



**Universidad del Azuay**  
**Facultad de Ciencia y Tecnología**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica**

*Propuesta para mejoramiento de la seguridad activa y pasiva de los  
vehículos de la ciudad de Loja.*

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecánica  
Automotriz**

**Autor:**  
**Rubén Darío Vicuña Criollo**

**Director:**  
**Ing. Mauricio Barros**

**Cuenca, Ecuador**

**2010**

## **Dedicatoria**

Me gustaría dedicar este trabajo a mi familia, quienes me han comprendido y apoyado en momentos buenos y malos; especialmente a mis padres, que me han enseñado a encarar las adversidades de la vida y me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño.

Rubén Darío

## **Agradecimiento**

Ofrezco un agradecimiento a la Universidad del Azuay, especialmente a la Escuela de Ingeniería en Mecánica Automotriz, que me han permitido formarme profesionalmente, a través de sus maestros que han sabido entregar su conocimiento; además, manifiesto mi gratitud al Subtte. José Eduardo Castillo, la Lic. Alba Barriga Noriega y la Dra. Edith Merino por la ayuda prestada en el desarrollo del presente trabajo.

## **Resumen**

Los accidentes de tránsito son algo muy importante en el país, en el año 2008 se registraron 19 664 accidentes de tránsito, y a causa de ello fallecieron 1 343 personas. Estas cifras ubican al Ecuador en el cuarto lugar a nivel mundial y segundo en América Latina dentro de los países que sufren más accidentes de tránsito; razón por la que este trabajo basa su estudio en el mejoramiento de la seguridad activa y pasiva de los vehículos de la ciudad de Loja. El estudio está hecho con el fin de optimizar el equipamiento de seguridad vehicular en la ciudad, comparando el comportamiento de los vehículos siniestrados en la urbe con el de pruebas de impactos realizadas por organismos especializados. Se incluyó un análisis de siniestralidad en Loja, con el objetivo de determinar los tipos de accidentes más comunes y lesivos; especificando las causas y dando una propuesta para el mejor equipamiento acorde a las necesidades de la ciudad de Loja.

## **Abstract**

The traffic accidents are something important in the country. In 2008, 19 664 traffic accidents were registered, and for this cause 1 343 persons died; these numbers sets Ecuador in the fourth place in the world and the second in Latin America among the countries that suffer the most traffic accidents. For this reason this work bases its study in the improvement of the active and passive security of the vehicles of the Loja city. The study is made in order to improve the vehicular security equipment in the city, comparing the performance of the wrecked vehicle in the city with proofs of impact made by specialized organizations. An accident frequency analysis in Loja city was included with the objective of characterize the most common and injurious accident types; clarifying their causes and giving a proposal for the best equipment according to Loja city needs.

## Índice de Contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Resumen .....	iv
Abstract .....	v
Índice de Contenidos .....	vi
Índice de Gráficos .....	ix
Índice de Tablas .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I.....	3
SEGURIDAD VEHICULAR .....	3
1.1 Seguridad Activa. ....	4
1.1.1 Dispositivos de Seguridad Primaria .....	4
1.1.1.1 Faros Adaptables (Adaptive Headlights).....	5
1.1.1.2 Haz de luz Alta Adaptable (Adaptive Highbeam).....	6
1.1.1.3 Control de Crucero Adaptativo (Adaptive Cruise Control) .....	7
1.1.1.4 Sistema de Monitoreo de Presión de Neumáticos (TPMS) .....	9
1.1.1.5 Distribución Electrónica de Frenado (Electronic Brake Distribution) .....	12
1.1.2 Dispositivos de Seguridad Secundaria .....	13
1.1.2.1 Sistema de Advertencia de Abandono de Carril (Lane Departure Warning System) .....	13
1.1.2.2 Control de Tracción (Traction Control System).....	15
1.1.2.3 Control Electrónico de Estabilidad (Electronic Stability Control).....	16
1.1.2.4 Sistema de Frenos con Antibloqueo (Anti-lock Brake System).....	18
1.1.3 Dispositivos de Seguridad Terciaria.....	20
1.1.3.1 Cinturones de Seguridad (Active Restraint System) .....	20
1.2 Seguridad Pasiva. ....	22
1.2.1 Dispositivos de Seguridad Primaria. ....	23
1.2.1.1 Cinturones de Seguridad con Pretensores .....	23
1.2.1.1.1 Cinturones de Seguridad con Limitadores de Carga .....	25
1.2.1.3 Sistema de Retención Infantil (Child Restraint System).....	27

1.2.1.4	Bolsas de Aire (Supplemental Restraint System).....	28
1.2.1.5	Apoyacabezas Activos.....	31
1.2.2	Dispositivos de Seguridad Secundaria. ....	33
1.2.2.1	Carrocería con Deformación Programada .....	33
1.2.2.2	Habitáculo Indeformable .....	34
1.2.3	Dispositivos de Seguridad Terciaria.....	35
1.2.3.1	Monitoreo Vehicular.....	35
1.2.3.2	Prevencciones Post – Accidente.....	36
1.3	Conclusiones.....	37
CAPITULO II .....		38
EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD .....		38
2.1	Equipamiento de los Vehículos .....	38
2.1.1	Suzuki Grand Vitara SZ .....	39
2.1.2	Hyundai Tucson.....	45
2.1.3	Chevrolet Aveo.....	53
2.2	Pruebas de Seguridad .....	59
2.2.1	Prueba de Impacto Frontal.....	59
2.2.2	Prueba de Impacto Lateral.....	62
2.2.3	Prueba de Impacto Lateral de Poste .....	62
2.2.4	Protección de Peatones .....	64
2.2.5	Resultados de las Pruebas.....	65
2.3	Conclusiones.....	77
CAPITULO III .....		79
ACCIDENTALIDAD EN LOJA .....		79
3.1	Mortalidad en los Accidentes de Tránsito .....	82
3.2	Análisis de Datos .....	83
3.3	Causas de los accidentes de Tránsito.....	84
3.4	Vialidad de Loja .....	86
3.5	Conclusiones.....	89

CAPITULO IV .....	91
ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS VEHÍCULOS MUESTREADOS ....	91
4.1 Muestra .....	91
4.2 Seguridad Activa .....	92
4.3 Seguridad Pasiva .....	93
4.3.1 Suzuki Grand Vitara SZ .....	94
4.3.1.1 Choques Frontales .....	94
4.3.1.2 Choques Laterales.....	96
4.3.1.3 Choques por Alcance.....	98
4.3.1.4 Volcamientos .....	99
4.3.2 Hyundai Tucson.....	100
4.3.2.1 Choques Frontales .....	100
4.3.2.2 Choques por Alcance.....	102
4.3.2.3 Volcamientos .....	103
4.3.3 Chevrolet Aveo.....	104
4.3.3.1 Choques Frontales .....	104
4.3.3.1 Choques Laterales.....	106
4.3.3.3 Choques por Alcance.....	108
4.3.3.4 Volcamientos .....	109
4.4 Conclusiones.....	110
CONCLUSIONES .....	112
RECOMENDACIONES .....	114
BIBLIOGRAFÍA .....	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118

## Índice de Gráficos

### CAPITULO I

#### SEGURIDAD VEHICULAR

Gráfico 1.1	Clasificación de la Seguridad Vehicular .....	3
Gráfico 1.2	Adaptive Headlights.....	5
Gráfico 1.3	Comparación con otros Sistemas .....	6
Gráfico 1.4	Adaptive Highbeam (Mercedes-Benz).....	6
Gráfico 1.5	Variación del alcance del Alumbrado .....	7
Gráfico 1.6	Funcionamiento del Control de Crucero Adaptativo .....	8
Gráfico 1.7	TPMS Indirecto .....	10
Gráfico 1.8	Válvulas Transmisoras .....	11
Gráfico 1.9	TPMS Directo .....	11
Gráfico 1.10	Comparación de la Distribución Electrónica de Frenado.....	12
Gráfico 1.11	Cámara de Retrovisor y Luz de Advertencia .....	14
Gráfico 1.12	Áreas de Monitoreo Laterales .....	15
Gráfico 1.13	Esquema de elementos del Traction Control System .....	16
Gráfico 1.14	Maniobra con y sin Electronic Stability Program .....	18
Gráfico 1.15	Maniobra con y sin Antilock Brake System.....	19
Gráfico 1.16	Esquema de Elementos del Antilock Brake System .....	20
Gráfico 1.17	Cinturón de Seguridad de Cadera.....	21
Gráfico 1.18	Cinturón de Seguridad de Bandolera.....	21
Gráfico 1.19	Cinturón de Seguridad de Cadera Bandolera (Tres Puntos).....	22
Gráfico 1.20	Pretensor Pirotécnico en el Carrete .....	24
Gráfico 1.21	Pretensores Pirotécnicos en los anclajes.....	25
Gráfico 1.22	Limitador de Carga en el Carrete .....	26
Gráfico 1.23	Diagrama Movimiento del Pecho – Fuerza en el Pecho .....	26
Gráfico 1.24	Sistema de anclaje ISOFIX .....	27
Gráfico 1.25	Secuencia de Funcionamiento del Airbag Frontal .....	29
Gráfico 1.26	Consecuencias de la instalación de sillas para niños de vista hacia atrás en el asiento delantero.....	29
Gráfico 1.27	Tipos de Montaje de los Airbags laterales: en las puertas (izquierda) y en los asientos (derecha) .....	30
Gráfico 1.28	Tipos de Airbag para la Cabeza: Cortina y Tubular .....	31

Gráfico 1.29	Secuencia de Apoyacabezas Activos .....	32
Gráfico 1.30	Apoyacabezas Activo con actuación del Espaldar .....	32
Gráfico 1.31	Deformación Programada de la Carrocería .....	33
Gráfico 1.32	Jaula de Acero del Habitáculo.....	34
Gráfico 1.33	Funcionamiento de Monitoreo e-Call.....	36

## CAPITULO II

### EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD

Gráfico 2.1	Prueba de Impacto Frontal .....	60
Gráfico 2.2	Zonas de Evaluación de Protección de Adultos .....	60
Gráfico 2.3	Prueba de Impacto Lateral .....	62
Gráfico 2.4	Prueba de Impacto Lateral de Poste .....	63
Gráfico 2.5	Protección de Peatones.....	64
Gráfico 2.6	Protección de Pasajeros Adultos (SUZUKI GRAND VITARA SZ).....	65
Gráfico 2.7	Protección a Peatones (SUZUKI GRAND VITARA SZ) .....	66
Gráfico 2.8	Impacto Frontal (SUZUKI GRAND VITARA SZ) .....	67
Gráfico 2.9	Reposapiés Delantero (SUZUKI GRAND VITARA SZ) .....	67
Gráfico 2.10	Prueba de Impacto Lateral de Poste (SUZUKI GRAND VITARA SZ) .....	68
Gráfico 2.11	Prueba de Impacto Lateral (SUZUKI GRAND VITARA SZ) .....	68
Gráfico 2.12	Protección Para Niños (SUZUKI GRAND VITARA SZ) .....	69
Gráfico 2.13	Protección de Pasajeros Adultos (HYUNDAI TUCSON).....	70
Gráfico 2.14	Protección a Peatones (HYUNDAI TUCSON) .....	70
Gráfico 2.15	Impacto Frontal (HYUNDAI TUCSON).....	71
Gráfico 2.16	Reposapiés Delantero (HYUNDAI TUCSON).....	71
Gráfico 2.17	Prueba de Impacto Lateral de Poste (HYUNDAI TUCSON).....	72
Gráfico 2.18	Prueba de Impacto Lateral (HYUNDAI TUCSON) .....	72
Gráfico 2.19	Protección Para Niños (HYUNDAI TUCSON) .....	73
Gráfico 2.20	Protección de Pasajeros Adultos (CHEVROLET AVEO) .....	74
Gráfico 2.21	Protección a Peatones (CHEVROLET AVEO).....	74
Gráfico 2.22	Impacto Frontal (CHEVROLET AVEO) .....	75
Gráfico 2.23	Zona del Conductor (CHEVROLET AVEO) .....	75
Gráfico 2.24	Impacto Lateral (CHEVROLET AVEO).....	76
Gráfico 2.25	Protección Para Niños (CHEVROLET AVEO) .....	76

## CAPITULO III

## ACCIDENTALIDAD EN LOJA

Gráfico 3.1	Accidentes según el Tipo .....	80
Gráfico 3.2	Accidentes por Meses .....	81
Gráfico 3.3	Accidentes por Sector .....	81
Gráfico 3.4	Accidentes por Días .....	82
Gráfico 3.5	Muertes.....	82
Gráfico 3.6	Heridos .....	83
Gráfico 3.7	Causas de los Accidentes .....	85
Gráfico 3.8	Factores Causales .....	86

## CAPITULO IV

## ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS VEHÍCULOS MUESTREADOS

Gráfico 4.1	Choque Frontal (SUZUKI GRAND VITARA SZ) .....	94
Gráfico 4.3	Choque Frontal Excéntrico (SUZUKI GRAND VITARA SZ) .....	95
Gráfico 4.4	Choque Lateral Angular (SUZUKI GRAND VITARA SZ).....	96
Gráfico 4.6	Choque Lateral Perpendicular (SUZUKI GRAND VITARA SZ) .....	97
Gráfico 4.10	Choque por alcance (SUZUKI GRAND VITARA SZ) .....	99
Gráfico 4.11	Volcamiento (SUZUKI GRAND VITARA SZ) .....	99
Gráfico 4.12	Choque Frontal Excéntrico (HYUNDAI TUCSON) .....	100
Gráfico 4.14	Choque Frontal (HYUNDAI TUCSON).....	101
Gráfico 4.16	Choque por Alcance (HYUNDAI TUCSON).....	102
Gráfico 4.18	Volcamiento (HYUNDAI TUCSON) .....	103
Gráfico 4.20	Choque Frontal (CHEVROLET AVEO) .....	104
Gráfico 4.22	Choque Frontal Excéntrico (CHEVROLET AVEO) .....	105
Gráfico 4.25	Choque Lateral Perpendicular (CHEVROLET AVEO) .....	107
Gráfico 4.27	Choque por alcance (CHEVROLET AVEO).....	108
Gráfico 4.29	Volcamiento (CHEVROLET AVEO).....	109

## Índice de Tablas

### CAPITULO II

#### EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD

Tabla 2.1 Equipamiento Suzuki Grand Vitara SZ .....	39
Tabla 2.2 Equipamiento Hyundai Tucson .....	45
Tabla 2.3 Equipamiento Chevrolet Aveo .....	53

### CAPITULO III

#### ACCIDENTALIDAD EN LOJA

Tabla 3.1 Lesividad y Mortalidad de los Accidentes .....	83
Tabla 3.2 Vías según su Tipo de Rodadura .....	87
Tabla 3.3 Vías según su Estado .....	88
Tabla 3.4 Vías según el Nivel de Intervención.....	89

### CAPITULO IV

#### ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS VEHÍCULOS MUESTREADOS

Tabla 4.1 Clasificación de la Muestra .....	92
---	----

Vicuña Criollo, Rubén Darío

Trabajo de graduación

Ing. Mauricio Barros

Julio del 2010

## **PROPUESTA PARA MEJORAMIENTO DE LA SEGURIDAD ACTIVA Y PASIVA DE LOS VEHICULOS DE LA CIUDAD DE LOJA**

### **INTRODUCCIÓN**

La seguridad vehicular es un problema muy importante en la sociedad, con el desarrollo de la tecnología, el vehículo puede estar cada vez más preparado para un accidente, debido a los sistemas avanzados que puede incorporar.

Los accidentes de tránsito son causantes de miles de muertes en el mundo, sin importar raza, clase, ni género; estas proporciones se vienen adquiriendo debido al aumento de la población, que agranda las ciudades y junto con esto las necesidades de movilización.

Entre todas las causas que pueden intervenir en un accidente de tránsito, muchas investigaciones muestran que el automóvil como causa de los accidentes representa una pequeña porción, aunque también se admite que esta pequeña porción puede aumentar dependiendo de la profundidad de la investigación.

Como quiera que sea es indiscutible la influencia del vehículo dentro de un accidente, y aunque no esté implicado en una gran parte de los accidentes, este puede influir con otros factores para aumentar o disminuir el riesgo de accidentes.

Entendido esto, se debe admitir, que por favorables que sean las condiciones del sistema vehículo-conductor-medio, es imposible eliminar el factor accidente; y en ese momento, el vehículo juega el papel más importante, debiendo proteger y minimizar los daños de los ocupantes del vehículos e involucrados en el accidente.

El vehículo finalmente es importante dentro de los accidentes de tránsito, disminuyendo el potencial riesgo de suscitarse un accidente y minimizando las secuelas que se generan

cuando el accidente ya se presentó; aunque hay muchos fabricantes y modelos de vehículos, todos deben estar preparados para desempeñarse de esta manera, existen organismos que se encargan de probar el comportamiento de los vehículos en accidentes y los califican mediante métodos bastante específicos.

El equipamiento del vehículo altera drásticamente su desempeño en cuanto a seguridad; los vehículos suelen presentar varias versiones de equipamiento para ofrecer una gama de precios acorde a las posibilidades del comprador, las cuales generalmente incorporan aspectos de lujo o vanidad según el precio; esto puede dar lugar a que se equipen vehículos poco seguros, con el fin de conseguir versiones de modelos más baratas.

El equipamiento de un vehículo puede ser el más moderno y sofisticado, pero el precio sería absurdamente elevado; el equipamiento de un vehículo tiene que ser determinado según la accidentalidad y vialidad del lugar, de esta manera podemos determinar cuál debe ser el equipamiento del vehículo mediante fundamentos, de esta manera se crea un parque automotor menos siniestral evitando la elevación exagerada de costos en los automóviles.

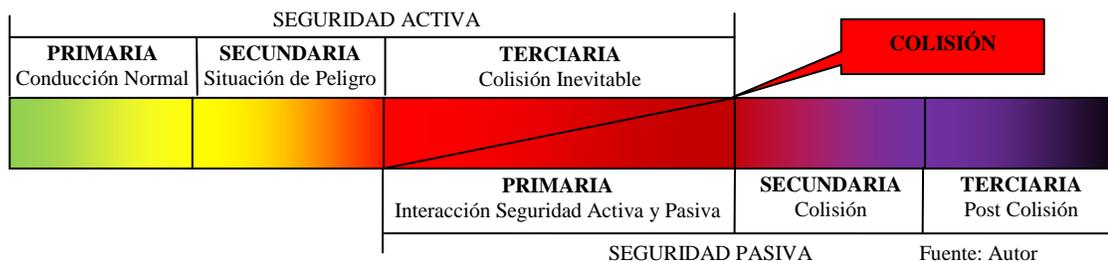
## CAPITULO I

### SEGURIDAD VEHICULAR

La seguridad vehicular con el paso de los años ha venido destacándose por su perfección y su universalidad dentro de los automóviles; de la misma manera se ha creado una imagen errónea refiriéndose solamente en su desempeño en el momento del accidente; aunque este es un ámbito muy importante, la base de la seguridad vehicular es evitar los accidentes, interviniendo tanto en la capacidad del conductor como en la del vehículo; razón primordial por la que dedica el mismo empeño en la seguridad activa como en la pasiva, y conseguir la mejor combinación para crear un vehículo seguro.

Con la variedad de sistemas de ayuda para evitar accidentes que se han desarrollado en la actualidad, se ha diversificado las fases de un accidente al intentar distinguir la acción de los sistemas de seguridad, ubicándolos dentro de una escala de tiempo según la respuesta de cada dispositivo; no existe una uniformidad en cuanto al número de fases necesarias para clasificar los sistemas, existen investigadores que nombran cinco fases, incluso se encuentran clasificaciones de 9 fases; en el siguiente diagrama se muestran seis fases del accidente, en las cuales se puede interpretar claramente las condiciones de cada fase para clasificar los dispositivos.

**Gráfico 1.1 Clasificación de la Seguridad Vehicular**



## **1.1 Seguridad Activa.**

Se define como seguridad activa al conjunto de características técnicas destinadas a evitar o minimizar las acciones inseguras del conductor y comportamientos peligrosos del automóvil, susceptibles de ocasionar un accidente.

Según la definición, dentro de la seguridad activa se contempla tanto el comportamiento del conductor como el del automóvil, dentro de esto podemos recalcar los aspectos más importantes que influyen dentro de la seguridad activa, son los siguientes:

- Las condiciones físicas y psíquicas, estas condiciones afectan en la manera en que el conductor procese la información que le es proporcionada por el vehículo, y tomar una acción adecuada; aunque estas condiciones dependen de factores personales, son muy importantes y se pueden evitar como: cansancio, atención o distracción, etc.
- La información que se suministra al conductor debe ser clara y concisa, hay que tener claro que mientras más información se le entregue al conductor, asimismo debe ser fácil de entender, y esto puede depender de: Visibilidad desde el puesto de conducción, Información acerca del funcionamiento de los sistemas, elementos de señalización como indicadores luminosos y claxon, etc.
- El vehículo debe tener la capacidad de responder a las acciones que el conductor disponga, la respuesta dinámica del automóvil es importante dentro de la evasión de obstáculos o una maniobra evasiva.

### **1.1.1 Dispositivos de Seguridad Primaria**

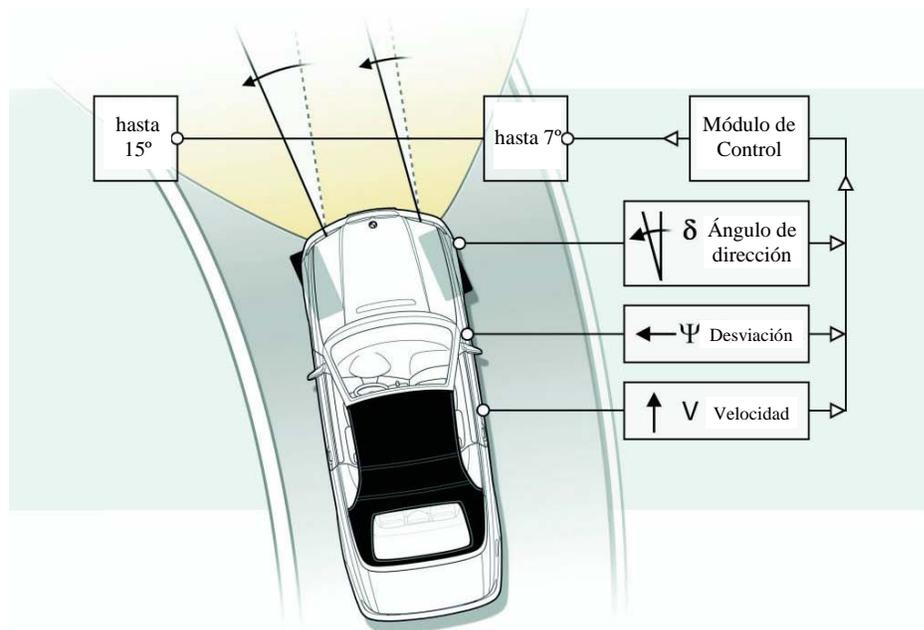
Los dispositivos de seguridad primaria como su nombre lo indica, son los primeros en actuar dentro de los sistemas de seguridad vehicular, estos sistemas ayudan cada vez más al conductor a evitar una situación de riesgo, de manera que estos dispositivos funcionan de manera permanente durante la conducción del automotor.

Estos sistemas son muy importantes, porque simplifican la complicada labor de conducir y en consecuencia hacen que un vehículo sea más seguro; los dispositivos más populares de esta categoría son los siguientes:

### 1.1.1.1 Faros Adaptables (Adaptive Headlights).

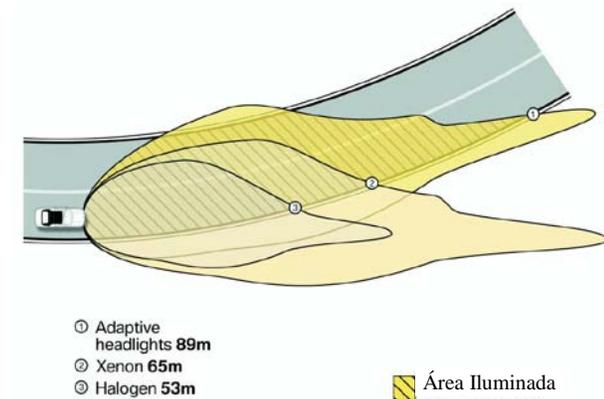
Este sistema actúa de manera automática girando los haces de luces según la trayectoria de la carretera, ofreciendo una iluminación mejorada en las curvas durante la conducción nocturna; este sistema funciona mediante sensores que miden la velocidad, dirección del vehículo, la desviación de trayectoria, los movimientos del volante, el sistema se basa en esta información para calcular la dirección a la que deben estar apuntados los faros, los cuales inmediatamente son orientados en dicha dirección.

**Gráfico 1.2 Adaptive Headlights**



Fuente: US AUTOPARTS NETWORK INC, Ideas from BMW, Internet:  
<http://www.usautoparts.net/bmw/technology/lighting.html>, Acceso: 30-03-2010.

