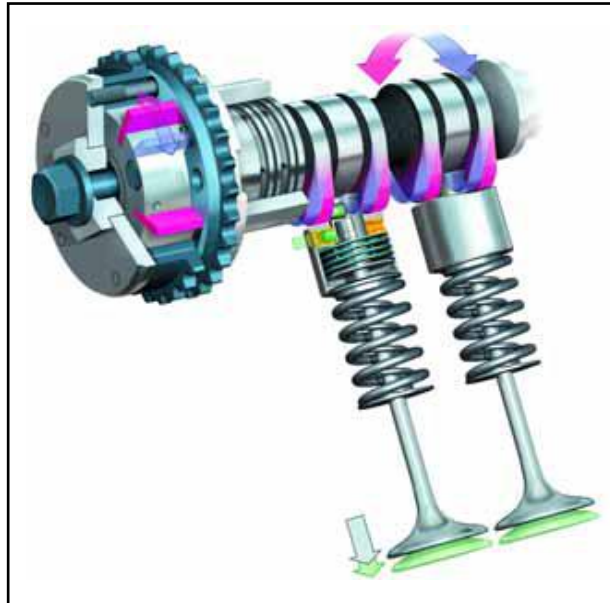


Figura 4.23.- Sistemas de temporización variable de válvulas VarioCam Plus de Porsche.

En el caso de los cambios es preciso adaptar las relaciones de las marchas al tamaño y peso del vehículo. Aparte de ello se implantan también transmisiones de 6, 7 e inclusive 8 marchas y transmisiones continuamente variables CVT. De esa forma se puede utilizar el motor predominantemente en el régimen de revoluciones que representen el consumo más adecuado.

4.6.1.5.- Recirculación de gases de escape EGR

El EGR (exhaust gas recirculation) es sistema que recicla el gas de escape devolviéndolos al colector de admisión, lo que reduce la temperatura de combustión y por lo tanto la formación de NOx. Esta técnica es ampliamente utilizada en muchos motores modernos, pero no puede ser retro adaptada. La válvula de control EGR puede sufrir corrosión con altos niveles de azufre, por ello, los niveles de azufre deberían restringirse a un máximo de 500 ppm.

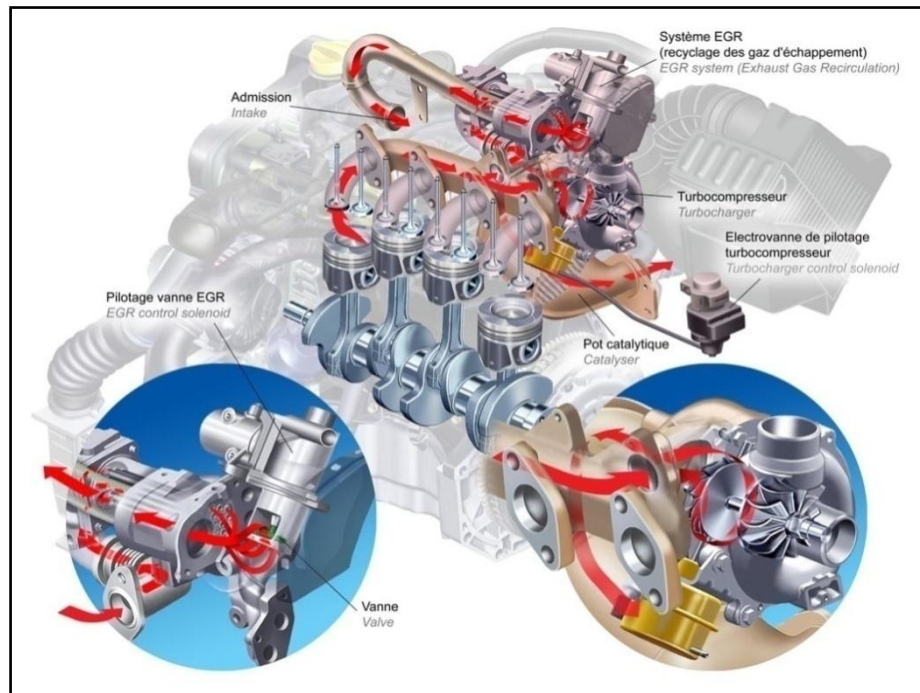


Figura 4.24.- Funcionamiento del sistema de recirculación de gases EGR.

4.6.1.6.- Cánister

Para evitar que los vapores de gasolina (hidrocarburos HC) contaminen el ambiente, la gasolina evaporada del depósito de combustible se almacena en un depósito de carbón activo y se alimenta de forma específicamente dosificada para la combustión.

4.6.1.7.- Control de funcionamiento

Sistema de diagnóstico integrado en la gestión del motor del vehículo, que vigila continuamente los componentes que intervienen en las emisiones de escape. Si surge cualquier fallo, el sistema lo detecta, memoriza y visualiza.

4.7.- CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

El ruido se ha establecido como un problema serio de contaminación, planteando un reto al desarrollo tecnológico y al urbanismo. El tráfico vial y sus protagonistas

son los principales responsables del incremento de la emisión sonora hasta niveles de riesgo.

Las reacciones fisiológicas que el ruido provoca no se consideran patológicas si ocurren aisladamente. Consecuencias muy nocivas podrían suceder si la exposición se prolonga acompañada de niveles perjudiciales de sonido. Aparece de improviso un grave riesgo para la salud. Algunos síntomas extremos se asocian con la modificación del ritmo cardíaco y las dificultades en la irrigación cerebral. Otras manifestaciones más comunes y no menos peligrosas son las fatigas, el estrés y la pérdida gradual de la audición.

El nivel de ruido emitido por el tráfico vial depende, en principio, del estado técnico y la velocidad que los vehículos desarrollen. También en gran medida del volumen de tráfico. Generalmente los niveles estridentes y dañinos son provocados por las altas velocidades de los automóviles ligeros y los equipos pesados.

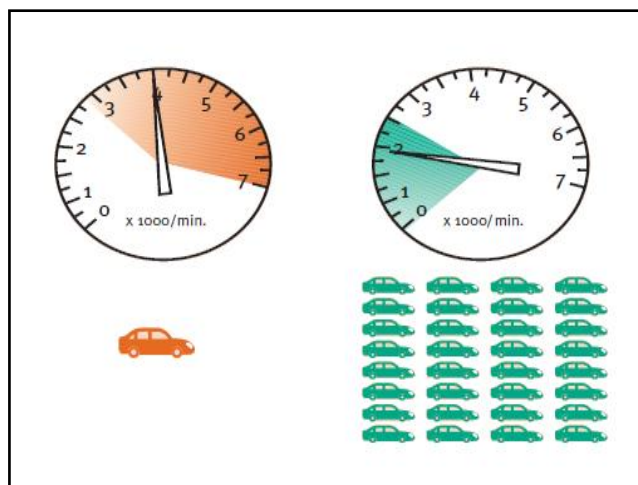


Figura 4.25.- Emisión de ruido en vehículos en función de las revoluciones de motor. Un solo vehículo a 4000rpm hace el mismo ruido que 32 vehículos a 2000rpm.

Los principales índices básicos para caracterizar un sonido cualquiera son; el nivel de presión sonora (medido con un instrumento llamado sonómetro) y el espectro o composición de frecuencias de la emisión acústica. La medición del nivel de presión sonora se realiza generalmente filtrando la señal, utilizando para ello la escala de ponderación A del sonómetro. De este modo se dejan pasar los

sonidos cuyas frecuencias guardan una mayor correlación con las afectaciones al oído humano. El resultado se expresa en decibeles (dBA).

Los vehículos son fuentes complejas de contaminación acústica. El ruido de estos parte de dos raíces fundamentales: el proceso de combustión y los elementos mecánicos, sin olvidar la relación entre neumáticos y pavimento. Los silenciadores y los filtros de aire son los que con mayor eficacia atenúan las componentes de la señal sonora mayores de 600 Hertz que son predominantes y fisiológicamente desagradables.

Con el aumento de la frecuencia de rotación de un motor, aparentemente disminuye (dentro del nivel de ruido total del automóvil) la componente sonora proveniente de la combustión. Pero lo que realmente sucede es que al aumentar la velocidad del motor, el valor absoluto de ruido por combustión crece, pero los ruidos mecánicos lo hacen con mayor intensidad, incrementándose a la par el valor total que se percibe.

Según la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos, el nivel seguro para no sufrir afectaciones auditivas permanentes, no debe exceder un valor promedio de 70 dBA durante 24 horas o de 75 dBA durante 8 horas.

Son innegables los avances de la industria automovilística en el control de las emisiones acústicas y su reducción. Desde finales del siglo XIX hasta hoy se ha trabajado para reducir los niveles sonoros de los automóviles, que en un principio fueron bastante altos. El desarrollo de la acústica como ciencia, la alta tecnología y la conciencia del daño provocado al medio debido a la contaminación por ruido, han logrado que las exigencias de fabricación y circulación sean cada vez más rigurosas.

Los constructores de vehículos saben de los problemas que ocasiona la emisión sonora en exceso. Por eso trabajan en el diseño de motores más balanceados, silenciadores de alta efectividad y buscan optimizar sus sistemas. Sin embargo, la

lucha contra el ruido no se limita simplemente a soluciones técnicas en el transporte. Las regulaciones legales y un diseño acertado del proyecto urbano, constituyen también respuestas necesarias ante este enemigo invisible de la sociedad moderna.

Tabla IV.3.- Niveles de ruido

Velocidad(km/h)	Nivel de ruido a 15 metros (dBA)		
	LIVIANOS	PESADOS	EXTRA PESADOS
50	62	73	80
70	68	79	84
90	72	82	86
110	76	86	89

4.7.1.- NIVELES DE PRESIÓN SONORA MÁXIMOS PARA VEHÍCULOS AUTOMOTORES²⁰

La norma técnica de niveles de presión sonora máximos para vehículos automotores es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

Tabla IV.4.- Niveles de presión sonora máximos para vehículos automotores.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	NPS MÁXIMO (dBA)
L	De hasta 200 centímetros cúbicos	80
	Entre 200 y 500 c. c.	85
	Mayores a 500 c. c.	86
M	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor.	80
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso no mayor a 3,5 toneladas.	81
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 toneladas.	82
N	Peso máximo hasta 3,5 toneladas	81
	Peso máximo de 3,5 toneladas hasta 12,0 toneladas	86
	Peso máximo mayor a 12,0 toneladas	88

²⁰LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, LIMITES PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTE PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES, Y PARA VIBRACIONES. LIBRO VI ANEXO 5

4.8.- CONDUCCIÓN EFICIENTE

Independientemente de si contamos o no con un vehículo híbrido o de bajas emisiones, todos podemos conseguir una importante reducción en el consumo de combustible y en la contaminación ambiental con unas sencillas técnicas de conducción, que además de mejorar el aire de nuestras ciudades, repercutirán en el consumo de combustible y por ende en el bolsillo del usuario.

Contaminar menos y reducir el consumo de combustible está al alcance de todos. Si aplicamos unas simples técnicas al volante de nuestros vehículos podemos conseguir que nuestros desplazamientos por carretera sean más económicos y más ecológicos. Se puede ahorrar un 15% de combustible al año con una conducción más económica y sin reducir la velocidad media.

Si todos aplicáramos estas técnicas de conducción en nuestra vida diaria, se ahorrarían millones de litros de combustible al año, lo que supondría una reducción significativa de CO₂, el equivalente de plantar millones de árboles. En términos económicos esto se traduce en un ahorro de millones de dólares al año, o lo que es lo mismo, aproximadamente 200 dólares por conductor. Al mismo tiempo, esta práctica reduciría de manera radical el nivel de contaminación acústica.

4.8.1.- CAMBIOS

La manera más eficiente de conducir es hacerlo con la marcha más larga posible, manteniendo el motor a bajas revoluciones para que avance con el menor esfuerzo energético. Para ello debemos prestar atención al tacómetro. En vehículos con motor de gasolina la aceleración y cambio de marcha debe hacerse entre las 2.000 y 2.500 rpm, mientras que en vehículos con motor diesel debe hacerse entre las 1.500 y 2.000 rpm. Con esta técnica estaremos reduciendo al mismo tiempo la contaminación acústica.

4.8.2.- VELOCIDAD

Durante la conducción es aconsejable mantener una velocidad de circulación uniforme, evitando los acelerones y los frenazos bruscos. Cuando tengamos que reducir la marcha para detener el vehículo es aconsejable ir parando el vehículo con el freno de manera prolongada, nunca de forma brusca, y reducir de velocidad sólo en el último momento. Mediante esta técnica se reduce el consumo y la contaminación acústica.

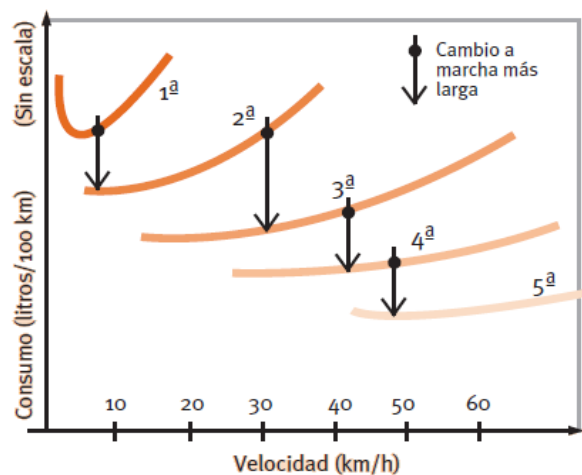


Figura 4.26.- Consumo de combustible en función de la velocidad para diferentes marchas.

4.8.3.- RALENTÍ

Otra de las técnicas para minimizar el consumo consiste en mantener el motor en ralentí el menor tiempo posible. Al contrario de la creencia generalizada, en punto muerto un vehículo tiene un consumo constante de aproximadamente medio litro por hora. Para ahorrar combustible es más aconsejable engranar una marcha larga y dejar que el vehículo se desplace con su propia inercia, sin acelerar. De esta forma el motor se mantendrá en marcha por el movimiento de las ruedas y el consumo de combustible, a más de 20 km/h, será nulo.

4.8.4.- ACCESORIOS

Hacer un uso racional de los accesorios del vehículo también ayuda a ahorrar energía. Es aconsejable utilizar el sistema eléctrico sólo cuando sea necesario. Del mismo modo ocurre con el aire acondicionado, que debemos activar sólo si es imprescindible y regularlo a temperaturas moderadas.

4.8.5.- CARROCERÍA

Del mismo modo que hay técnicas que ayudan a disminuir el consumo en carretera, hay otras situaciones que hacen aumentar de manera significativa el gasto energético. Entre las más comunes se encuentran circular con las ventanillas abiertas y llevar elementos exteriores, tales como parrillas y alerones ya que estos modifican la aerodinámica del vehículo, provocando que el consumo se dispare.

4.8.6.- MANTENIMIENTO

Más allá de estas técnicas, un factor importante para optimizar el consumo es mantener el vehículo en perfecto estado mecánico. Si hacemos esto evitaremos averías y por consiguiente, la reducción del consumo de combustible. Las revisiones del motor deben ser periódicas y no debemos retrasar los cambios de aceite ni de filtros.

4.8.7.- NEUMÁTICOS

Elegir un buen neumático es otro de los factores que inciden a la hora de ahorrar combustible y reducir las emisiones. Se estima que en torno al 20% del consumo total de carburante se debe a los neumáticos y dicha cifra puede ser superada si no utilizamos las gomas adecuadas o la presión marcada por el fabricante. Una presión correcta reduce el esfuerzo y el consumo, mientras que una presión baja (1 bar menos de lo indicado, por ejemplo) puede incrementar el gasto en torno a

un 6%. Esto se traduce, en un vehículo con un consumo medio de 8,9 litros, en medio litro más por cada 100 km. Además es recomendable controlar la presión de los neumáticos al menos una vez al mes.

4.9.- MOVILIDAD SOSTENIBLE

Uno de los retos de las sociedades desarrolladas en materia de movilidad es evolucionar hacia modelos económicos de bajo consumo de carbono y menor consumo energético, 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 para 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, muertes a casusa de estos y problemas relacionados con la salud de los habitantes.

Además, la funcionalidad y la organización de la mayoría de los distintos sistemas de movilidad dependen en un alto porcentaje del transporte y, por ello, es del todo necesario adoptar estrategias que, sin mermar el funcionamiento y la organización urbana e interurbana, permitan resolver los problemas que hoy se manifiestan de manera contundente. Las estrategias de movilidad deben abordar no sólo los problemas de la congestión, sino también el de las variables que la acompañan, es decir, la solución debe ser integral y coherente en todos los términos asumiendo la complejidad que ello supone.

Los sistemas urbanos e interurbanos llevan asociados pautas y ritmos diferentes que influyen sobre la movilidad, configurando una demanda de movilidad compleja, en cuanto a destinos, horarios y características de los servicios. Las políticas públicas deben concentrarse en desarrollar modelos estratégicos que recojan líneas directrices y un conjunto de medidas en las áreas prioritarias de actuación cuya aplicación permita avanzar hacia la consecución de un modelo de movilidad sostenible, todo de modo sistemático. Este marco habrá de tenerse en cuenta principalmente en los procesos planificadores que afecten al sector transporte tanto público como privado, pero que también influya en otros sectores como el energético y urbanístico que tienen efectos directos sobre la movilidad y sus impactos (gases de efecto invernadero, ruido, contaminación atmosférica, eficiencia energética, seguridad vial, salud, etc.).

La senda de actuación por una movilidad sostenible debe enmarcarse en los tres componentes de la sostenibilidad:

Económico: satisfacer de forma eficiente las necesidades de movilidad derivadas de las actividades económicas, promoviendo de esta forma el desarrollo y la competitividad;

Social: proporcionar unas adecuadas condiciones de accesibilidad de los ciudadanos a los mercados de trabajo, bienes y servicios, favoreciendo la equidad social y territorial; y los modos de transporte eficientes;

Ambiental: contribuir a la protección del medio ambiente y la salud de los ciudadanos, reduciendo los impactos ambientales del transporte, contribuyendo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y optimizando el uso de los recursos no renovables, especialmente los energéticos.

En este contexto, los objetivos de la movilidad sostenible se desarrollan en cinco áreas:

- Territorio, planificación del transporte y sus infraestructuras;
- Lucha contra el cambio climático, reducción de la dependencia energética y diversificación de la matriz energética;
- Mejora de calidad del aire y reducción del ruido;
- Mejora de la seguridad vial y salud pública;
- Gestión de la demanda de los medios y modos de transporte.

4.9.1.- PLANIFICACIÓN DEL TRANSPORTE Y REDISEÑO URBANO

El objetivo es mejorar la integración de la planificación territorial y urbanística con la de transporte, desarrollando mecanismos de coordinación y cooperación administrativa, especialmente en los ámbitos urbanos; para mejorar la eficiencia de los diferentes sistemas de movilidad sostenible al mismo tiempo que se disminuyen los efectos negativos de las infraestructuras lineales sobre los espacios protegidos, la conservación de la biodiversidad, la fragmentación del territorio y el paisaje.



Figura 4.27.- Regeneración urbana, recuperación del canal de Cheoggyecheon en Corea del Sur.

La ciudad de Seúl en Corea del Sur, ejemplifica cómo una gran ciudad puede modificar sus patrones de crecimiento, recuperando un antiguo e importante canal urbano que se había transformado en autopista, devolviéndole su rol natural y generando uno de los espacios públicos más interesantes de la séptima aglomeración urbana más grande del mundo.

En el ámbito de la planificación del transporte y sus infraestructuras, los objetivos genéricos son: alcanzar unos niveles de accesibilidad adecuados y razonablemente homogéneos en todo el territorio; impulsar el desarrollo económico competitivo, disminuir el número y la distancia de los desplazamientos; el cambio modal hacia modos más sostenibles, como el ferrocarril y el autobús.



Figura 4.28.- Cantidad de espacio requerido para transportar el mismo número de personas, en automóvil, bus y bicicleta.

4.9.2.- REDUCCIÓN DE LA DEPENDENCIA ENERGÉTICA

Reducción emisiones de gases de efecto invernadero que provocan el calentamiento global; diversificación de la matriz energética reduciendo el uso de combustible fósiles, promoviendo el uso de tecnologías limpias y eficientes.

Tabla IV.5.- Reducción media de emisiones. Comparación entre vehículos híbridos y vehículos convencionales²¹

Emisiones	Híbrido	Gasolina		Diesel	
		Euro IV	% reducción	Euro IV	% reducción
NOx	0,01	0,08	87,5	0,25	96
CO	0,18	1,0	82	0,50	64
HC	0,02	0,10	80	0,05	60
PM	–	–	–	25	100
CO2	104	165	37	146	29

Porcentaje de reducción de emisiones de un vehículo híbrido (Toyota Prius) respecto a uno que cumpla la normativa EURO IV. Dato CO2: Valores medios vehículos nuevos 2004. Datos en g/km excepto para PM que se indican en en mg/km.

Promover una utilización racional del vehículo privado, propiciando un cambio modal hacia los modos de transporte más sostenibles, fomentando las redes peatonales e itinerarios ciclistas, así como el uso de de vehículos híbridos o eléctricos en los núcleos urbanos e impulsando sistemas de apoyo a la adquisición o alquiler de este tipo de vehículos.

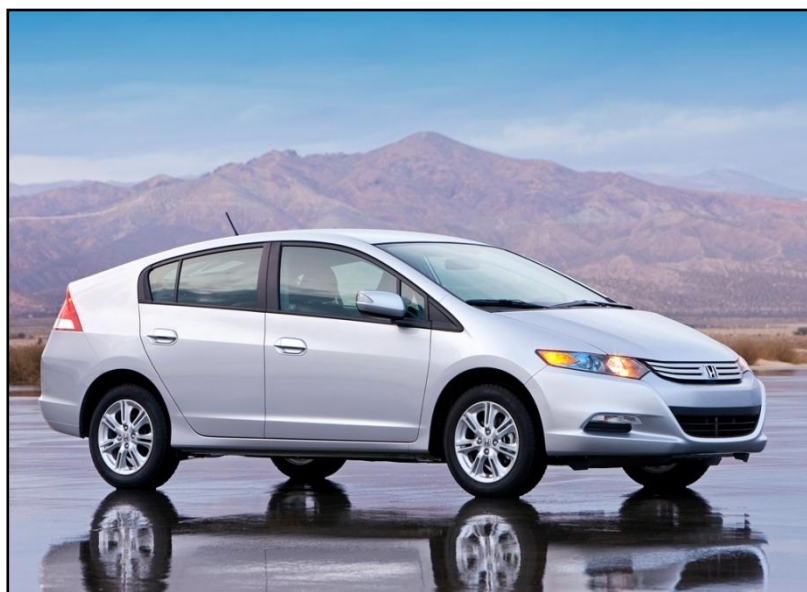


Figura 4.29.- Honda Insight Híbrido.