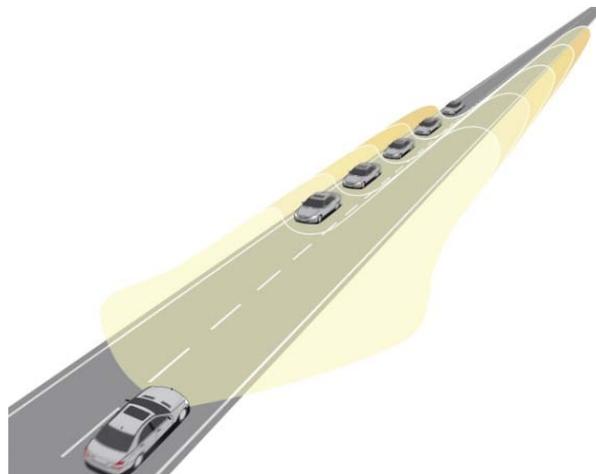
Según el análisis de la Oficina Federal de Estadística de Alemania, el tráfico nocturno es crítico y básico dentro de la prevención de accidentes de tránsito, aseguran que más del 40 % de los accidentes mortales ocurren por la noche, a pesar de que existe hasta el 80% menos de tráfico; estos sistemas plantean una disminución de los accidentes nocturnos, debido a su amplia área de iluminación sin comprometer el deslumbramiento de los conductores de vehículos que transitan en sentido contrario.

**Gráfico 1.3 Comparación con otros Sistemas**

Fuente: US AUTOPARTS NETWORK INC, Ideas from BMW, Internet: <http://www.usautoparts.net/bmw/technology/lighting.html>, Acceso: 30-03-2010.

### 1.1.1.2 Haz de luz Alta Adaptable (Adaptive Highbeam).

El sistema de haz de luz alta adaptable es una tecnología de control de faros que regula automática y continuamente el alcance de las luces según la distancia de los vehículos que se acercan en sentido contrario. El diseño fue introducido al mercado por Mercedes-Benz en sus vehículos de clase E desde la primavera del 2009, el sistema elimina la diferencia entre el haz alto y bajo, los fusiona en uno solo que es variable.

**Gráfico 1.4 Adaptive Highbeam (Mercedes-Benz)**

Fuente: DAIMLER AG, Adaptive High-Beam Assistant, Internet: [http://www.mercedesbenz.com/Sep08/25\\_001417\\_Mercedes-Benz\\_Introduces\\_New\\_Adaptive\\_High\\_Beam\\_Assistant.html](http://www.mercedesbenz.com/Sep08/25_001417_Mercedes-Benz_Introduces_New_Adaptive_High_Beam_Assistant.html), Acceso: 30-03-2010.

El sistema supera a los sistemas convencionales de dimmer automático que se limitan a realizar el cambio automático de luz de haz alto al de haz bajo y viceversa, el nuevo sistema se configura de tal manera que el cono de luz cae justo en el frente del vehículo que circula en sentido contrario al mismo tiempo que asegura la máxima distancia de alumbrado sin deslumbrar a los otros usuarios de la vía.

**Gráfico 1.5 Variación del alcance del Alumbrado**



Fuente: DAIMLER AG, Adaptive High-Beam Assistant, Internet: [http://www.mercedesbenz.com/Sep08/25\\_001417\\_Mercedes\\_Benz\\_Introduces\\_New\\_Adaptive\\_High\\_Beam\\_Assistant.html](http://www.mercedesbenz.com/Sep08/25_001417_Mercedes_Benz_Introduces_New_Adaptive_High_Beam_Assistant.html), Acceso: 30-03-2010.

El rango de variación del sistema de luces es de 65 a 300 metros según las condiciones de funcionamiento o tráfico, las luces se calibran cada 40 milisegundos y el sistema funciona gracias a una cámara montada en el parabrisas que permite calcular las distancias hasta los otros vehículos.

### **1.1.1.3 Control de Crucero Adaptativo (Adaptive Cruise Control)**

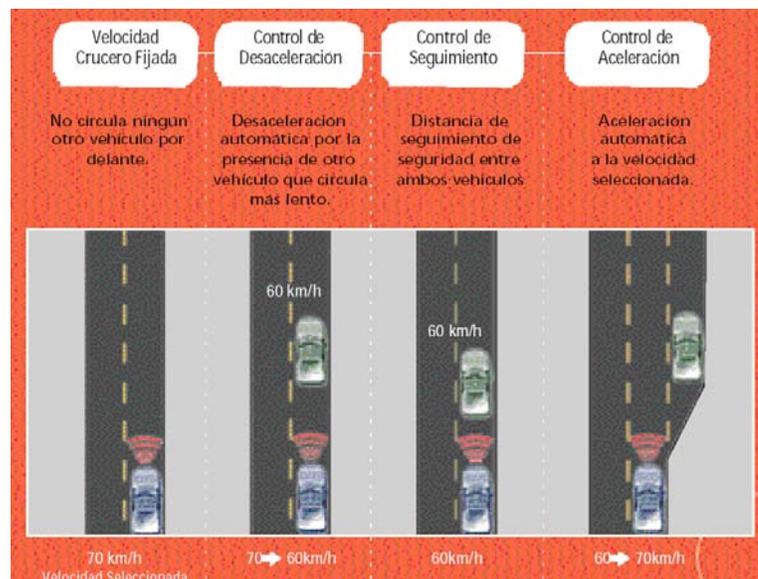
El sistema de control de crucero adaptativo también conocido como “ACC” es el resultado del perfeccionamiento del sistema de control de crucero tradicional, el cual es muy útil y fácil de usar en carretas o autopistas despejadas, pero este sistema tiene el inconveniente de tornarse incomodo y hasta peligroso cuando se utiliza en vías con tráfico.

El control de crucero tradicional mantiene constante la velocidad que establece el conductor, esta se estabiliza sin necesidad de que se presione el pedal del acelerador, no

obstante al acercarse a un vehículo que transita a una velocidad inferior, es necesario que el conductor desactive el sistema mediante los controles o presionando alguno de los pedales.

El control de crucero adaptativo soluciona este inconveniente, funciona de igual manera, pero al acercarse al vehículo de menor velocidad el sistema reduce la velocidad automáticamente al mismo tiempo que conserva una distancia de seguridad prefijada, sin que el conductor intervenga; el momento que se retire el vehículo de adelante, el sistema acelera nuevamente hasta conseguir la velocidad seleccionada.

**Gráfico 1.6 Funcionamiento del Control de Crucero Adaptativo**



Fuente: DE CARVAHLO, Gustavo, Control de Crucero Adaptable, Internet: [www.cesvi.com.ar/revistas/r50/Control\\_Crucero\\_Adaptable.pdf](http://www.cesvi.com.ar/revistas/r50/Control_Crucero_Adaptable.pdf), Acceso: 31-03-2010.

El sistema logra su objetivo mediante un radar colocado al frente del automóvil, el cual calcula la distancia y la velocidad relativa con el vehículo del frente, contrariamente a la percepción humana este sistema es poco afectado por la lluvia o neblina, aspecto de seguridad muy importante que destaca a este sistema.

El sistema tiene un control absoluto mediante la comunicación con la computadora de gestión del motor y sistema de frenos ABS, si lo cree necesario acelera el motor para conseguir mayor velocidad, si es lo contrario tiene la capacidad de frenar el automóvil e incluso puede comandar la caja automática de velocidades. Se demuestra un sistema con

características de confort para el conductor, pero la característica más importante sin duda es su capacidad de garantizar una distancia de seguridad mínima con el vehículo delantero, especialmente en condiciones de poca visibilidad.

#### **1.1.1.4 Sistema de Monitoreo de Presión de Neumáticos (TPMS)**

El sistema es un módulo electrónico que tiene por objetivo monitorear la presión de aire de los neumáticos, este sistema promete aumentar la seguridad del vehículo a tal punto de poder salvar vidas, además de mejorar el consumo de combustible, asunto de importancia para la Administración Nacional para la Seguridad de las Carreteras de los Estados Unidos (NHTSA); la NHTSA ha estimado que en Estados Unidos se lamentan anualmente 533 muertes y 8400 heridos en accidentes de tránsito causados por defectos en los neumáticos, además reporta que la disminución de 5 PSI en la presión de inflado de las llantas produce la disminución del 25% de la vida útil de las mismas y el incremento del 2% en el consumo de combustible, que se traducen en más de 20 millones de litros de combustible quemados innecesariamente, más de 2 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> liberados hacia la atmosfera y 200 millones de llantas gastadas prematuramente en el mundo; razones por las cuales el Gobierno Federal ha reglamentado el mandato de uso de estos sistemas.

Estos sistemas son generalmente denominados como Sistema Remoto de Monitoreo de Presión de las llantas o indicadores de neumáticos desinflados y existen 2 tipos:

##### **TPMS Indirecto**

Este sistema no mide la presión de los neumáticos, si no que trabaja indirectamente con la velocidad individual de cada llanta y con señales de otros sensores disponibles.

Este sistema se basa en el hecho de que un neumático desinflado tiene un diámetro levemente menor, por lo que tendrá que girar más rápido que los otros que están bien inflados, diferencia en la cual se fundamenta este sistema para poder advertir al conductor; lógicamente el sistema podrá advertir solo hasta 3 neumáticos desinflados por la razón que si todos lo están, no existirá diferencia en la cual el sistema se pueda basar para emitir una advertencia; los más recientes sistemas TPMS indirectos pueden

detectar hasta 4 neumáticos desinflados gracias a un complejo análisis de vibración de las llantas y el efecto de carga en las aceleraciones y curvas.

**Gráfico 1.7 TPMS Indirecto**



Fuente: AA1 CAR AUTO DIAGNOSIS & REPAIR HELP, Sistema de Monitoreo de Presión de Llantas, Internet: [http://www.aa1car.com/library/tire\\_monitors.htm](http://www.aa1car.com/library/tire_monitors.htm) &ei=G527S9HfDYWE9ASFwtXzBw&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=5&ved=0CCMQ7gEwBA&prev=/search%3Fq%3Dtire%2Bpressure%2Bmonitoring%2Bsystem%2Btpms%26hl%3Des%26sa%3DX, Acceso: 06 - 04 - 2010

Todo esto se da por la razón de que este sistema es barato y fácil de implementar gracias a que trabaja con sensores que el vehículo ya posee como: sensores individuales de velocidad de las llantas para el sistema ABS y ESP.

### **TPMS Directo**

Este sistema muestra la presión en tiempo real tomada directamente del neumático, mediante sensores físicos dentro de cada llanta, incluso la de emergencia, los cuales son los responsables de medir la presión que después es mostrada al conductor; los sensores pueden ser montados en el aro mediante una faja que lo rodea o en el extremo de la válvula de inflado del neumático, estas últimas usan el vástago de la válvula como antena, así la válvula típica de inflado no es alterada.

**Gráfico 1.8 Válvulas Transmisoras**

Fuente: AA1 CAR AUTO DIAGNOSIS & REPAIR HELP, Sistema de Monitoreo de Presión de Llantas,  
 Internet: [http://www.aa1car.com/library/tire\\_monitors.htm](http://www.aa1car.com/library/tire_monitors.htm) &ei=G527S9HfDYWE9ASFwtXzBw&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=5&ved=0CCMQ7gEwBA&prev=/search%3Fq%3Dtire%2Bpressur e%2Bmonitoring%2Bsystem%2Btpms%26hl%3Des%26sa%3DX, Acceso: 06 – 04 – 2010

El módulo controla la presión y advierte cuando esta es menor a un valor predeterminado, los sensores transmiten varias informaciones como temperatura, presión y serie, la serie sirve para que el modulo identifique al sensor y no se confunda con los de otros vehículos, además son muy precisos, su precisión generalmente es menor a 2 PSI; debido a que el sistema es inalámbrico requiere una batería que alimente al sensor y al transmisor, generalmente son baterías de litio de larga duración (de 5 a 10 años), una vez acabada la batería se debe sustituir la unidad en la mayoría de los casos.

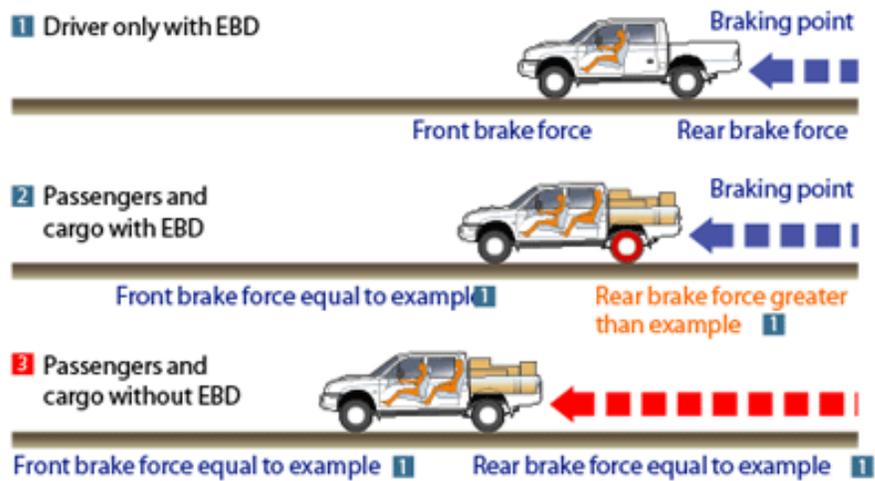
**Gráfico 1.9 TPMS Directo**

Fuente: AA1 CAR AUTO DIAGNOSIS & REPAIR HELP, Sistema de Monitoreo de Presión de Llantas,  
 Internet: <http://www.aa1car.com>, Acceso: 06 – 04 – 2010

### 1.1.1.5 Distribución Electrónica de Frenado (Electronic Brake Distribution)

Es un subsistema del Sistema Antibloqueo de Frenos de cuatro vías, en los cuales les es posible configurar un perfil de control, que le permite distribuir la fuerza de frenado según el estado de carga del eje delantero y posterior, el sistema también permite compensar la presión de frenado debido a la transferencia de masas que ocurre cuando se frena, de esta manera se puede aumentar el rendimiento, evitando la sobrecarga que genera recalentamiento especialmente en los frenos delanteros.

**Gráfico 1.10 Comparación de la Distribución Electrónica de Frenado**



Fuente: THE SONI GROUP, Electronic Brake Distribution, Internet: <http://www.soniordba.com/images/ebd.gif>, Acceso: 08 - 04 - 2010.

El sistema reemplaza a los mecanismos convencionales de regulación de presión colocados en el eje posterior, debido a que estos sistemas no tienen la misma efectividad; por ejemplo un vehículo descargado tiene menor carga en el eje posterior, haciendo que el eje trasero sea propenso a deslizarse en una frenada, la computadora calcula la relación de frenado de cada una de las ruedas en tiempo real y hace que la fuerza de frenado sea menor en las ruedas traseras para disminuir la posibilidad de bloqueo; este sistema también se ejecuta en las curvas, si se aplica la misma fuerza de frenado en las ruedas interiores que a las exteriores a la curva, las ruedas interiores se bloquearán, debido a que estas estarán girando más lento y tendrán menos carga debido

a la fuerza centrífuga, entonces se disminuye la presión en dichas ruedas para evitar el bloqueo.

El funcionamiento del sistema está diseñado para evitar el bloqueo de las ruedas por lo que el protocolo de la computadora desactiva la Distribución Electrónica de Frenado cuando se activa el Sistema Antibloqueo de Frenos, es práctico porque solo es un cambio de modo de funcionamiento de los componentes, gracias a que el (E B D) por sus siglas comparte muchos componentes con el A B S como: los sensores de velocidad, el modulo hidráulico y la central electrónica; la mayoría de sistemas EBD utilizan un sensor de orientación y otro de posición del volante (sensores del Sistema de Control de Estabilidad), para optimizar el funcionamiento.

### **1.1.2 Dispositivos de Seguridad Secundaria**

Estos dispositivos representan un aspecto importante dentro de la seguridad del vehículo, estos sistemas entran en funcionamiento cuando el automóvil se encuentra en una situación riesgosa; entonces estos dispositivos ayudan al conductor en la acción evasiva y así evitar un accidente.

En este grupo encontramos sistemas bastante populares hoy en día, en este ámbito la seguridad vehicular ha avanzado bastante, de tal manera que la mayoría de vehículos del mercado pueden ser equipados con estos sistemas.

#### **1.1.2.1 Sistema de Advertencia de Abandono de Carril (Lane Departure Warning System)**

Más conocido por sus siglas en ingles LDWS, es un sistema diseñado para advertir al conductor cuando está abandonando el carril (a menos que la señal de giro este activada), este sistema promete disminuir los accidentes producidos por causas bastante comunes como los son: error de conducción, distracción y cansancio (somnolencia). El sistema fue desarrollado por Iteris para los camiones Mercedes – Benz Actros, y fue estrenado en Europa en el año 2000, en la actualidad el sistema está disponible en la mayoría de camiones vendidos en Europa; en Estados Unidos el sistema fue introducido por Freightliner en sus camiones en el año 2002.

### Gráfico 1.11 Cámara de Retrovisor y Luz de Advertencia

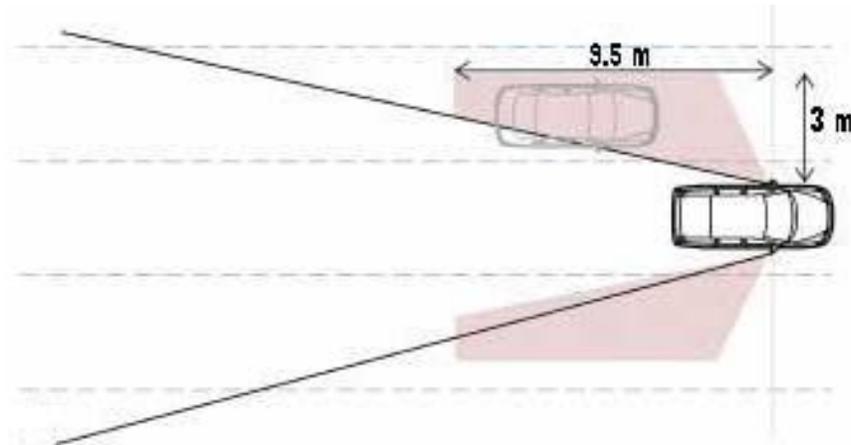


Fuente: PENTON MEDIA INC, Lane departure Warning System, Internet: [http://archive.electronicdesign.com/files/29/10601/figure\\_02.jpg](http://archive.electronicdesign.com/files/29/10601/figure_02.jpg), Acceso: 31-03-2010.

Los Sistemas de Advertencia de Abandono de Carril actuales son módulos electrónicos basados en visión que usan algoritmos para interpretar las imágenes de video y determinar el variantes como: posición, velocidad lateral, rumbo, ancho del carril, curvatura, etc. y así poder determinar el estado del vehículo y el alineamiento con la carretera; el sistema puede identificar las líneas de señalización de la vía e inclusive marcas de desgaste del pavimento en algunos casos además existen dos modos de funcionamiento:

- Los sistemas que advierten el abandono del carril mediante señales luminosas, auditivas o vibratorias.
- Los sistemas que advierten el abandono del carril, y si no existe acción por parte del conductor, toman medidas para recuperar el curso del carril.

Según la configuración del sistema y del fabricante, este puede también monitorear los costados del vehículo mediante cámaras en los retrovisores y generar la advertencia cuando, por ejemplo el vehículo se está desviando al carril izquierdo y un automóvil está circulando junto en el lado izquierdo, en este caso se evitaría la invasión del espacio e incluso la colisión con un vehículo que transita junto al nuestro.

**Gráfico 1.12 Áreas de Monitoreo Laterales**

Fuente: PENTON MEDIA INC, Lane departure Warning System, Internet: [http://archive.electronicdesign.com/files/29/10601/figure\\_02.jpg](http://archive.electronicdesign.com/files/29/10601/figure_02.jpg), Acceso: 31-03-2010.

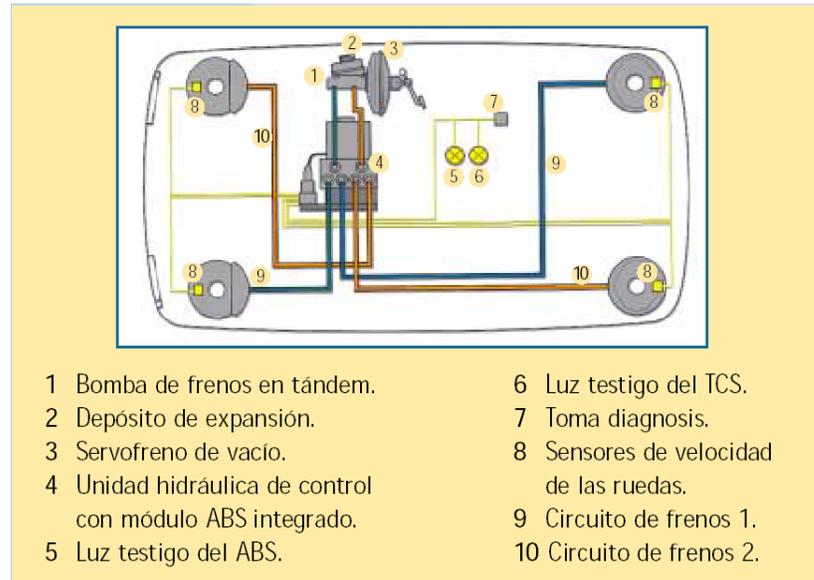
Aunque el sistema se hizo popular en camiones, el sistema ya lleva bastante tiempo aplicándose en modelos de turismo como por ejemplo: Nissan instaló su primer sistema en su modelo CIMA 2001 japonés, Toyota comenzó con los modelos CALDINA y ALFHARD del 2002 japoneses, igualmente lo hizo Honda con el INSPIRE 2003, Citroën empezó en el 2005 en los modelos C4 y C5, General Motors lo aplica desde el 2007 en la línea de Cadillac.

#### **1.1.1.2 Control de Tracción (Traction Control System)**

También conocido como Anti-Slip Regulation (ASR), es un sistema comúnmente electrohidráulico (aunque no necesariamente) que evita la pérdida de tracción en las ruedas motrices del vehículo, el sistema permite mantener el control del vehículo cuando el conductor aplica una aceleración excesiva y la calzada no le garantiza la suficiente fricción para que los neumáticos tengan agarre; el sistema puede intervenir de las siguientes maneras: el retraso o supresión del encendido de uno o varios cilindros, corte de combustible de uno o varios cilindros, frenado de una o más ruedas, cierre de la válvula de aceleración si el vehículo dispone de acelerador electrónico, y en los motores turboalimentados puede intervenir el “Boost Control” para atenuar la potencia del motor.

Normalmente el Control de Tracción funciona con elementos compartidos con el Sistema Anti-bloqueo de Frenos “ABS” como: la unidad hidráulica, la central electrónica y los sensores de velocidad de las ruedas.

**Gráfico 1.13 Esquema de elementos del Traction Control System**



Fuente: OLIVIERI, Pablo, Sistema de Control de Tracción, Revista Crashtest, Argentina 2010.

El principio de funcionamiento del sistema se basa en que cuando una llanta gira más que otra significa la pérdida de agarre de dicho neumático, esto representa la ventaja principal del sistema, que puede evitar la pérdida de adherencia de todas las ruedas motrices cuando el vehículo este acelerando, ya sea en una curva o en una pendiente, situaciones que pueden comprometer la seguridad del automotor.

### 1.1.2.3 Control Electrónico de Estabilidad (Electronic Stability Control)

Este sistema es denominado de diferentes maneras según los fabricantes: Audi lo llama Electronic Stability Program (E S P), para BMW es Dynamic Stability Control (D S C), en Honda se denomina Vehicle Stability Assist (V S A), Toyota lo designa como Vehicle Dynamics Integrated Management (V D I M), pero tienen la misma función, es un sistema muy efectivo y lastimosamente poco conocido, según la Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del automóvil (FITSA), si todos los vehículos de España

estuvieran equipados con el Control Electrónico de Estabilidad podrían salvarse anualmente 346 víctimas mortales y 1544 heridos graves.

El ESC por sus siglas, reduce la posibilidad de la pérdida de control del automóvil durante una maniobra en la que se detecte cierta cantidad peligrosa de derrape; el sistema actúa sobre la potencia del motor y el sistema de frenos, combinando el Sistema Anti-Bloqueo de Frenos (ABS) y el Control de Tracción (TCS) para lograr controlar los indeseados derrapes.

La eficacia del sistema resalta en maniobras inesperadas, la evasión de obstáculos imprevistos; la seguridad que proporciona este sistema compensa los pequeños errores que puede cometer un conductor promedio que lo pueden llevar a una situación peligrosa, pero no es capaz de solapar la conducción peligrosa de conductores irresponsables.

El funcionamiento está inspirado en los vehículos de oruga, los cuales utilizan el sistema de frenos como mecanismo para direccionar el vehículo; si en una curva el vehículo empieza a subvirar (cuando el automóvil tiende a ir recto), el control de estabilidad actúa selectivamente sobre los frenos de las ruedas interiores, y sobre el motor para traccionar con la rueda o ruedas exteriores, de esta manera logra conseguir un momento de giro adicional que ayuda a redireccionar el automotor; en cambio si en una curva el vehículo empieza a sobrevirar (pérdida de agarre del eje posterior que hace que el vehículo gire de más), entonces el control de estabilidad actúa específicamente frenando la rueda delantera exterior y si es necesario sobre la potencia del motor, para poder generar el momento de giro necesario para controlar la rotación excesiva.