Impulsar la formación, difusión y sensibilización, especialmente entre las nuevas generaciones en materia de movilidad sostenible, mostrando los beneficios en términos de salud y bienestar para la sociedad.

²¹ Tecnologías de propulsión híbridas y las evidencias científicas de su eficacia. Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil FITSA.

4.9.3.- MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE Y REDUCCIÓN DEL RUIDO

El aumento de los niveles de tráfico por los medios de transporte motorizados ha afectado negativamente a la calidad del aire y a los niveles de ruido; esto tiene graves efectos en la salud pública, desde el aumento de la morbilidad cardiovascular y respiratoria al malestar psíquico y físico causado por el ruido.

Conseguir la mejora de la calidad del aire, en especial en el ámbito urbano, mediante la disminución de los niveles de concentración de los contaminantes atmosféricos, así como evitar la superación de los estándares de ruido.

Elaborar planes de acción que tengan por objeto: afrontar globalmente las cuestiones relativas a contaminación acústica; fijar acciones prioritarias para el caso de incumplirse los objetivos de calidad acústica y prevenir el aumento de la contaminación acústica en zonas que la padezcan en escasa medida, haciendo especial hincapié en la población infantil, por la mayor repercusión del ruido sobre ellos.

Evaluación de la calidad del aire mediante programas de inspección y mantenimiento, así también el monitoreo de la calidad del aire.

4.9.4.- MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL Y SALUD PÚBLICA

El objetivo es mejorar de manera integral la seguridad en todos los modos de transporte y la seguridad vial, reduciendo los riesgos de accidentes, tanto accidentes de tránsito como los accidentes laborales, aumentando la protección de las personas, los bienes transportados y las instalaciones del transporte frente a actuaciones ilícitas.

Además, las actuales pautas de movilidad, que priman los modos de transporte motorizados, pueden suponer un impacto sobre la salud aumentando las enfermedades producidas por el sedentarismo, por la mala calidad del aire y por

los altos niveles de ruido, por lo que se hace necesario controlar esta situación para alcanzar el objetivo de mejorar la salud de los ciudadanos y del medio ambiente, fomentando acciones contra la sedentarización, mejora de la calidad del aire y reducción de los niveles de ruido.

Desarrollar programas de inspección y mantenimiento para controlar el estado técnico mecánico de los vehículos.

Fomentar los modos de transporte no motorizados, propiciando las condiciones de seguridad y comodidad adecuadas para caminar y pedalear en la ciudad lo que permitirá un mayor aprovechamiento del espacio público para diferentes actividades ciudadanas y contribuir, de esta forma, a mejorar decisivamente la salud pública mediante el fomento del ejercicio físico cuyo incremento ha demostrado su efecto preventivo de un amplio rango de problemas de salud.



Figura 4.30.- Priorización de los modos de transporte no motorizados.

4.9.5.- GESTIÓN DE LA DEMANDA DE MODOS DE TRANSPORTE

Racionalizar la demanda en la utilización de los diferentes modos de transporte aportando los adecuados incentivos a los diferentes agentes, de manera que tanto los operadores de transporte como los usuarios finales ajusten sus decisiones y preferencias individuales a las decisiones de interés general. Para ello, la internalización progresiva de los costes internos y externos asociados a la

movilidad, teniendo en cuenta criterios de equidad social y de refuerzo de la competitividad de los sectores económicos, debe ser uno de los principios para la definición de las medidas en las diferentes áreas de actuación.



Figura 4.31.- Priorización de los medios de transporte masivo.

CAPÍTULO V

ESTADÍSTICAS Y DATOS

5.1.- INTRODUCCIÓN

La industria automotriz cumple un papel fundamental en la economía de un país. Su desarrollo está ligado al transporte de personas y productos para la generación de distintas actividades productivas y de recreación. Asimismo, gracias al comercio generado, como a todas las actividades relacionadas al mismo (venta de vehículos nuevos, ensamblaje de vehículos, fabricación de autopartes, producción de carrocerías, talleres, venta de combustibles, repuestos, accesorios, etc.), se generan puestos de trabajo e ingresos fiscales al país, por medio de aranceles e impuestos, todo esto gracias a la necesidad de transporte, tanto de carga como de pasajeros en un país en vías de desarrollo.

5.2.- INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Se pronostica que las ventas mundiales de vehículos experimentarán un crecimiento del 21% hasta el año 2016, ejercicio en el que alcanzarán 67,4 millones de unidades, apoyadas en el desarrollo de los mercados de países emergentes, principalmente Brasil, Rusia, India y China.

El mayor crecimiento del mercado automotriz en la década 2006 - 2016 corresponderá a India, con una progresión del 117%, hasta alcanzar 2,6 millones de unidades, mientras que en Rusia el alza será del 84%, hasta 3,5 millones de unidades. En términos de volumen destaca China, que alcanzará en 2016 un nivel de 10,4 millones de automóviles, un 68% más, en tanto que en la zona del Sureste Asiático el incremento alcanzará el 58%, con 3 millones de vehículos en Malasia, Singapur, Tailandia y otros países del Pacífico.

Brasil representa también una oportunidad, puesto que su mercado automotriz crecerá en la década un 50%, hasta alcanzar un nivel de 2,7 millones de unidades. En Corea del Sur, el aumento previsto es del 33%, con 1,6 millones de vehículos.

Los mercados más maduros registrarán tasas de crecimiento mucho menores, con un 5% en Norteamérica (20,3 millones de unidades), un 3,6% en Europa Occidental (17,3 millones de unidades) y un 9% en Japón (6 millones de unidades). En gran medida esta producción está dirigida a los mercados de Sudamérica.

5.2.1.- INDUSTRIA AUTOMOTRIZ ECUATORIANA

El sector automotriz en el Ecuador es generador de unas 26.000 plazas de trabajo en todas sus actividades directas e indirectas. Un 14% en la industria manufacturera, el 20% en la comercialización y un 66% en negocios relacionados, representando en su conjunto el 1,2% del empleo del sector moderno de la economía.

El parque automotor del país está mostrando un comportamiento muy creciente en los últimos años. En 2005 este crecimiento ha sido particularmente importante, y se ha debido a la gran entrada de remesas provenientes de los emigrantes, y a la entrega de los Fondos de Reserva, que han generado recursos familiares que en general se han destinado a la compra de vehículos y bienes inmuebles.

En el 2008 el sector automotor registró un incremento del 23% en relación al 2007, convirtiéndose en el mejor año de la industria. Si bien el mercado incrementó en unidades, su composición por tipo de vehículos y precios varió.

En el 2008 se vendieron 112.684 vehículos nuevos. El segmento de automóviles registró un crecimiento del 21% comparado con el año anterior. El segmento que más creció es el de camionetas con un 35%. Los vehículos utilitarios y las vans

incrementaron por igual en un 15% su participación, mientras que buses y camiones aumentaron en un 19% sus ventas en relación al año 2007. En el caso de camiones existió un incremento significativo en sus ventas debido principalmente a la reparación de vías y obras de ingeniería como resultado del fuerte invierno que sufrió nuestro país.

Los vehículos ensamblados en el país constituyeron un 41,5% de las ventas totales, mientras que el restante 58,5% proviene de la importación.

Pichincha, con un 41,6% es la provincia donde más vehículos se venden, seguida de Guayas con el 26% y Tungurahua con el 7,34%, que por primer año supera al Azuay.

Con relación a las importaciones 70.322 unidades de vehículos nuevos se importaron durante el 2008. El mercado automotor demandó un 30% más que el 2007. Los principales orígenes de estas importaciones son: Corea, Japón y Colombia. A diferencia del 2007, en este año China sobrepasó a Brasil y México se ubicó por delante de estos dos.

Ecuador tiene como destino principal de sus exportaciones a Colombia y Venezuela. Los volúmenes en el 2008 disminuyeron en un 12.12% en relación con el 2007. Aymesa y Omnibus BB exportan vehículos hacia estos países aprovechando las preferencias arancelarias que aplican dentro de la Comunidad Andina.

Tres empresas realizan el ensamblaje local: Omnibus BB, de la marca Chevrolet con un 79%, Maresa, marca Mazda con un 12% y Aymesa con vehículos Kia con un 9%. Se produjeron 71.210 unidades en el 2008.

Tabla V.1.- Resumen comparativo de la industria automotriz ecuatoriana. ²²

AÑO	PRODUCCIÓN	EXPORTACIÓN	PRODUCCIÓN LOCAL	IMPORTACIÓN	VENTAS
1992	25.785	856	24.929	22.825	47.754
1993	27.640	6.245	21.395	24.118	45.513
1994	33.869	7.275	26.594	40.046	66.640
1995	26.210	6.774	19.436	27.246	46.682
1996	18.924	5.079	13.845	12.031	25.876
1997	24.957	7.930	17.027	17.825	26.852
1998	26.641	5.181	21.460	29.533	47.985
1999	9.764	2.792	6.972	4.394	13.672
2000	13.076	5.012	8.064	8.019	18.983
2001	28.397	7.493	20.904	42.394	56.950
2002	27.181	5.077	22.104	49.093	69.372
2003	31.201	8.574	22.627	30.956	58.095
2004	31.085	9.308	21.777	38.248	59.151
2005	43.393	13.481	29.912	55.310	80.410
2006	51.763	20.283	31.480	57.476	84.505
2007	59.290	25.916	33.374	54.104	91.778
2008	71.210	22.744	48.436	70.322	112.684

Con relación a la proyección de las ventas, se espera que en el 2009 con 95.000 unidades. Es probable que estos valores porcentualmente descendan en lo que se refiere a producción nacional y exportación, sin embargo, cada año es muy diferente al previo y ahí reside la dificultad en poder proyectar en números reales.

Tabla V.2.- Ventas de vehículos por marca y porcentaje de participación.

MARCA	2007	PARTICIPACIÓN	2008	PARTICIPACIÓN
Agrale	24	0,03%	2	0,00%
Alfa Romeo	1	0,00%	7	0,01%
Audi	129	0,14%	61	0,05%
BAW	--	--	15	0,01%
BMW	178	0,19%	65	0,06%
Byd	72	0,08%	149	0,13%
Changan	38	0,04%	18	0,02%
Changhe	186	0,20%	229	0,20%
Chery	30	0,03%	301	0,27%
Chevrolet	36174	39,41%	47519	42,17%
Citröen	277	0,30%	233	0,21%
Daihatsu	987	1,07%	619	0,55%
Dodge	10	0,01%	14	0,01%
Dongfeng	96	0,10%	100	0,09%
FAW	67	0,07%	72	0,06%
Fiat	331	0,36%	377	0,33%
Ford	3554	3,87%	2452	2,18%
Foton	97	0,11%	40	0,04%

²² Asociación de empresas automotrices del Ecuador AEADE, anuario 2008.

Freightliner	41	0,04%	233	0,21%
Fudi	41	0,04%	34	0,03%
Gaz	20	0,02%	3	0,00%
Geely	17	0,02%	9	0,01%
Great Wall	8	0,01%	36	0,03%
Hafei	61	0,07%	49	0,04%
Hino	3519	3,83%	1693	4,16%
Honda	651	0,71%	486	0,43%
Hyundai	9951	10,48%	13167	11,68%
International	174	0,19%	219	0,19%
Iveco	114	0,12%	134	0,12%
JAC	94	0,10%	303	0,27%
Jeep	120	0,13%	65	0,06%
Jinbei	150	0,16%	133	0,12%
JMC	163	0,07%	205	0,18%
Kenworth	62	0,07%	137	0,12%
Kia	2867	3,12%	4149	3,68%
King Long	55	0,06%	24	0,02%
Lada	850	0,93%	120	0,11%
Land Rover	68	0,07%	38	0,03%
Lifan	--	--	17	0,02%
Mack	161	0,18%	391	0,35%
MAN	131	0,03%	32	0,03%
Mazda	8918	9,72%	10437	9,26%
Mercedes Benz	262	0,29%	379	0,34%
Mitsubishi	2925	3,19%	1876	1,66%
Mudan	6	0,01%	3	0,00%
Nissan	3276	3,57%	4543	4,03%
Nissan Diesel	221	0,24%	308	0,27%
Peugeot	1111	1,21%	812	0,72%
Porsche	54	0,06%	13	0,01%
QMC	645	0,70%	446	0,40%
Renault	2150	2,34%	2772	2,42%
Renault Trucks	13	0,01%	2	0,00%
SAIC Wuling	162	0,18%	616	0,55%
Scania	47	0,05%	35	0,03%
Ssangyong	337	0,37%	238	0,21%
Skoda	851	0,93%	878	0,78%
Tata	14	0,02%	4	0,00%
Toyota	7848	8,55%	10360	9,19%
Volkswagen	1315	1,43%	1310	1,16%
Volvo	61	0,07%	38	0,01%
Western Star	--	--	6	0,01%
Zongxing	71	0,08%	186	0,17%
Zoyte	131	0,14%	522	0,46%
TOTAL	91.788	100 %	112.684	100 %

Cabe destacar que el porcentaje de ventas en conjunto de los vehículos de procedencia china alcanzó el 2.29 para el año 2007 y 3.12% para el año 2008.

Tabla V.3.- Ventas anuales por tipo de vehículo.

AÑO	AUTOMÓVILES	CAMIONETAS	UTILITARIOS	VAN	BUSES Y CAMIONES	TOTAL
2001	21.616	12.937	12.726	1.394	4.973	53.673
2002	29.296	16.103	12.910	2.664	8.399	69.372
2003	26.313	13.472	8.693	2.813	4.219	55.456
2004	28.474	14.198	10.009	2.372	4.098	59.151
2005	41.695	17.343	12.647	2.054	6.280	80.410
2006	42.710	18.940	15.384	1.555	5.916	84.505
2007	38.565	20.660	19.769	1.917	10.867	91.788
2008	46.846	27.963	22.710	2.207	12.958	112.684

Tabla V.4.- Composición de las ventas en el Ecuador.

AÑO	ENSAMBLAJE LOCAL	PORCENTAJE	IMPORTACIONES	PORCENTAJE	TOTAL
2001	20.316	37.85%	33.357	62.15%	53.673
2002	21.047	30.34%	48.325	69.66%	69.372
2003	22.768	41.06%	32.688	58.94%	55.456
2004	22.230	37.75%	36.921	62.25%	59.151
2005	29.528	36.72%	50.822	63.28%	80.410
2006	31.496	37.27%	53.009	62.73%	84.505
2007	32.591	35.51%	59.187	64.49%	91.788
2008	46.782	41.52%	65.902	58.48%	112.684

Tabla V.5.- Vehículos más vendidos por segmentos año 2008.

AUTOMÓVILES	
MODELO	TOTAL
Chevrolet Aveo Activo	12.139
Chevrolet Spark Activo	4.287
Chevrolet Aveo Emotion	3.998
Nissan Sentra	2.454
Toyota Yaris	2.236
CAMIONETAS	
MODELO	TOTAL
Chevrolet Luv D-Max	10.929
Mazda BT-50	8.804
Toyota Hilux	6.019
Nissan NP300	324
Ford Ranger	257
UTILITARIOS	
MODELO	TOTAL
Chevrolet Grand Vitara	7.409
Hyundai Tucson	4.916
Chevrolet Vitara 1.6L	1.624
Kia Sportage	1.571
Ford Ecosport	737

El mapa muestra la densidad y distribución del parque vehicular del Ecuador por cada una de sus provincias, con el color rojo se muestra la mayor densidad.

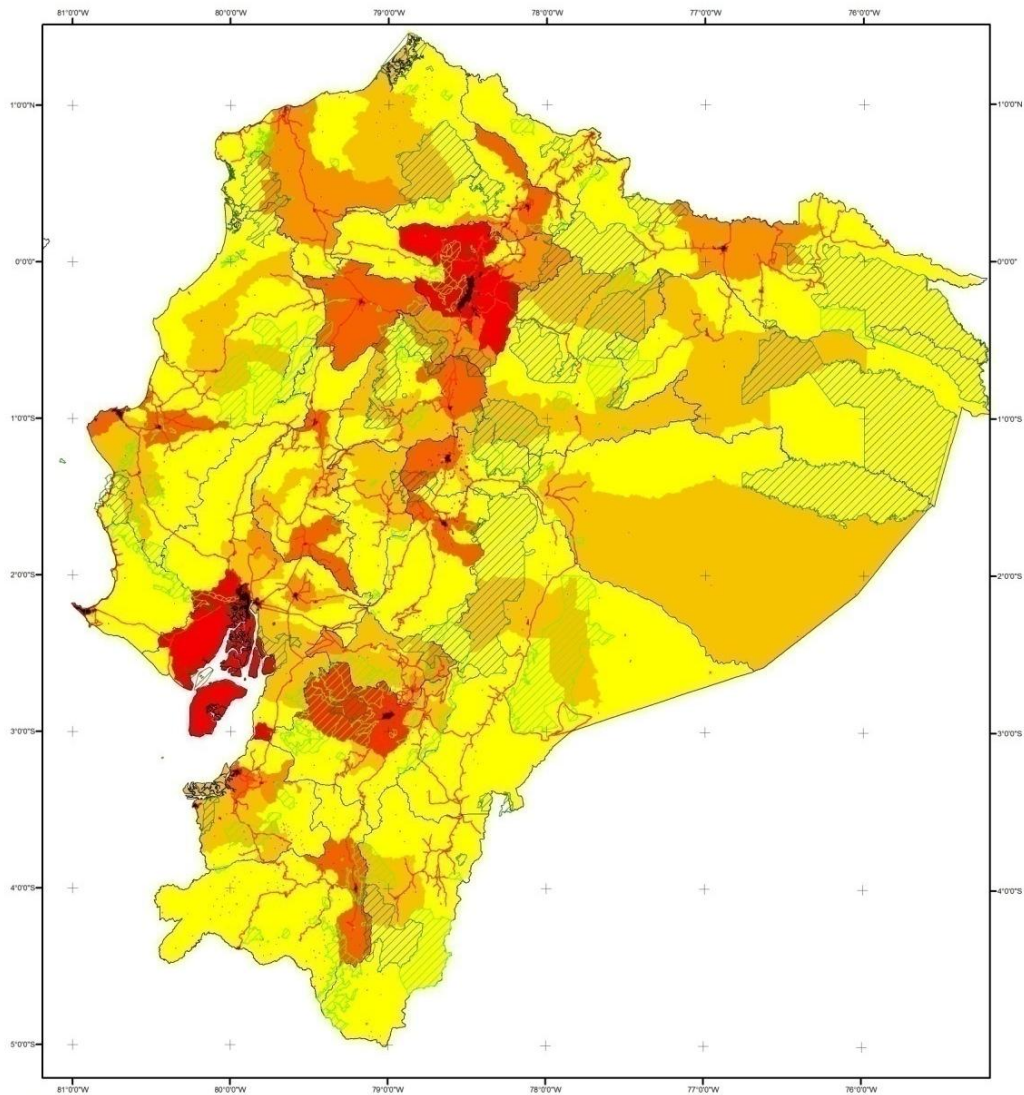


Figura 5.1.- Densidad del parque vehicular en Ecuador.

5.2.2.- MATRICULACIÓN ²³

En el año 2007, se matricularon en el país 920.197 vehículos, 41.359 menos que en el 2006, correspondiendo a la provincia de Pichincha el mayor número con 290.068, en segundo lugar se ubica la provincia del Guayas con 253.003

²³ Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, estadísticas de transporte 2007.

vehículos, cifras que en conjunto representan el 59.0% del total de automotores existentes en el país, le sigue en importancia Azuay con 73.405 vehículos, Manabí con 49.238 y Tungurahua con 46.206.

Del total de vehículos que circulan en el país, se determina que el 94.9% son de uso particular, los de alquiler representan el 4.0%, los pertenecientes al Estado el 0.8% y los de uso Municipal, apenas el 0.3%. Un año atrás, en el 2006, la distribución por uso, fue en su orden: 95.1%, 4.0%, 0.6% y 0.3%.

De otra parte se observa, que del total de vehículos que fueron matriculados en el 2007, los que más sobresalen son los automóviles y las camionetas con el 37.7% y 23.8% respectivamente; valores que en conjunto representan el 61.5% del total de automotores a nivel nacional.

Según el año de fabricación; el 46% corresponden a modelos del año 1997 y anteriores. Los vehículos fabricados desde 1998 al 2002 representan el 13%, del total y finalmente los vehículos de años de fabricación que van desde el 2003 hasta el 2008 representan el 41% del total de los vehículos que circulan por las carreteras del país.

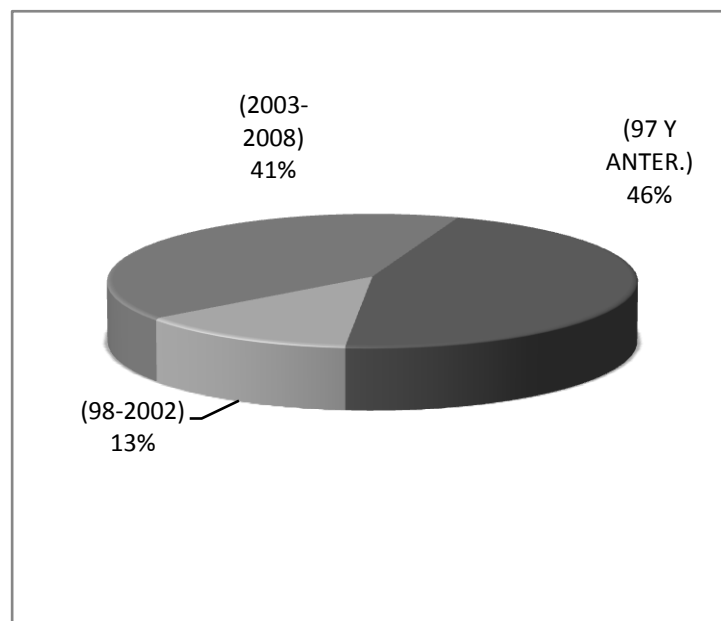


Figura 5.2.- Edad del parque vehicular en Ecuador.