**Gráfico 1.14 Maniobra con y sin Electronic Stability Program**

Fuente: FUNDACIÓN INSTITUTO TECNOLÓGICO PARA LA SEGURIDAD DEL AUTOMÓVIL, Control Electrónico de Estabilidad, Internet: [https://espacioseguro.com/fundacionfitsa0/admin/\\_fitsa/archivos/publicaciones/0000025/05-Estabilidad.pdf](https://espacioseguro.com/fundacionfitsa0/admin/_fitsa/archivos/publicaciones/0000025/05-Estabilidad.pdf), Acceso: 08 - 04 - 2010

Es un sistema muy prometedor el cual ha sido objeto de muchas pruebas; Toyota realizó recorridos en un circuito cerrado con conductores comunes, ellos condujeron sobre el trayecto en dos vehículos, uno con el Control de Estabilidad Activado y el otro lo tenía desactivado, los resultados mostraron que el 45% de los conductores perdieron el control del vehículo con el Sistema desactivado, mientras que solo el 5% perdieron el control con el sistema activado.

La aplicabilidad del sistema es innegable, según un estudio hecho por la Asociación de Aseguradoras Alemanas (GVD), el 25% de los accidentes de tránsito ocurridos en Alemania son el producto de la pérdida de control del conductor sobre el coche, además que el 80% de dichos accidentes el vehículo recorre más de 40 metros desde la pérdida de control hasta que se choca con otro vehículo o se sale de la carretera; espacio más que suficiente para evitar el accidente si no se produjera la pérdida de control.

#### **1.1.2.4 Sistema de Frenos con Antibloqueo (Anti-lock Brake System).**

El sistema de frenos con Antibloqueo es un conjunto de dispositivos de lazo cerrado cuyo objetivo es evitar el bloqueo de las ruedas del vehículo durante el frenado, el sistema consta de sensores de velocidad de las ruedas, la unidad hidráulica y la central

electrónica, el sistema funciona mediante la detección del bloqueo de una rueda, entonces disminuye la presión de frenado para poder desbloquear la rueda.

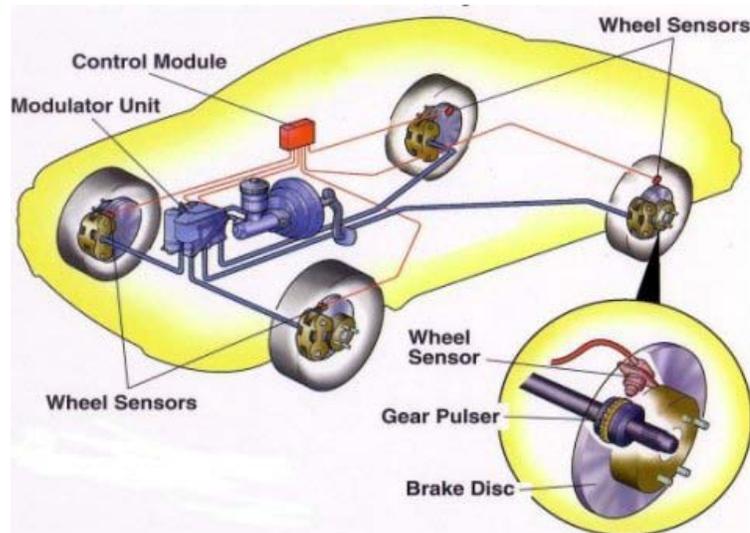
La ventaja incuestionable de este sistema es que el conductor nunca pierde el control de la dirección durante un frenado peligroso; un vehículo sin este sistema bloquea las llantas delanteras cuando se requiere un frenado fuerte, esto imposibilita la posibilidad de direccionar el automóvil, y se puede complicar aún más cuando se bloquean las llantas posteriores, el vehículo puede llegar a girar en trompos y tornarse incontrolable.

**Gráfico 1.15 Maniobra con y sin Antilock Brake System**



Fuente: <http://AUTOMOVILES DE LUXE, 1978 Mercedes Benz Antilock Brake System, Internet: http://automobilesdeluxe.tv/wp-content/uploads/2009/02/abs-1978-mercedes-test-1024x723.jpg>, Acceso: 08 - 04 - 2010

Existen varios tipos de Sistemas de Freno con Antibloqueo, el principal y más avanzado en el de cuatro vías con cuatro sensores, el cual tiene un sensor de velocidad y una válvula de control para cada rueda; otro tipo es el de tres vías, este tiene un sensor de velocidad y una válvula de control para cada rueda delantera, y una sola válvula y un sensor para las dos ruedas posteriores; el último sistema es el de una vía, el cual tiene un sensor y una válvula de control para ambas ruedas posteriores, este sistema es muy común en camiones o camionetas.

**Gráfico 1.16 Esquema de Elementos del Antilock Brake System**

Fuente: HDABOB, You can still steer the car around obstructions even though the brakes is applied fully, Internet: <http://hdabob.com/ABS.htm>, Acceso: 08 – 04 – 2010.

### 1.1.3 Dispositivos de Seguridad Terciaria

La seguridad activa terciaria envuelve todos los sistemas que entran en funcionamiento cuando el accidente es inevitable, son sistemas que funcionan al límite de la seguridad activa, algunos analistas consideran este punto como la interacción de la seguridad activa y pasiva, debido a que los dispositivos actúan dentro de los dos campos.

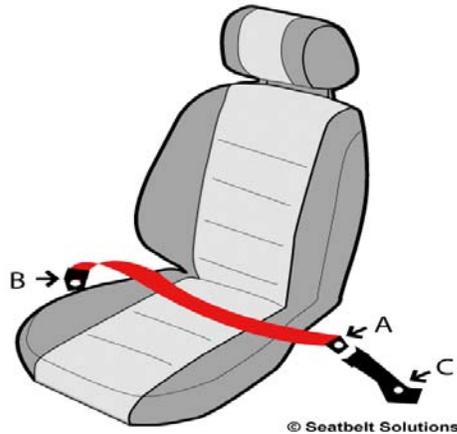
#### 1.1.3.1 Cinturones de Seguridad (Active Restraint System)

Si bien es cierto que mecanismos como el sistema de retención de ocupantes actúa dentro de la seguridad activa y pasiva, lo hace de diferente manera en cada uno; dentro de la seguridad activa como dispositivo terciario, mantiene al ocupante en una posición segura dentro de asiento, sin que se desplace durante la maniobra posterior al impacto y lo más importante sin que se active ningún mecanismo de mitigación; mientras que dentro de la seguridad pasiva como dispositivo de seguridad primaria este sistema ya despliega varios mecanismos que se hablarán más adelante dentro del tema.

Existen varios tipos de cinturones de seguridad que se han utilizado en la industria automotriz, aquí les describimos los más comunes:

*Cinturón de cadera.*- Fue el primer utilizado en autos, es utilizado aún en vehículos modernos en los asientos posteriores intermedios, es más común en los asientos de los aviones porque existe la posibilidad de adoptar la posición de impacto.

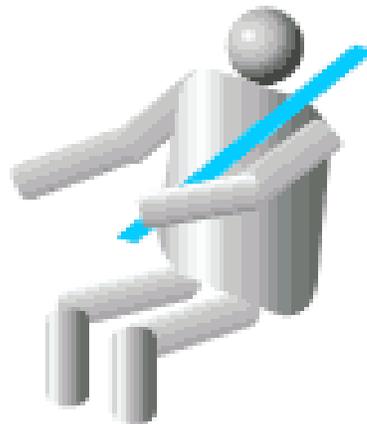
**Gráfico 1.17 Cinturón de Seguridad de Cadera**



Fuente: SEATBELT SOLUTIONS 2010, Lap belt, Internet: <http://www.seatbeltsolutions.com.au/images/lap-belt.gif>, Acceso: 08-04-2010

*Cinturón de Bandolera.*- Es un cinturón que pasa sobre el hombro, poco difundido, fue utilizado en vehículos durante la década de 1960, no tuvo éxito por la facilidad que existía para salirse.

**Gráfico 1.18 Cinturón de Seguridad de Bandolera**



Fuente: CHRIS CINTOS 2005, Ilustracoes, Internet: <http://www.chriscintos.com.br/novo/IMGDB/ilustracoes/ilustra%20tipos%20cintos.gif>, Acceso: 09 – 04 – 2010.

*Cinturón de Cadera Bandolera.*- Más conocido como de tres puntos, es la fusión de los dos tipos anteriores, es el más popular y efectivo por su práctico diseño de una sola banda que permite una fácil colocación y mayor dispersión de energía en el impacto, no ha podido ser superado.

El cinturón de cadera desató la polémica del “Síndrome del Cinturón de Seguridad”, este tipo de cinturón causaba la separación de las vertebrae lumbares provocando invalidez, lo que ha provocado un sentido de responsabilidad en los fabricantes que colocan estos sistemas en sus vehículos y reemplazarlos con los de tres puntos.

**Gráfico 1.19 Cinturón de Seguridad de Cadera Bandolera (Tres Puntos)**



Fuente: VOLKSWAGEN, VW Passat Seats, Internet: <http://www.ausmotive.com/images2/VW-Passat-CC-5seats-01.jpg>, Acceso: 09 - 04 – 2010.

## **1.2 Seguridad Pasiva.**

Por seguridad pasiva de un vehículo se entiende el conjunto de condiciones técnicas que tienen como finalidad evitar y minimizar los daños que pueda producir un accidente a personas o cosas transportadas en el vehículo, o con las que éste pueda interaccionar cuando tiene lugar un accidente.

Los aspectos que más influyen dentro de la seguridad pasiva son los siguientes

- Resistencia de la estructura.
- Retención de los ocupantes.
- Agresividad de los componentes.
- Prevención de riesgo de incendio.

- Evacuación de los pasajeros en emergencias.

La existencia de la seguridad pasiva resulta inevitable por la razón de que estamos muy lejos de evitar que se produzcan accidentes de tránsito; por mas que se exista tecnología que mejore las condiciones técnicas de un vehículo, se mejore el servicio de vías públicas, se creen políticas gubernamentales o se elimine la impericia de los conductores, debemos estar consientes de que los accidentes de tránsito son algo inevitable. Aunque se pueda reducir el número de accidentes, es primordial la protección de los individuos que estén implicados en estos sucesos, de esta manera podremos reducir lo más posible las muertes y lesiones que ocasionen estos accidentes.

### **1.2.1 Dispositivos de Seguridad Primaria.**

Este tipo de dispositivos entran en funcionamiento cuando la colisión apenas comienza a suceder, cubren un espacio de tiempo muy pequeño pero crucial en la protección de los ocupantes, principalmente se encuentran en esta categoría dispositivos que reducen la desaceleración del vehículo durante el impacto y la mayoría de los mecanismos del sistema de retención de ocupantes.

#### **1.2.1.1 Cinturones de Seguridad con Pretensores**

El cinturón de seguridad es el elemento que brinda mayor seguridad en un accidente, su misión es sujetar o retener al individuo para evitar que este golpee contra el parabrisas, el tablero o que salga proyectado fuera del vehículo, de ahí el nombre de sistema de retención; existen varios tipos de cinturones que se ha nombrado anteriormente, pero el sistema de funcionamiento en la actualidad es prácticamente estandarizado, un carrete autobloqueante; consiste en que cuando se crea una fuerza de desplazamiento en el cuerpo del ocupante, el carrete se bloquea para evitar dicho desplazamiento, existen dos sistemas de autobloqueo:

- **Por Inercia:** consta de un péndulo interno en el carrete que lo bloquea cuando el auto se detiene de forma rápida.

- **Centrifugo:** dispone de unas masas que giran junto al carrete, cuando estos empiezan a girar con alta velocidad, las masas se desplazan por la fuerza centrífuga y bloquean el carrete.

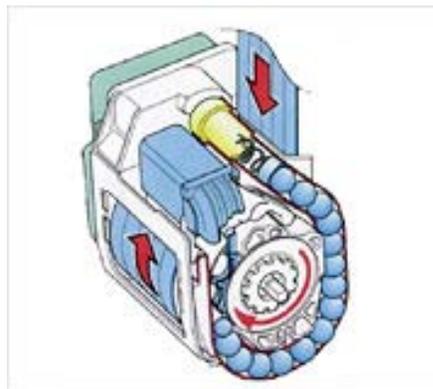
Cualquiera de los dos sistemas son igual de efectivos y prácticamente no existen diferencias en su desempeño, pero hoy en día se ha complementado el funcionamiento mediante otros sistemas.

No se puede negar que los sistemas convencionales son sencillos, muy efectivos y valiosos, pero su desempeño puede ser mejorado; el modo de funcionamiento de estos sistemas convencionales, hace que la fuerza que aplica sobre el tórax del individuo sea proporcional a la fuerza del choque.

Los sistemas convencionales se caracterizan por tener una holgura antes del bloqueo del carrete, según la severidad del impacto el cuerpo del ocupante adquiere una velocidad dentro de esta holgura, y cuando se bloquea el carrete se genera una fuerza de impacto elevada sobre el tórax de la persona.

Los pretensores eliminan esa holgura tensando el cinturón, manteniendo a los pasajeros pegados al asiento, de esta manera se disminuyen las lesiones de manera considerable, además que mejora el desempeño de otros dispositivos como el de las bolsas de aire.

**Gráfico 1.20 Pretensor Pirotécnico en el Carrete**



Fuente: VOLKSWAGEN, Pretensores Pirotécnicos de los Cinturones, Internet:[http://www.volkswagen.es/es/es/experiencia\\_vw/innovacion/Technik\\_Lexikon/pyrotechnische\\_gurtstraffer.index.html](http://www.volkswagen.es/es/es/experiencia_vw/innovacion/Technik_Lexikon/pyrotechnische_gurtstraffer.index.html), Acceso: 13 – 04 – 2010.

Existen pretensores de accionamiento mecánico y pirotécnico (fig. 1.20), estos pueden actuar en el carrete o en el broche (fig. 1.21), o en ambos; el accionamiento más confiable y preciso es el pirotécnico, funciona mediante una explosión controlada similar a la de las bolsas de aire, esta se detona electrónicamente mediante sensores de inercia, generalmente se usan los de los airbags, esto hace que los pretensores y los airbags funcionen de manera sincronizada, haciendo su desempeño tremendamente eficaz.

**Gráfico 1.21 Pretensores Pirotécnicos en los anclajes**



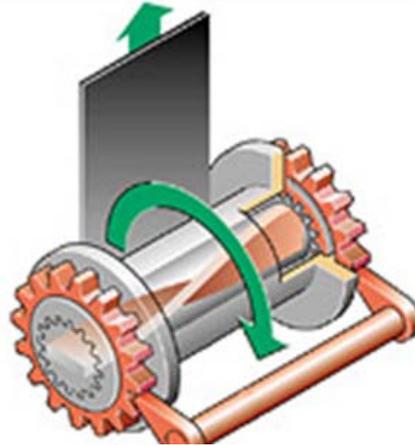
Fuente: COSTAS, Javier, Pretensores Pirotécnicos y Limitadores de Esfuerzo, Internet: <http://www.circulaseguro.com/2008/11/23-pretensores-pirotecnicos-y-limitadores-de-esfuerzo>, Acceso: 13 - 04 - 2010.

### **1.2.1.1 Cinturones de Seguridad con Limitadores de Carga**

Si bien los pretensores eliminan la holgura del cinturón por ende se disminuye la fuerza que se transfiere al tórax del ocupante, pero esta fuerza no está controlada y sigue dependiendo de la agresividad del impacto, si el impacto es demasiado brusco es posible que el cinturón cause heridas debido a la rudeza del cinturón.

Los limitadores de carga permiten un estiramiento controlado del punto de fijación del cinturón de seguridad, aunque esto permite un pequeño desplazamiento, disminuye considerablemente las posibilidades de lesiones como fractura de costillas, el desplazamiento es otorgado por una barra de torsión que se deforma dentro del carrete (fig. 1.22), otorgando un nivel de definido de fuerza constante.

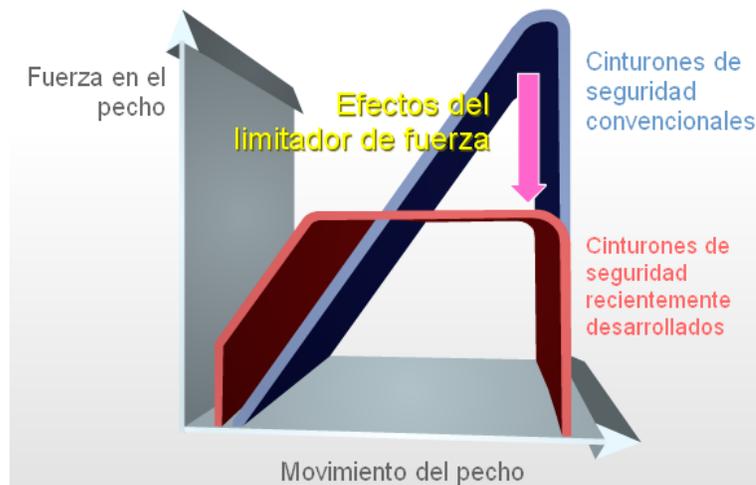
**Gráfico 1.22 Limitador de Carga en el Carrete**



Fuente: TOYOTA MOTOR CORPORATION, Cinturón de Seguridad con Pretensor y Limitador de Fuerza, Internet: <http://www.safetytoyota.com/es-es/seatbelt.html>, Acceso: 13 – 04 – 2010.

El funcionamiento de los limitadores de carga es dependiente de los pretensores, debido a que requiere un pequeño desplazamiento no es aceptable la existencia de holguras en el cinturón, el trabajo conjunto de estos sistemas logran un excelente desempeño.

**Gráfico 1.23 Diagrama Movimiento del Pecho – Fuerza en el Pecho**



Fuente: TOYOTA MOTOR CORPORATION, Cinturón de Seguridad con Pretensor y Limitador de Fuerza, Internet: <http://www.safetytoyota.com/es-es/seatbelt.html>, Acceso: 13 – 04 – 2010.

### 1.2.1.3 Sistema de Retención Infantil (Child Restraint System)

Es muy importante que los vehículos tengan la posibilidad de colocación de sistemas de retención infantil (sillas para niños), está demostrado que los cinturones de seguridad con los que vienen equipados comúnmente los automóviles son perjudiciales para un niño durante un choque.

Para solucionar el problema los fabricantes prestigiosos decidieron diseñar un estándar práctico y seguro para la fijación de sillas para niños, el cual es ISOFIX. Este es un sistema de acoplamiento simplificado, el cual permite la colocación de las sillas infantiles ISOFIX (fig. 1.24) en todos los vehículos que tengan los anclajes normalizados de fábrica; la silla se fija de manera segura mediante dos soportes que se sujetan directamente a la carrocería, otorgando una seguridad óptima.

**Gráfico 1.24 Sistema de anclaje ISOFIX**



Fuente: BEBITO'S COLOR, Iso Fix, Internet: <http://www.bebitoscolor.com.ar/isofix.jpg>, Acceso: 09 – 04 – 2010.

Estas sillas de sujeción son la mejor protección que se le puede ofrecer a un niño, estos sistemas garantizan la reducción de un 75% de las lesiones causadas en los accidentes según el Real Automóvil Club de España (RACE), además se recomienda la utilización

de estos sistemas hasta que el niño cumpla 12 años de edad o mida menos de 1,5 metros, utilizando siempre la silla adecuada conforme a su edad.

#### **1.2.1.4 Bolsas de Aire (Supplemental Restraint System).**

Son unos de los elementos que más han evolucionado dentro de los últimos 15 años, en la actualidad es un elemento muy conocido, estas bolsas se inflan durante una colisión, según Joaquín Vidal estos elementos han demostrado su eficacia en más del 60% de los accidentes.

Su evolución empezó desde las bolsas de aire frontales, luego se crearon las bolsas de aire laterales, las de cortina, y de esta manera se han conseguido diseñar vehículos como el BMW serie 7 de 1995 que se equipó con 10 bolsas de aire estándar; en 1997 Renault diseñó las bolsas de aire frontales posteriores.

Al mismo tiempo que la electrónica abarcaba muchos elementos del automóvil, también lo hizo con los “Air Bags”, en la actualidad las bolsas de aire se inflan en función de la velocidad y la severidad del impacto, incluso existen sensores que detectan si el asiento está vacío para de esta manera evitar que se activen los respectivos Air Bags. Para futuro todavía existe más desarrollo, como por ejemplo, Ford está probando un sistema que detecta las características del ocupante (estatura, peso, etc.), para configurar las características del inflado.

#### **Bolsas de Aire Frontales**

Este tipo de bolsas de aire tienen como objetivo disminuir el riesgo de lesiones craneales, cervicales y torso superiores, mediante la colocación de estos dispositivos en el volante para el conductor y en el tablero para el acompañante, de tal manera que se pueda desplegar completamente para que pueda amortiguar el desplazamiento que sufren los ocupantes de dichas plazas.

El principio de funcionamiento consiste en que la bolsa de aire debe absorber la energía cinética del cuerpo del ocupante; a la bolsa de aire le toma entre 5 y 20 milisegundos activarse, lo hace en impactos frontales de hasta 30° de inclinación con respecto al eje

longitudinal del vehículo y luego del impacto contra el cuerpo del ocupante se desinfla automáticamente.

### Gráfico 1.25 Secuencia de Funcionamiento del Airbag Frontal



Fuente: TODO MECÁNICA, Seguridad Pasiva Elementos Básicos, Internet: <http://www.todomecanica.com/seguridad-pasiva-componentes-basicos.html>, Acceso: 12 - 04 - 2010.

El detonador de las bolsas de aire es un mecanismo de inercia que es a pruebas de fallas en el sistema eléctrico, pero su eficacia depende directamente del uso del cinturón de seguridad, ya que al no tenerlo puesto el impacto contra la bolsa puede causar lesiones graves y su acción es contraproducente.

Aunque las advertencias en vehículos equipados con estos sistemas siempre son visibles y bastante claras, no está de más nombrarlas:

- Siempre usar el cinturón de seguridad
- No colocar en el asiento delantero sillas para niños invertidas (de vista hacia atrás), está comprobada la peligrosidad de las bolsas de aire en este tipo de sillas, a menos que el vehículo cuente con desactivación del Air Bag del acompañante.

### Gráfico 1.26 Consecuencias de la instalación de sillas para niños de vista hacia atrás en el asiento delantero



Fuente: TODO MECÁNICA, Seguridad Pasiva Elementos Básicos, Internet: <http://www.todomecanica.com/seguridad-pasiva-componentes-basicos.html>, Acceso: 12 - 04 - 2010.

### **Bolsas de Aire Laterales**

Estos dispositivos responden a otra configuración de impactos, y son muy importantes por la razón de que en las colisiones laterales existe escasa estructura que pueda absorber la energía de la colisión.

Generalmente son bolsas de aire de aproximadamente 12 litros de capacidad que se colocan en los costados del asiento o en el panel de la puerta (fig. 1.27), principalmente son colocadas para evitar las lesiones en los brazos y caderas de los ocupantes producidas por el choque contra la estructura de la puerta; debido al poco espacio de reacción estas bolsas de aire reaccionan más rápido que las frontales tardando 3 milisegundos en desplegarse.

**Gráfico 1.27 Tipos de Montaje de los Airbags laterales: en las puertas (izquierda) y en los asientos (derecha)**



Fuente: TODO MECÁNICA, Seguridad Pasiva Elementos Básicos, Internet: <http://www.todo-mecanica.com/seguridad-pasiva-componentes-basicos.html>, Acceso: 12 - 04 - 2010.

Según un estudio de Volvo este tipo de bolsas de aire reducen en un 40% las consecuencias graves producidas generalmente en las colisiones laterales. Al igual que en el caso anterior estos dispositivos disminuyen drásticamente sus beneficios si el ocupante no llevan puesto el cinturón de seguridad.

### **Bolsas de Aire para la Cabeza**

Según la configuración del accidente, la presencia de airbags laterales no es suficiente para proteger a los ocupantes de un vehículo, la mayoría de casos la cabeza se encuentra

desprotegida; por esta razón se diseñaron las bolsas de aire para la cabeza, estas mantienen los movimientos de la cabeza controlados, evitando que golpee contra las ventanas o peor aún que se exponga al exterior si las ventanas se llegan a romper o están abiertas.

**Gráfico 1.28 Tipos de Airbag para la Cabeza: Cortina (izquierda) y Tubular (derecha)**



Fuente: TODO MECÁNICA, Seguridad Pasiva Elementos Básicos, Internet: <http://www.todomecanica.com/seguridad-pasiva-componentes-basicos.html>, Acceso: 12 - 04 - 2010.

Las bolsas de aire se ubican en el interior del marco de las ventanas del vehículo, estas pueden ser individuales o en forma de tubo, y de cortina que en este caso protegen todos los ocupantes de un lado del vehículo, cual sea su configuración tienen un tiempo de inflado de 25 milisegundos.

Estas Bolsas de aire muestran todo su potencial en impactos laterales con objetos delgados como un árbol o un poste, donde se produce mayor intrusión en el habitáculo, pudiendo en estos casos marcar la diferencia entre la vida y la muerte, igual que en todo siempre se debe utilizar el cinturón de seguridad.

#### **1.2.1.5 Apoyacabezas Activos**

Este tipo de apoyacabezas fue desarrollado con el fin de disminuir las lesiones provocadas en el cuello de los ocupantes por motivo de impactos posteriores, el objetivo es disminuir la distancia entre la cabeza y el apoyacabezas, de esta manera reducir al máximo el movimiento relativo de la cabeza durante el impacto.