5.3.- ACCIDENTES DE TRÁNSITO

Han pasado más de cuarenta años desde que la Organización Mundial de la Salud alertó sobre las fatales consecuencias de los accidentes de tránsito, declarándolos en el año 1974, como un problema de salud pública de suma gravedad. A pesar de esto, la situación ha empeorado. Cada día millones de personas usuarios de la vía pública en diferentes ciudades del mundo enfrenta un mismo problema: la inseguridad vial. Detrás de los datos y los costos económicos, está el drama familiar y social, cuya magnitud es de mayor incidencia en los países pobres.

En los países más desarrollados, la adopción de medidas efectivas de seguridad vial viene reduciendo la incidencia y consecuencia de los traumatismos causados por los accidentes de tránsito. Mientras que en los países en desarrollo, el costo económico de los accidentes viales ha sido estimado en 65 mil millones de dólares, cifra equivalente a toda la ayuda y a los préstamos anuales que las instituciones internacionales brindan a estas naciones.

El sistema de transporte y tránsito es uno de los más complejos; siendo así su abordaje requiere intervenciones multidisciplinarias y multisectoriales, la seguridad vial aún sigue siendo una aspiración en muchos países del mundo. En nuestro país existen importantes iniciativas y avances expuestos en la nueva ley de tránsito, pero sin duda, aún hay mucho por hacer.

Los datos correspondientes al año 2002 de la OMS muestran que los traumatismos causados por el tránsito representan el 2.1% de todas las defunciones mundiales. Ocupando el undécimo puesto en la lista de principales causas de muerte.

Otros datos señalan que más de la mitad de víctimas mortales presentan edades entre los 15 y 44 años y que las más altas tasas de mortalidad por el tránsito se dan en los países de ingresos medios y bajos, como el África, siendo las más

bajas en los países de más altos ingresos como los de Europa, que han implementado mayores y mejores medidas de seguridad, como por ejemplo, el uso del cinturón y la reducción de la velocidad. Proyecciones de la OMS y el Banco Mundial señalan que las muertes causadas por el tránsito aumentarán en todo el mundo. Para el año 2020, las cifras encontradas de 1,2 millones de muertes por el tránsito se incrementarán a 65% y en países pobres alcanzaría el 80%, de no tomar medidas efectivas de prevención.²⁴

En el continente americano, según estadísticas de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS), se registraron 128.908 muertes en choques de vehículos en el año 2002. Más del 76% de estas muertes ocurrieron en las carreteras de Estados Unidos, Brasil, México y Colombia, los países más poblados de la región. En Estados Unidos los peatones representan respectivamente el 16% y 11% de los muertos en las calles, el 90% son conductores y pasajeros de los vehículos. En Latinoamérica y el Caribe ocurre lo contrario, la mayoría de víctimas son los peatones y ciclistas, con edades comprendidas entre los 15 y 30 años.

Las estimaciones señalan que 100,000 es el número anual de víctimas mortales de tráfico en la región de las Américas, lo cual representa un nivel seis veces mayor a las muertes por tráfico que arrojan la mayoría de los países industrializados. Cerca de 1.200.000 personas resultan heridas cada año por ese motivo, quedando muchas incapacitadas con secuelas permanentes.

En Ecuador, el aumento de la magnitud de los accidentes de tránsito se revela en los siguientes datos comparativos:²⁵

- Año 2003 10.369 accidentes y 6.841 víctimas
- Año 2007 19.598 accidentes y 13.822 víctimas.

²⁴ Informe Mundial sobre Prevención de los Traumatismos Causados por Accidentes de Tránsito. OMS/Banco Mundial, 2004.

²⁵ Instituto nacional de estadística y censos INEC. Estadísticas de transporte.

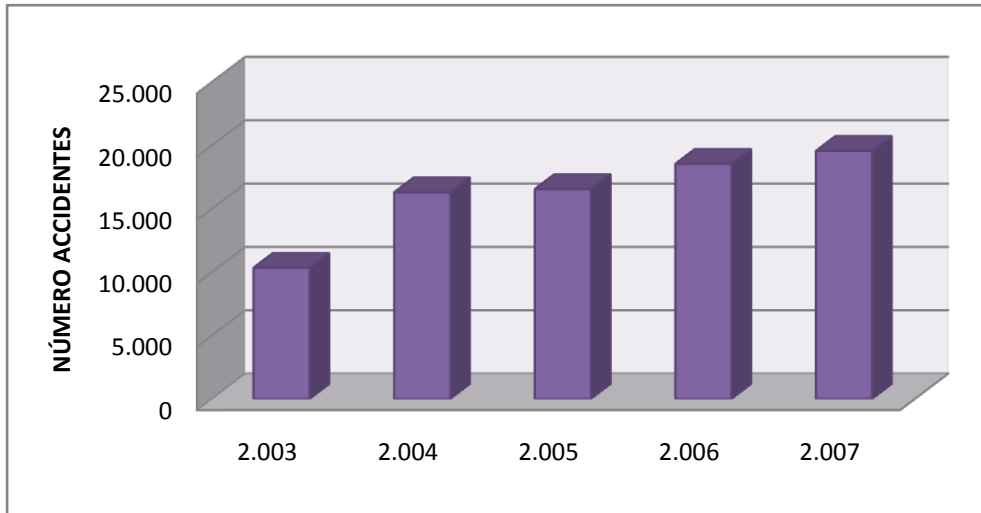


Figura 5.3.- Número de accidentes de tránsito por año.

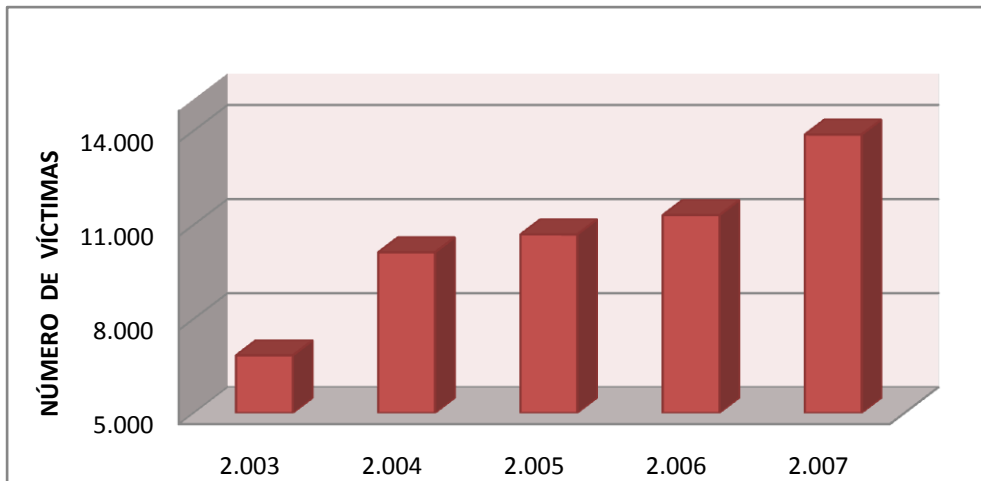


Figura 5.4.- Número de víctimas reportadas en accidentes de tránsito.

Las causas que provocaron el mayor número de accidentes fueron, en primer lugar, la impericia e imprudencia del conductor con el 33.4%, en segundo lugar está el exceso de velocidad con el 21.1% y en tercer lugar con 10.7% el mal rebasamiento, constituyendo éstas, las más importantes causas en el total de percances ocurridos en el país.

Según la clase de accidentes, los choques con el 43.5% fueron las principales causas que provocaron el mayor número de accidentes, le siguen en importancia los atropellos con el 18.3% y los estrellamientos con el 17.4%; constituyendo éstas tres las causas más importantes con el 79.2%.

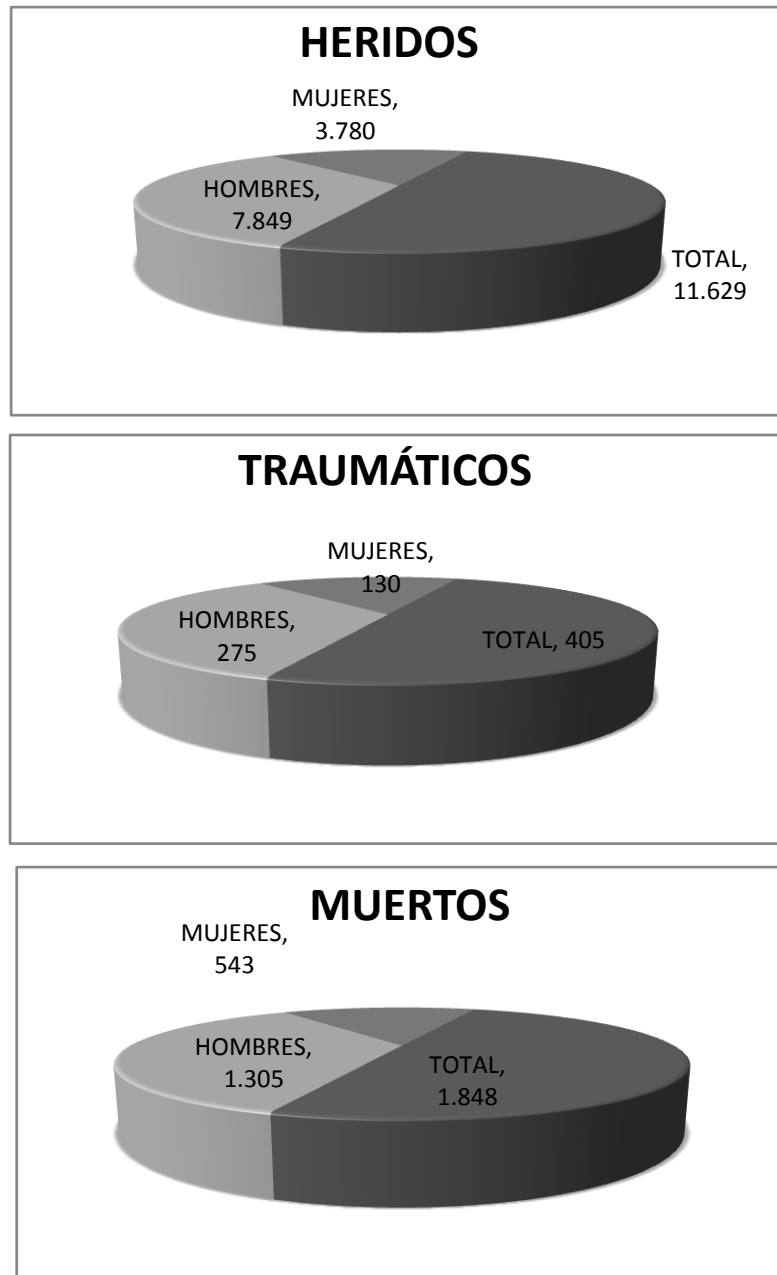


Figura 5.5.- Heridos, traumáticos y muertos en accidentes de tránsito, cifras 2007.