Normalmente los vehículos que cuentan con apoyacabezas convencionales, aseguran el funcionamiento mediante regulaciones en la altura e inclinación del apoyacabezas, pero

esto deja lugar a que el ocupante regule debidamente estas calibraciones para un desempeño razonable.

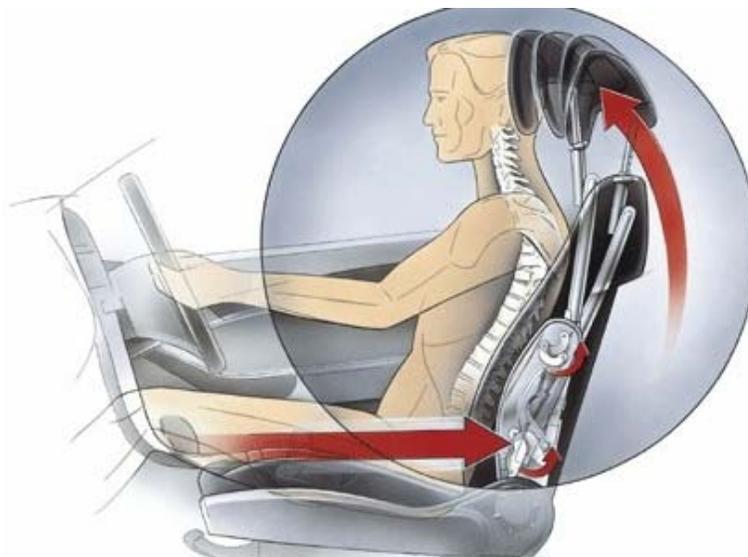
**Gráfico 1.29 Secuencia de Apoyacabezas Activos**



Fuente: TODO MECÁNICA, Seguridad Pasiva Elementos Básicos, Internet: <http://www.todomecanica.com/seguridad-pasiva-componentes-basicos.html>, Acceso: 12 - 04 - 2010.

Los apoyacabezas activos no dejan lugar a una mala regulación, estos dispositivos se activan durante impactos posteriores acercándose automáticamente a la cabeza para evitar el llamado efecto “latigazo”.

**Gráfico 1.30 Apoyacabezas Activo con actuación del Espaldar**



Fuente: RACKSPACE US Inc, Active Head Restraints, Internet: [http://c0378172.cdn.cloudfiles.rackspacecloud.com/1615\\_01.jpg](http://c0378172.cdn.cloudfiles.rackspacecloud.com/1615_01.jpg), Acceso: : 13 - 04 - 2010

Estos diseños varían dependiendo del fabricante, algunos fabricantes logran hacer que el espaldar del asiento actúe también para proteger la columna.

### **1.2.2 Dispositivos de Seguridad Secundaria.**

Estos dispositivos entran en funcionamiento dependiendo de la severidad de la colisión, tienen como función primordial asegurar la integridad de la estructura del habitáculo del vehículo, mediante el control de la energía del impacto para poder disminuir los riesgos de lesiones a los ocupantes del vehículo.

#### **1.2.2.1 Carrocería con Deformación Programada**

Cuando el vehículo se estrella contra un elemento rígido u otro vehículo, este se somete a una violenta desaceleración, toda esta energía se trasmite al habitáculo y por ende a los pasajeros; la carrocería debe tener la capacidad de controlar toda esa energía para evitar condiciones riesgosas para los ocupantes del vehículo.

La carrocería de deformación programada transforma toda esa energía en deformaciones plásticas de elementos de su estructura diseñadas con este fin, también se cuenta con elementos que redireccionan dicha energía a otros sectores de la carrocería menos importantes.

**Gráfico 1.31 Deformación Programada de la Carrocería**



Fuente: TODO MECÁNICA, Seguridad Pasiva Elementos Básicos, Internet: <http://www.todomecanica.com/seguridad-pasiva-componentes-basicos.html>, Acceso: 12 - 04 - 2010.

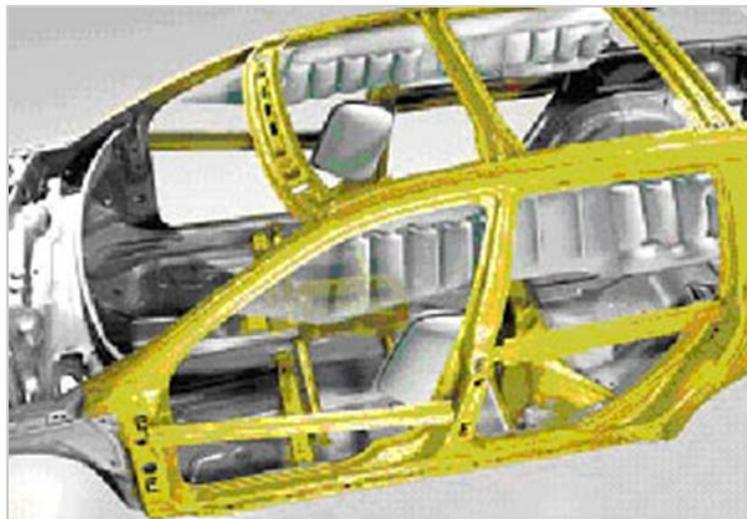
Los lugares deformables generalmente se disponen en las zonas frontales y posteriores del automóvil, debido a que estos lugares cuentan con mayor espacio que permita dicha deformación; en cambio los elementos direccionadores de energía se los ubica en los laterales de vehículo, en estas zonas no es permisible demasiada deformación, por lo tanto se trata de dirigir la energía a lugares como la cajuela o el techo; de esta manera se reduce la magnitud de las aceleraciones a las que se exponen los ocupantes del automóvil, disminuyendo la posibilidad de lesiones en los mismos.

### **1.2.2.2 Habitáculo Indeformable**

Si bien el automóvil está diseñado para deformarse, estas deformaciones son limitadas hacia el compartimiento de pasajeros, el habitáculo de pasajeros se considera como una zona dura del vehículo, el objetivo es mantener la integridad del habitáculo para garantizar el funcionamiento de otros dispositivos de seguridad.

El habitáculo viene a ser como una jaula que se construye alrededor de los ocupantes, es fabricada con aceros de alta resistencia y grandes espesores, la misión es lograr una resistencia elevada, para que en caso de accidentes no exponer los ocupantes a elementos tanto exteriores como interiores.

**Gráfico 1.32 Jaula de Acero del Habitáculo**



Fuente: TODO MECÁNICA, Seguridad Pasiva Elementos Básicos, Internet: <http://www.todomecanica.com/seguridad-pasiva-componentes-basicos.html>, Acceso: 12 - 04 – 2010.

El habitáculo indeformable no es un término absoluto para todos los fabricantes automotrices, es una expresión adoptada para modelos de vehículos que han sido sometidos y aprobados en pruebas con estándares Internacionales.

### **1.2.3 Dispositivos de Seguridad Terciaria.**

El objetivo de estos dispositivos es reducir las consecuencias de los accidentes mediante la protección de los ocupantes a partir del final del accidente en sí, la llamada “Hora de Oro”, esta gama de dispositivos cubren un periodo de tiempo muy importante, desde que el vehículo se haya detenido después del accidente, hasta que las víctimas reciban atención debida.

#### **1.2.3.1 Monitoreo Vehicular.**

Generalmente disponible con otro tipo de servicios de informáticos como celular, ubicación satelital, información de tráfico y clima, etcétera; estos sistemas comparten la información del vehículo mediante una red que sirve de manera importante cuando se ha suscitado un accidente.

Una vez transcurrido el accidente esta red puede determinar automáticamente la ubicación del vehículo y la severidad del accidente, para poder acudir mediante una llamada de auxilio; varios fabricantes prestan este tipo de servicios y los llaman de diferentes formas por ejemplo: BMW lo denomina BMW Connected Drive's, Chevrolet lo designa como Chevy Star, Mercedes - Benz simplemente no le da un nombre.

Muchos países cuentan con una red informática especialmente dirigida a la gestión de tráfico, en la Unión Europea esta red es llamada e-Call, esta red estandariza el servicio para todas las marcas de automóviles, y dependerá de cada marca el modo de funcionamiento y la información que suministra, esta red informática ha reducido de manera espectacular el tiempo de respuesta a los servicios de emergencia, es tan efectivo que se ha reglamentado que todos los vehículos nuevos que se vendan en Europa deben incorporar el sistema e-Call.

**Gráfico 1.33 Funcionamiento de Monitoreo e-Call**

Fuente: E- CALL, Automatischer Notruf nach Verkehrsunfällen, Internet: <http://www.e-call.at/ec/images/e-call-kreislauf.gif>, Acceso: 13 – 04 – 2010.

### 1.2.3.2 Prevenciones Post – Accidente

Cuando se suscita un accidente es muy difícil predecir el estado final de los vehículos, los fabricantes automotrices incorporan un sinnúmero de dispositivos destinados a prevenir situaciones de riesgo que se puedan empeorar las condiciones de los ocupantes; entre los sistemas más comunes podemos nombrar:

- Corte de suministro de combustible después del accidente, el modo de funcionamiento depende del fabricante, el sistema mediante los varios sensores podrá determinar la desactivación adecuada de la alimentación del motor.
- Accionamiento automático de claxon y luces de emergencia, se activa de la misma manera que en el caso anterior, se encienden estos elementos para facilitar la localización del automóvil, o prevenir a otros conductores.
- Desbloqueo de los seguros de las puertas, esta configuración ha sido adoptada para facilitar la evacuación de los ocupantes.

- Mercedes – Benz toma en serio este tema, sus vehículos a mas de realizar las acciones anteriormente dichas, también abre parcialmente las ventanas para garantizar la respiración de los ocupantes, además señalan claramente los puntos de corte de los montantes en el parabrisas y la luneta posterior, para facilitar la labor de los equipos de rescate.

Un punto que vale recalcar sobre este fabricante, es que tiene publicada en su sitio web toda la información necesaria para las labores de rescate, de la mayoría de modelos nuevos y antiguos, para que los propietarios o servicios de rescate puedan acceder; estos documentos están en varios idiomas y muestran de una manera minuciosa, la información que se debe saber de cada detalle del automóvil.

### **1.3 Conclusiones**

Una vez concluido el trabajo del capítulo uno, se ha llegado a determinar las siguientes conclusiones:

- Los sistemas de seguridad analizados en este capítulo permitirá, luego del desarrollo de esta investigación, establecer el mejoramiento de la seguridad de los vehículos SUZUKI GRAND VITARA SZ, HYUNDAI TUCSON y CHEVROLET AVEO.
- Con todos los sistemas investigados, es posible comparar y valorar la calidad del equipamiento de los sistemas de seguridad de los vehículos que se comercializan en el Ecuador.
- Los sistemas de Airbags y ABS deben ser básicos en el equipamiento de un vehículo, porque éstos son indispensables para el funcionamiento de otros sistemas importantes que permiten complementar la seguridad del vehículo, tales como: Control Electrónico de Estabilidad, Control de Tracción, Distribución electrónica de Frenado, Pretensores.
- El uso del cinturón de seguridad es primordial dentro de la seguridad vehicular; la eficiencia de sistemas, como los airbags, dependen directamente del uso éste dispositivo. Cualquier mejora que presenten estos dispositivos pueden llegar a ser contraproducentes al no usar el cinturón de seguridad.

## **CAPITULO II**

### **EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD**

#### **2.1 Equipamiento de los Vehículos**

Está claro que con el paso de los años la tecnología ha avanzado de manera trascendental dentro de la seguridad vehicular, de tal manera que existen dispositivos que pueden atacar a la mayoría de problemas que se puedan presentar los accidentes de tránsito; los vehículos que se fabrican en el mundo son diseñados de tal manera que puedan ser equipados según el mercado en el que se comercializan.

Los vehículos deben presentar ofertas atractivas para los futuros compradores, estas ofertas pueden incluir una infinidad de características de confort, seguridad y lujo, siempre determinadas por factores importantes como son el costo y las necesidades del consumidor, estos factores podrían dar lugar a que se deje de lado inconscientemente a la seguridad vehicular.

Se analiza el equipamiento de los modelos de vehículos más vendidos en el Ecuador en el año 2009, que según la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador son el Suzuki Grand Vitara SZ, Hyundai Tucson y Chevrolet Aveo; de esta manera se podrá formar un criterio de cuan seguros son los vehículos que están saliendo a circular en las calles.

### 2.1.1 Suzuki Grand Vitara SZ

Este automóvil es un Vehículo Deportivo Utilitario (S U V) con ensamblaje nacional, que se comercializa únicamente en modelo de cinco puertas desde el año 2009, con capacidad para cinco pasajeros, es un vehículo bastante popular debido a su amplia gama de precios y prestaciones; su equipamiento varía prácticamente en el tren de rodaje y motorización, sus características se disponen de la siguiente manera:

Tabla 2.1 Equipamiento Suzuki Grand Vitara SZ

	<b>Motor 2.0 L. 4x2 Transmisión Automática</b>	<b>Motor 2.0 L. 4x2 Transmisión Manual</b>	<b>Motor 2.0 L. 4x4 Transmisión Manual</b>	<b>Motor 2.7 L. 4x4 Transmisión Automática</b>	<b>Motor 2.7 L. 4x4 Transmisión Manual</b>
<b>Precio (Inc. IVA)</b>	26 590 \$	24 990 \$	27 590 \$	28 999 \$	29 999 \$
<b>MOTOR</b>					
<b>Inyección de Combustible</b>	Multipunto	Multipunto	Multipunto	Multipunto	Multipunto
<b>Desplazamiento</b>	2000cc.	2000cc	2000cc	2700cc	2700cc
<b>Nro. Cilindros</b>	4 en línea	4 en línea	4 en línea	6 en “V”	6 en “V”
<b>Relación de Compresión</b>	9.5:1	9.5:1	9.5:1	9.5:1	9.5:1
<b>Mecanismo Valvular</b>	DOHC	DOHC	DOHC	DOHC	DOHC
<b>Nro. Válvulas</b>	16	16	16	24	24
<b>Posición</b>	Delantera Longitudinal	Delantera Longitudinal	Delantera Longitudinal	Delantera Longitudinal	Delantera Longitudinal
<b>Potencia (HP @ rpm)</b>	138 @ 6000	138 @ 6000	138 @ 6000	181 @ 6000	181 @ 6000
<b>Torque (Nm @ rpm)</b>	183 @ 4000	183 @ 4000	183 @ 4000	250 @ 4500	250 @ 4500
<b>Transmisión</b>	Automática 4 velocidades,	Manual 5 Velocidades,	Manual 5 Velocidades,	Automática 5 velocidades,	Manual 5 Velocidades,

	<b>Motor 2.0 L. 4x2 Transmisión Automática</b>	<b>Motor 2.0 L. 4x2 Transmisión Manual</b>	<b>Motor 2.0 L. 4x4 Transmisión Manual</b>	<b>Motor 2.7 L. 4x4 Transmisión Automática</b>	<b>Motor 2.7 L. 4x4 Transmisión Manual</b>
	tracción trasera	tracción trasera	tracción permanente 4 ruedas y reductora	tracción permanente 4 ruedas y reductora	tracción permanente 4 ruedas y reductora
<b>CHASIS</b>					
<b>Tipo</b>	Monocasco	Monocasco	Monocasco	Monocasco	Monocasco
<b>Suspensión Delantera</b>	Independiente con resortes helicoidales, Puntales McPherson, barra estabilizadora, amortiguadores de doble acción				
<b>Suspensión Trasera</b>	Independiente con resortes helicoidales Multilink, amortiguadores de doble acción, barra estabilizadora				
<b>Sistema de Frenos Delanteros</b>	Discos Ventilados				
<b>Sistema de Frenos Posteriores</b>	Tambor	Tambor	Tambor	Tambor	Tambor
<b>Freno de Mano</b>	Mecánico sobre ruedas posteriores				
<b>Dirección</b>	Hidráulica de Piñón y Cremallera				

	<b>Motor 2.0 L. 4x2 Transmisión Automática</b>	<b>Motor 2.0 L. 4x2 Transmisión Manual</b>	<b>Motor 2.0 L. 4x4 Transmisión Manual</b>	<b>Motor 2.7 L. 4x4 Transmisión Automática</b>	<b>Motor 2.7 L. 4x4 Transmisión Manual</b>
<b>EQUIPAMIENTO EXTERIOR</b>					
<b>Ganchos Delanteros y Posteriores</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Espejos retrovisores Colapsables</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Limpiaparabrisas Delantero y Posterior</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Neblineros</b>	NO	NO	NO	SI	SI
<b>Parachoques color Carrocería</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Reflectores de Luz Posteriores</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Rieles de Techo</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Aros de Aluminio de 16"</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>EQUIPAMIENTO</b>					
<b>Asiento Posterior Abatible 60/40 y Reclinable</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Panel de Instrumentos con Insertos Cromados</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Tapetes</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Tapizado Asientos Tela</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Timón tres radios</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Aire</b>	SI	SI	SI	SI	SI

	<b>Motor 2.0 L. 4x2 Transmisión Automática</b>	<b>Motor 2.0 L. 4x2 Transmisión Manual</b>	<b>Motor 2.0 L. 4x4 Transmisión Manual</b>	<b>Motor 2.7 L. 4x4 Transmisión Automática</b>	<b>Motor 2.7 L. 4x4 Transmisión Manual</b>
<b>Acondicionado con Climatizador</b>					
<b>Espejos Retrovisores Eléctricos</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Alarma Luces Encendidas</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Apertura Remota Tanque Gasolina</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Asientos delanteros Individuales y Reclinables</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Bandeja Porta Objetos Central</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Bloqueo Central</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Desempañador Posterior</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Cobertor Porta Equipaje</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Compartimento porta herramientas</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Computador Abordo</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Controles de audio en el timón</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Cuentakilómetros digital</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Consola central y de techo</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Vidrios eléctricos</b>	SI	SI	SI	SI	SI

	<b>Motor 2.0 L. 4x2 Transmisión Automática</b>	<b>Motor 2.0 L. 4x2 Transmisión Manual</b>	<b>Motor 2.0 L. 4x4 Transmisión Manual</b>	<b>Motor 2.7 L. 4x4 Transmisión Automática</b>	<b>Motor 2.7 L. 4x4 Transmisión Manual</b>
<b>Lámpara interior tres posiciones</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Lámpara Maletero</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Luces de lectura delanteros</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Mando electrónico del sistema 4WD</b>	NO	NO	SI	SI	SI
<b>Porta vasos Delanteros y Posteriores</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Sistema de Audio AM/FM CD MP3 4 Parlantes</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Volante de Uretano ajustable</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>SEGURIDAD</b>					
<b>Frenos ABS con EBD</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Doble Airbag Frontal Conductor y Pasajero</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Cinturones de seguridad de 3 puntos 5 pasajeros</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>2 Anclajes ISO FIX en asientos posteriores</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Apoyacabezas para 5 pasajeros</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Cinturones</b>	SI	SI	SI	SI	SI

	<b>Motor 2.0 L. 4x2 Transmisión Automática</b>	<b>Motor 2.0 L. 4x2 Transmisión Manual</b>	<b>Motor 2.0 L. 4x4 Transmisión Manual</b>	<b>Motor 2.7 L. 4x4 Transmisión Automática</b>	<b>Motor 2.7 L. 4x4 Transmisión Manual</b>
<b>delanteros con Pretensores y Limitadores de Carga</b>					
<b>Carrocería con Deformación Programada</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Habitáculo de Seguridad Barras Laterales Anti- impacto</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Chevistar (Rastreo Vehicular)</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Espejo Retrovisor Día/Noche</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Columna de Dirección Colapsable</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Seguros de Niños en Puertas Posteriores</b>	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Bloqueo del diferencial eje posterior</b>	NO	NO	SI	SI	SI
<b>Bloqueo de Diferencial Central</b>	NO	NO	SI	SI	SI
<b>Parabrisas Laminado</b>	SI	SI	SI	SI	SI





	2.0L 4x2 T/M	2.0L 4x2 TM SEMIFULL	2.0L 4x2 TM FULL	2.0L 4x2 TA SEMIFULL	2.0L 4x2 TA FULL	2.0L 4x2 TM CRDI FULL	2.0L 4x2 TM CRDI SEMIFULL
<b>Frenos Delanteros</b>	Ventilados						
<b>Sistema de Frenos Posteriores</b>	Tambor	Tambor	Discos Ventilados	Tambor	Discos Ventilados	Tambor	Tambor
<b>Freno de Mano</b>	Mecánico sobre ruedas posteriores						
<b>Dirección</b>	Hidráulica de Piñón y Cremallera						
<b>EQUIPAMIENTO EXTERIOR</b>							
<b>Ganchos Delanteros y Posteriores</b>	SI						
<b>Espejos retrovisores Colapsables</b>	SI						
<b>Limpiaparabrisas Delantero y Posterior</b>	SI						
<b>Neblineros</b>	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO
<b>Parachoques color Carrocería</b>	SI						
<b>Reflectores de Luz Posteriores</b>	SI						
<b>Rieles de Techo</b>	SI						

	2.0L 4x2 T/M	2.0L 4x2 TM SEMIFULL	2.0L 4x2 TM FULL	2.0L 4x2 TA SEMIFULL	2.0L 4x2 TA FULL	2.0L 4x2 TM CRDI FULL	2.0L 4x2 TM CRDI SEMIFULL
<b>Aros de Aluminio de 16"</b>	SI	SI			SI	SI	SI
<b>EQUIPAMIENTO</b>							
<b>Asiento Posterior Abatible 60/40 y Reclinable</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Tapetes</b>	SI	SI			SI	SI	SI
<b>Tapizado Asientos Tela</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Timón tres radios</b>	SI	SI			SI	SI	SI
<b>Aire Acondicionado con Climatizador</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Espejos Retrovisores eléctricos</b>	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO
<b>Alarma Luces Encendidas</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Apertura Remota Tanque Gasolina</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Asientos delanteros Individuales y Reclinables</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

	2.0L 4x2 T/M	2.0L 4x2 TM SEMIFULL	2.0L 4x2 TM FULL	2.0L 4x2 TA SEMIFULL	2.0L 4x2 TA FULL	2.0L 4x2 TM CRDI FULL	2.0L 4x2 TM CRDI SEMIFULL
<b>Bandeja Porta Objetos Central</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Bloqueo Central</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Desempeñador Posterior</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Cobertor Porta Equipaje</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Compartimento porta herramientas</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Computador Abordo</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Controles de audio en el timón</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Cuentakilómetros digital</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Consola central y de techo</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Vidrios eléctricos</b>	SI	SI			SI	SI	SI
<b>Lámpara interior tres posiciones</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Lámpara Maletero</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

	2.0L 4x2 T/M	2.0L 4x2 TM SEMIFULL	2.0L 4x2 TM FULL	2.0L 4x2 TA SEMIFULL	2.0L 4x2 TA FULL	2.0L 4x2 TM CRDI FULL	2.0L 4x2 TM CRDI SEMIFULL
<b>Luces de lectura delanteros</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Porta vasos Delanteros y Posteriores</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Sistema de Audio AM/FM CD 4 Parlantes</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Volante de Uretano ajustable</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>SEGURIDAD</b>							
<b>Frenos ABS con EBD</b>	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO
<b>Doble Airbag Frontal Conductor y Pasajero</b>	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO
<b>Cinturones de seguridad de 3 pasajeros delanteros</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Cinturones de Seguridad posteriores, 3 puntos externos y 2 puntos central</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

	2.0L 4x2 T/M	2.0L 4x2 TM SEMIFULL	2.0L 4x2 TM FULL	2.0L 4x2 TA SEMIFULL	2.0L 4x2 TA FULL	2.0L 4x2 TM CRDI FULL	2.0L 4x2 TM CRDI SEMIFULL
<b>2 Anclajes ISO FIX en asientos posteriores</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Apoyacabezas para 5 pasajeros</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Cinturones delanteros con Pretensores y Limitadores de Carga</b>	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO
<b>Carrocería con Deformación Programada</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Habitáculo de Seguridad Barras Laterales Anti-impacto</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Rastreo Vehicular</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Espejo Retrovisor Día/Noche</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Columna de Dirección Colapsable</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Seguros de</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

	<b>2.0L 4x2 T/M</b>	<b>2.0L 4x2 TM SEMIFULL</b>	<b>2.0L 4x2 TM FULL</b>	<b>2.0L 4x2 TA SEMIFULL</b>	<b>2.0L 4x2 TA FULL</b>	<b>2.0L 4x2 TM CRDI FULL</b>	<b>2.0L 4x2 TM CRDI SEMIFULL</b>
<b>Niños en Puertas Posteriores</b>							
<b>Parabrisas Laminado</b>	SI	SI			SI	SI	SI

### 2.1.3 Chevrolet Aveo

Es un auto compacto pequeño de ensamblaje nacional, muy popular por su precio y bajo consumo de combustible; este modelo se comercializa desde el año 2006 en dos tipos de carrocería: Sedán y Hatchback, cada una tiene sus variantes que se equipan de la siguiente manera:

Tabla 2.3 Equipamiento Chevrolet Aveo

	<b>Family Sedán STD 1.5</b>	<b>Family Sedán 1.5 A/C</b>	<b>Activo Hatchback STD 1.6</b>	<b>Activo Hatchback 1.6 A/C</b>	<b>Activo Sedán STD 1.6</b>	<b>Activo Sedán 1.6 A/C</b>
<b>Precio (Inc. IVA)</b>	12 590 \$	13 290 \$	13 380 \$	14 080 \$	13 980 \$	14 680 \$
<b>MOTOR</b>						
<b>Inyección de Combustible</b>	Multipunto	Multipunto	Multipunto	Multipunto	Multipunto	Multipunto
<b>Desplazamiento</b>	1500cc.	1500cc.	1600cc.	1600cc	1600cc	1600cc
<b>Nro. Cilindros</b>	4 en línea					
<b>Relación de Compresión</b>	9.5:1	9.5:1	9.5:1	9.5:1	9.5:1	9.5:1
<b>Mecanismo Valvular</b>	SOHC	SOHC	DOHC	DOHC	DOHC	DOHC
<b>Nro. Válvulas</b>	12	12	16	16	16	24
<b>Posición</b>	Delantera Transversal	Delantera Transversal	Delantera Transversal	Delantera Transversal	Delantera Transversal	Delantera Transversal
<b>Potencia (HP @ rpm)</b>	86 @ 5600	103 @ 5600	103 @ 6000	103 @ 6000	103 @ 6000	103 @ 6000
<b>Torque (Nm @ rpm)</b>	127 @ 3000	127 @ 3000	145 @ 3600	145 @ 3600	145 @ 3600	145 @ 3600
<b>Transmisión</b>	Manual 5 Velocidades, tracción delantera					
<b>CHASIS</b>						

	<b>Family Sedán STD 1.5</b>	<b>Family Sedán 1.5 A/C</b>	<b>Activo Hatchback STD 1.6</b>	<b>Activo Hatchback 1.6 A/C</b>	<b>Activo Sedán STD 1.6</b>	<b>Activo Sedán 1.6 A/C</b>
<b>Tipo</b>	Monocasco	Monocasco	Monocasco	Monocasco	Monocasco	Monocasco
<b>Suspensión Delantera</b>	Independiente con resortes helicoidales, Puntales McPherson, barra estabilizadora, amortiguadores de doble acción					
<b>Suspensión Trasera</b>	Eje semirrígido de torsión, amortiguadores de doble acción					
<b>Sistema de Frenos Delanteros</b>	Discos Ventilados	Discos Ventilados	Discos Ventilados	Discos Ventilados	Discos Ventilados	Discos Ventilados
<b>Sistema de Frenos Posteriores</b>	Tambor	Tambor	Tambor	Tambor	Tambor	Tambor
<b>Freno de Mano</b>	Mecánico sobre ruedas posteriores					
<b>Dirección</b>	Mecánica de Piñón y Cremallera	Mecánica de Piñón y Cremallera	Hidráulica de Piñón y Cremallera	Hidráulica de Piñón y Cremallera	Hidráulica de Piñón y Cremallera	Hidráulica de Piñón y Cremallera
<b>EQUIPAMIENTO EXTERIOR</b>						
<b>Ganchos Delanteros y Posteriores</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI

	<b>Family Sedán STD 1.5</b>	<b>Family Sedán 1.5 A/C</b>	<b>Activo Hatchback STD 1.6</b>	<b>Activo Hatchback 1.6 A/C</b>	<b>Activo Sedán STD 1.6</b>	<b>Activo Sedán 1.6 A/C</b>
<b>Espejos retrovisores Colapsables</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Limpia - parabrisas Posterior</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Neblineros</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Parachoques color Carrocería</b>	NO	NO	SI	SI	SI	SI
<b>Reflectores de Luz Posteriores</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Rieles de Techo</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Aros de Acero 14" con tapacubos</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>EQUIPAMIENTO</b>						
<b>Asiento Posterior Abatible 60/40</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Tapetes</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Tapizado Asientos Tela</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Timón tres radios</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Aire Acondicionado</b>	NO	SI	NO	SI	NO	SI
<b>Alarma Luces Encendidas</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Apertura Remota Tanque Gasolina</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Asientos delanteros</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI

	<b>Family Sedán STD 1.5</b>	<b>Family Sedán 1.5 A/C</b>	<b>Activo Hatchback STD 1.6</b>	<b>Activo Hatchback 1.6 A/C</b>	<b>Activo Sedán STD 1.6</b>	<b>Activo Sedán 1.6 A/C</b>
<b>Individuales y Reclinables</b>						
<b>Bandeja Porta Objetos Central</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Bloqueo Central</b>	NO	NO	SI	SI	SI	SI
<b>Desempañador Posterior</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Cobertor Porta Equipaje</b>	NO	NO	SI	SI	NO	NO
<b>Compartimento porta herramientas</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Computador Abordo</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Controles de audio en el timón</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Cuentakilómetros digital</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Vidrios eléctricos delanteros</b>	NO	NO	SI	SI	SI	SI
<b>Lámpara interior tres posiciones</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Lámpara Maletero</b>	SI	SI	NO	NO	SI	SI
<b>Luces de lectura delanteros</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Porta vasos Delanteros y Posteriores</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Sistema de Audio AM/FM CD MP3</b>	Radio AM/FM 4 Parlantes	Radio AM/FM 4 Parlantes	SI	SI	SI	SI

	<b>Family Sedán STD 1.5</b>	<b>Family Sedán 1.5 A/C</b>	<b>Activo Hatchback STD 1.6</b>	<b>Activo Hatchback 1.6 A/C</b>	<b>Activo Sedán STD 1.6</b>	<b>Activo Sedán 1.6 A/C</b>
<b>4 Parlantes</b>						
<b>Volante de Altura ajustable</b>	NO	NO	SI	SI	SI	SI
<b>SEGURIDAD</b>						
<b>Frenos ABS con EBD</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Airbag Frontal Conductor</b>	NO	NO	SI	SI	SI	SI
<b>Cinturones de seguridad de 3 puntos delanteros</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Cinturones de seguridad posteriores de 3 puntos en los extremos y 2 en el centro</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>2 Anclajes ISO FIX en asientos posteriores</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Cinturones delanteros con Pretensores y Limitadores de Carga</b>	NO	NO	SI	SI	SI	SI
<b>Carrocería con Deformación Programada</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Habitáculo de Seguridad Barras</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI

	<b>Family Sedán STD 1.5</b>	<b>Family Sedán 1.5 A/C</b>	<b>Activo Hatchback STD 1.6</b>	<b>Activo Hatchback 1.6 A/C</b>	<b>Activo Sedán STD 1.6</b>	<b>Activo Sedán 1.6 A/C</b>
<b>Laterales Anti- impacto</b>						
<b>Chevistar (Rastreo Vehicular)</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Espejo Retrovisor Día/Noche</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Columna de Dirección Colapsable</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Seguros de Niños en Puertas Posteriores</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Parabrisas Laminado</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI

## **2.2 Pruebas de Seguridad**

Existen organismos a nivel mundial que realizan pruebas de seguridad a los vehículos, uno de los más importantes es el EURO-NCAP (European New Car Assessment Programme), este programa ha realizado pruebas de seguridad a la mayoría de vehículos vendidos en Europa, entre ellos el Suzuki Grand Vitara SZ, Hyundai Tucson, Chevrolet Aveo, modelos de vehículos comprendidos en el estudio.

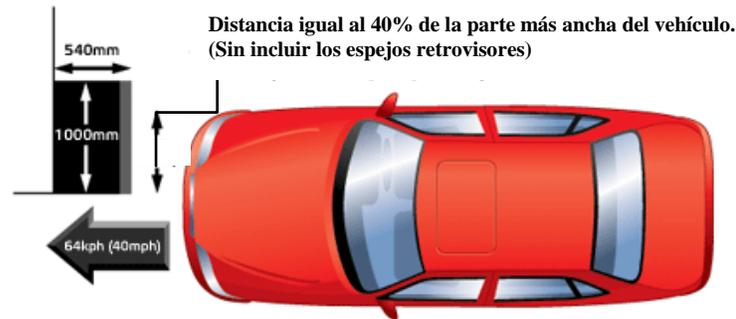
Las pruebas de choques para los vehículos estudiados tienen tres valoraciones debido a que estos modelos fueron analizados antes del año 2009: protección de ocupantes adultos, niños y protección de peatones; para la protección de ocupantes adultos y niños se lleva a cabo tres pruebas: de impacto frontal, lateral y lateral de poste, con excepción del Chevrolet Aveo que no realizó la tercera. Aparte se lleva a cabo un conjunto diferente de pruebas para valorar la protección de peatones.

Las pruebas actuales que realiza este organismo son más complejas, como por ejemplo se contemplan pruebas en los asientos para el efecto latigazo en el cuello de los ocupantes, también se realiza una prueba dinámica en la que se califica el desempeño del Programa Electrónico de Estabilidad; la normativa actual representa un análisis mas complejo, el cual no fue aplicado en los modelos estudiados por el año en el que se introdujeron a este mercado.

### **2.2.1 Prueba de Impacto Frontal**

La prueba de impacto frontal se lleva a cabo a una velocidad de 64 Km/h, en la cual el vehículo choca contra una barrera deformable según se indica en la figura 2.1.

**Gráfico 2.1 Prueba de Impacto Frontal**

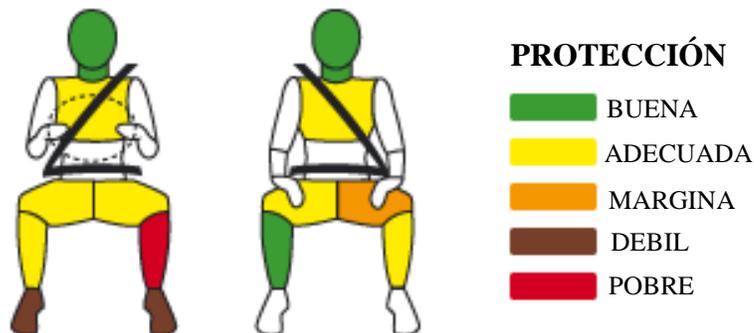


Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

La barrera es de aluminio con estructura de panal de abeja. El impacto trata de representar un choque frontal con otro vehículo de masa similar, el tipo de accidente de carretera más frecuente; como los choques frontales implican daños solo en la parte frontal, la prueba simula un choque entre vehículos frontal excéntrico al lado del conductor, por esta razón en la prueba se considera el 40% del ancho del vehículo en la barrera; la barrera es deformable para respetar la naturaleza deformable de los automóviles. Esta prueba es severa y el vehículo debe sobrepasar sin ningún tipo de intrusión en el habitáculo de pasajeros.

Los maniqués delanteros son adultos y sus lecturas sirven para evaluar la protección de ocupantes adultos de la siguiente manera (figura2.2).

**Gráfico 2.2 Zonas de Evaluación de Protección de Adultos**



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

Con respecto a la protección para niños se ha incentivado a los fabricantes a asumir la responsabilidad de la protección para niños mediante el equipamiento de instalaciones adecuadas para la retención infantil, muchos usuarios de sistemas de retención infantil fallan al colocar el dispositivo de una manera segura en el automóvil; se ha estimulado el mejoramiento de los diseños así como la disposición de anclajes ISO FIX. ISO FIX provee un mejor método de fijación y una retención más segura, además suministra una seguridad adicional para evitar la rotación del implemento, que se genera por la compresión del cojín del asiento y como consecuencia el rebote, existen sistemas mejorados que tienen menos probabilidad de soltar al niño en el interior del coche, mientras que atenúan las fuerzas del sistema de retención.

En las pruebas frontal y lateral se montan maniqués en la parte trasera que representan niños de 1 ½ y 3 años de edad con el tipo de retención infantil recomendada por el fabricante del automóvil; la calificación no solo depende del desenvolvimiento dinámico que presente la silla de niño en las pruebas, también depende de las instrucciones para el anclaje del dispositivo, etiquetas de advertencia de las bolsas de aire y la habilidad del automóvil para acomodarse a la seguridad de la retención infantil.

La bolsa de aire del volante es un elemento principal del sistema de retención del vehículo, tendrán mejor calificación los diseños que otorgan un soporte estable a la cabeza del conductor, la cual esta no debe chocar y salirse. Como ya se mencionó en el capítulo anterior el sistema de retención del automóvil trasmite las fuerzas de deceleración hacia los ocupantes, por esta razón también se incentiva la adopción de cinturones de seguridad con pretensores y limitadores de carga, los airbags de doble fase, ya que de esta manera se atenúan las fuerzas que se transmiten a los ocupantes.

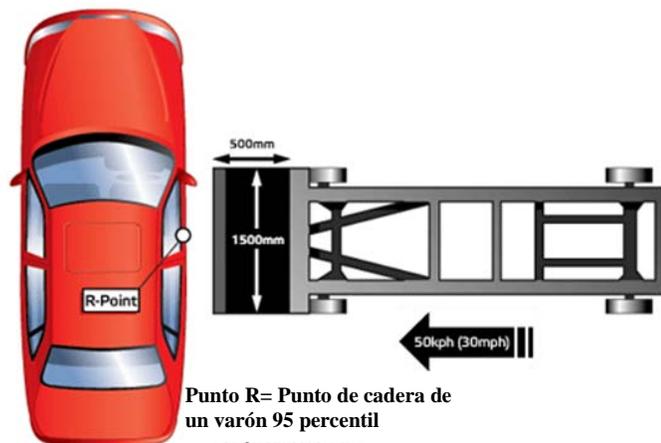
El sistema de retención de la mayoría de vehículos no puede impedir los impactos en las rodillas de los pasajeros delanteros que se transfieren a través del salpicadero; también se incentiva la eliminación de estructuras que pueden generar riesgos en las rodillas de dichos pasajeros, las fuerzas elevadas en las rodillas pueden generar daños en las mismas, pero estas fuerzas se pueden transmitir hacia el muslo, la articulación de la cadera y la pelvis; dichas cargas en estas partes del cuerpo pueden provocar lesiones graves, a largo plazo e incluso pueden llegar a ser discapacitantes.

En los diseños actuales no existe posibilidad de evitar que los pies de los ocupantes golpeen contra el reposapiés; se estimula los diseños que reducen la intrusión para el reposapiés y el mejor control del desplazamiento de los pedales.

### 2.2.2 Prueba de Impacto Lateral

Los impactos laterales son el segundo tipo de accidente más importante, este tipo de accidentes se simula mediante una barrera deformable móvil que impacta la puerta del conductor a 50 Km/h; la prueba se evalúa a través de un maniquí de impacto lateral situado en el asiento del conductor.

**Gráfico 2.3 Prueba de Impacto Lateral**



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet: <http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

A pesar de que es difícil juzgar el nivel de protección otorgada basándose en la extensión de la intrusión, el control de cómo el lateral del carro se introduce es muy importante, a través Euro – NCAP se han visto grandes avances en el desenvolvimiento en los impactos laterales, el equipamiento de bolsas de aire laterales ha ayudado bastante y en la actualidad son comunes los vehículos equipados con estos dispositivos.

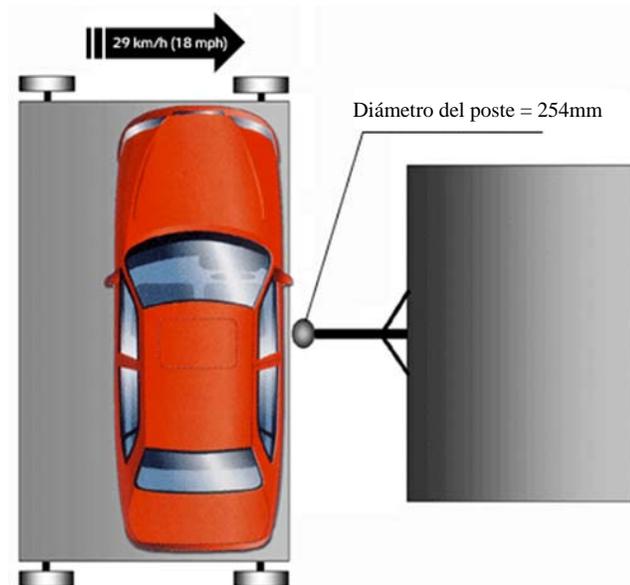
### 2.2.3 Prueba de Impacto Lateral de Poste

Los patrones de accidentes varían de país en país, pero aproximadamente un cuarto de los accidentes fatales ocurren en accidentes de impacto lateral, muchos de estos eventos

sucedan cuando un vehículo impacta a un lado de otro vehículo, o también objetos delgados fijos como postes o árboles.

Con el fin de incentivar a los constructores de equipar dispositivos de protección de la cabeza, esta prueba puede ser realizada en el lugar donde estén provistas dichas características de seguridad. Las bolsas de aire protectoras de cabeza o de cortina ayudan a proteger la cabeza y el torso superior, proporcionando un efecto acolchado evitando que la cabeza salga a través de la abertura de la ventana. En la prueba el vehículo a probar es impulsado lateralmente a 29 Km/h hacia un poste fijo, el poste es relativamente delgado para una mayor penetración en el lado del carro.

**Gráfico 2.4 Prueba de Impacto Lateral de Poste**



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

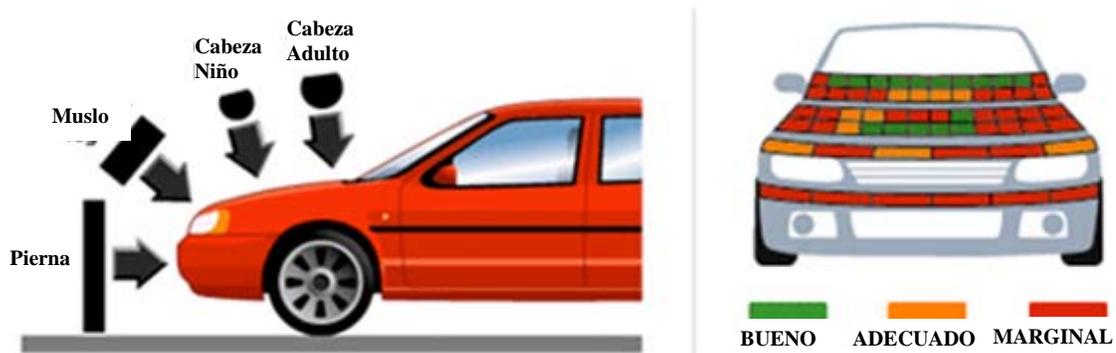
En el impacto sin bolsas de aire protectoras de cabeza, la cabeza del conductor puede golpear el poste con fuerza suficiente para causar una lesión mortal; normalmente es posible un Índice de Traumatismo Cerebral (siglas en inglés HIC) de 5000, cinco veces más de lo que indica una posibilidad de lesión craneal grave; en cambio, el Índice de Traumatismo Cerebral obtenido en las pruebas con sistemas nuevos de bolsas de aire protectoras de cabeza es de 100 a 300, muy por debajo del valor de referencia de lesión,

estos sistemas hacen que este tipo de accidentes sean sobrevivibles a pesar de su severidad.

#### 2.2.4 Protección de Peatones

Se llevan a cabo una serie de pruebas para replicar los accidentes con peatones adultos y niños, para los cuales los impactos se los realiza a una velocidad de 40Km/h; los puntos de impacto son calificados como: bueno, adecuado y marginal según indica la figura 2.5. Esta como las otras pruebas son basadas en las normas del Comité Europeo de Mejoramiento de la Seguridad Vehicular (siglas en inglés E.E.V.C.).

**Gráfico 2.5 Protección de Peatones**



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

Resulta difícil evaluar la protección de los peatones con un maniquí completo, por la razón que aunque las lecturas del impacto de la defensa contra las piernas si se pueden obtener, seguidamente la cabeza del maniquí se descontrola y se destroza en el impacto; para resolver el problema se usan pruebas de componentes individuales, unas piernas de ensayo evalúan la protección ofrecida a las piernas por parte del parachoques, un muslo de ensayo evalúa el borde del capó y unas cabezas de ensayo de adulto y niño evalúan la parte superior del capó.

La protección a los peatones puede ser mejorada mediante parachoques menos agresivos, los cuales se deforman cuando golpean contra las piernas de un transeúnte, la protección es aún mejor cuando el golpe está situado lo más bajo posible, lejos de la rodilla, de esta manera la fuerza del impacto se distribuye a lo largo de la pierna; el

borde del capó puede otorgar mejor protección mediante la eliminación de estructuras innecesariamente rígidas; para proteger debidamente la cabeza, la parte superior del capó debe flexionarse, debe tener el suficiente espacio con los elementos fijos debajo de él, para que estos no detengan la deformación del capó.

### 2.2.5 Resultados de las Pruebas

#### SUZUKI GRAND VITARA SZ

	CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
Adultos	★★★★☆	30
Niños	★★★★☆	27
Peatonos	★★★☆☆	19

- **Protección de Pasajeros Adultos**

Gráfico 2.6



Impacto Frontal Conductor



Impacto Frontal Acompañante



Impacto Lateral Conductor

Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

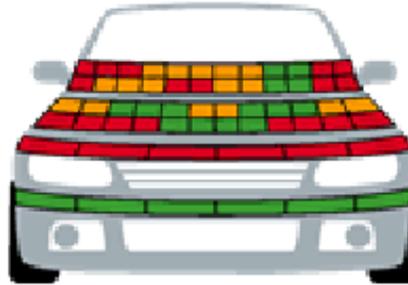
- **Retención Infantil**

Niño de 18 meses de edad: Britax – Römer Duo Plus, ISO FIX, Posición frontal.

Niño de 3 años de edad: Britax – Römer Duo Plus, ISO FIX, Posición frontal.

- **Protección a Peatones**

Gráfico 2.7



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

La defensa otorga la máxima protección para las piernas, lastimosamente el borde del capó presta muy escasa protección, el capó resulta no se homogéneo en la protección de la cabeza.

- **Seguridad del Vehículo de Prueba**

Pretensores en los cinturones de seguridad delanteros	<input checked="" type="checkbox"/>
Limitadores de carga en los cinturones de seguridad delanteros	<input checked="" type="checkbox"/>
Bolsa de aire frontal para el conductor	<input checked="" type="checkbox"/>
Bolsa de aire frontal para el acompañante delantero	<input checked="" type="checkbox"/>
Bolsas de aire laterales	<input checked="" type="checkbox"/>
Bolsas de aire para la cabeza	<input checked="" type="checkbox"/>
Bolsas de aire de rodilla para el conductor	<input type="checkbox"/>
ISO FIX delanteros	<input type="checkbox"/>
ISO FIX posteriores	<input checked="" type="checkbox"/>

- **Imágenes**

## **IMPACTO FRONTAL**

Gráfico 2.8



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

## **Gráfico 2.9 Reposapiés Delantero**



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

En esta prueba se destaca el buen funcionamiento del airbag del conductor, otorga un buen soporte y logra evitar que la cabeza del conductor golpee y rebote fuera del volante; existieron puntos de suelda que se separaron y crearon una deformación considerable en el reposapiés del conductor, poniendo en riesgo las piernas y tobillos, en este caso del maniquí; igualmente las estructuras del tablero presentaron riesgos para los muslos y rodillas para el conductor y acompañante.

## IMPACTO LATERAL

**Gráfico 2.10 Prueba de Impacto Lateral de Poste**



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

**Gráfico 2.11 Prueba de Impacto Lateral**



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

El desempeño de este vehículo en estas pruebas es impecable, logra obtener las máximas calificaciones en impacto lateral y de poste; como se puede observar logra mantener el habitáculo a salvo, se puede observar que la protección otorgada por los airbags laterales es indispensable especialmente en la prueba de poste.

## PROTECCIÓN PARA NIÑOS

Gráfico 2.12



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

El airbag del acompañante delantero no puede ser desactivado, así que la posibilidad de montar una silla para niño de vista hacia atrás en este lugar es nula, pero las advertencias son claras y visibles aunque no estén en muchas lenguas, tiene anclajes ISO FIX pero los puntos de enganche superiores no son claramente marcados, motivo por lo que su calificación es afectada, a pesar de que la protección otorgada es buena.

### HYUNDAI TUCSON

	CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
Adultos	★★★★☆	29
Niños	★★★☆☆	32
Peatones	★☆☆☆☆	4

- **Protección de Pasajeros Adultos**

Gráfico 2.13



Impacto Frontal Conductor



Impacto Frontal Acompañante



Impacto Lateral Conductor

Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

- **Retención Infantil**

Niño de 18 meses de edad: Britax – Römer Baby Safe Plus, ISO FIX, Posición hacia atrás.

Niño de 3 años de edad: Britax – Römer Duo Plus, ISO FIX, Posición frontal.

- **Protección a Peatones**

Gráfico 2.14



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

La protección otorgada por este vehículo a los peatones es muy mala, ni la defensa así como el capó presta protecciones incluso a peatones niños.

- **Seguridad del Vehículo de Prueba**

Pretensores en los cinturones de seguridad delanteros



Limitadores de carga en los cinturones de seguridad delanteros



Bolsa de aire frontal para el conductor



Bolsa de aire frontal para el acompañante delantero	<input checked="" type="checkbox"/>
Bolsas de aire laterales	<input checked="" type="checkbox"/>
Bolsas de aire para la cabeza	<input checked="" type="checkbox"/>
Bolsas de aire de rodilla para el conductor	<input type="checkbox"/>
ISO FIX delanteros	<input type="checkbox"/>
ISO FIX posteriores	<input checked="" type="checkbox"/>

### IMPACTO FRONTAL

Gráfico 2.15



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

### Gráfico 2.16 Reposapiés Delantero



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

En esta prueba resalta el riesgo que presenta la estructura del tablero para las rodillas y fémures tanto del conductor como del acompañante.