5.4.- LEY DE TRÁNSITO

Respecto a los contenidos de la nueva ley, deben destacarse varios aciertos. Empezando por su denominación y estructura, es un hecho meritorio que se haya incluido a la seguridad vial como un elemento fundamental, y consecuentemente,

se haya jerarquizado la atención que debe brindar el poder público a este tema, no como un elemento accesorio en la gestión del tráfico, sino como una prioridad, enfocada tanto desde el endurecimiento y racionalización de las penas para los infractores (tales como el sistema de puntaje aplicado a las licencias de conducir) y de los procedimientos correspondientes para su administración, cuanto desde la incorporación de elementos de la prevención dentro de los programas de educación vial y de capacitación a los conductores.

En el orden administrativo institucional es muy valioso el aporte en términos de racionalizar el manejo del sector del transporte público, eliminando el Consejo Nacional de Tránsito y Transporte Terrestres, de muy malos antecedentes en cuanto al rol de los regulados, los empresarios del transporte, que actuaban como juez y parte y limitaban las posibilidades de un verdadero control a sus actividades. Ahora, se ha descorporativizado el máximo organismo de control (Comisión Nacional de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial), creando un Directorio conformado exclusivamente por representantes de organismos del Estado, dejando las delegaciones gremiales para una instancia consultiva que asesorará las decisiones. Valioso es también el hecho de que tal consejo consultivo tendrá el concurso de representantes de otros actores del proceso de transporte anteriormente no tomados en cuenta, sumando voces provenientes de los peatones, la movilidad alternativa y los ciudadanos con capacidades especiales. Con esta decisión se gana sin duda en transparencia y siendo que la falta de ella era un mal que aquejaba al sector, el nuevo esquema permite albergar esperanzas de que las cosas sean manejadas de una manera distinta.

En este mismo ámbito de la gestión pública del sector, otro paso digno de ser resaltado es la comprensión de que el transporte es una actividad íntimamente ligada con el desarrollo urbano, por lo que sus decisiones no pueden estar divorciadas y sin duda deben estar articuladas a los planes de ordenamiento del uso del suelo que ejecutan los municipios. En la nueva ley se reconoce esta realidad y se apunta hacia la desconcentración en el sentido de obligar a que todas las ciudades de más de 150 mil habitantes asuman la responsabilidad sobre

el tema, no solo consagrando como válida una práctica positiva ya existente en algunos cantones, como es el caso de Quito, sino normalizando esta situación.

Aunque pueden existir muchas dudas respecto a la efectividad de la gestión del tránsito y el transporte en las ciudades que han mantenido jurisdicción sobre ello, no se puede desconocer que una gestión de un problema urbano como éste cae en el área de competencia de los gobiernos locales, que deben articular sus propias soluciones, en el marco de una legislación y normas nacionales, como debe ser en un país unitario y pequeño como el nuestro.

Un tercer elemento a resaltar en la nueva ley, relacionado con el anterior, es la precisión del rol de las autoridades de control del tránsito, de manera que su actuación se circunscriba y responda a las decisiones de planificación y diseño emanadas de los organismos municipales, para las ciudades medianas y grandes, o nacionales competentes. La nueva denominación de la unidad policial especializada como Dirección Nacional de Control de Tránsito y Seguridad Vial, así como la clarificación de sus funciones, permitirá optimizar sus recursos en la tarea prioritaria de control en las vías, liberándola de responsabilidades en la planificación y el diseño o de tareas administrativas como el otorgamiento de las licencias o la matriculación vehicular (en el caso de los vehículos nuevos, las comercializadora deberán entregar a los propietarios, el vehículo debidamente matriculado), que demandaban la utilización de significativos recursos logísticos y de personal, en desmedro de su tarea primordial.

Otro gran acierto es haber incluido en la ley la homologación de los medios de transporte. El proceso de homologación permitirá certificar que los vehículos nuevos que pretendan ingresar y ser comercializados en el país cumplan con especificaciones y características técnicas, constructivas, ambientales y de seguridad de acuerdo a normativas nacionales o internacionales vigentes para su respectiva aprobación; para así asegurar la calidad del producto. Una vez homologado el modelo, el importador o fabricante queda autorizado para otorgar certificados de homologación por cada vehículo del modelo que se comercializa.

Siguiendo las iniciativas de la ley en lo que respecta a la movilidad sostenible, se menciona el proceso de renovación del parque vehicular y chatarrización para los vehículos de transporte público, con esto se asegurará la comercialización de vehículos con tecnología de punta, que sean más amigables con el ambiente, que reduzcan el consumo de combustible y que disfruten mejores características en materia de seguridad activa y pasiva.

Más allá del manejo institucional, en el enfoque de la problemática, la ley ha dado un salto cualitativo muy importante al reconocer a peatones y ciclistas como usuarios de la vía y por tanto, sujetos de derechos y deberes, considerando su potencial impacto en la reducción de la congestión vehicular y la reducción de emisiones, si se logra consolidar (promocionar y proteger) a estos modos, tan dejados de lado en las políticas de transporte, en la gestión del tránsito y en el diseño y ocupación de los espacios públicos. Este sin duda constituye un paso adelante hacia la movilidad sostenible, pero aún hay mucho que caminar en esta dirección.

De la aplicación de la nueva ley y de los reglamentos que de ella se deriven se podrá ir descubriendo nuevos aspectos positivos y vacíos de la ley, algunos de sus contenidos muestran un panorama distinto que habrá que seguirlo construyendo a la luz de los principios básicos que nos guíen hacia una movilidad sostenible. Este es el reto que todos tenemos por delante.

CAPÍTULO VI

DESARROLLO DE UN REGLAMENTO DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y EVALUACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES PARA VEHÍCULOS

6.1.- REFERENCIA

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 52 de la Constitución de la República del Ecuador, es deber del Estado garantizar el derecho a de las personas a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características;

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 del 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 del 2002, publicada en el Registro Oficial No. 739 de 7 de enero del 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 esta no induzca a error al consumidor.

Que, la Escuela Politécnica del Ejército como parte de un proyecto previo a la obtención del título de ingeniero automotriz y cumpliendo con lo establecido en la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial, ha formulado el presente “Reglamento de elementos de seguridad y evaluación de emisiones para vehículos”.

6.2.- OBJETO

Garantizar que los vehículos livianos, los componentes y unidades técnicas independientes que se comercialicen para estos proporcionen y garanticen un elevado nivel de seguridad vial, protección al medio ambiente, eficiencia energética y protección contra usos no autorizados; estableciendo los requisitos mínimos en materia de seguridad activa y pasiva, así también para dispositivos de control de emisiones vehiculares.

6.3.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Reglamento se aplicará a la categoría de vehículos M1 diseñados y construidos en una o varias fases y a los sistemas, componentes y unidades técnicas independientes diseñados y fabricados para dichos vehículos. Se aplica

en la homologación vehicular, sean vehículos importados o ensamblados en el país y a proceso de revisión técnica vehicular obligatoria. Entre los elementos mencionados se encuentran:

6.3.1.- ELEMENTOS DE SEGURIDAD ACTIVA

6.3.1.1.- Visibilidad

- Sistemas de iluminación
- Tipos de lámparas
- Espejos retrovisores
- Limpiaparabrisas
- Dispositivos de alerta auditiva
- Vidrios

6.3.1.2.- Maniobrabilidad

- Sistemas de freno
- Neumáticos

6.3.2.- ELEMENTOS DE SEGURIDAD PASIVA

6.3.2.1.- Habitáculo

- Asientos
- Apoyacabezas
- Cinturones de seguridad
- Columna de dirección
- Sistemas de retención infantil
- Inflamabilidad

6.3.2.2.- Carrocería

- Parachoques
- Puertas
- Vidrios

6.3.3.- GESTIÓN AMBIENTAL

Evaluación de emisiones contaminantes

El presente reglamento no se aplica para vehículos destinados a competición ni a los declarados como clásicos.

6.4.- TÉRMINOS Y DEFINICIONES

A efectos del presente reglamento, se entenderá por:

Centro de Revisión y Control vehicular: Unidad técnica diseñada, construida, equipada y autorizada para realizar la revisión técnica vehicular y emitir los correspondientes certificados de Ley.

Certificación: es el procedimiento mediante el cual una tercera parte diferente al productor y al comprador garantiza por escrito que un producto, proceso o servicio cumple con los requisitos especificados. La certificación es un elemento insustituible para generar confianza en los consumidores y en las relaciones entre el cliente y proveedor, convirtiéndose en la actividad más valiosa en el ámbito de las transacciones comerciales nacionales e internacionales.

Certificado de conformidad: Documento emitido conforme a las reglas de un sistema de certificación, en el cual se puede confiar razonablemente que un producto, proceso o servicio debidamente identificado está conforme con un Reglamento Técnico, Norma Técnica u otra especificación técnica o documento normativo específico.

Certificado de homologación: el documento por el cual la autoridad de homologación certifica oficialmente que un tipo de vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente está homologado.

Ciclo de prueba: Un ciclo de conducción es un perfil de velocidades trazado en un plano velocidad vs tiempo, que representa una forma típica de conducir en una ciudad o autopista, tomando en cuenta la tecnología del vehículo, las características del tráfico, de las carreteras, características climáticas y geográficas (altitud, entre las más importantes) y también características de los mismos conductores.

Elementos de Seguridad Activa: Se entienden todas aquellas propiedades, elementos y dispositivos que ayudan al conductor a maniobrar el vehículo.

Elementos de Seguridad Pasiva: Se entiende, el conjunto de características y dispositivos que interactúan para reducir o evitar las consecuencias de un choque sobre los ocupantes del vehículo.

Entidad acreditada: la organización o entidad designada por la autoridad de homologación como laboratorio para llevar a cabo ensayos de homologación o como entidad de evaluación de la conformidad para llevar a cabo la inspección inicial y otros ensayos o inspecciones en nombre de la autoridad de homologación, siendo posible que la propia autoridad de homologación lleve a cabo esas funciones.

Habitáculo: Espacio de supervivencia del vehículo que permite mantener la integridad de los pasajeros en caso de accidente y permitir que los demás sistemas de seguridad pasiva que equipa el vehículo puedan cumplir su función correctamente.

Homologación vehicular: Procedimiento mediante el cual un organismo acreditado certifica que un tipo de vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente cumple las correspondientes disposiciones administrativas y requisitos técnicos pertinentes.

Método CVS: Método de evaluación de emisiones en el que se realiza un ciclo de conducción se realiza sobre un dinamómetro de rodillos; durante esa prueba, los gases de escape son aspirados por la turbina de aire principal, conjuntamente con el aire exterior filtrado, constituyendo un caudal de masa de aire uniforme luego la muestra es almacenada en bolsas colectoras .CVS es la sigla correspondiente al nombre de dicho método (Constant Volume Sampling).

Método SHED: Procedimiento para determinar las emisiones evaporativas en vehículos a gasolina mediante la recolección de éstas en una cabina sellada en la que se ubica el vehículo sometido a prueba. SHED es la sigla correspondiente al nombre de dicho método (Sealed Housing For Evaporative Determination).

Método virtual de ensayo: Simulaciones por ordenador, cálculos incluidos, que demuestren que un vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente satisfacen los requisitos técnicos de un acto reglamentario. A efectos de ensayo, el método virtual no requiere el uso físico de un vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente.

Programas de evaluación de vehículo nuevos: Protocolos de ensayo para la evaluación y comparativa del comportamiento de los vehículos en ensayos de colisiones con el fin de evaluar en conjunto el comportamiento del vehículo y las posibles lesiones que pudieran sufrir los ocupantes del mismo.

Revisión técnica vehicular: Es el procedimiento con el cual, el organismo nacional competente verifica las condiciones técnico mecánicas, de seguridad, ambientales y de confort de los vehículos.

Unidad técnica independiente: el dispositivo, sujeto a los requisitos de un reglamento, destinado a formar parte de un vehículo.

6.5.- CONDICIONES GENERALES

6.5.1.- SEGURIDAD

Los vehículos nuevos que ingresen o pretendan ingresar al país deberán someterse al procedimiento de homologación vehicular y deberán cumplir con los requisitos establecidos por las directivas, normativas o reglamentos de la ECE (Comunidad Económica Europea), las Normas Federales de Seguridad de Vehículos Automotores FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standards) de los Estados Unidos, las Normas Industriales Japonesas JIS o con las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN.

No podrán ser comercializados en el país vehículos que hayan fallado o tengan calificaciones demasiado bajas en los diferentes programas de evaluación de vehículos nuevos a nivel mundial.

Los vehículos usados deberán someterse a los procedimientos establecidos en la NTE INEN 2349 Revisión Técnica Vehicular.

6.5.2.- EMISIONES

Para su importación o venta en el país, los vehículos deben tener una certificación de la casa fabricante, actualizada, sobre el nivel de emisiones de escape y de emisiones evaporativas.

Para la evaluación de emisiones de escape se las realizará por el método de muestreo de volumen constante CVS, usando ciclos de prueba reconocidos internacionalmente.

Para la evaluación de emisiones evaporativas se usará el método SHED.

Para la evaluación de emisiones en vehículos a de encendido por compresión se realizará la medición de opacidad y de material particulado.

Los vehículos usados deberán someterse a los procedimientos establecidos en la NTE INEN 2349 Revisión Técnica Vehicular.

6.6.- REQUISITOS

Tabla VI.1.- Normativa aplicable para elementos de seguridad activa, visibilidad.

A. VISIBILIDAD			
ELEMENTO	NORMATIVA INEN	NORMATIVA ECE	NORMATIVA FMVSS
ILUMINACIÓN*	<u>NTE 1155:2008</u> DISPOSITIVOS PARA MANTENER O MEJORAR LA VISIBILIDAD.	<u>REG. No. 48</u> INSTALLATION OF LIGHTING AND LIGHT-SIGNALING DEVICES	<u>STANDARD No. 108</u> LAMPS, REFLECTIVE DEVICES, AND ASSOCIATED EQUIPMENT.
LÁMPARAS FILAMENTO		<u>REG. No. 37</u> UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF FILAMENT LAMPS FOR USE IN APPROVED LAMP UNITS ON POWER-DRIVEN VEHICLES AND OF THEIR TRAILERS	
LÁMPARAS DE DESCARGA DE ALTA INTENSIDAD HID		<u>REG. No. 99</u> UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF GAS-DISCHARGE LIGHT SOURCES FOR USE IN APPROVED GAS-DISCHARGE LAMP UNITS OF POWER-DRIVEN VEHICLES	
ESPEJOS RETROVISORES	<u>NTE 1155:2008</u> DISPOSITIVOS PARA MANTENER O MEJORAR LA VISIBILIDAD.	<u>REG. No. 46</u> DEVICES FOR INDIRECT VISION AND OF MOTOR VEHICLES WITH REGARD TO THE INSTALLATION OF THESE DEVICES	<u>STANDARD No. 111</u> REARVIEW MIRRORS.

DESEMPAÑADOR	<u>NTE 1155:2008</u> DISPOSITIVOS PARA MANTENER O MEJORAR LA VISIBILIDAD.		<u>STANDARD No. 103</u> WINDSHIELD DEFROSTING AND DEFOGGING SYSTEMS.
LIMPIA PARABRISAS	<u>NTE 1155:2008</u> DISPOSITIVOS PARA MANTENER O MEJORAR LA VISIBILIDAD.		<u>STANDARD No. 104</u> WINDSHIELD WIPING AND WASHING SYSTEMS.
VIDRIOS	<u>NTE 1728:90</u> VIDRIOS DE SEGURIDAD. DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD LUMINOSA	<u>REG. No. 43</u> UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF SAFETY GLAZING MATERIALS AND THEIR INSTALLATION ON VEHICLES	<u>STANDARD No. 212</u> WINDSHIELD MOUNTING
	<u>NTE 1729:90</u> VIDRIOS DE SEGURIDAD. DETERMINACIÓN DE LA DISTORSIÓN ÓPTICA.		
	<u>NTE 1727:90</u> DETERMINACIÓN DE LA TRANSMISIÓN LUMINOSA		
DISPOSITIVOS DE ALERTA AUDITIVA		<u>REG. No. 28</u> UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF AUDIBLE WARNING DEVICES AND OF MOTOR VEHICLES WITH REGARD TO THEIR AUDIBLE SIGNALS	

* Todo vehículo de año de fabricación posterior al 2000 deben llevar una tercera luz de freno de color rojo, situada sobre elevada en la parte trasera del vehículo.

Tabla VI.2.- Normativa aplicable para elementos de seguridad activa, maniobrabilidad.

B. MANIOBRABILIDAD			
ELEMENTO	NORMATIVA INEN	NORMATIVA ECE	NORMATIVA FMVSS
SISTEMA DE FRENO	<u>NTE 2185:1998</u> MATERIAL DE FRICCIÓN PARA EL SISTEMA DE FRENOS DE AUTOMOTORES	REG. No. 13 BRAKING ON VEHICLES OF CATEGORIES M, N AND O	<u>STANDARD No. 105</u> HYDRAULIC AND ELECTRIC BRAKE SYSTEMS.
	<u>NTE 0964:1984</u> FRENOS NEUMÁTICOS. PRESIONES EN CAÑERÍA Y EFICIENCIA DE FRENADO		<u>STANDARD No. 135</u> PASSENGER CAR BRAKE SYSTEMS.
	<u>NTE 2185:98</u> MATERIAL DE FRICCIÓN PARA EL SISTEMA DE FRENOS AUTOMOTORES. REQUISITOS E INSPECCIÓN		
NEUMÁTICOS	<u>RTE 011:2006</u> NEUMÁTICOS	REG. No. 30 PNEUMATIC TYRES FOR MOTOR VEHICLES AND THEIR TRAILERS	<u>STANDARD No. 109</u> NEW PNEUMATIC TIRES.
	<u>NTE 2098:1998</u> NEUMÁTICOS PARA VEHÍCULOS EXCEPTO DE PASAJEROS. MÉTODOS DE ENSAYO		<u>STANDARD No. 119</u> NEW PNEUMATIC TIRES FOR VEHICLES OTHER THAN PASSENGER CARS.
	<u>NTE 2209:1996</u> NEUMÁTICOS PARA VEHÍCULOS DE PASAJEROS.		
	<u>NTE 2097:1998</u> NEUMÁTICOS PARA VEHÍCULOS EXCEPTO DE PASAJEROS. MÉTODOS DE ENSAYO		
	<u>NTE 2209:1996</u> NEUMÁTICOS PARA VEHÍCULOS DE PASAJEROS. REQUISITOS		

	NTE 2101:1998 NEUMÁTICOS PARA VEHÍCULOS. DIMENSIONES, CARGAS Y PRESIONES. REQUISITOS		
NEUMÁTICO DE EMERGENCIA		REG. No. 64 TEMPORARY USE SPARE WHEELS/TYRES	
DIRECCIÓN		REG. No. 79 UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO STEERING EQUIPMENT	

Tabla VI.3.- Normativa aplicable para elementos de seguridad pasiva, habitáculo.

A. HABITÁCULO			
ELEMENTO	NORMATIVA INEN	NORMATIVA ECE	NORMATIVA FMVSS
CINTURONES DE SEGURIDAD Y SUS ANCLAJES		REG. No. 14 SAFETY BELT ANCHORAGES, ISOFIX ANCHORAGES SYSTEMS AND ISOFIX TOP TETHER ANCHORAGES	STANDARD No. 209 SEAT BELT ASSEMBLIES.
			STANDARD No. 210 SEAT BELT ASSEMBLY ANCHORAGES.
SISTEMAS DE RETENCIÓN PARA NIÑOS		REG. No. 44 UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF RESTRAINING DEVICES FOR CHILD OCCUPANTS	STANDARD No. 213 CHILD RESTRAINT SYSTEMS.
			STANDARD No. 225 CHILD RESTRAINT ANCHORAGE SYSTEMS.

ASIENTOS Y SUS ANCLAJES		REG. No. 17 SEATS, THEIR ANCHORAGES AND ANY HEAD RESTRAINTS	<u>STANDARD No. 207</u> SEATING SYSTEMS.
		REG. No. 80 SEATS OF LARGE PASSENGER VEHICLES AND OF THESE VEHICLES WITH REGARD TO THE STRENGTH OF THE SEATS AND THEIR ANCHORAGES	<u>STANDARD No. 222</u> SCHOOL BUS PASSENGER SEATING AND CRASH PROTECTION.
APOYACABEZAS		REG. No. 17 SEATS, THEIR ANCHORAGES AND ANY HEAD RESTRAINTS	<u>STANDARD No. 202</u> HEAD RESTRAINTS.
COLUMNA DE DIRECCIÓN		REG. No. 12 PROTECTION OF THE DRIVER AGAINST THE STEERING MECHANISM IN THE EVENT OF IMPACT	<u>STANDARD No. 203</u> IMPACT PROTECTION FOR THE DRIVER FROM THE STEERING CONTROL SYSTEM.
			<u>STANDARD No. 204</u> IMPACT PROTECTION FOR THE DRIVER FROM THE STEERING CONTROL SYSTEM.
VIDRIOS	<u>NTE 1722:1990</u> VIDRIOS DE SEGURIDAD. DETERMINACIÓN DE LA FRAGMENTACIÓN	REG. No. 43 UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF SAFETY GLAZING MATERIALS AND THEIR INSTALLATION	<u>STANDARD No. 205</u> GLAZING MATERIALS.
	<u>NTE 1669:1990</u> VIDRIOS DE SEGURIDAD PARA AUTOMOTORES REQUISITOS		

VIDRIOS	<u>NTE 1724:1990</u> VIDRIOS DE SEGURIDAD. DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO BAJO EL IMPACTO SIMULADO DE LA CABEZA (ENSAYO		
	<u>NTE 1723:1990</u> DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL IMPACTO CON ESFERA DE ACERO		
	<u>NTE 1727:1990</u> VIDRIOS DE SEGURIDAD. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL IMPACTO CON DARDO		
INFLAMABILIDAD		<u>REG. No. 34</u> PREVENTION OF FIRE RISKS	<u>STANDARD No. 301</u> FUEL SYSTEM INTEGRITY. <u>STANDARD No. 302</u> FLAMMABILITY OF INTERIOR MATERIALS.