## IMPACTO LATERAL

**Gráfico 2.17 Prueba de Impacto Lateral de Poste**



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

**Gráfico 2.18 Prueba de Impacto Lateral**



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

Este vehículo da un excelente desempeño en estas pruebas, logra obtener la máxima calificación, igualmente este vehículo destaca los beneficios de los airbags laterales, especialmente en la prueba de poste.

## PROTECCIÓN PARA NIÑOS

Gráfico 2.19



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

Al igual que en el modelo anterior la silla de orientación hacia atrás no debe ser usada en el asiento delantero, pero la etiqueta de advertencia para no usar este tipo de sillas en este asiento no cumple con los requerimientos y afectó su calificación, a pesar de esto otorga una buena protección para los niños.

## CHEVROLET AVEO

Vale recalcar que este vehículo no fue sometido a la prueba de impacto lateral de poste por no poseer dispositivos de protección lateral.

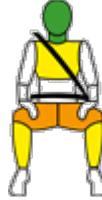
	CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
Adultos	★ ★ ★ ☆ ☆	17
Niños	★ ★ ★ ☆ ☆	26
Peatones	★ ★ ☆ ☆	11

- **Protección de Pasajeros Adultos**

Figura 2.20



Impacto Frontal Conductor



Impacto Frontal Acompañante



Impacto Lateral Conductor

Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

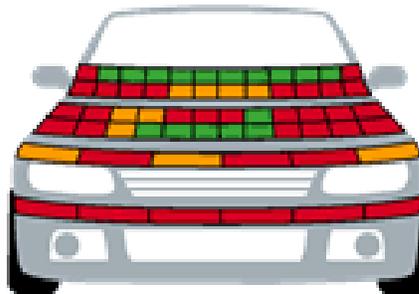
- **Retención Infantil**

Niño de 18 meses de edad: Britax – Römer Cosy-Tot, ISO FIX, Posición hacia atrás.

Niño de 3 años de edad: Britax – Römer Duo Plus, ISO FIX, Posición frontal.

- **Protección a Peatones**

Gráfico 2.21



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

La protección otorgada por este vehículo es muy pobre, los puntos que protegen a los peatones son muy escasos, a pesar de su tamaño da menor protección que el Suzuki Grand Vitara SZ.

- **Seguridad del Vehículo de Prueba**

Pretensores en los cinturones de seguridad delanteros



Limitadores de carga en los cinturones de seguridad delanteros	<input checked="" type="checkbox"/>
Bolsa de aire frontal para el conductor	<input checked="" type="checkbox"/>
Bolsa de aire frontal para el acompañante delantero	<input checked="" type="checkbox"/>
Bolsas de aire laterales	<input type="checkbox"/>
Bolsas de aire para la cabeza	<input type="checkbox"/>
Bolsas de aire de rodilla para el conductor	<input type="checkbox"/>
ISO FIX delanteros	<input type="checkbox"/>
ISO FIX posteriores	<input checked="" type="checkbox"/>

### IMPACTO FRONTAL

Gráfico 2.22



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

### Gráfico 2.23 Zona del Conductor



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

Esta prueba reveló muchos puntos débiles de este auto, primeramente la bolsa de aire del conductor no otorgó el soporte necesario, haciendo que la cabeza golpee contra el marco en la parte superior del volante, la parte inferior del volante fue deformada debido al golpe contra el pecho; las grietas alrededor de la puerta del conductor demuestran que la jaula del habitáculo fue sobrecargada, y que no habría soportado un impacto más severo; las estructuras del tablero representan riesgos a las rodillas y fémures tanto del conductor como del pasajero.

### **IMPACTO LATERAL**

Gráfico 2.24



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

La estructura de la jaula del habitáculo es muy pobre, los maniquís resultan muy afectados en esta prueba.

### **PROTECCIÓN PARA NIÑOS**

Gráfico 2.25



Fuente: EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet:  
<http://www.euroncap.com>, Acceso: 31-03-2010.

La cabeza del maniquí del niño de 3 años de edad se movió 550 milímetros en la prueba de impacto frontal, lo que la ubicó en una posición vulnerable al contacto con otros elementos del interior del vehículo, al igual que en los modelos anteriores la silla de vista hacia atrás no puede ser usada en el asiento delantero por la razón que no se puede desactivar la bolsa de aire del pasajero; los anclajes ISO FIX en los asientos posteriores no son marcados de una manera suficientemente clara.

### **2.3 Conclusiones**

- Los resultados de las pruebas de impacto demuestran que los vehículos SUZUKI GRAND VITARA SZ y HYUNDAI TUCSON logran un buen desempeño en las colisiones; no así, el CHEVROLET AVEO que presenta objeciones, especialmente en la estructura del habitáculo y las protecciones contra colisiones laterales.
- Los vehículos SUZUKI GRAND VITARA SZ, HYUNDAI TUCSON Y CHEVROLET AVEO, que son sometidos a pruebas Euro NCAP, presentan un equipamiento superior respecto a sus versiones comercializadas en el Ecuador; el desempeño de estas versiones en una colisión vehicular, será notoriamente inferior.
- Las pruebas de impacto realizadas, destacan la importancia de los airbags laterales; sin embargo, el equipamiento de los vehículos analizados no ofrece estas protecciones en ninguna de sus versiones comercializadas en el Ecuador.
- El equipamiento del vehículo SUZUKI GRAND VITARA SZ representa un interés en la seguridad, porque cuenta con todos sus dispositivos de seguridad de serie; además, disponer de cinturones de seguridad de 3 puntos para todos los ocupantes.
- El HYUNDAI TUCSON, no presenta dispositivos de seguridad en la versión estándar; los sistemas de seguridad, van apareciendo según el costo de sus versiones, involucrando aspectos de lujo en lo referente a la seguridad.
- Las 2 versiones más sencillas del CHEVROLET AVEO, se diferencian del resto, por que no cuentan con el único airbag que se ofrece en este modelo; está claro, que la seguridad en este vehículo, no es relevante; sus versiones se establecen

básicamente por el tipo de carrocería y por aspectos estéticos; su equipamiento está determinado por el costo, sumándose a esto, sus bajas calificaciones dentro de las pruebas de impacto.

- Los vehículos SUZUKI GRAND VITARA SZ y CHEVROELT AVEO, en Ecuador, cuentan con un equipamiento de rastreo vehicular, dispositivo de fundamental importancia en situaciones de emergencia, luego de accidentes.

### **CAPITULO III**

#### **ACCIDENTALIDAD EN LOJA**

El tráfico vehicular es un fenómeno importante dentro de la sociedad, es muy conocido y fácilmente constatable si se observan las calles de una ciudad; el uso del automóvil está vinculado a razones sociales de necesidad de un práctico sistema de locomoción, esto ha creado una sociedad dependiente del automotor, como su principal sistema de transporte. El uso ascendente del automóvil, se debe indudablemente a sus beneficios, no se encuentra exento de problemas derivados como: contaminación, disminución de espacio, accidentes de tránsito; y, a la necesidad de encontrar solución.

Sin duda, el problema más importante son los accidentes de tránsito, en las sociedades modernas ya se los considera como uno de los mayores problemas de salud pública, y resulta indispensable el estudio de esta problemática, a fin de establecer lineamientos que posibiliten fortalecer la seguridad vial.

La magnitud de esta problemática es grande, por cuanto implica al ser humano y a la sociedad en general, causada por la eclosión masiva de la industria automotriz, generado efectos negativos, lo que ha conllevado al incremento progresivo del número de muertos y heridos; además, de altos costes económicos

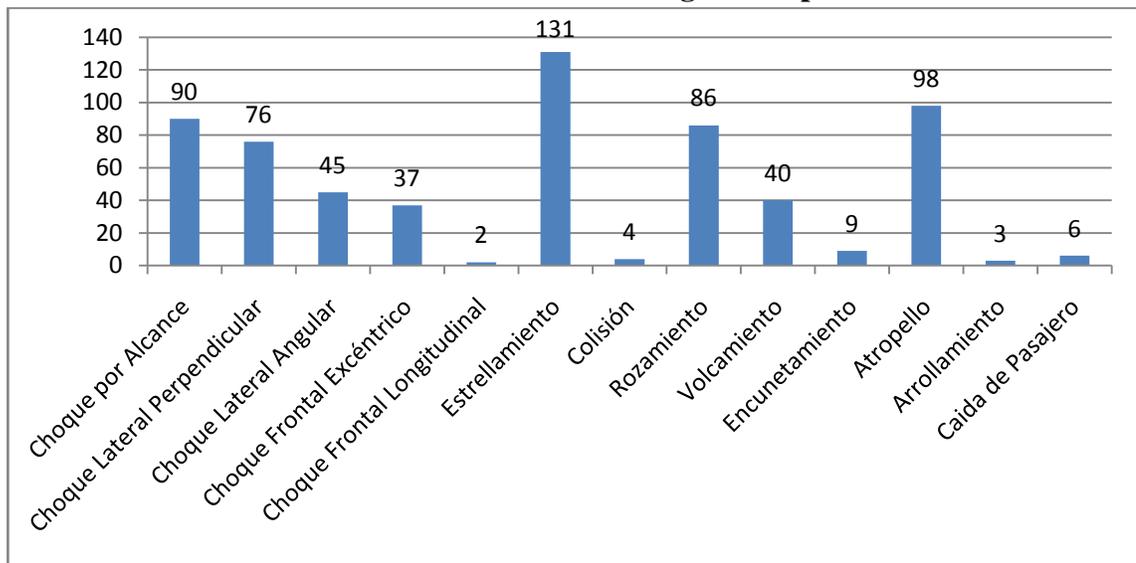
Aunque los medios de comunicación tienen una presencia predominante en el manejo de la información de los accidentes de tránsito, no han logrado realizar estudios estadísticos; otras entidades que trabajan dentro de los accidentes de tránsito son las aseguradoras de vehículos, estas empresas realizan estudios sobre la siniestralidad vehicular y poder determinar probabilidades de accidentes.

Las siguientes empresas aseguradoras: SEGUROS COLONIAL, LATINA SEGUROS, HISPANA DE SEGUROS, SEGUROS EQUINOCCIAL, estas empresas forman sus índices de siniestralidad de diferentes maneras, pero todas ellas trabajan de acuerdo a los reportes policiales, aunque el resto de compañías trabajen independientemente, no se puede encontrar datos estadísticos precisos de toda la ciudad; los accidentes tranzados, aquellos que no fueron reportados a la Policía, estas empresas aseguran ser no muy trascendentales, ya que estos se tratan de rayones, golpes o rozones pequeños, los cuales no representan mucha importancia dentro de la siniestralidad de la ciudad.

La Policía Nacional tiene un vínculo directo con los accidentes de tránsito, además cuentan con datos muy importantes sobre la accidentalidad, pero desafortunadamente esta información no es muy difundida, estos estudios lo realizan a través de la Subdirección de Investigación de Accidentes de Tránsito (S I A T).

En el gráfico 3.1, se puede apreciar la información de accidentes de tránsito de la ciudad de Loja, en el año 2009, los datos fueron recopilados en la Subdirección de Investigación de Accidentes de Tránsito de Loja, con la finalidad de generar estadísticas reales sobre la accidentalidad que se presenta en esta ciudad.

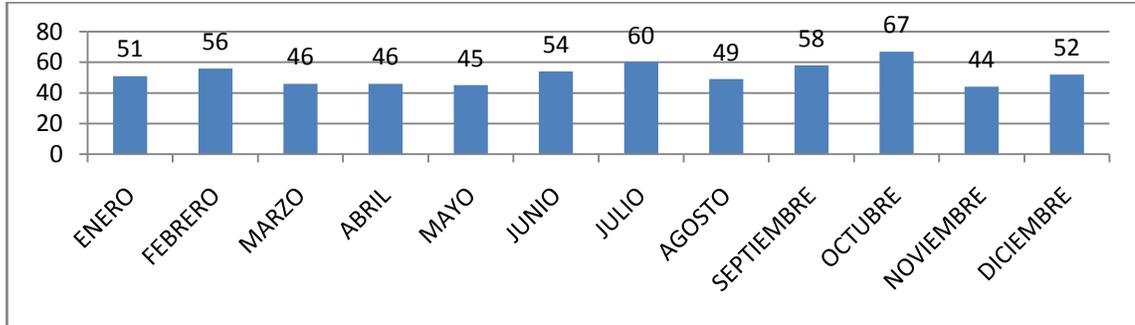
**Gráfico 3.1 Accidentes según el Tipo**



Fuente: Subdirección de Investigación de Accidentes de Tránsito

Los resultados muestran una situación común, los tipos de accidentes más abundantes resultan ser los más peligrosos, como son; los estrellamientos, los atropellos, los choques laterales y los choques frontales. Estas situaciones de accidentes son las que se replican en las pruebas de impacto que se realizan a los automóviles, mencionadas en el capítulo anterior.

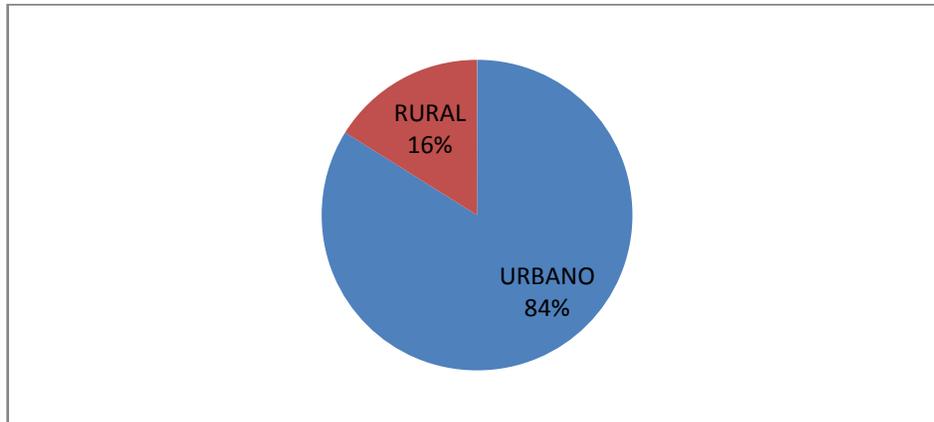
**Gráfico 3.2 Accidentes por Meses**



Fuente: Subdirección de Investigación de Accidentes de Tránsito

Por otra parte, se puede apreciar que la accidentalidad durante los meses del año, pretende obedecer a un patrón bastante comprensible, los meses con más accidentes tienen que ver con fechas festivas o vacacionales, como son: Diciembre, Enero, Febrero (Fin de año y el Carnaval); de igual manera, ocurre por las vacaciones de verano y fiestas de la Reina del Cisne en los Meses de Julio y Septiembre; en estas fechas aumenta el tráfico vehicular, debido a la presencia de turistas que llegan a la ciudad, aumentando consecuentemente la probabilidad de accidentes en las vías.

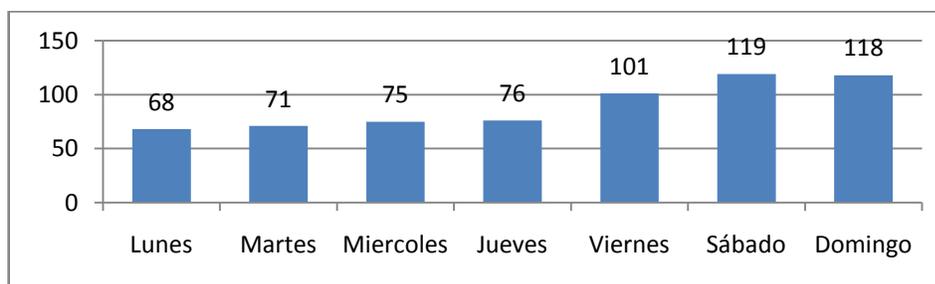
**Gráfico 3.3 Accidentes por Sector**



Fuente: Subdirección de Investigación de Accidentes de Tránsito

De otro lado, como se puede observar en el gráfico 3.3, existe menos accidentes en la zona rural, porque en las en las zonas urbanas hay mayor densidad vehicular, es decir, hay mayor número de vehículos en una superficie menor, la aglomeración de automotores contribuye a que ocurran accidentes de tráfico; en tal sentido, las zonas urbanas son aéreas primordiales en la gestión de tránsito.

**Gráfico 3.4 Accidentes por Días**

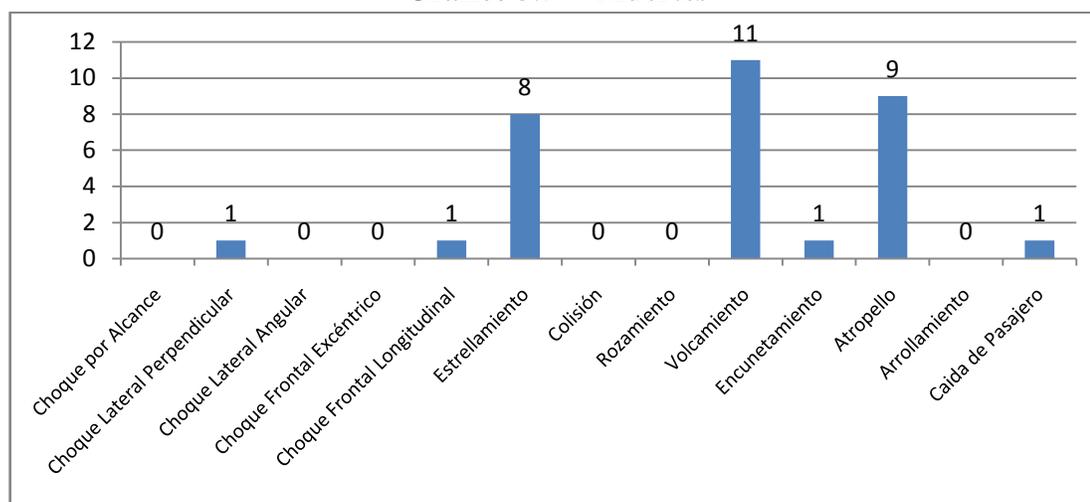


Fuente: Subdirección de Investigación de Accidentes de Tránsito

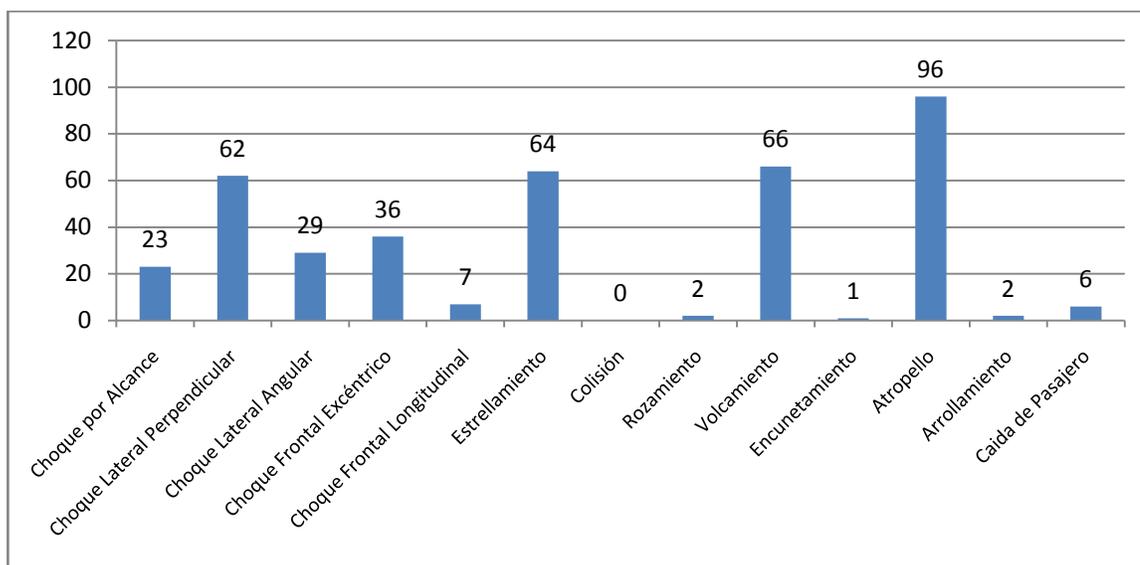
De igual manera, al analizar los accidentes de tránsito según los días de la semana, se rigen a un patrón muy lógico, los accidentes aumentan en el fin de semana debido al incremento del tráfico y también al consumo de alcohol; de igual manera el control del tránsito debe realizarse según este patrón (ver gráfico 3.4).

### 3.1 Mortalidad en los Accidentes de Tránsito

**Gráfico 3.5 Muertes**



Fuente: Subdirección de Investigación de Accidentes de Tránsito

**Gráfico 3.6 Heridos**

Fuente: Subdirección de Investigación de Accidentes de Tránsito

### 3.2 Análisis de Datos

Los datos recopilados en el presente trabajo muestran varios valores sobre la accidentalidad de la ciudad de Loja, en la tabla 3.1 se muestra la mortalidad y lesividad de los accidentes según el tipo, con la finalidad de visualizar cuales son los más perjudiciales.

Tabla 3.1 Lesividad y Mortalidad de los Accidentes

Tipo de Accidente	Porcentaje	Lesividad (heridos/10 accidentes)	Mortalidad (muertes/10 accidentes)
Choque por Alcance	14,4	2,5	0
Choque Lateral Perpendicular	12,12	8,1	0,13
Choque Lateral Angular	7,18	6,4	0
Choque Frontal Excéntrico	5,9	9,7	0
Choque Frontal Longitudinal	0,32	35	5
Estrellamiento	20,88	4,8	0,6
Colisión	0,64	0	0
Rozamiento	13,7	0,23	0
Volcamiento	6,28	6,5	2,7
Encunetamiento	1,44	1,1	1,1
Atropello	15,6	9,7	0,9
Arrollamiento	0,48	6,6	0
Caída de Pasajero	0,96	10	1,6

Los índices más altos son los volcamientos, los choques frontales, laterales, por alcance y estrellamientos, lamentablemente son los más numerosos, el caso de caída de pasajero, choque frontal longitudinal y arrollamientos no son relevantes, porque se producen una cantidad pequeña de accidentes.

Los vehículos de la ciudad deben tener el equipamiento de seguridad pasiva para poder enfrentar estos tipos de accidentes, sin importar las causas del accidente ni las condiciones de los vehículos implicados, como lo muestran las pruebas vehiculares del capítulo anterior; lo más importante de esta seguridad es la disminución de las víctimas del accidentes, o la severidad de las afecciones que estas sufran.

Los atropellos son algo muy importante, y no se puede hacer mucho al vehículo, simplemente como lo muestran los resultados de las pruebas del capítulo anterior, existen automóviles más y menos amigables con el peatón, de acuerdo a los materiales y diseño de la carrocería, pero es innegable que cada vez el peatón es mas tomado en cuenta cuando se diseña un vehículo.

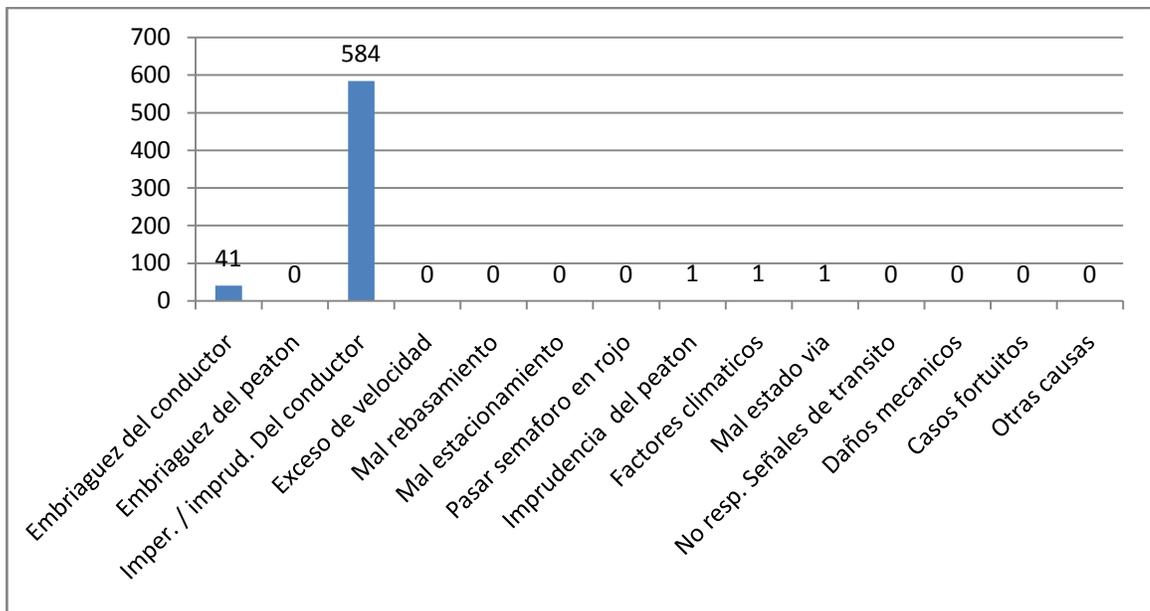
### **3.3 Causas de los accidentes de Tránsito**

Las víctimas de los accidentes de tránsito son el motivo principal que promueve el mejoramiento de la seguridad vial, con un parque automotor creciente, los problemas de tránsito también se incrementan; los datos de los gráficos 3.5, 3.6 y la tabla 3.1, muestran que las situaciones de accidentes con más víctimas son: los volcamientos, los choques frontales, laterales, por alcance y estrellamientos; los vehículos pueden jugar un papel importante dentro de estas cifras, pero más importante es la disminución de los accidentes, atacando directamente a los factores que los provocan.

Todos los sistemas que se han mencionado en la seguridad pasiva han demostrado su eficacia en la disminución de las consecuencias de los accidentes de tránsito, pero también es verdad que todos estos no serían necesarios si no existieran los accidentes; de ahí la importancia en el control de los accidentes mediante la supervisión de las causas que los producen.

Para poder desarrollar este estudio, primero hay que responder la siguiente pregunta, ¿Qué es lo que causa un accidente de tránsito?, la respuesta no es fácil, pues un accidente de tránsito es el resultado de varios factores complejos, que se pueden considerar como la falta de capacidad o habilidades para conducir, alteración notable de las condiciones de la vía o el vehículo, entonces los factores que provocan un accidente surgen dentro de una red compleja de interacciones entre el conductor, el vehículo y la vía; por esta razón, gran parte de las investigaciones convergen en distinguir a los factores causales de los accidentes: Conductor, Medio Ambiente y Vehículo

**Gráfico 3.7 Causas de los Accidentes**



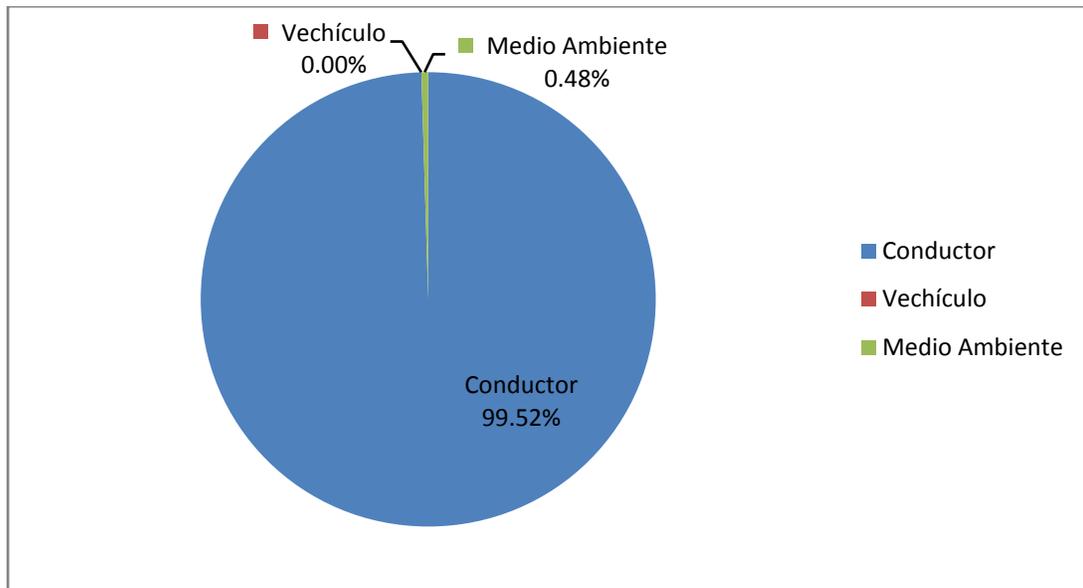
Fuente: Subdirección de Investigación de Accidentes de Tránsito

Así mismo, las causas de los accidentes pueden ser varias, las que muestran en los registros de accidentes son relacionadas a las infracciones y contravenciones establecidas en la Ley de Tránsito, pero como se ha mencionado, los factores causales en un accidente son tres: el conductor, medio ambiente y vehículo; entonces, se ha agrupado las causas registradas según el factor causal que las produce para poder visualizar cual es el porcentaje que representa cada factor dentro de los accidentes.

La impericia e imprudencia del conductor, embriaguez del conductor, exceso de velocidad, mal rebasamiento, mal estacionamiento, pasar en semáforo rojo, no respeto

de las señales de tránsito, se las agrupa dentro del Conductor. Embriaguez e imprudencia del peatón, factores climáticos, mal estado de la vía, casos fortuitos y otras causas, son representadas en el Medio Ambiente y únicamente los daños mecánicos son atribuidos al Vehículo.

**Gráfico 3.8 Factores Causales**



Fuente: Subdirección de Investigación de Accidentes de Tránsito

El conductor es prácticamente el culpable de todos los accidentes que se suscitan en la ciudad de Loja, lastimosamente, la impericia e imprudencia causa la gran mayoría de accidentes, seguidamente la embriaguez es la segunda causa de accidentes; se atribuye un porcentaje muy pequeño (0.48%) de los accidentes al medio ambiente; en tanto que a los vehículos no se los considera (ver gráfico 3.8).

### 3.4 Vialidad de Loja

En esta parte, se presenta una síntesis del estudio de diagnóstico vial del Cantón Loja, realizado por el Programa de Caminos Vecinales en la Provincia de Loja, el cual tiene como objetivo el mejoramiento de las vías de Loja, partiendo desde un análisis del estado actual de las carreteras de cada Cantón de la Provincia.

La matriz de rutas del cantón Loja, se deriva a partir de la vía Panamericana como acceso principal, esta vía cruza la Provincia de Norte a Sur, y comunica a Loja con la Provincia de El Oro; la vialidad ha cobrado mucha importancia, porque conecta la gran mayoría de sectores productivos de la urbe.

Tabla 3.2 Vías según su Tipo de Rodadura

PARROQUIAS	TIPO DE RODADURA (Km.)				TOTAL
	Asfaltada	Empedrada	Lastrada	Tierra	
San Pedro de Vilcabamba	3.90	0.00	0.00	14.50	18.40
Chantaco	0.00	0.00	7.00	6.40	13.4
San Lucas	20.00	0.00	20.00	5.00	45.00
Taquil	12.50	0.00	25.00	52.00	89.50
El Cisne	22.00	0.00	18.00	18.00	58.00
Jimbillá	0.00	0.00	7.00	27.00	34.00
Quinara	0.00	0.00	1.00	13.70	14.70
Vilcabamba	7.00	0.00	45.60	0.00	52.60
Gualel	0.00	0.00	10.00	13.00	23.00
Santiago	7.00	0.00	8.00	26.00	41.00
Chuquiribamba	0.00	0.00	31.50	18.20	49.70
Malacatos	22.50	0.00	39.00	49.50	111.00
Yangana	0.00	0.00	47.00	33.00	80.00
Sucre	24.00	0.00	37.00	41.69	102.69
El Valle	8.00	0.00	20.70	5.30	34.00
San Sebastián	20.00	0.00	6.70	18.00	44.70
<b>Total Cantonal</b>	146.90	0.00	323.50	341.29	811.69
<b>Porcentaje</b>	18.10%	0.00%	39.86%	42.05%	100.00%

Fuente: Honorable Consejo Provincial de Loja

El estudio establece una longitud total de la red vial del Cantón Loja de 811.69 Km, de los cuales el 146.9 Km se encuentra asfaltado lo que equivale al 18.10 %; el 39.86 %, es decir 232.50 Km están lastrados y el 42.05 % correspondientes a 641.29 Km, tienen su rodadura de tierra; además de no tener vías empedradas.

Las parroquias se encuentran atravesadas por vías interprovinciales, que son asfaltadas, a estas se añaden únicamente la parroquia del Cisne. Se debe señalar que las vías lastradas están en su mayoría en las parroquias de Vilcabamba y Yangana, mientras que San

Pedro de Vilcabamba no tiene ninguna vía de este tipo. Las vías con capa de rodadura de tierra, se encuentran gran parte en las parroquias de Taquil, Malacatos y Sucre.

Tabla 3.3 Vías según su Estado

PARROQUIAS	ESTADO DE VÍAS (Km.)					TOTAL
	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	
San Pedro de Vilcabamba	0.00	0.00	3.90	14.50	0.00	18.40
Chantaco	0.00	0.00	1.80	11.60	0.00	13.40
San Lucas	0.00	17.00	14.00	9.00	0.00	51.00
Taquil	0.00	19.00	2.00	57.00	15.00	93.50
El Cisne	0.00	40.00	0.00	18.00	0.00	58.00
Jimbilla	0.00	0.00	15.00	11.00	8.00	34.00
Quinara	0.00	0.00	14.70	0.00	0.00	14.70
Vilcabamba	0.00	13.00	0.00	39.60	0.00	52.60
Gualel	0.00	10.00	0.00	133.00	0.00	23.00
Santiago	0.00	23.00	0.00	22.00	4.00	49.00
Chuquiribamba	0.00	0.00	30.70	19.00	0.00	49.70
Malacatos	0.00	34.00	47.00	26.00	4.00	111.00
Yangana	0.00	0.00	40.00	34.00	0.00	74.00
Sucre	0.00	11.00	30.00	40.19	21.00	102.19
El Valle	0.00	24.71	7.50	1.30	6.00	39.51
San Sebastián	0.00	8.00	20.70	24.00	0.00	52.70
<b>Total Cantonal</b>	0.00	200.21	228.30	340.19	58.00	826.70
<b>Porcentaje</b>	0.00%	24.22%	27.62%	41.15%	7.02%	100.00%

Fuente: Honorable Consejo Provincial de Loja

El diagnóstico vial indica que no existen vías con MUY BUEN estado, mientras que el 24.22% (200.21 Km) se encuentran en BUEN estado, el 27.62% (228.30 Km) de las vías tienen un estado REGULAR, el 41.15% (340.19 Km) están en estado MALO; y, el 7.02% (58.00 Km) se clasifican como en estado MUY MALO.

Las parroquias con mayor número de vías en buen estado son: El Cisne y Malacatos. Las parroquias con más vías en estado regular son: Malacatos, Yangana, Sucre y Chuquiribamba. Las parroquias de Taquil, Sucre y Vilcabamba, tienen la mayor cantidad de vías en mal estado; y, la parroquia de Sucre tiene la mayor longitud de vías en muy mal estado.

Tabla 3.4 Vías según el Nivel de Intervención

PARROQUIAS	NIVELES DE INTERVENCIÓN (Km.)				TOTAL
	Mantenimien to Rutinario	Mantenimien to Periódico	Rehabilitació n	Reconstrucció n	
San Pedro de Vilcabamba	0.00	3.90	14.50	0.00	18.40
Chantaco	0.00	1.80	11.60	0.00	13.40
San Lucas	17.00	15.00	9.00	0.00	41.00
Taquil	19.50	2.00	57.00	15.00	93.50
El Cisne	38.70	0.00	19.30	0.00	58.00
Jimbilla	0.00	15.00	11.00	8.00	34.00
Quinara	0.00	14.70	0.00	0.00	14.70
Vilcabamba	13.00	0.00	39.60	0.00	52.60
Gualel	10.00	0.00	13.00	0.00	23.00
Santiago	23.00	0.00	22.00	4.00	49.00
Chuquiribamba	0.00	30.70	19.00	0.00	49.70
Malacatos	34.00	47.00	26.00	4.00	111.00
Yangana	0.00	40.00	34.00	0.00	74.00
Sucre	11.00	30.00	40.19	21.00	102.19
El Valle	24.71	7.50	1.30	6.00	39.51
San Sebastián	8.00	20.70	24.00	0.00	52.70
<b>Total Cantonal</b>	198.91	228.30	341.49	58.00	826.70
<b>Porcentaje</b>	24.06%	27.62%	41.31%	7.02%	100.00%

Fuente: Honorable Consejo Provincial de Loja

Los niveles de intervención determinados por el diagnóstico, establecen un 24.06 % de vías que requieren un mantenimiento rutinario, las parroquias con mayor cantidad de vías comprendidas en este mantenimientos son El Cisne y Malacatos; el 27.62 % de las vías requieren un mantenimiento periódico, las cuales en su mayoría están ubicadas en las parroquias de Malacatos, Yangana, Chuquiribamba y Sucre; el 41.31 % requieren rehabilitación, las parroquias de Taquil, Sucre y Vilcabamba; y, el 7.02 % de las vías requieren reconstrucción, la parroquia Taquil 15 Km y la parroquia Sucre 21 Km, que justamente son las vías que se encuentran en muy mal estado.

### 3.5 Conclusiones

- La impericia y la imprudencia son las principales causas de accidentes en la ciudad de Loja, el mejoramiento de la capacitación de conductores para la disminución de

estas cifras debe ser primordial, antes que cualquier mejora en el equipamiento de los vehículos.

- El consumo de alcohol por parte de los conductores se ve reflejada claramente en el incremento de los accidentes, durante los fines de semana, el control del consumo de alcohol sería muy importante para disminuir los accidentes que se ocasionan a causa de esto, y contra esto no hay nada en la actualidad que pueda hacer el vehículo.
- El alto número de víctimas que dejan los accidentes de choques frontales, laterales, volcamientos y estrellamientos, resalta de la falta de equipamiento de protecciones contra impactos en los vehículos, especialmente las bolsas de aire laterales que son vitales en este tipo de accidentes. Los vehículos analizados en el capítulo anterior no cuentan con ninguna de estas protecciones.
- Los choques por alcance muestran una cantidad considerable de heridos, los vehículos deben contener dentro de su equipamiento los sistemas de apoyacabezas activos, los cuales minimizan las lesiones causadas en las colisiones posteriores o por alcance.
- Los sistemas de asistencia a la conducción, como son el Control de Tracción, Sistema Antibloqueo de Frenos, Distribución Electrónica de Frenado y especialmente el Control Electrónico de Estabilidad, deben equiparse en los vehículos que se vendan, para que ayuden a los conductores inexpertos a tener el control del vehículo cuando se presente una situación de conducción peligrosa.
- Las vías de la ciudad de Loja, muestran una mala condición, contrariamente se registran pocos accidentes debido a esta condición de las carreteras; pero esto puede reflejarse de otra manera, en accidentes por impericia, en los cuales los conductores perdieron el control de su automóvil a causa del mal estado de las vías.

## CAPITULO IV

### ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS VEHÍCULOS MUESTREADOS

Afirmar la seguridad de los modos de transporte es importante en la actualidad, es algo que seguramente compartirá la mayoría de la sociedad; es deber de la sociedad el análisis de la seguridad del tránsito en general, mediante organismos que estudien la problemática de la seguridad vial con un punto de vista multidisciplinario, debido a la gran complejidad de varios elementos que intervienen y se relacionan.

El vehículo como uno de los elementos principales de los accidentes de tránsito, debe interaccionar con el medio y el conductor de la mejor manera, y hay muchos aspectos a tomar en cuenta dentro de esto; la forma en que el automóvil reacciona ante un accidente es uno de ellos, así este actúe de forma directa o indirecta a través de los otros factores, debe reducir el riesgo de accidentes y si este se suscita debe minimizar las secuelas que genera el accidente.

#### 4.1 Muestra

La Subdirección de Investigaciones de Accidentes de Tránsito de Loja, en el año 2009 registró 953 vehículos chocados, a los cuales de les adicionará un factor asumido del 10% por los accidentes tranzados dentro de la población. La determinación de la muestra está basada en los siguientes valores: proporción de la población de 0.5, precisión 0.1, confianza de 95% y factor de significancia de 1.96.

Ecuación 4.1

$$n = \frac{z^2 p(1-p)N}{Ne^2 + z^2 p(1-p)}$$

Para efectos de análisis en el presente capítulo, se han tomado 194 vehículos accidentados de los modelos Suzuki Grand Vitara SZ, Hyundai Tucson y Chevrolet Aveo, que fueron ingresados en el Taller de Latonería de Mirasol S.A. Loja durante el año 2009, que representan el 20,2% del total de vehículos accidentados registrados por el S.I.A.T; vale la pena recalcar que este taller presta servicio de latonería a todas las empresas aseguradoras de la ciudad de Loja (Seguros Colonial, Seguros Bolívar, Seguros Equinoccial, Aseguradora Rio Guayas, Seguros Unidos, Latina Seguros, Aseguradora del Sur, Brown & Asociados y AIG Metropolitana), en todas las marcas de vehículos.

A continuación, en la tabla 4.1, se clasifica la muestra de estudio según el modelo y tipo de accidente.

Tabla 4.1 Clasificación de la Muestra

<b>Tipo de Impacto</b>	<b>Suzuki Grand Vitara SZ</b>		<b>Hyundai Tucson</b>		<b>Chevrolet Aveo</b>	
	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
<b>Frontal</b>	16	39,02	10	66,66	96	69,57
<b>Lateral</b>	10	24,39	0	0	22	15,94
<b>Alcance</b>	14	34,14	4	26,66	14	10,14
<b>Volcamiento</b>	1	2,45	1	6,66	6	4,35
<b>TOTAL:</b>	41	100	15	100	138	100

## 4.2 Seguridad Activa

El parque automotor de la ciudad de Loja, pese a su evolución, tiene problemas críticos que repercuten directamente en la accidentalidad y la prevención de accidentes de tránsito.

Partiendo de la definición que la seguridad activa de un automóvil es la encargada de minimizar o eliminar las acciones inseguras del conductor y comportamientos peligrosos del automóvil susceptibles a ocasionar un accidente, el comportamiento de la seguridad

activa de un vehículo se encuentra vinculado directamente con el modo de manejo del conductor y el estado del vehículo.

Considerando el equipamiento escaso de los vehículos analizados en esta investigación, resulta evidente que el único aspecto que se puede evaluar de la seguridad activa en estos vehículos es la fiabilidad de sus componentes; por excelentes que sean los diseños automotrices y cuan enfocados a la seguridad estén, poco éxito tendrán si estos no son capaces de soportar los esfuerzos a los que son sometidos, ni puedan cumplir a cabalidad su función, obviamente dentro de su vida útil.

El diseño y fabricación de un automóvil por excelente que sea, resulta imposible descartar fallos fortuitos, pero sobre todo el desgaste, envejecimiento, esto unido a un mantenimiento generalmente defectuoso; hace que puedan presentarse condiciones de riesgo mecánico, que pueden ocasionar un accidente.

Analizando la muestra de vehículos siniestrados, no se detectan accidentes los cuales hayan sido ocasionados por el diseño, construcción del vehículo o la configuración de la seguridad activa, ni tampoco se encuentran patrones de accidentes donde se comprometa directamente a algún modelo de vehículo en sí; en todos los casos aquí estudiados, todos sus componentes funcionaron perfectamente; contrariamente los accidentes son ocasionados principalmente por el conductor: imprudencia, impericia, embriaguez, etc.

### **4.3 Seguridad Pasiva**

Definiendo la seguridad pasiva como el conjunto de características técnicas dirigidas a minimizar los daños producidos por un accidente, los vehículos analizados cuentan con sistemas básicos en la seguridad pasiva; aunque estos sistemas no sean completos, su importancia es indudable si se entiende que se está muy lejos de poder evitar un accidente; por mucho que se mejore la seguridad activa de los vehículos, las condiciones técnicas de las vías, el conductor siempre será responsable de su vehículo y es imposible eliminar las condiciones inseguras que pueden generar los comportamientos del ser humano.

El análisis de la seguridad pasiva de los vehículos siniestrados estará basado en los siguientes aspectos: resistencia de la estructura del habitáculo y deformación programada, superficies interiores y vidrios, superficies exteriores, prevención de incendios, evacuación de pasajeros.

El estudio del comportamiento de los vehículos siniestrados será comparado con el de las pruebas de seguridad estudiadas en el Segundo Capítulo de esta investigación, tomando en cuenta el equipamiento de cada modelo.

### **4.3.1 Suzuki Grand Vitara SZ**

#### **4.3.1.1 Choques Frontales**

En este estudio se analizaron 16 vehículos (tabla 4.1), en los cuales se puede destacar el buen funcionamiento de la deformación programada, así como la estructura rígida del habitáculo, así como también el funcionamiento adecuado de los air bags, de los cuales podemos mencionar los siguientes:

En las imágenes 4.1 y 4.2 se muestra un vehículo que tuvo un choque frontal, se trata de un choque fuerte debido a que logro activar los air bags, la deformación programada del frente del vehículo absorbe el impacto y funciona de tal manera que el guardafangos ni siquiera se desplaza, se lo constata en la separación de éste con la puerta.

**Gráfico 4.1 Choque Frontal**



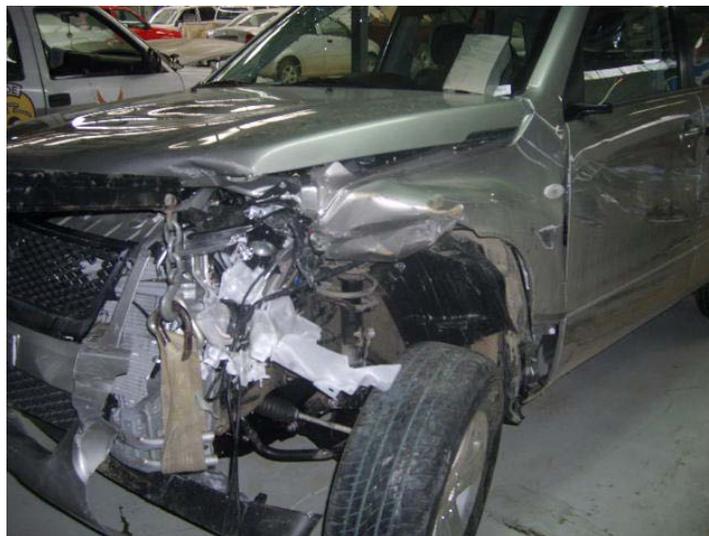
Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

**Gráfico 4.2**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

**Gráfico 4.3 Choque Frontal Excéntrico**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

La imagen 4.3 es de un vehículo que se chocó frontalmente de una manera severa, aquí se observa claramente la acción de la deformación programada y la rigidez del habitáculo, el parachoques simplemente se rompe y el guardafangos se dobla, la deformación termina en el levantamiento del capó y una pequeña fisura en el montante del parabrisas, justo donde la dureza del habitáculo hace que no se rompa el parabrisas, esto se constata en la puerta, la cual está intacta.

### 4.3.1.2 Choques Laterales

En este tipo de accidentes se registraron 10 casos (tabla 4.1), en los cuales se puede determinar que la estructura de las puertas es buena, también lo son los materiales de los paneles de las puertas y los vidrios.

**Gráfico 4.4 Choque Lateral Angular**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

Las imágenes 4.4 y 4.5 exponen en este caso un choque en la zona delantera derecha del vehículo, el guardafangos con el capó absorbieron el choque en gran medida; la estructura del habitáculo recibió parte del impacto la cual tuvo una deformación considerable, esta deformación se observa en el desplazamiento de la puerta.

**Gráfico 4.5**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

Las imágenes 4.6, 4.7, 4.8 y 4.9 son del caso más fuerte aquí registrado, el habitáculo no logró soportar el esfuerzo, tiene una gran intrusión en el habitáculo, a pesar de que las deformaciones se redireccionaron al techo, los paneles interiores de la puerta chocaron contra el conductor, estas se rompieron, al igual que el panel inferior del tablero de instrumentos, estas representan un riesgo de lesiones; en accidentes de este tipo son indispensables las bolsas de aire laterales, que en estos vehículos no están disponibles.

#### **Gráfico 4.6 Choque Lateral Perpendicular**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

#### **Gráfico 4.7**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

**Gráfico 4.8**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

**Gráfico 4.9**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

#### **4.3.1.3 Choques por Alcance**

De este caso se estudiaron 14 casos (tabla 4.1) como en la imagen 4.10, que se muestra un vehículo que sufrió este tipo de accidente, aquí se observa que la estructura de la puerta absorbió la energía del impacto, de tal manera que ni siquiera se rompió el vidrio; la fuerza del choque no se transmitió al habitáculo el cual se encuentra intacto.

**Gráfico 4.10 Choque por alcance**

Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

#### 4.3.1.4 Volcamientos

En este modelo se registró solo 1 vehículo volcado (tabla 4.1), el cual tuvo un excelente funcionamiento, como se lo puede demostrar en la imagen 4.11; se observa que aunque el parabrisas este roto, no se desprendió ni creo filos cortantes; la estructura del habitáculo soporto el esfuerzo, su deformación es tolerable, lo que hace que las ventanas laterales no se rompan, otorgando un fácil acceso para el rescate de víctimas, este vehículo no presento ningún riesgo de incendio.

**Gráfico 4.11 Volcamiento**

Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

## 4.3.2 Hyundai Tucson

### 4.3.2.1 Choques Frontales

El análisis de éste modelo de vehículo recopiló información de 10 autos con choques frontales (tabla 4.1), en estos resalta los buenos materiales de la carrocería y los interiores, el diseño de la estructura del habitáculo y la deformación programada resultan ser la mejor característica; lamentablemente la configuración del equipamiento de este modelo, no equipa las versiones más baratas con airbags, todos los registros son de esa versión.

**Gráfico 4.12 Choque Frontal Excéntrico**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

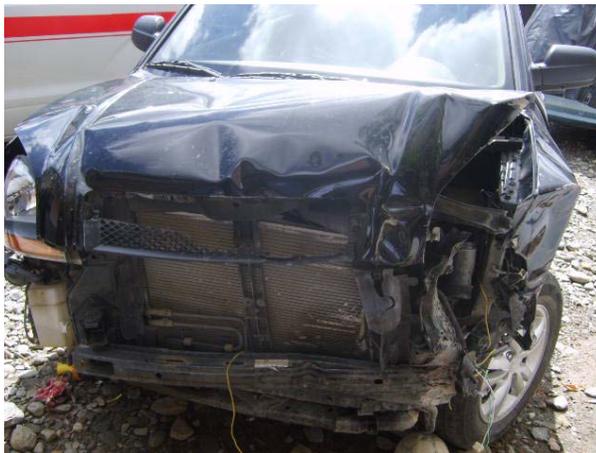
**Gráfico 4.13**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

El vehículo aquí mostrado (imágenes 4.12 y 4.13), sufrió un choque frontal excéntrico, muy semejante a las pruebas de seguridad, la deformación del frente del vehículo es correcta y la estructura del habitáculo soporta bien la carga, aunque ya se observan desplazamientos en el montante del parabrisas; lo que aquí se muestra es un impacto fuerte, en el cual los air bags tuvieron que funcionar, pero el equipamiento de esta versión del modelo no cuenta con las bolsas de aire, lo cual expone una deficiencia de la seguridad en este vehículo.