Tabla VI.4.- Normativa aplicable para elementos de seguridad pasiva, carrocería.

B. CARROCERÍA			
ELEMENTO	NORMATIVA INEN	NORMATIVA ECE	NORMATIVA FMVSS
PARACHOQUES		<u>REG. No. 26</u> UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO THEIR EXTERNAL	

		REG. No. 42 FRONT AND REAR PROTECTIVE DEVICES (BUMPERS, ETC.)	
PUERTAS		REG. No. 11. DOOR LATCHES AND DOOR RETENTION COMPONENTS	STANDARD No. 206 DOOR LOCKS AND DOOR RETENTION COMPONENTS.
CAPÓ			STANDARD No. 113 HOOD LATCH SYSTEM.

Tabla VI.5.- Normativa para evaluación de emisiones vehiculares.

GESTIÓN AMBIENTAL	
SECCIÓN	NORMATIVA
EVALUACIÓN DE EMISIONES	<u>NTE 2202</u> DETERMINACIÓN DE LA OPACIDAD DE EMISIONES DE ESCAPE DE MOTORES DIESEL MEDIANTE LA PRUEBA ESTÁTICA. MÉTODO DE ACELERACIÓN LIBRE
	<u>NTE 2203</u> DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE EMISIONES DE ESCAPE EN CONDICIONES DE MARCHA MÍNIMA O A RALENTÍ. PRUEBA ESTÁTICA
LÍMITES PERMITIDOS	<u>NTE 2204</u> LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA
	<u>NTE 2207</u> LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE DIESEL

6.7.- ENSAYOS PARA EVALUAR LA CONFORMIDAD

Los métodos de ensayo para evaluar la conformidad de los elementos de seguridad y emisiones contaminantes indicados en el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano, según corresponda, deben ser los especificados en las normas nacionales o extranjeras tomadas como referencia.

6.8.- DEMOSTRACIÓN DE LA CONFORMIDAD

La demostración de la conformidad del presente Reglamento Técnico debe realizarse mediante los ensayos adecuados llevados a cabo por entidades acreditadas o designadas a tal efecto y deberán tener su respectivo certificado de homologación y/o cumplimiento.

Los ensayos requeridos se llevarán a cabo en vehículos, componentes y unidades técnicas independientes que sean representativos.

Como alternativa a los procedimientos de ensayo y siempre con el acuerdo de la autoridad, podrán utilizarse métodos virtuales de ensayo.

6.9.- ORGANISMOS ENCARGADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

La evaluación de la conformidad y la certificación de la conformidad deben ser realizadas por entidades debidamente acreditadas o designadas, de acuerdo con lo establecido en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

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 (Consejo Nacional de Calidad) o reconocido por el organismo certificador.

6.10.- AUTORIDAD DE FISCALIZACIÓN Y/O SUPERVISIÓN

Las autoridades competentes para efectuar la fiscalización y/o supervisión del cumplimiento del presente Reglamento Técnico son: El Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN y las autoridades pertinentes legalmente reconocidas en materia de transporte, tránsito y seguridad vial, como La Policía Nacional, la

CNTTTSV (Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial) y los Centros de revisión y control vehicular.

6.11.- TIPO DE FISCALIZACIÓN Y/O SUPERVISIÓN

La fiscalización y/o supervisión del cumplimiento del presente Reglamento Técnico lo realizarán la entidades nombradas en el numeral 6.8 mediante la Homologación Vehicular previa su comercialización y en la Revisión Técnica Vehicular una vez que se entren a circulación los vehículos.

6.12.- RÉGIMEN DE SANCIONES

Los importadores, fabricantes y ensambladores nacionales de estos vehículos que incumplan con lo establecido en el presente Reglamento Técnico recibirán las sanciones previstas en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial y demás leyes vigentes, según el riesgo que implique para los usuarios y la gravedad del incumplimiento.

6.13.- REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN

Con el fin de mantener actualizadas las disposiciones del presente Reglamento Técnico se hará una revisión en un plazo no mayor a cinco (5) años contados a partir de la fecha de la vigencia, para incorporar avances tecnológicos o requisitos adicionales en materia de seguridad o control de emisiones vehiculares.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al finalizar el presente estudio se formularon las siguientes conclusiones:

- La seguridad vial es un proceso integral donde se articulan y ejecutan, políticas, estrategias, normas, procedimientos y actividades, con la finalidad de proteger a los usuarios del sistema de tránsito y su medio ambiente, en un marco de respeto a sus derechos fundamentales.
- Existen tres componentes claves cuya interacción determina el nivel de emisiones: la tecnología, el combustible y el tipo de conducción. Para el mejoramiento de la calidad del aire en las ciudades es fundamental abordar estos temas de forma conjunta y sistemática.
- Es imprescindible la armonización de la reglamentación sobre vehículos, esto para que los distintos productos puedan adaptarse a los diferentes requerimientos de los mercados, lo que ayuda a reducir los costos, acelerar los procesos de desarrollo, producción y la comercialización de los mismos.
- La seguridad activa engloba todas aquellas propiedades, elementos y dispositivos que ayudan al conductor a maniobrar el vehículo.
- Los estudios sobre accidentes han demostrado que ver al otro usuario de la carretera tiene relevancia en el 50% de los accidentes ocurridos por el día y en el 80% de los accidentes en intersecciones, aquí radica la importancia del uso de luces de conducción diurna DRL.
- Por seguridad pasiva se entiende, el conjunto de características y sistemas que interactúan para reducir o evitar las consecuencias de un choque sobre los ocupantes del vehículo y demás usuarios de la vía.

- La mayoría de las lesiones sufridas en accidentes de tránsito son esguinces cervicales; la correcta utilización de los reposacabezas mejora la protección de los ocupantes en colisiones por alcance ya que soportan la cabeza y el cuello, previniendo la hiper extensión; he aquí la importancia de incorporar apoyacabezas en todas las plazas del vehículo, aún más sabiendo que el coste de instalación es bajo.
- Diseños modernos de carrocerías con programas de deformación programada y materiales absorbentes proveen varias ventajas en materia de seguridad pasiva, comparadas con los vehículos antiguos que no por usar materiales más fuertes en su construcción son más seguros.
- Uno de los principales problemas de las ciudades modernas es la contaminación ambiental; la mayoría de los impactos a la salud están relacionados con enfermedades respiratorias, que afectan principalmente a ancianos y niños; los contaminantes del aire también pueden alterar el sistema nervioso y otros son altamente cancerígenos.
- Los beneficios de los programas de combustibles y de vehículos limpios incluyen emisiones más bajas de la flota de vehículos mediante la mejora de la calidad del combustible y la posibilidad de introducir vehículos y tecnologías más limpias. En esto radica la importancia de mejorar la calidad de los combustibles que se comercializan en el país, sabiendo que tenemos uno de los peores combustibles de la región y del mundo.
- 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 y privados, para reducir la contaminación atmosférica y acústica al disminuir el número de vehículos que circulan por las vías, el número y distancia de los desplazamientos, la priorización de los medios de transporte masivo, uso de transportes no motorizados y,

consecuentemente conseguir la reducción de accidentes de tránsito y muertes a casusa de estos.

- La protección ambiental y la seguridad vial, es tarea conjunta del Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación de empresas automotrices del Ecuador AEADE. (2008). *Anuario 2008*. Ecuador.
- Bosch. (2003). *Automotive Handbook* (4th edition). Germany: Reverté.
- California Air Resources Board CARB. (2000). *Risk Reduction Plan to Reduce Particulate Matter Emissions from Diesel-Fueled Engines and Vehicles*. USA.
- Centro de Referencia de la Alianza Para Combustibles y Vehículos Limpios PCFV, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente UNEP. (2007). *Informe del Grupo de Trabajo sobre Azufre de la Alianza para Combustibles y Vehículos Limpios*. Kenia.
- Comunidad Andina de Naciones CAN. (2007). *Cosa sería este clima. Panorama del Cambio Climático en la Comunidad Andina*. Perú.
- Corporación Municipal para el mejoramiento de la calidad del aire de Quito CORPAIRE. (2003). *Inventario de Emisiones*. Ecuador.
- DELPHI. (2008). *Worldwide Emissions Standards, Passenger Cars & Light Duty Trucks*.
- European Automobile Manufacturers Association ACEA, Alliance of Automobile Manufacturers, Engine Manufacturers Association EMA, Japan Automobile Manufacturers Association JAMA. (2006). *Worldwide Fuel Charter* (4th edition).
- Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil FITSA. (2005). *Descripción del Reposacabezas y evidencias científicas de su efectividad*. España.

- Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil FITSA. (2005). *Descripción del Programa EuroNCAP y evidencias científicas de su efectividad*. España.
- Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil FITSA. (2007). *Tecnologías de propulsión híbridas y las evidencias científicas de su eficacia*. España.
- Gobierno de España. (2008). *Estrategia Española de Movilidad Sostenible*. España.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2008). *NTE INEN 1000. Elaboración, adopción y aplicación de reglamentos técnico ecuatorianos, RTE INEN*. (primera revisión).
- Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC. (2007). *Estadísticas de Transporte*. Ecuador.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía IDEA. (2006). *Manual de conducción eficiente*. España.
- Parlamento Europeo. (2007). *Directiva 46*. Comunidad Europea CE.
- República del Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial*.
- República del Ecuador. Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial CNTTTTSV. (2009). *Reglamento General para la aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial*.
- República del Ecuador. Ministerio del Ambiente. (1996). *Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental*.

- Tomás Gómez Morales, Eduardo Agueda Casado, José Luis García Jiménez, José Martín Navarro. (2001). *Elementos Estructurales del Vehículo*. España: Paraninfo.
- Tomás Gómez Morales, Eduardo Agueda Casado, José Luis García Jiménez, José Martín Navarro. (2000). *Elementos Automóviles*. España: Paraninfo.
- United Nations Environment Program UNEP. (2008). *Diesel Fuel Sulphur Levels*.
- VOLKSWAGEN AG. (2001). *Emisiones de gases de escape de vehículos*.
- www.ancap.com.au
- www.arb.ca.gov
- www.cesvi.com.ar
- www.comunidadandina.org
- www.corpaire.org
- www.delphi.com
- www.epa.gov
- www.euroncap.com
- www.fundacionfitsa.org
- www.hella.com
- www.mappingworlds.com
- www.mecanicavirtual.org
- www.motortrend.com
- www.nasva.go.jp
- www.nhtsa.dot.gov
- www.safercar.gov
- www.smogcheck.ca.gov
- www.ultimatecarpage.com
- www.unece.org

Latacunga, 13 de julio del 2009

EL AUTOR:

Ramiro Andrés Rosero Añezco

EL DIRECTOR DE CARRERA:

Ing. Juan Castro Clavijo

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO:

Dr. Rodrigo Vaca Corrales