**Gráfico 4.14 Choque Frontal**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

**Gráfico 4.15**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

El vehículo de las imágenes 4.14 y 4.15 fue impactado frontalmente, es evidente la severidad del choque, como en los casos anteriores la estructura funciona correctamente,

igualmente este vehículo no es equipado con airbags, las lesiones en los pasajeros aumenta considerablemente en este tipo de accidentes cuando no se cuenta con bolsas de aire.

#### 4.3.2.2 Choques por Alcance

En este tipo de choques de modelo registraron 4 casos (tabla 4.1), el vehículo muestra un comportamiento muy bueno, como el caso de las imágenes 4.16 y 4.17, la estructura de la carrocería funcionó bien, aunque ya se observa un desplazamiento en la puerta posterior izquierda, los vidrios no se trisaron; en colisiones de este tipo, los apoyacabezas para todos los pasajeros muestran su importancia, disminuyendo el riesgo de lesiones en los cuellos de los pasajeros.

**Gráfico 4.16 Choque por Alcance**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

Gráfico 4.17



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

### 4.3.2.3 Volcamientos

El registro muestra solo 1 vehículo volcado en este modelo (tabla 4.1); la carrocería deformable y el habitáculo de seguridad tienen mucha representación en este accidente, pese a la gravedad del accidente (imagen 4.18), el habitáculo conserva cierto espacio de supervivencia, presentando relativamente pocas dificultades para el rescate de víctimas, el vehículo lamentablemente no cuenta con bolsas de aire; los vidrios de las ventanas y parabrisas tuvieron un comportamiento aceptable no representan riesgos potenciales; no puede decirse lo mismo de los materiales del interior estructura del tablero de instrumentos se ve muy desplazada y representa riesgos potenciales para los ocupantes, pero no podría esperarse otra cosa tomando en cuenta la magnitud de este accidente.

Gráfico 4.18 Volcamiento



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

Gráfico 4.19



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

### 4.3.3 Chevrolet Aveo

#### 4.3.3.1 Choques Frontales

Los choques frontales de este modelo ascienden a 96 casos (tabla 4.1), en los cuales se detectan algunas deficiencias en el comportamiento, en las imágenes 4.20 y 4.21 son de un sedán que se chocó frontalmente, su estructura aparentemente logro absorber el impacto, pero el habitáculo se encuentra deformado en el reposapiés derecho, a causa de esto la respectiva puerta esta desplazada y el parabrisas tiene trisaduras; los espaldares de los asientos delanteros también fueron sobrecargados, al parecer por la fuerza del cinturón de seguridad transmitida a través del broche, lastimosamente este modelo no puede equiparse con bolsa de aire para el acompañante; el vehículo no resistió debidamente este accidente.

**Gráfico 4.20 Choque Frontal**

Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

Gráfico 4.21



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

Las imágenes 4.22, 4.23 y 4.24 muestran un sedán con un choque en la zona frontal derecha, en el cual se puede observar que la estructura del habitáculo no fue lo suficientemente resistente, los montantes del parabrisas y el reposapiés están deformados, a tal punto que el ventilador del calefactor sobresalió del tablero, convirtiéndose en un peligro para las piernas del pasajero delantero.

**Gráfico 4.22 Choque Frontal Excéntrico**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

Gráfico 4.23



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

Gráfico 4.24



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

#### 4.3.3.1 Choques Laterales

La muestra contiene 22 registros de estos casos (tabla 4.1), donde se puede constatar el buen funcionamiento de los cristales y materiales de la carrocería, pero también se encuentran vehículos que fueron sobrecargados en el impacto, como en las imágenes 4.25 y 4.26 se trata de un impacto lateral perpendicular, el vehículo presenta una gran intrusión en el lugar del acompañante, los plásticos del panel de la puerta se desprendieron generando un riesgo de cortaduras; sin duda la protección no fue suficiente.

### Gráfico 4.25 Choque Lateral Perpendicular



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

Gráfico 4.26



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

### 4.3.3.3 Choques por Alcance

Dentro de este ámbito se encuentran 14 casos (tabla 4.1), aquí se resalta el buen funcionamiento de los materiales como en las imágenes 4.27 y 4.28, donde el guardachoques y la estructura de la compuerta se deformaron para absorber la fuerza del choque, de tal manera que no fue transmitida al vidrio; ni al habitáculo, se lo constata en la imagen 4.28, se observa que la separación del vidrio tiene una mínima separación.

**Gráfico 4.27 Choque por alcance**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

**Gráfico 4.28**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

#### 4.3.3.4 Volcamientos

En este modelo se registró 6 de estos casos (tabla 4.1), hay que recalcar el buen funcionamiento del habitáculo, en todos los casos resguardó el espacio de supervivencia, en las imágenes 4.29 y 4.30 muestran un automóvil volcado, contrariamente a los casos anteriores en aquí la estructura del habitáculo resistió la carga, las ventanas conservan la forma, garantizando el rescate de víctimas, los vidrios no representan peligros para los pasajeros, ni tampoco existió algún riesgo de incendio.

**Gráfico 4.29 Volcamiento**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

**Gráfico 4.30**



Fuente: Taller Latonería Mirasol Loja

#### 4.4 Conclusiones

- Tomando en cuenta el pobre equipamiento de seguridad activa con los que cuentan los vehículos analizados, la seguridad activa de los mismos funciona correctamente, no se han registrado en la ciudad accidentes de tránsito ocasionados por deficiencias de estos vehículos.
- La deficiencia en el equipamiento de la seguridad activa de estos vehículos, puede disfrazarse en los accidentes con la impericia, precisamente esta seguridad tiene como objetivo minimizar los actos inseguros del conductor, como en los casos de conductores inexpertos.
- Los vehículos siniestrados reflejan claramente los resultados de las pruebas de seguridad, El SUZUKI GRAND VITARA SZ otorga una carrocería hecha con buenos materiales, que puede absorber grandes impactos y la estructura del habitáculo es resistente, la ausencia de bolsas de aire laterales marcan una gran deficiencia en la protección en choques que contemplen estas zonas.
- El HYUNDAI TUCSON igualmente cuenta con una carrocería de buena calidad y el habitáculo tiene una estructura robusta, lamentablemente el equipamiento no cuenta con bolsas de aire en sus versiones sencillas y ningún vehículo de los siniestrados contaba con estos dispositivos.
- El CHEVROLET AVEO muestra puntos críticos en los accidentes, igual que en las pruebas de seguridad, la estructura del habitáculo no es muy resistente, los plásticos del tablero y paneles de las puertas pueden llegar a causar lesiones en los ocupantes del vehículo; y lo más preocupante es la deformación que sufren los espaldares de los asientos delanteros, en esta investigación se encontraron cuatro casos de choques frontales con dichas deformaciones.
- La calidad de los vidrios de todos los vehículos es buena, no se encuentra ningún caso en el que estos se hayan tornado peligrosos.

- El riesgo de incendio en estos vehículos es nulo, no existe ningún caso de los aproximadamente doscientos vehículos siniestrados a lo largo del año 2009, analizados en esta investigación.

## CONCLUSIONES

- Los vehículos comercializados en el Ecuador cuentan con un equipamiento de seguridad inferior a la disponibilidad actual, los compradores indudablemente prefieren las versiones más baratas de los modelos; y lastimosamente, estas en ciertos casos no ofrecen condiciones de seguridad básicas en el vehículo.
- El vehículo Hyundai Tucson presenta el peor equipamiento de los vehículos investigados, a pesar de que este modelo presente sistemas de seguridad en muchas de sus versiones comercializadas, la versión que no cuenta con estos dispositivos es la más demandada, haciendo que estos vehículos no presten buenas condiciones en los accidentes. Casos como este, en los que por disminuir costos se configura un vehículo inseguro, es el motivo principal de la propuesta de mejoramiento.
- El Sistema de Advertencia de Abandono de Carril, resulta inaplicable en la ciudad de Loja, el modo de funcionamiento de este dispositivo se basa en cámaras que identifican las líneas de señalización de la vía. Las vías de comunicación en el Cantón Loja, en su mayoría, no cuentan con asfalto, situación que limita el funcionamiento del sistema. Por otra parte, no existe un continuo y efectivo mantenimiento de las vías asfaltadas, situación que no garantiza la señalización permanente.
- El Control de Crucero Adaptativo, ciertamente es un sistema que brinda confort y lujo al vehículo, el incremento de la seguridad activa solo es una de las cualidades del sistema. La aplicación de sistemas como este solamente elevarían el precio del vehículo, en una ciudad pequeña donde el uso del vehículo es para distancias pequeñas en tiempos muy cortos, el sistema funcionaría muy pocas veces; por tanto, este no es recomendable.
- Los sistemas de iluminación activos, son sistemas sofisticados que asisten al conductor en el manejo nocturno, para su funcionamiento cuenta con cámaras de precisión, mecanismos robotizados en el alumbrado y una compleja unidad de gestión; las gamas de vehículos que pueden contar con estos dispositivos en su

equipamiento son escasas en el parque automotor de Loja; y, los modelos que tienen demanda lastimosamente no pueden ser equipados con estos dispositivos.

- La presencia del factor humano dentro de la conducción, reduce considerablemente la acción de la seguridad activa, elementos ajenos como la imprudencia fortalecen la necesidad del reforzamiento de la seguridad pasiva. La tecnología actual, crea sistemas que pueden disminuir de muchas maneras las acciones inseguras del conductor, con el fin de disminuir el riesgo de accidente; pero la decisión sigue siendo del conductor, y si este no tiene el conocimiento para elegir las acciones seguras, poco podrá hacer la tecnología o los fabricantes automotrices.

## RECOMENDACIONES

### **Propuesta de Mejoramiento de la Seguridad Activa y Pasiva de los Vehículos de la Ciudad de Loja**

El presente estudio permitió analizar tres modelos de vehículos con alta demanda en la ciudad de Loja, a los cuales se les examinó el equipamiento, las pruebas de seguridad a los que fueron sometidos; y, sus resultados. Esto sirvió como referente para poder analizar su comportamiento en los accidentes en los que se han involucrado, y marcar un punto de referencia sobre la seguridad de estos vehículos.

Mediante el establecimiento del nivel real de la seguridad de estos vehículos, se puede mejorar el equipamiento, el cual está direccionado a disminuir las causas y consecuencias de los accidentes de tránsito, según el estudio de la accidentalidad de la ciudad de Loja, situación que ha permitido establecer alternativas en el orden técnico como la seguridad activa y pasiva; y, en el ámbito social la formación de conductores en general.

A continuación se detallan lineamientos propositivos que conforman la propuesta, cuyo objetivo es contribuir al mejoramiento de la seguridad del parque automotor y a la disminución de víctimas de los accidentes de la Ciudad de Loja, a través del mejoramiento de la seguridad activa y pasiva de los automotores.

#### **Lineamientos**

##### **1. Mejoramiento de la Seguridad Activa de los vehículos.**

El alto índice de impericia de los conductores, debe ser el primer aspecto a rectificar; el mal estado de las vías crea situaciones de difícil maniobrabilidad para los conductores novatos.

Los sistemas de frenos antibloqueo, con distribución electrónica y el control de tracción, deben ser de serie en los vehículos que se vendan en la ciudad, estos sistemas ayudarán a

la conducción en caminos con poca adherencia, como los que hay actualmente en la urbe.

Los sistemas de control de presión de neumáticos y control electrónico de estabilidad, pueden ser opcionales, estos implementos ayudan indudablemente en la conducción, pero lo que hacen realmente, es complementar las funciones de los sistemas mencionados anteriormente; y, tendrían que ofrecerse de una manera optativa, en la gama de precios del modelo.

El equipamiento de cinturones de 3 puntos, en todas las plazas del automóvil debe ser básico, las ventajas que prestan este tipo de cinturones de seguridad son invaluable en relación a la sencillez de la implementación.

## **2. Mejoramiento de la Seguridad Pasiva de los vehículos.**

La importancia de la retención suplementaria (bolsas de aire) es incomparable, el equipamiento de bolsas de aire frontales debe ser de serie, para conductor y acompañante. El alto índice de heridos en los choques frontales es el reflejo de la poca implementación de estos sistemas, que generalmente están disponibles en las versiones más caras de modelos.

Los cinturones de seguridad con pretensores y limitadores de carga, deben estar en las versiones básicas de cada modelo, debido a que estos sistemas comparten muchos componentes con las bolsas de aire, y su implementación no tendría mayores complicaciones, contribuyendo igualmente en la disminución de lesiones en choques frontales.

El índice elevado de heridos en los choques laterales, debe ser corregido mediante la dotación básica de bolsas de aire laterales; los air bags de cortina tienen que ser ubicados dentro del equipamiento opcional, por el motivo de que estos sólo serían útiles en volcamientos o accidentes laterales muy severos, de esta manera se dejaría a elección del comprador según la importancia que le dé a estos.

Los sistemas de cabeceras activas, tienen que equiparse como opcionales. De acuerdo a los requerimientos actuales, con la implementación de cabeceras normales para todos los pasajeros sería suficiente, esto no encarecería demasiado el vehículo y tendría protección adecuada.

Las carrocerías con deformación programada y habitáculo indeformable son lo más importante del diseño automotriz; específicamente hablando del vehículo Chevrolet Aveo, se recomienda el reforzamiento de las estructuras de los reposapiés, en las pruebas y algunos vehículos analizados en este estudio, se generaron situaciones de peligro relacionadas con deformaciones creadas en esa zona del habitáculo.

Los materiales del interior del Suzuki Grand Vitara SZ y Chevrolet Aveo, específicamente los del tablero de instrumentos y paneles de las puertas, deben ser reestructurados con materiales más flexibles, de tal manera que cuando sean deformados en una colisión, estos no se rompan y creen filos cortantes.

Los sistemas de monitoreo vehicular debe estandarizarse para todas las marcas y modelos, en la actualidad solo existe una marca que ofrece este servicio; estos sistemas basan su funcionamiento en redes de comunicación ya existentes en el país, es una implementación a nivel nacional que salvaría muchas vidas en los accidentes de tránsito

### **3. Mejoramiento de la Capacitación de Conductores.**

Aparte del aspecto técnico del vehículo, el mejoramiento de la formación de conductores toma un lugar primordial en la disminución de las causas y consecuencias de los accidentes de tránsito, constituyéndose en el aspecto fundamental, en razón de que, no tendría ningún efecto la aplicación de los sistemas de seguridad activa y pasiva si no se disminuyen los índices de impericia, y sobre todo los de imprudencia, contra estos no existen tecnologías cercanas que puedan los aplacar.

La evaluación de las Escuelas de Manejo, es lo más importante, se debe garantizar la formación de conductores que estén consientes de las características de un vehículo, de la importancia de los sistemas modernos de seguridad vehicular, sus formas de funcionamiento y uso; la importancia radica en la comprensión de estos dispositivos,

para que de esta manera, se prefieran los vehículos que tengan estos sistemas dentro de sus características y se cree un parque automotor más seguro, con el desarrollo de una cultura de la conducción segura.

Los conductores tienen que ser evaluados en aspectos que incidan en la conducción insegura, mediante pruebas informatizadas que garanticen la idoneidad del conductor; dichas pruebas tienen que estar enfocadas al ámbito psicológico, tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Inteligencia
- Percepción de la Velocidad
- Coordinación Visomotriz
- Tiempos de reacción
- Resistencia a la Monotonía
- Personalidad
- Capacidad Cognitiva

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALONSO, Tomás; MOTORO, Luis; ESTEBAN, Cristina, Manual de seguridad vial: el factor humano, España, Editorial Ariel, 2004.
- ASTRAIN, I. Prevalencia del uso de teléfonos móviles durante la conducción de los vehículos, España, Gaceta Sanitaria – Ediciones Doyma, S.L. 2004
- FUNDACIÓN SEGURIDAD Y DEMOCRACIA, Informe especial: la seguridad en las carreteras de Colombia, Colombia, Fundación Seguridad y Democracia 2007
- GÓMEZ BLANCO, Manuel, Hacia la conducción automática, España, Ediciones El Pais, 2010.
- MARTINEZ – TORVISCO, Juan, Riesgo, responsabilidad y conducción, España, Colegio Oficial de Psicólogos de Madrid, 2003.
- MORTENDE I BORT, Hector, La Evaluación Psicológica por medio del Ordenador: Validez de constructo y fiabilidad de las actuales pruebas psicológicas para conductores basadas en ordenador, España, Colegio Oficial de Psicólogos de Madrid, 2003.
- OLIVIERI, Pablo, Sistema de Control de Tracción, Argentina, Revista Crashtest, 2010.
- PEIRÓ, R. Actividades intersectoriales en la prevención de accidentes de tráfico, España, Gaceta Sanitaria – Ediciones Doyma, S.L., 2004
- SANZ ALDUAN, Alfonso, Autonomía. Apuntes sobre el amoral automóvil y los accidentes de tráfico, España, Colegio Oficial de Psicólogos de Madrid, 2003.
- SANZ ALDUAN, Alfonso, Autonomía: Apuntes sobre el amoral automóvil y los accidentes de tráfico, España, Colegio Oficial de Psicólogos de Madrid, 2003.
- VÉLEZ DÁVILA, Santiago, Seguridad vial y de los vehículos, Ecuador, Universidad del Azuay, 2009.

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- AA1 CAR AUTO DIAGNOSIS & REPAIR HELP, Sistema de Monitoreo de Presión de Llantas, Internet: [http://www.aa1car.com/library/tire\\_monitors.htm&ei=G527S9HfDYWE9ASFwtXzBw&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=5&ved=0CCMQ7gEwBA&prev=/search%3Fq%3Dtire%2Bpressure%2Bmonitoring%2Bsystem%2Btpms%26hl%3Des%26sa%3DX](http://www.aa1car.com/library/tire_monitors.htm&ei=G527S9HfDYWE9ASFwtXzBw&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=5&ved=0CCMQ7gEwBA&prev=/search%3Fq%3Dtire%2Bpressure%2Bmonitoring%2Bsystem%2Btpms%26hl%3Des%26sa%3DX), Estados Unidos, 2010, Acceso: 06 – 04 – 2010
- AUTOMOVILES DE LUXE, 1978 Mercedes Benz Antilock Brake System, Internet: <http://automobilesdeluxe.tv/wp-content/uploads/2009/02/abs-1978-mercedes-test-1024x723.jpg>, Alemania, 2010, Acceso: 08 – 04 – 2010
- BEBITO'S COLOR, Iso Fix, Internet: <http://www.bebitoscolor.com.ar/isofix.jpg>, Argentina, 2010, Acceso: 09 – 04 – 2010.
- BRIDGESTONE, Sistema de Monitoreo de Presión de Llantas, Internet: <http://www.bfcr.co.cr/boletines%20pdf/Jun%2009%20TPMS%20Run%20Flat%20Tires%20vers.%20espa%C3%B1ol.pdf>, Costa Rica, 2009, Acceso: 06 – 04 – 2010.
- CHRIS CINTOS 2005, Ilustracoes, Internet: <http://www.chriscintos.com.br/novo/IMGDB/ilustracoes/ilustra%204%20tipos%20cintos.gif>, Brazil, 2005, Acceso: 09 – 04 – 2010.
- COSTAS, Javier, Pretensores Pirotécnicos y Limitadores de Esfuerzo, Internet: <http://www.circulaseguro.com/2008/11/23-pretensores-pirotecnicos-y-limitadores-de-esfuerzo>, España, 2008, Acceso: 13 – 04 – 2010.
- DAIMLER AG, TecDay: Seguridad de la Vida Real, Internet: <http://media.daimler.com/dcmmedia/0-921-614216-1-1147521-1-0-0-0-0-0-11702-0-0-1-0-0-0-0-0.html>, Alemania, 2010, Acceso: 18-02-2010.

- DAIMLER AG, Adaptive High-Beam Assistant, Internet: [http://www.emercedesbenz.com/Sep08/25\\_001417\\_Mercedes\\_Benz\\_Introduces\\_New\\_Adaptive\\_High\\_Beam\\_Assistant.html](http://www.emercedesbenz.com/Sep08/25_001417_Mercedes_Benz_Introduces_New_Adaptive_High_Beam_Assistant.html), Alemania, 2008, Acceso: 30-03-2010.
- DE CARVAHLO, Gustavo, Control de Crucero Adaptable, Internet: [www.cesvi.com.ar/revistas/r50/Control\\_Crucero\\_Adaptable.pdf](http://www.cesvi.com.ar/revistas/r50/Control_Crucero_Adaptable.pdf), Argentina, 2008, Acceso: 31-03-2010.
- E-CALL, Automatischer Notruf nach Verkehrsunfällen, Internet: <http://www.e-call.at/ec/images/e-call-kreislauf.gif>, Alemania, 2010, Acceso: 13-04-2010.
- EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME, Our Tests, Internet: <http://www.euroncap.com>, Bélgica, 2010, Acceso: 31-03-2010.
- EUROPE'S INFORMATION SOCIETY, Lane Departure Warning System, Internet: [http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/intelligentcar/technologies/tech\\_13/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/information_society/activities/intelligentcar/technologies/tech_13/index_en.htm), Bélgica, 2010, Acceso: 31-03-2010.
- FUNDACIÓN INSTITUTO TECNOLÓGICO PARA LA SEGURIDAD DEL AUTOMÓVIL, Control Electrónico de Estabilidad, Internet: [https://espacioseguero.com/fundacionfitsa0/admin/\\_fitsa/archivos/publicaciones/0000025/05-Estabilidad.pdf](https://espacioseguero.com/fundacionfitsa0/admin/_fitsa/archivos/publicaciones/0000025/05-Estabilidad.pdf), España, 2007, Acceso: 08-04-2010.
- HDABOB, You can still steer the car around obstructions even though the brakes is applied fully, Internet: <http://hdabob.com/ABS.htm>, Estados Unidos, 2009, Acceso: 08-04-2010.
- HOW STUFF WORKS INC, How Electronic Brake Force Distribution Works, Internet: <http://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/electronic-brake-force-distribution.htm>, Estados Unidos, 2008, Acceso: 08-04-2010.

- PENTON MEDIA INC, Lane departure Warning System, Internet: [http://archive.electronicdesign.com/files/29/10601/figure\\_02.jpg](http://archive.electronicdesign.com/files/29/10601/figure_02.jpg), Inglaterra, 2010, Acceso: 31-03-2010.
- RACKSPACE US Inc, Active Head Restraints, Internet: [http://c0378172.cdn.cloudfiles.rackspacecloud.com/1615\\_01.jpg](http://c0378172.cdn.cloudfiles.rackspacecloud.com/1615_01.jpg), Estados Unidos, 2009, Acceso: : 13 – 04 – 2010.
- ROYAL AUTOMOBILE CLUB OF VICTORIA, Effectiveness of ABS and Vehicle Control Systems, Internet: <http://www.monash.edu.au/muarc/reports/Other/RACV%20ABS%20braking%20system%20effectiveness.pdf>, Australia, 2004, Acceso: 08 – 04 – 2010.
- SEATBELT SOLUTIONS 2010, Lap belt, Internet: <http://www.seatbeltsolutions.com.au/images/lap-belt.gif>, Australia, 2010, Acceso: 08-04-2010
- TOYOTA MOTOR CORPORATION, Cinturón de Seguridad con Pretensor y Limitador de Fuerza, Internet: <http://www.safetytoyota.com/es-es/seatbelt.html>, España, 2009, Acceso: 13 – 04 – 2010.
- THE SONI GROUP, Electronic Brake Distribution, Internet: <http://www.sonirodban.com/images/ebd.gif>, Tailandia, 2010, Acceso: 08 - 04 – 2010.
- TODO MECÁNICA, Seguridad Pasiva Elementos Básicos, Internet: <http://www.todomecanica.com/seguridad-pasiva-componentes-basicos.html>, Acceso: 12 - 04 – 2010.
- US AUTOPARTS NETWORK INC, Ideas from BMW, Internet: <http://www.usautoparts.net/bmw/technology/lighting.html>, Estados Unidos, 2007, Acceso: 30-03-2010.
- VOLKSWAGEN, VW Passat Seats, Internet: <http://www.ausmotive.com/images2/VW-Passat-CC-5seats-01.jpg>, Australia, 2010, Acceso: 09 - 04 – 2010.

- VOLKSWAGEN, Pretensores Pirotécnicos de los Cinturones, Internet: [http://www.volkswagen.es/es/es/experiencia\\_vw/innovacion/Technik\\_Lexikon/pyrotechnische\\_gurtstraffer.index.html](http://www.volkswagen.es/es/es/experiencia_vw/innovacion/Technik_Lexikon/pyrotechnische_gurtstraffer.index.html), Alemania, 2010, Acceso: 13 – 04 – 2010.